

## تأثیر عوامل ژئومورفولوژیک بر رسوبزایی حوضه قزقنچای (زیر حوضه حبله رود در بالا دست سد نمرود)

مجتبی یمانی<sup>۱\*</sup>، فاطمه اسکندری نژاد<sup>۲</sup>

۱- دانشیار دانشکده جغرافیای دانشگاه، تهران

۲- دانشجوی دکتری دانشگاه دولتی، تاجیکستان

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۵/۱۶

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۲۲

### چکیده

فرسایش و شستشوی رسوبات سطحی موجب از دست رفتن منابع خاک شده و پرشدن سریع سدها و تهدید سایر فعالیتهای انسانی را به دنبال دارد. بدیهی است که میزان فرسایش در درجه اول وابسته به ویژگیهای ژئومورفولوژی حوضه‌های آبخیز و سپس نحوه دخالتهای انسانی است. محدوده تحت بررسی حوضه قزقنچای از زیرحوضه های حبله رود و شاخه اصلی نمرود می باشد. این حوضه مساحتی در حدود ۱۴۴/۲۳۵ هکتار را در برمی گیرد. در این پژوهش برای بررسی میزان فرسایش ابتدا متغیرهای موثر از طریق کارهای میدانی و مشاهدات غیرمستقیم با استفاده از تصاویر ماهواره ای، عکس های هوایی و نیز سایر منابع گردآوری و مورد مطالعه قرار گرفته است. این داده ها با استفاده از تکنیک ها و نرم افزارهای GIS تجزیه و تحلیل شده و در نهایت جهت دستیابی به نتیجه از روش های برآورد فرسایش و با استفاده از روش امتیازدهی و تلفیق تاثیر گذاری عوامل ژئومورفیک انجام پذیرفته و از طریق آن میزان فرسایش درحوضه آبخیز مورد مطالعه برآورد گردیده است. نتایج نشان می دهند که میزان رسوب دهی سالانه حوضه معادل ۱۴۰۱۱/۲۴ تن در هکتار می باشد. مقایسه زمانی داده های رسوب و تلفیق آن با گسترش کاربری های انسانی در حوضه نیز نشانگر آن است که توسعه فعالیتهای انسانی در افزایش رسوبدهی حوضه بی تاثیر نبوده است به طوری که بخش عمده این رسوب از بخشهای میانی حوضه که از درجه توسعه یافتگی بیشتری برخوردار است تامین می شود.

**واژه های کلیدی:** فرسایش، تولید رسوب، حوضه قزقنچای، ژئومورفولوژی، سد نمرود.

## مقدمه

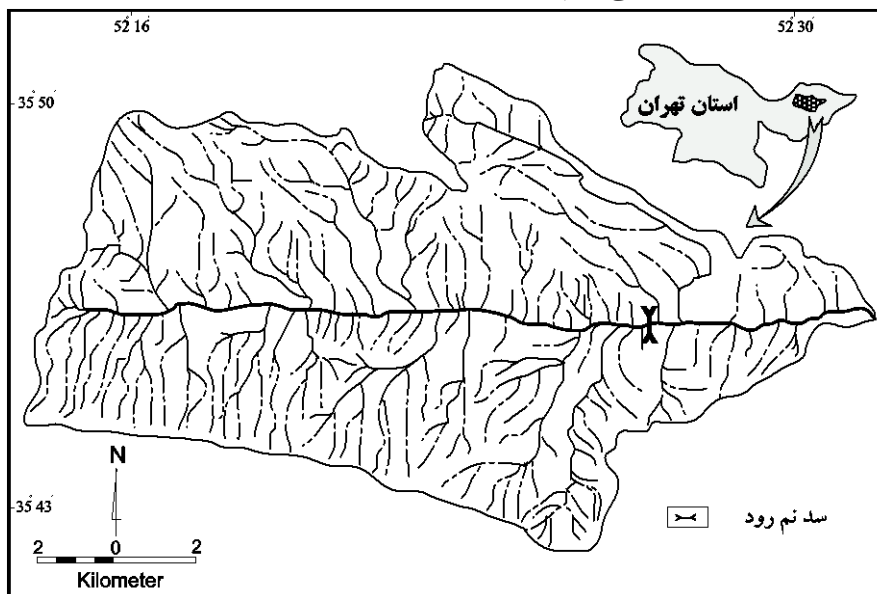
با استناد به مبانی نظری ژئومورفولوژی، دینامیک بیرونی زمین، نقش اصلی را در تحول اشکال و لندفرمهای سطح زمین از طریق فرسایش به عهده دارد. این عامل در عرض های میانه و ایران عمدتاً توسط عوامل هیدرولوژیکی نقش ایفا می نماید. از این رو در مطالعه فرسایش، تجزیه و تحلیل ارتباط تاثیر گذاری فرسایش و لندفرمها از اهمیت ویژه ای برخوردار است (احمدی، ۱۳۷۴). فرسایش عبارت از تخریب، فرسودگی و از بین رفتن مداوم خاک سطحی زمین توسط عوامل فرسایش دهنده اعم از آب، باد، یخچال و تخریب توده ای و مواردی از این قبیل است (کردوانی، ۱۳۷۸). آنچه مهم است، ویژگی های ژئومورفولوژی حوضه ها اعم از شیب، سنگ شناسی و خصوصیات لندفرمها مهمترین عوامل در تعیین فرسایش پذیری به حساب می آیند. بررسی منابع نشان می دهد که محققین زیادی روی موضوع فرسایش کار کرده اند. البته در خصوص موضوع هیدرولوژی رودخانه ها و فرسایش و سیلاب تلاش های زیادی نیز برای مدل سازی فرسایش و رسوب صورت گرفته است. گرچه روش های برآورد و پیش بینی فرسایش توسعه یافته (د-اگوستینو، ۲۰۰۸؛ فرانزی و بیانکو، ۲۰۰۱)، ولی ارزیابی دقیق میزان فرسایش به دلیل وجود مشکلات جدی در کمی کردن عوامل و نبود داده های آماری طولانی مدت و دقیق به طور کامل امکان پذیر نشده است. در ایران کارهای عمده ای که در حال حاضر توسط ارگانهای مسئول انجام می گیرد عموماً با استفاده از مدل های پسیاک جدید یا روش فائو می باشد. با این وجود، نتایج بسیار متفاوتی از این مدل ها به دست می آید که استفاده از آنها باید با احتیاط و رعایت موازین علمی صورت پذیرد. از محققینی که در مورد محدوده تحت بررسی نیز کار کرده اند

می توان از دیویدسون وهمکاران (۲۰۰۴) نام برد. ایشان پژوهشی درمورد مورفولوژی ماسیف دماوند انجام داده اند. کار آنها بیشتر بر روی تاثیرات سنگ شناسی منطقه در میزان فرسایش بوده است. ارومیه ای (۱۹۹۹) نیز زمین شناسی و کارست منطقه سد لار و اطراف آن را مورد مطالعه قرار داده است. علاوه بر این کارهای متعددی نیز از سایر محققین ایرانی وجود دارد از جمله آنها، شیخ حسنی (۱۳۷۴) فرسایش و رسوب حوضه های کوهستانی و بطور خاص بر روی حوضه سد لتیان با استفاده از مدل جدید پسیاک و سیستم اطلاعات جغرافیایی کار نموده است. سردشتی (۱۳۸۳) تاثیر عوامل فرسایش و مورفودینامیک حوضه طالقان را در راستای پایان نامه کارشناسی ارشد از طریق روش های کمی کار نموده است. علاوه بر این، جهاد کشاورزی استان تهران، توسط شرکت مشاورین رویان طرح یکپارچه حفاظت آب و خاک حوضه آبخیز حبله رود شمالی را در سال ۱۳۷۴ به انجام رسانیده است. همچنین موسسه آموزش عالی امام خمینی وابسته به جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۰ طرح مطالعه مدیریت آب و خاک حوضه سله بن را مورد مطالعه قرار داده است. جدیدترین کار انجام شده از سوی سازمان سنجش از دور ایران تحت عنوان طرح حفاظت آب و خاک حوضه آبخیز قزقنچای در سال ۱۳۸۲ انجام گرفته است.

مسئله پژوهش آن است که سد نم رود بر روی یکی از زیر شاخه های حوضه حبله رود احداث شده است. با توجه به وضعیت موجود و مشاهدات انجام گرفته، این سد در معرض رسوب گذاری شدید است. بدیهی است این رسوبات موجب پرشدن مخزن سد و کوتاه شدن عمر مفید آن می شوند. از این رو، مطالعه فرسایش و رسوب دهی بالادست حوضه سد به ویژه بررسی علل

کم بازده و نظایر آن بوده اند و همگی عواملی هستند که بنظر می‌رسد موجب افزایش میزان فرسایش از گذشته تاکنون شده اند. حوضه آبخیز قزقنچای در شمال شرق تهران در دامنه جنوبی رشته کوههای البرز واقع شده است. این حوضه بین عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه ۱۶ دقیقه تا ۵۲ درجه ۳۰ دقیقه شرقی واقع گردیده است. مساحت این حوضه ۱۴۴/۲۳۵ هکتار است و یکی از زیر حوضه‌های حبله رود و شاخه اصلی نهرود می باشد (شکل ۱).

تشدید میزان فرسایش و نقل و انتقال رسوب توسط رودخانه قزقنچای هدف اصلی این پژوهش را تشکیل داده‌اند. روشن است که اشکال ژئومورفولوژی و ویژگی های آنها در فرسایش و تولید رسوب بسیار تاثیرگذار می باشند. آنچه مسلم است، عوامل تاثیرگذار بر میزان فرسایش و رسوب خیزی حوضه عوامل طبیعی هستند ولی به نظر می‌رسد فعالیت‌های انسانی بویژه در سالهای اخیر میزان فرسایش و رسوب خیزی را افزایش داده است. این بهره برداری ها عمدتاً تصرف زمینهای حوضه، بهره برداری غیراصولی از اراضی بویژه در زمینهای کشاورزی، ساخت وسازها و توسعه سکونتگاه‌ها، احداث جاده، توسعه اراضی دیم کاری



شکل ۱- حوضه قزقنچای در استان تهران

مطالعات کتابخانه‌ای، کارهای میدانی و روشهای آماری جمع‌آوری شده‌اند. جهت ورود داده ها و تجزیه و تحلیل آنها از سیستم اطلاعات جغرافیایی، تکنیک ها و نرم افزار های مربوط به GIS و نرم افزار (Excel) استفاده شده است. همچنین از عکسهای هوایی سال های ۱۳۳۵ و ۱۳۷۲ (سازمان جغرافیایی نیرو های مسلح)، تصاویر ماهواره‌ای IRS و TM سالهای ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸ (سازمان

### مواد و روشها

از آنجا که هدف اصلی تحقیق بررسی ژئومورفولوژی حوضه قزقنچای و نقش آن در تولید رسوب و اثر آن بر سد نم‌رود می‌باشد از این‌رو عوامل مورد بررسی، روش‌ها و تکنیک‌ها و ابزارهای تحقیق در قالب روش تحلیلی بکار گرفته شده اند. اطلاعات مورد نیاز عمدتاً از طریق

جغرافیایی نیروهای مسلح)، نقشه‌های توپوگرافی (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۶۹)، زمین‌شناسی (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۲) و کاربری اراضی نیز به عنوان ابزارهای اصلی مشاهده غیر مستقیم استفاده شده است.

امتیاز دهی یکی از تکنیکهای متداول و کارآمد در مطالعات محیطی است. این تکنیک در مقایسه با سایر روشهای تجربی بویژه در انجام مطالعات فرسایش خاک بطور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاید مزیت این روش، قابلیت خوب آن در بکارگیری و استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای بویژه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی است. زیرا به سهولت می‌تواند توزیع متغیرها را توسط روش پهنه بندی مورد ارزیابی قرار دهد. از اینرو برای انجام این تحقیق ۹ متغیر تاثیر گذار از جمله، سنگ شناسی، حساسیت پذیری خاک، گروههای هیدرولوژی خاک، رتبه بندی شبکه آبراهه‌ها، سطوح ارتفاعی، شیب، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی جهت محاسبه و برآورد فرسایش حوضه تحت بررسی انتخاب و سپس امتیاز بندی شده‌اند. مشاهدات و بررسی‌های اولیه نشان داد که این عوامل از دیدگاه فرسایش در حوضه از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و فراگیرتر بوده‌اند. برای تجزیه و تحلیل و تهیه نقشه‌های مورد نیاز، داده‌های مذکور توسط نرم افزارهای Arcview و Arc GIS طبقه بندی و رقومی شده‌اند. سپس، متغیرهای مؤثر بر فرسایش و رسوب با توجه به ارزش گذاری داده‌ها با یکدیگر تلفیق شده و در نهایت، حوضه تحت بررسی به چهار پهنه در قالب پهنه‌های با فرسایش پذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم مشخص شده و با استناد به آنها میزان فرسایش و رسوب حوضه برآورد گردیده است.

### تجزیه و تحلیل و بحث

برای انجام مطالعات فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز قزقنچای، آن بخش از حوضه که در محدوده سد نم رود قرار گرفته است به ترتیب ۱۰ عامل اصلی مؤثر در فرسایش در آن بررسی و پهنه بندی شده است. همانگونه که گفته شد این پهنه‌ها با توجه به اشتراک ویژگی‌های هر متغیر در یک پهنه و با استفاده از نرم افزارها و نیز نقشه‌ها و کارهای میدانی به شرح زیر تفکیک و پهنه بندی شده‌اند:

#### ۱- ویژگیهای سنگ شناسی

با توجه به ارزیابی به عمل آمده از حساسیت سنگ‌ها نسبت به فرسایش، سازندهای بسیار مقاوم و هم بسیار حساس و مستعد فرسایش و تولید رسوب در حوضه وجود دارد (جدول ۱). امتیاز عامل زمین‌شناسی از جداول روش پسیاک اخذ و طی آن از نظر مقاومت برای سنگ شناسی دامنه بین ۰ تا ۱۰ لحاظ شده است. به طوری که سنگهای سست و بسیار حساس به فرسایش بیشترین امتیاز و سنگهای مقاوم و سخت کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند. براساس نتایج جدول ۱ سازندهای JI, QS, QB, PEZ, JD, EKTV, EF با مساحت و درصد ذکر شده در جدول کمترین حساسیت و مخروط واریزه QFS با مساحت ۸/۴۵۶ و ۵/۸۰ درصد بیشترین حساسیت را به فرسایش نشان می‌دهند.



جدول ۱- امتیاز واحدهای سنگ شناسی حوضه قزقنچای

مساحت به درصد	نوع سنگ	نوع سازند	مساحت کیلومتر مربع	حساسیت به فرسایش و هوادیدگی خردشدگی
۰/۰۹۴	رسوبات پیرو کلاستیک و توفها	EF	۰/۱۳۷	۳
۳۲/۷۱	رسوبات بیو کلاستیک آذر آوری	EKTV	۴۷/۶۶۹	۳
۰/۷۱	سنگ آهک دلیچای	JD	۰/۲۴۹	۳
۱۷/۱۳	سنگ آهک چرت دار توده‌ای لار و رسوب آذر آوری با سنگهای آهکی نومولیت دار زیارت	JI	۲۴/۹۶۳	۳
۷/۱۷	سنگهای آذرین آتشفشانی کوآترنری بازیک دماوند	PEZ	۱۰/۴۶۱	۳
۰/۸۶	گدازه های اسیدی	QB	۱/۲۶۶	۳
۱۱/۲۰	سنگهای آهکی بیولوژیک چرت دار سیلیسی	QS	۱۶/۳۲۹	۳
۱۴/۰۴	سنگهای آهکی بیولوژیک چرت دار سیلیسی	K2	۲۰/۴۵۹	۴
۰/۶۰	نهشته‌های کرتاسه بالایی- نهشته‌های آبرفتی تیزکوه	K2C	۰/۸۷۸	۴
۱/۴۹	سنگهای آهکی بیوزنیک تیزکوه	K3	۲/۱۷۴	۴
۰/۲۳	سنگ آهک اوریتولین دار آتشفشانی بازیک تیزکوه	KM	۰/۳۴۲	۴
۰/۲۴	سنگ آهک اوریتولین دار تیزکوه	KT	۰/۳۵۸	۴
۲/۲۰	رسوبات پیرو کلاستیک آذر آوری	LS	۳/۲۱۸	۵
۲/۸۵	کنگومرای فجن	PEF	۴/۱۵۴	۵
۱/۵۶	اراضی کشاورزی و باغات	QA	۲/۲۸۲	۸
۰/۸۹	پادگانه آبرفتی قدیمی	QT1	۱/۲۹۸	۸
۰/۰۸	نهشته‌های کوهپایه‌ای	QTR	۰/۱۱۸	۸
۰/۶۱	مخروطه افکنه	QF	۰/۸۹۷	۹
۵/۸۰	مخروطه واریزه بهمین	QFS	۸/۴۵۶	۱۰
	کل حوضه		۱۴۵/۷۰۸	

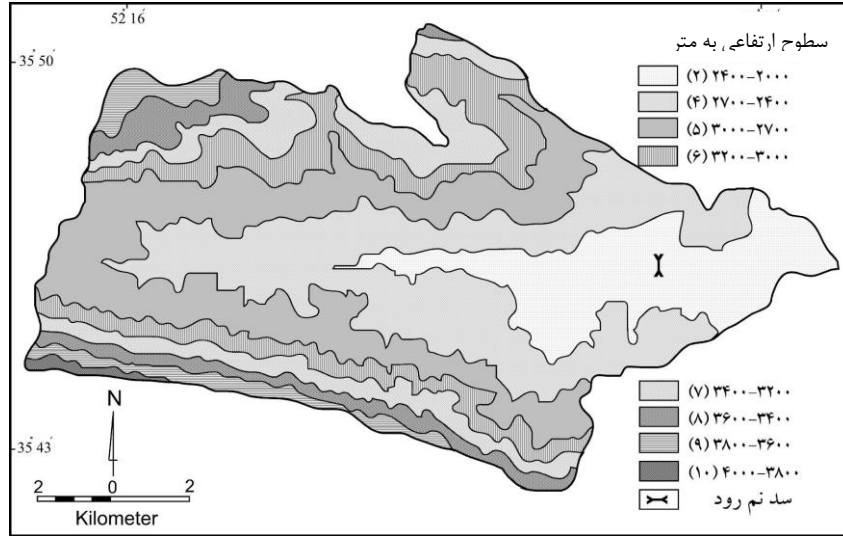
## ۲- پستی و بلندی

فرسایش در ارتفاع ۴۰۰۰-۳۸۰۰ متری با امتیاز ۱۰ و مساحت ۰/۸۱۸ و ۰/۵۷ درصد روی می‌دهد. کمترین فرسایش نیز در ارتفاع ۲۴۰۰-۲۰۰۰ با امتیاز ۲ با مساحت ۲۰/۹۸۰ و ۱۴/۶۹ درصد می باشد (شکل ۲).

در این خصوص پس از بررسی توپوگرافی حوضه مورد مطالعه و نقش آن در تولید رسوب، امتیاز نقاط ارتفاعی تعیین گردید. طبق جدول شماره ۲ با توجه به شرایط محیطی حاکم، بیشترین

جدول ۲- امتیاز بندی نقاط ارتفاعی حوضه آبخیز قزقنچای

ردیف	نقاط ارتفاعی	امتیاز	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد
۱	۲۰۰۰-۲۴۰۰	۲	۲۰/۹۸۰	۱۴/۶۹
۲	۲۴۰۰-۲۷۰۰	۴	۳۶/۲۹۱	۲۵/۴۳
۳	۲۷۰۰-۳۰۰۰	۵	۳۳/۴۱۹	۲۳/۴۱
۴	۳۰۰۰-۳۲۰۰	۶	۲۰/۳۰۷	۱۷/۷۲
۵	۳۲۰۰-۳۴۰۰	۷	۱۵/۸۸۷	۱۱/۱۲
۶	۳۴۰۰-۳۶۰۰	۸	۹/۴۱۴	۶/۵۹
۷	۳۶۰۰-۳۸۰۰	۹	۵/۶۳۷	۳/۹۴
۸	۴۰۰۰-۳۸۰۰	۱۰	۰/۸۱۸	۰/۵۷
	کل حوضه		۱۴۲/۷۵	

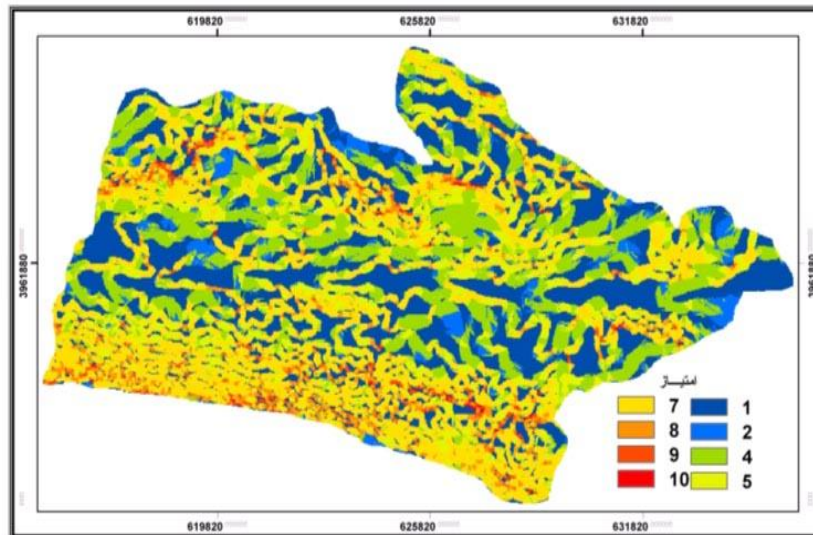


شکل ۲- امتیاز دهی سطوح ارتفاعی در حوضه قزقنچای

فرسایش نیز تاثیر گذارتر می‌شوند (شکل ۳). با توجه به جدول ۳ بیشترین شیب بالای ۵۵ درصد با امتیاز ۱۰ و مساحت ۰/۳۸۰۷ کیلومتر مربع و کمترین شیب در دامنه ۵-۰ با امتیاز ۱ و مساحت ۳۹/۰۹۴ دیده می‌شود.

### ۳- شیب

شیب حوضه رابطه مستقیم و نسبتاً پیچیده ای با نفوذ آب و جریان سطحی و نیز رطوبت خاک دارد و در میزان فرسایش و تولید رسوب حوضه موثر می‌باشد. زیرا هرچه شیب بیشتر باشد فرایندهای



شکل ۳- پهنه بندی شیب حوضه

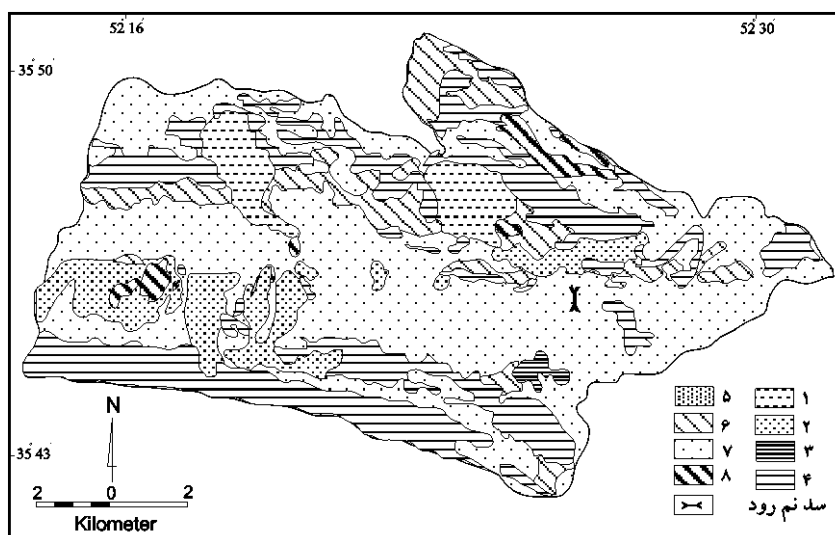
جدول ۳- امتیاز بندی شیب حوضه آبخیز قرقنچای

امتیاز	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	شیب (درصد)
۱	۲۷/۳۸	۳۹/۰۹۴	۰-۵
۲	۴/۵۷	۶/۵۳۳	۵-۱۰
۴	۲۰/۲۳	۲۸/۸۸۴	۱۰-۲۰
۵	۰/۱۴	۲۰/۲۶۱	۲۰-۲۵
۷	۲۷/۴۰	۳۹/۱۱۸	۲۵-۳۵
۸	۵/۲۳	۶/۵۳۳	۳۵-۴۵
۹	۱/۳۶	۱/۹۵۱	۴۵-۵۵
۱۰	۰/۲۶	۰/۳۸۰۷	۵۵
		۱۴۲/۷۵	کل حوضه

#### ۴- امتیازبندی عامل خاک

در این روش شدت رسوب دهی خاکهای مختلف براساس بافت و ساختمان آنها تعیین می شود. هر چقدر خاک ریز بافت تر باشد میزان نفوذپذیری آن کاسته شده و بر مقدار جریانهای سطحی اضافه می شود. در کل با افزایش میزان فرسایش، درجه رسوب دهی خاک افزایش پیدا خواهد کرد. برای تعیین امتیاز عامل خاک از فاکتور K (عامل

فرسایش پذیری خاک) استفاده شده است (شکل ۴). با توجه به جدول ۴ ملاحظه می شود که نوع خاک (102) TR-(101) RP (103,302,203) M با امتیاز ۶/۵ و مساحت ۳/۶۵۵ کیلومتر مربع و ۲/۴۶۹ درصد بیشترین حساسیت و نوع خاک LS- 101 با امتیاز ۴ و مساحت ۶/۷۵۸ کیلومتر مربع و ۴/۵۹ درصد کمترین حساسیت را به فرسایش نشان می دهند.



شکل ۴- حساسیت و فرسایش پذیری خاک حوضه (اعداد راهنمای نقشه، ستون ردیف در جدول ۴

می باشد)

جدول ۴- حساسیت پذیری و فرسایش خاک حوضه قزقنچای (مهندسین مشاور رویان، ۱۳۷۴)

ردیف	نوع خاک	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد	امتیاز
۱	LS-(101)	۶/۷۵۸	۴/۵۹	۴
۲	H-(201)	۳/۰۳۲		۴/۱۲
۳	M-(201)	۰/۸۰۹	۰/۵۴	۴/۱۵
۴	H(102,202) M(101,102,202) TR(103)	۳۶/۱۵۲	۲۴/۵۵۵	۵
۵	CF-(104)	۹/۰۷۹		۵/۳۰
۶	TR-(104)	۱۲/۳۵۲	۸/۳۹	۵/۳۲
۷	H-(101) CF-(102,103)	۷۵/۲۸۳	۵۱/۵۸۶	۶
۸	M(103,302,203) RP(101) TR-(102)	۳/۶۵۵	۲/۴۶۹	۶/۵
	کل حوضه	۱۴۷/۱۱۳		

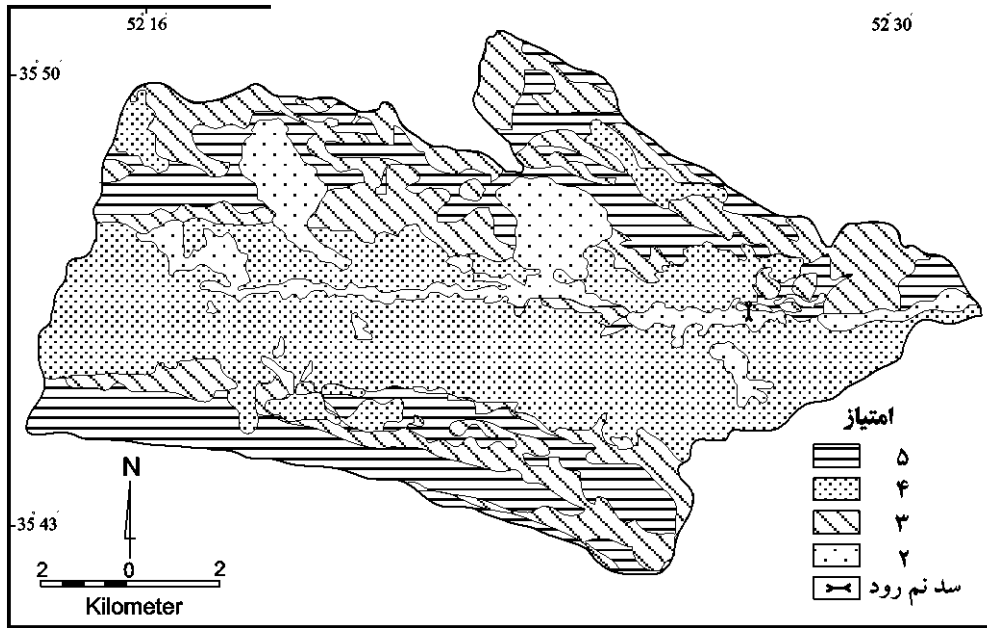
#### ۵- امتیاز بندی گروه هیدرولوژی خاک

امتیاز بندی عامل هیدرولوژی (نفوذ پذیری) حوضه قزقنچای بر اساس پیشنهاد سازمان حفاظت خاک آمریکا<sup>۱</sup> در حوضه های آبریز، خاکها از نظر ظرفیت نفوذ آب به داخل خاک در چهار گروه هیدرولوژیک قرار می گیرند که جدول ۵ و شکل ۵ گروه هیدرولوژی و خاک (نفوذ پذیری) را در حوضه نشان می دهد. گروه هیدرولوژیک A با امتیاز ۵ و مساحت ۲۶/۵۳۷ کیلومتر مربع و ۱۸/۰۳ درصد بیشترین ظرفیت نهایی نفوذ آب در خاک و گروه هیدرولوژیک D با امتیاز ۲ و مساحت ۵۹/۴۵۶ کیلومتر مربع و ۴۰/۴۱ درصد کمترین ظرفیت نفوذ آب به داخل خاک را دارند.

جدول ۵- امتیاز بندی گروه هیدرولوژی خاک حوضه آبخیز قزقنچای (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۰)

گروه هیدرولوژی	امتیاز	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)
A	۵	۲۶/۵۳۷	۱۸/۰۳
B	۳	۱۶/۲۱۴	۱۱/۰۲
C	۴	۴۴/۹۱۵	۳۰/۵۲
D	۲	۵۹/۴۵۶	۴۰/۴۱
کل حوضه		۱۴۷/۱۲	

1 \_ Soil conservation services



شکل ۵- گروههای هیدرولوژی و خاک

#### ۶- جهت شیب

جهت شیب درحوضه با استفاده از نرم افزار در قالب نقشه جهت شیب تهیه شده است. طبقات مختلف شیب در این نقشه براساس هشت جهت اصلی تفکیک و مساحی شده است. نقشه جهت شیب عمدتاً برای حرکات دامنه ای کاربرد دارد.

همانطور که درجدول شماره ۶ ملاحظه می شود، شیب حوضه در تمامی جهات محاسبه شده است. بیشترین جهت دامنه ها با مساحت ۲۳/۲۱ کیلومتر و ۱۶/۲۹ درصد در راستای جنوب و کمترین جهت با مساحت ۲/۹۵ کیلومتر و ۲/۰۷ درصد به سمت غرب اختصاص دارد.

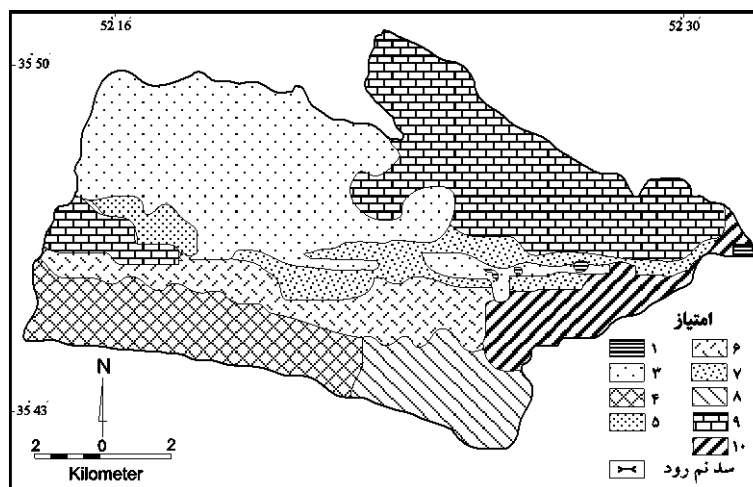
جدول ۶- مساحت و درصد جهات شیب حوضه قزقنچای

جهت شیب به درجه	جهت شیب به جهات جغرافیایی	مساحت به کیلومتر	درصد شیب
۰	زمینهای مسطح	۳۵/۴۲	۲۴/۸۶
۶۷	شمال شرق	۱۸/۵۳	۱۳
۱۱۲	شرق	۹/۵۱	۶/۶۷
۱۵۷	جنوب شرق	۱۴/۱۴	۹/۹۲
۲۰۲	جنوب	۲۳/۲۱	۱۶/۲۹
۲۴۷	جنوب غرب	۸/۷۱	۶/۱۱
۲۹۲	غرب	۲/۹۵	۲/۰۷
۳۲۷	شمال غرب	۷/۷۴	۵/۴۳
۳۶۰	شمال	۲۲/۲۴	۱۵/۶۱
	جمع کل	۱۴۲/۴۵	

ژئومورفولوژی) در شکل ۶ و جدول ۷ آمده است. با توجه به تیپ های فرسایش گروه S3R31G213LS با امتیاز ۱۰ و مساحت ۹/۷۱۶ کیلومتر مربع و ۶/۸۰ درصد بیشترین مقدار رسوب دهی حوضه و تیپ EO با امتیاز ۱ با مساحت ۰/۳۶۵ کیلومتر مربع و ۰/۲۵ درصد کمترین مقدار رسوب دهی را به خود اختصاص داده است.

#### ۷- امتیازبندی عامل تیپ های فرسایشی (ژئومورفولوژی)

به دلیل اهمیتی که اشکال ژئومورفولوژی در ایجاد فرسایش و رسوب دارند و رسوب تولید شده موجب پرشدن تدریجی سد مخزنی می شود، بنابراین ویژگی مذکور در حوضه قزقنچای و در پیرامون سد نم رود از این دیدگاه مورد مطالعه قرار گرفته است. اشکال مورد بحث (تیپ های فرسایش -



شکل ۶- واحدهای ژئومورفولوژی منطقه

جدول ۷ - امتیاز بندی وضعیت فرسایش - ژئومورفولوژی حوضه قزقنچای (مهندسین مشاور رویان، ۱۳۷۴)

مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	امتیاز	ژئومورفولوژی
۰/۲۵	۰/۳۶۵	۱	EO زراعت آبی و باغات - آبرفتی و کم شیب
۲۷/۸۵	۳۹/۷۷۶	۳	(S1R11) فرسایش سطحی شیارهای ضعیف با عمق کمتر از ۱۰ سانتیمتر
۱۲/۰۴	۱۷/۲۰۳	۴	(S1R21) فرسایش سطحی ضعیف و شیارهای کم عمق در شیب های بیش از ۶۰ درصد
۱/۶۹	۲/۴۲۱	۵	(S1R21G111) فرسایش سطحی و شیارهای عمق کم که در فاصله ۱ تا ۳ متر از هم قرار دارند و عمق کمتر از ۱ متر در شیب کمتر از ۱۲ درصد
۱۱/۱۸	۱۵/۹۷۱	۶	(S1R21G113) سطحی متوسط و شیارهای عمق کمتر از ۱۰ سانتیمتر در فاصله ۳ تا ۱۰ متر در شیب بیش از ۵ درصد
۷/۶۶	۱۰/۹۳۹	۷	(S1R21G122) دارای فرسایش سطحی متوسط و شیارهای با عمق کم در آبراهه های ۱ تا ۲ متری و در شیب بیش از ۲ درصد
۷/۹۰	۱۱/۲۹۳	۸	(S1R21G323) فرسایش سطحی متوسط و شیارهای کمتر از عمق ۱۰

			سانتیمتر با فاصله ۳ تا ۱۰ متر. آبراهه ها بین ۱ تا ۲ متر در شیب های بیش از ۲۰ درصد عمق دارند
۲۴/۵۹	۳۵/۱۲۸	۹	(2R22G223LS) فرسایش سطحی متوسط و شیارهایی به عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر با فاصله ۳ تا ۱۰ متر، تراکم آبراهه ها حدود ۱۰ تا ۴ کیلومتر مربع با شیب عمومی بیش از ۲۰ درصد
۶/۸۰	۹/۷۱۶	۱۰	(S3R31G213LS) فرسایش سطحی شدید و شیارهای کم عمق (کمتر از ۱۰ سانتیمتر) که متراکم و با فاصله کمتر از ۳ متر از هم و آبراهه هایی که غالباً دارای عمق کمتر از ۱ متر و در شیب ۵ تا ۶۰ درصد می باشد
	۱۴۲/۸۱		

#### ۸- فرسایش توده ای

تیپ هایی که دارای روانگرایی بسیار زیاد و E6 دارای پتانسیل ناپایداری بسیار کم می باشند (جدول ۸). جدول ۹ مساحت کلی سطوح در معرض لغزش را نشان می دهد.

مجموعه گروههای فرسایش توده ای در حوضه تحت بررسی از نظر شدت روانگرایی به شش طبقه E1 تا E6 تقسیم گردیده است. E1 شامل

جدول ۸- شدت فرسایش در تیپ های مختلف درحوضه تحت بررسی

خیلی زیاد		زیاد		نسبتاً زیاد		متوسط		کم		خیلی کم	
مساحت		مساحت		مساحت		مساحت		مساحت		مساحت	
درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار
-	-	-	-	۲/۸	۵۶۹۲	-	-	۶/۳	۲۷۰۰/۵	۴/۶	۶۰۳۰/۹

جدول ۹- مساحت سطح لغزش درحوضه قرزقچای

درصد سطح لغزش	مساحت سطح لغزش	مساحت هکتار
۳۱/۱	۴۵۲۲	۱۴۴۲۳

#### ۹- فرسایش آبراهه ای (G)

جریان می یابند. این روان آب ها با رسیدن به سرعت آستانه، موجب شستشو، جابجایی و حمل ذرات خاک می گردند. تداوم شستشو و حمل ذرات خاک در آبراهه ها باعث عمیق و عریض شدن آنها می گردد (جدول ۱۰).

بخشی از بارش در سطح دامنه ها جریان یافته و پس از تمرکز، به صورت آبراهه های خطی جریان می یابند. معمولاً عامل اصلی شستشوی خاک روان آبهای متمرکزی هستند که مستقیماً در سطح دامنه ها و در درون شیارها و آبراهه ها

جدول ۱۰- وضعیت فرسایش آبراهه‌ای

فرسایش آبراهه‌ای خیلی زیاد		فرسایش آبراهه‌ای زیاد		فرسایش آبراهه‌ای متوسط		فرسایش آبراهه‌ای کم		فرسایش آبراهه‌ای خیلی کم	
مساحت		مساحت		مساحت		مساحت		مساحت	
درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار
-	-	۱/۳	۱۲۰۶/۳	۲/۰	۴۴۸۵/۷	۷/۵	۲۷۰۰/۶	۳/۷	۶۰۳۰/۹

## ۱۰- رتبه بندی آبراهه‌ها

شبکه آبراهه‌های حوضه نشان دهنده چگونگی تخلیه رواناب از حوضه بوده و بررسی آنها از اقدامات اساسی در عملیات هیدرولوژی است (جدول ۱۱). سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه‌های آن با نمایه تراکم<sup>۱</sup> رده<sup>۲</sup> و انشعاب<sup>۳</sup> صورت می‌گیرد (علیزاده، ۱۳۸۱). در حوضه آبخیز مورد مطالعه آبراهه درجه پنجم با امتیاز ۱۰ بیشترین نقش در حمل فرسایش و رسوب دهی و آبراهه درجه اول با امتیاز ۲ کمترین نقش را در فرسایش و رسوب دهی حوضه دارا بوده اند.

## انواع واشکال فرسایش

## الف) فرسایش سطحی

وجود لکه‌های روشن، وجود سنگریزه در سطح خاک، لخت شدن و نمایان شدن بخشی از ریشه گیاهان و تجمع خاک در اطراف ساقه گیاهان از جمله شواهد وجود فرسایش سطحی است (کردوانی، ۱۳۷۸). بر اساس داده‌های جدول ۱۲، حوضه تحت بررسی دارای فرسایش متوسط به مساحت ۷۳۷۷/۶ هکتار و ۳/۱ درصد می‌باشد.

جدول ۱۱- امتیاز رتبه بندی آبراهه‌ها

آبراهه‌ها	امتیاز	طول آبراهه‌ها به کیلومتر مربع
آبراهه درجه اول	۲	۴۶۰
آبراهه درجه دوم	۴	۱۳۰
آبراهه درجه سوم	۶	۵۱
آبراهه درجه چهارم	۸	۲۱
آبراهه درجه پنجم	۱۰	۱۴

## ب) فرسایش شیاری

فاصله و عمق شیارها، شدت جریانهای سطحی، حساسیت خاک و شدت فرسایش شیاری را نشان می‌دهد (مشاورین رویان، ۱۳۷۴) (جدول ۱۳).

1\_ Density  
2\_ Order  
3\_ Bifurcation



جدول ۱۲- میزان گسترش فرسایش سطحی در حوضه مورد مطالعه

فرسایش سطحی کم		فرسایش سطحی متوسط		فرسایش سطحی زیاد		جمع کل
مساحت		مساحت		مساحت		مساحت به هکتار
هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	۱۴۴۲۳/۶
۶۰۳۰/۹	۳/۲	۷۳۷۷/۶	۳/۱	۱۰/۵	۰/۵	

جدول ۱۳ - میزان گسترش و فرسایش شیاری در حوضه قزقنچای

فرسایش شیاری کم		فرسایش شیاری متوسط		فرسایش شیاری شدید		فرسایش شیاری خیلی شدید		جمع کل
مساحت		مساحت		مساحت		مساحت		مساحت
هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	۱۴۴۲۳/۶
۴۰۱۶/۶	۳/۹	۵۹۲۱/۲	۶/۸	۳۴۷۰/۶	۱/۶	۱۰۱۵/۱	۰/۵	

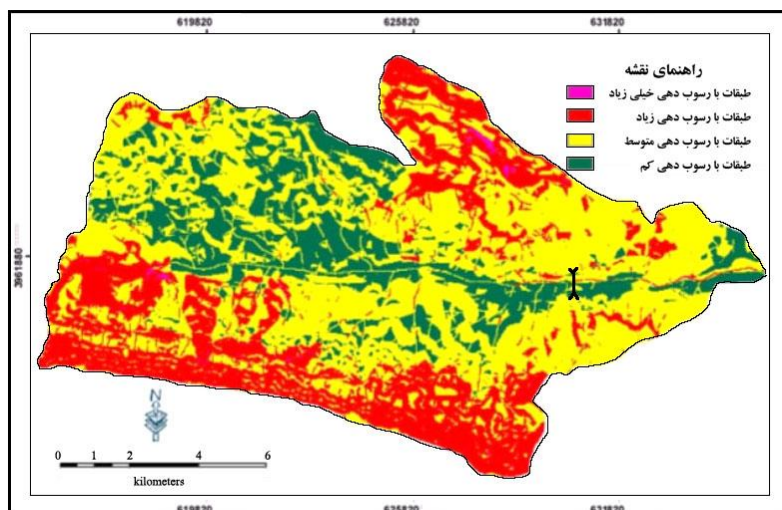
شده است. در این اراضی آثار فرسایش ظاهری به مقدار کم وجود دارد. برای زمین های باغات و مزارع که سطح زمین در آنها کاملاً پوشیده است و آثار فرسایشی چندانی در آنها مشاهده نمی شود امتیاز ۲ در نظر گرفته شده است (جدول ۱۴). در نتیجه بیشترین حساسیت به فرسایش در زمین های بسیار فقیر از پوشش گیاهی بیشتر بوده و با امتیاز ۱۰ با مساحت ۱/۶۸۲ کیلومتر مربع و کمترین حساسیت به فرسایش باغات و مزارع با امتیاز ۲ و با مساحت ۷/۰۶۰ کیلومتر مربع به دست آمده است.

#### عامل پوشش گیاهی

پوشش گیاهی حوضه عمدتاً به صورت پراکنده دیده می شوند و یا اراضی وجود دارند که از نظر پوشش گیاهی بسیار فقیر می باشند. خاک سطوح اخیر اغلب لخت و بدون آثار لاشبرگ و یا دارای پوشش سنگی است. از نظر پوشش گیاهی سطوح اراضی تا امتیاز ۱۰ پهنه بندی شده است. پوشش گیاهی مرتع با وضعیت متوسط و به صورت مرتعی و بوته زار دیده می شود و امتیاز ۶ تا ۸ برای آن در نظر گرفته شده است. همچنین پوشش گیاهی زراعی یا مرتعی با وضعیت متوسط تا خوب و پوشش درختچه و مرتع با امتیاز ۴ در نظر گرفته

جدول ۱۴- امتیاز پوشش گیاهی حوضه قزقنچای

نوع پوشش گیاهی	امتیاز	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد
باغات و مزارع G1	۲	۷/۰۶۰	۴/۹۴
درختچه (گون خاردار، ریش سنبل) AS-PS	۳	۳۱/۲۱۲	۲۱/۸۵
درختچه و مرتع co-on, on-Br, st-ps	۴	۱۷/۲۱۲	۱۲/۰۵
مرتعی، علفزار، بوته زار As-Br, ps	۶	۲۳/۳۱۳	۱۶/۳۲
مرتعی هزار خار، اسپرس خاردار on-co	۸	۳۵/۷۵۲	۲۵/۰۳
بسیار فقیر از پوشش گیاهی Roct	۱۰	۱/۶۸۲	۱/۱۷



شکل ۷- پهنه بندی تولید رسوب در حوضه

جدول ۱۵- مساحت طبقات در نقشه پهنه بندی پتانسیل تولید رسوب حوضه  
(به دست آمده به روش جمع جبری کلیه لایه‌ها)

اولویت بندی تولید رسوب در حوضه	مساحت به کیلومتر مربع
مناطق با فرسایش خیلی زیاد	۰/۷۶۱۴
مناطق با فرسایش زیاد	۳۸/۰۴۸۷۶
مناطق با فرسایش متوسط	۷۶/۰۱۵۸
مناطق با فرسایش کم	۲۷/۱۱۰۷

### نتیجه گیری

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل عوامل موثر مشخص می‌سازد که بخش دشت‌های میان کوهی و کناره‌های آبراهه اصلی و مناطق کوهستانی بخش جنوبی حوضه عمدتاً از سازندهای آبرفتی سست دوران چهارم و تشکیلات ضعیف مارنی تشکیل شده‌اند و بیشترین رسوب را تولید می‌کنند. با توجه به احداث سد نمرود در حوضه مورد مطالعه و تهیه آب مشروب و کشاورزی مناطق از دریاچه این سد، میزان فرسایش و تولید رسوب در این حوضه می‌تواند مسئله جدی در جهت کاهش عمر مفید این سد و پرشدن دریاچه آن توسط رسوب باشد.

براساس برآوردهای به عمل آمده در محدوده حوضه قزقچای بیشترین رسوبدهی در منتهی‌الیه آن و در محدوده جنوب غربی حوضه با رسوبدهی ۵/۸۶ تن در هکتار در سال و کمترین مقادیر رسوبدهی در شمالغرب و در حوالی روستای زرمان معادل ۴/۳۶ تن در هکتار در سال به دست آمده است.

با استفاده از تکنیک‌های امتیاز دهی و تلفیق لایه‌ها، میزان فرسایش در حوضه آبخیز مورد مطالعه برآورد گردیده است. نتایج نشان می‌دهند که میزان رسوب دهی سالانه حوضه معادل ۱۴۰۱۱/۲۴ تن در هکتار می‌باشد. بخش عمده این رسوب از بخش‌های میانی حوضه که در پهنه

## تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از یک طرح پژوهشی است. بدینوسیله از مدیران و کارکنان محترم دفتر امور پژوهشی و پشتیبانی علمی وزارت نیرو، معاونت محترم پژوهشها و مطالعات پایه منابع آب ایران به خاطر پشتیبانی و حمایت مالی و تجهیزاتی این طرح تشکر و قدردانی می‌نمایم.

## منابع

- احمدی، ح.، ۱۳۷۴، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۶۹، نقشه های توپوگرافی در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۹۸۷، تصویر ماهواره ای IRS از منطقه تهران.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۹۸۸، تصویر ماهواره ای TM از منطقه تهران.
- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۲، نقشه زمین شناسی دماوند در مقیاس ۱/۱۰۰/۰۰۰ و سمنان در مقیاس ۱/۲۵۰/۰۰۰.
- سازمان نقشه برداری کشور عکسهای هوایی سال های ۱۳۳۵ و ۱۳۷۲ در مقیاس های تقریبی ۱/۵۵۰۰۰ و ۱/۴۰۰۰۰.
- سردشتی، م.، مورفودینامیک حوضه رودخانه طالقان، ۱۳۸۳، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- شیخ حسنی، ح.، ۱۳۷۴، بررسی پتانسیل رسوب درحوضه سد مخزنی طالقان، پایان نامه، دانشگاه تربیت مدرس.
- علیزاده، ا.، ۱۳۸۱، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ چهاردهم.
- کردوانی، پ.، ۱۳۷۸، جغرافیای خاکها، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.

بندی انجام شده در پهنه فرسایشی زیاد قرار می گیرد تا مین می شود.

با توجه به برنامه ریزی برای احداث سد نمرود، رسوب حاصل از فرسایش و به ویژه تشدید میزان نقل و انتقال رسوب توسط رودخانه قزقنچای موجب پرشدن مخزن سد و کوتاه شدن عمر مفید آن می گردد. بدون شک ویژگی های لندفرمهای موجود در حوضه در تولید رسوب تأثیر عمده و اصلی را داشته اند. با این وجود دخالتهای انسانی بویژه در سال های اخیر نیز در افزایش دامنه فرسایش بی تأثیر نبوده اند. این مساله لزوم ساماندهی و مدیریت حوضه را جهت کنترل فرسایش و تولید رسوب واحدهای حساس تر به فرسایش توجیه می کند.

بر اساس شاخص های موجود، میزان رسوبدهی کل حوضه قزقنچای در حد متوسط می باشد و نشان دهنده شرایطی است که در صورت بی توجهی به اصول فرسایش می تواند به صدمات زیادی منجر گردد. درحوضه مورد مطالعه پوشش های فرسایشی منفصل و رخساره های نوع بدلند بیشترین استعداد و رسوب زایی را دارا هستند. از این میان اراضی بدلند بیشترین مقدار رسوب و پس از آن نهشته های منفصل فرسایشی مستقر بر روی دامنه ها در درجه بعدی اهمیت قرار دارند. پس از آن نهشته ها و رسوبات رخساره های کوآترنر که در سطوح کم شیب و در مجاورت آبراهه های اصلی و فرعی قرار دارند نیز در تولید رسوب حوضه نقش دارند. شکل ۷ نقشه پهنه بندی فرسایش در حوضه تحت بررسی و جدول ۱۵ مساحت هر یک از پهنه های مورد اشاره را نشان می دهد.

- Baker, V.R., 2002. High energy mega floods planetary setting and sedimentary dynamics, Blackwell Science, v. 37, p. 393-411.
- Coe. J.A, Cannon, S.H., and Santi, P.M., 2007. Introduction to the special issue on debris flows initiated by runoff, erosion, and sediment entrainment in western-north America. *Geomorphology*, (Accepted Manuscript).
- Costa, J.E. 1988. Rheologic, Geomorphic and Sediment Logic Differentiation of Water Floods, Hyperconcentrated Flow and Debris Flow. *Flood Geomorphology*. John Wiley & Sons New York. p. 113-122. 5 fig, 2 tab, 54 ref.
- Davidson, J., Hassanzadeh, R., Berzins, DF. & Stockli J., 2004, The geology of Damavand volcano, Alborz Mountains, northern Iran, editing@geosociety.org, Geological Society of America January 2004; v. 116; No. 1-2; p. 16-29.
- D'Agostino, Luca. , 2008. Fluid Dynamics of Cavitation and Cavitating Turbopumps, Springer Verlag, 351 P.
- Franzi, L., Bianco, G. 2001. A Statistical Method to Predict Debris Flow Deposited Volumes on a Debris Fan , Vol. 26 , No 9. Published by Elsevier Science Ltd, p. 683- 688.
- Genevois, R., Galgaro, A., Tecca, P.R., 2001. Image Analysis for Debris Flow Properties Estimation. *Phys. Chem. Earth* 26, p. 623-631.
- Ghilardi, P, Ntale, L and Savi ,F .2001. Modeling Debris flow propagation respective and Deposition. *Terrestrial & Planetary Science*, v. 26, issue 9, p. 651-656.
- Jakob, M and Jordan, P, 2001, Design flood estimates in mountain streams-The need for a geomorphic approach , *Canadian Journal of civil Engineering*, v. 28, p. 425-439.
- مهندسين مشاور رویان، ۱۳۷۴، مطالعات یکپارچه آب و خاک حوضه آبخیز حبله رود شمالی.
- مهندسين مشاور سنجش از دور، ۱۳۸۲، طرح حفاظت آب و خاک در حوضه آبخیز قزقنچای.
- مهندسين مشاور رویان ، ۱۳۷۴، مطالعات یکپارچه آب و خاک حوضه آبخیز حبله رود شمالی (لزور).
- وزارت جهاد کشاورزی استان تهران، ۱۳۸۰، گزارش پوشش گیاهی و خاک حوضه عمرک، شهرستان فیروزکوه.
- وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۰، گزارش فرسایش و رسوب سله بن ، موسسه آموزش عالی امام خمینی (ره).
- وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۰، موسسه تحقیقات آب و خاک، گزارش جامع خاک استان تهران .

- Miller, D.J., Burnett, K.M., 2007.  
A probabilistic of debris- flow  
delivery to stream channels  
demonstrated for the Coast Range  
of Oregon, USA.  
Geomorphology, v. 94, iss. 1-2, p.  
184-205.
- Saint-Laurent, Diane., 2004.  
Palaeoflood hydrology an  
emerging science. Progress in  
Physical Geography v. 28, No. 4,  
p. 531-543.
- Uromeihy A. , 1999, The Lar Dam;  
an example of infrastructural  
development in a Geologically  
active karstic region, Elsevier  
Science Ltd, v. 18, Issue 1, p. 25-  
31.

## پهنه بندی فرسایش خاک و برآورد رسوب در حوضه آبخیز مریم نگار با استفاده از مدل های تجربی

مهران مقصودی<sup>(۱)</sup>، حسین حبیبی<sup>(۲)</sup>

۱- استادیار دانشکده جغرافیا- دانشگاه تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی - دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۵/۲۴

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۹/۲۹

### چکیده

سالانه نزدیک ۲ میلیارد تن از خاکهای با ارزش کشور به هدر می رود و خسارت هنگفتی معادل  $10^{12} \times 18/5$  ریال بر کشور وارد می شود. ممانعت از این خسارت، به اتخاذ روش مناسب در جلوگیری از فرسایش و حرکت رسوب دارد که لازمه آن، وجود اطلاعات دقیق در زمینه شدت فرسایش، در سطح حوضه های آبخیز است. کمبود آمار و اطلاعات در زمینه فرسایش خاک و تولید رسوب، مسئله ای است که باعث شده، این تحقیق با هدف آگاهی از وضعیت فرسایش، شدت تولید رسوب و همچنین ارزیابی کارایی مدل های تجربی پسیاک<sup>۱</sup>، ای پی ام<sup>۲</sup> و فائو<sup>۳</sup> در مقایسه با رسوب اندازه گیری شده و نقشه فرسایش حوضه آبخیز مریم نگار، انجام بگیرد، تا مدلی متناسب با شرایط محیطی این نواحی شناسایی گردد. در این پژوهش داده های مورد نیاز، از طریق مشاهدات میدانی، نقشه های موجود، آمار ایستگاههای هواشناسی و هیدرومتری تأمین شد. بعد از وارد کردن نقشه ها به محیط نرم افزار ILWIS و زمین مرجع کردن آنها، لایه های مورد نیاز رقومی و پایگاه اطلاعاتی برای آنها ایجاد شد. در نهایت با استفاده از جداول ارائه شده در هر یک از مدل های مورد بررسی، امتیازات متناسب برای نواحی همگن استخراج و با تلفیق لایه های ذکر شده با توجه به رابطه های ارائه شده در هر یک از مدلها، نقشه پهنه بندی شدت فرسایش برای منطقه تهیه شد. نقشه های استخراج شده از مدلها با نقشه فرسایش حوضه آبخیز به صورت همپوشانی، مقایسه و مدل پسیاک به عنوان مدل بهینه از نظر پهنه بندی شدت فرسایش انتخاب شد. از نظر برآورد مقدار رسوب نیز مدل پسیاک، به عنوان مدل مناسب جهت برآورد میزان رسوب در حوضه مورد مطالعه شناخته شد. شایان ذکر است که با استفاده از مدل فوق مقدار فرسایش در حوضه مورد مطالعه ۱۱۵۴۹۵ تن در سال و درصد مساحت شدت فرسایش در پنج طبقه خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، به ترتیب معادل ۳/۲۲، ۴۳/۳۷، ۳۶/۳۳، ۱۳/۴۵، و ۳/۶۳ برآورد شده است.

**واژه های کلیدی:** فرسایش خاک، رسوب، پهنه بندی، مدل های تجربی فرسایش، حوضه آبخیز مریم نگار.

E-mail: [maghsoudi1@yahoo.com](mailto:maghsoudi1@yahoo.com)

\* تلفن نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۹۰۶۰۱۹

<sup>۱</sup>- PSIAC

<sup>۲</sup>- EPM

<sup>۳</sup>- FAO

## مقدمه

حدوداً نیمی از جمعیت دنیا در مناطق کوهستانی و حواشی آن زندگی می‌کنند. از طرفی غالباً منشاء رسوبات پشت سدها و مخازن و کانال‌های آبیاری، مناطق کوهستانی هستند. مناطق کوهستانی بواسطه داشتن اکوسیستم پیچیده، هر یک از پارامترهای موجود در آن عمدتاً بر دو پدیده هیدرولوژیکی، یعنی سیل و فرسایش تأثیر بسزائی دارند، و همینطور بواسطه داشتن شرایط رویش مناسب، نظیر آب و اقلیم و در بسیاری نقاط خاک خوب، بستر مناسبی را برای تولیدات زراعی بویژه گیاهان مرتعی، داروئی، صنعتی و جنگلی فراهم آورده اند. هدر رفت خاک حاصلخیز از این مناطق از یک طرف و انباشته شدن رسوبات ناشی از این فرسایش در مناطق پایین دست و مخازن سدها و دریاچه ها، ارقام قابل ملاحظه ای را تشکیل می‌دهند. سالیانه نزدیک ۲ میلیارد تن از خاکهای با ارزش کشور به هدر می رود و خسارت هنگفتی برابر حدود  $10^{12} \times 18/5$  ریال بر کشور وارد می‌آید (غلامی، ۱۳۷۹). ممانعت از این خسارت به اتخاذ روش مناسب و بهینه در جلوگیری از فرسایش و حرکت رسوب نیاز دارد که لازمه آن، وجود آمار و اطلاعات دقیق و صحیح در زمینه شدت فرسایش، در سطوح حوضه های آبخیز است. کمبود ایستگاه‌های هیدرومتری در اکثر حوضه های مناطق کوهستانی غرب کشور، باعث شده شناخت صحیحی از نواحی حساس به فرسایش در سطح حوضه ها وجود نداشته باشد، تا با اقدامات متناسب با شرایط محیطی، از هدر رفت این سرمایه ملی، جلوگیری شود. بنابراین عدم وجود یا کمبود بسیار زیاد آمار و اطلاعات در زمینه فرسایش خاک و تولید رسوب در بسیاری از حوضه‌های آبخیز مناطق غربی کشور، مسئله ای است که باعث شده، این پژوهش در زمینه

فرسایش و تولید رسوب صورت گیرد تا مدلی متناسب با شرایط محیطی این نواحی از میان مدل های مورد بررسی شناسایی شود. لذا در انجام این تحقیق می توان اهداف زیر را دنبال کرد:

الف- برآورد حجم رسوب تولیدی حوضه آبخیز مریم نگار با استفاده از مدل های ایپی‌ام، پسیاک و مقایسه آن با آمار رسوب ایستگاه رسوب سنجی کله جوب جهت تعیین دقت و صحت مدل‌ها.

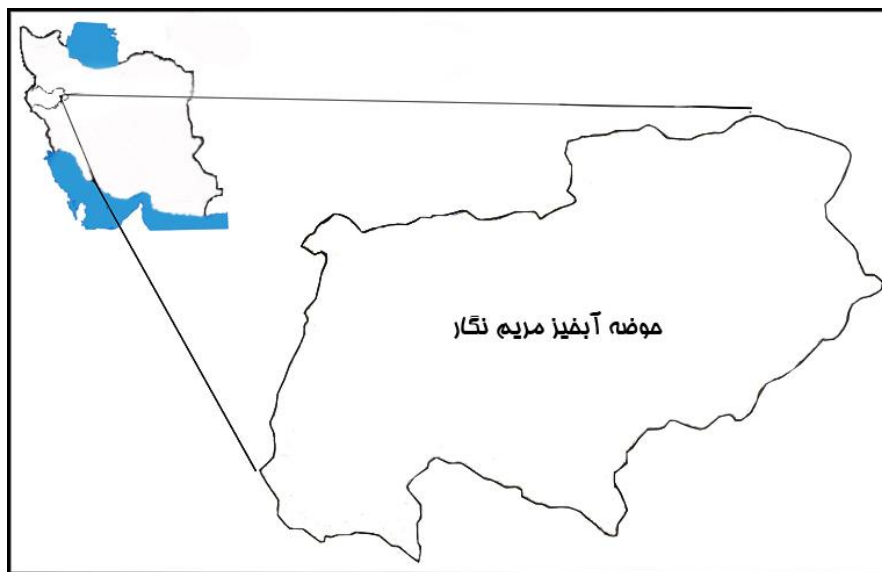
ب- شناسایی یک روش مناسب برای پهنه بندی میزان فرسایش در سطح حوضه آبخیز مریم نگار.

با توجه به اهمیت مسئله فرسایش و وقوع آن در سراسر جهان، مطالعات زیادی در این مورد در سطح بین المللی و ایران انجام گرفته است. که از این میان کشورهای کانادا، امریکا، استرالیا، انگلستان و پاکستان بیشترین تحقیقات را در زمینه حفاظت خاک و فرسایش انجام داده اند. در ایران اولین گزارش نسبتاً کامل در مورد فرسایش خاک در سال ۱۳۲۷ توسط دوان و ربین کارشناسان فائو به زبان انگلیسی منتشر شد. در سال ۱۳۴۶ بخش حفاظت خاک و آب در موسسه خاکشناسی دایر شد و در سال ۱۳۵۱ دفتر حفاظت خاک و آبخیزداری بوجود آمد (رفاهی، ۱۳۸۵). در هیچ یک از این مطالعات، سه مدل مذکور به صورت یکجا با هم مقایسه نشده اما در بیشتر این مطالعات به این نکته اشاره شده است که مدل ام‌پسیاک (اصلاح شده پسیاک) نسبت به دو مدل دیگر از دقت قابل قبولی برخوردار می باشد.

## موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای عمومی منطقه تحقیق

حوضه آبخیز رودخانه مریم نگار با مساحتی بالغ بر ۵۹۷ کیلومتر مربع، یکی از سرچشمه های رودخانه بزرگ سیروان به شمار می رود که محل خروجی آن به رودخانه دینور و دشت جیحون آباد منتهی می شود. این حوضه در استان

کرمانشاه و شهرستان صحنه واقع شده است. حوضه فوق از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصل  $30^{\circ}34'$  تا  $34^{\circ}44'$  عرض شمالی و  $47^{\circ}$  تا  $51^{\circ}47'$  طول شرقی واقع شده است. ارتفاع بلندترین نقطه حوضه آبخیز ۳۳۲۸ متر و ارتفاع محل خروجی ۱۳۶۰ متر از سطح دریا است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز مریم نگار در کشور ایران

منطقه را مراتع نیمه متراکم تشکیل داده که بیش از ۴۸ درصد از مساحت حوضه را پوشانیده است.

### مواد و روشها

مدل پسیاک در سال ۱۹۶۸ میلادی توسط کمیته مدیریت آب در آمریکا برای محاسبه شدت فرسایش خاک و تولید رسوب مناطق خشک و نیمه خشک غرب ایالات متحده آمریکا ارائه شده و برای اولین بار در یک حوضه آبریز تحقیقاتی به نام والنات گولچ<sup>۱</sup> واقع در جنوب شرقی ایالت آریزونای آمریکا آزمایش شد (ونت و همکاران، ۲۰۰۵). این مدل با لحاظ کردن نه عامل موثر در فرسایش و تولید رسوب شامل

متوسط بارندگی حوضه ۶۷۲ میلیمتر و میانگین درجه حرارت سالانه منطقه ۱۳ درجه سانتی گراد می باشد. از نظر زمین شناسی، این حوضه در زون سنندج - سیرجان واقع است و سازندهای دوران کربونیفر، ژوراسیک- کرتاسه، ترشیری و عهد حاضر در آن رخنمون دارد که از میان سازندهای قدیمی واحد K11 (آهک اوریتولین دار ضخیم لایه) بخش وسیعی از منطقه را در جهت شمال غرب- جنوب شرق پوشانیده است. در قسمت های پست و ناحیه دشتی این حوضه، آبرفتهای عهد حاضر دیده می شود. منطقه دارای خاک های با بافت متوسط تا سنگین می باشد که تکامل آنها بیشتر در جهت انتقال مواد آهکی و تراکم آنها در داخل طبقات مختلف خاک بوده است. پوشش گیاهی غالب

<sup>۱</sup> - Walnut Gulch



شیب، پوشش گیاهی زمین، کاربری اراضی، که در آن  $Z$  ضریب شدت فرسایش،  $X_a$  ضریب استفاده از زمین،  $Y$  ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش،  $\phi$  ضریب فرسایش حوضه آبخیز و  $I$  شیب متوسط حوضه آبخیز می‌باشد. مقادیر مربوط به هر یک از عوامل ذکر شده در جدولهای مربوط به مدل ای‌پی‌ام ارائه شده است (گاوریلوویک، ۱۹۸۸). در مدل ای‌پی‌ام برای تخمین متوسط سالانه رسوب ویژه در حوضه آبخیز از فرمول زیر استفاده می‌شود: (رفاهی، ۱۳۸۵؛ احمدی، ۱۳۷۸).

$$W_{SP} = T.H.\pi.Z^2 \quad (3)$$

که در آن  $W_{SP}$  متوسط سالانه رسوب ویژه ( $m^3/km^2/y$ )،  $T$  ضریب درجه حرارت که از رابطه  $T = (t/10 + 0.1)^{1/2}$  بدست می‌آید،  $t$  متوسط درجه حرارت سالانه ( $C^\circ$ ) در حوضه آبخیز می‌باشد،  $H$  ارتفاع متوسط بارندگی سالانه در حوضه آبخیز ( $mm$ ) و  $\pi$  عدد پی می‌باشد. برای محاسبه دبی رسوب ویژه باید مقدار فرسایش ویژه را در «ضریب رسوبدهی» ضرب نمود: (رفاهی، ۱۳۸۵؛ مسلم کوپائی، ۱۳۷۶).

$$G_{SP} = W_{SP}.R_u \quad (4)$$

که در آن  $G_{SP}$  دبی رسوب ویژه ( $m^3/km^2/y$ )،  $W_{SP}$  میانگین سالانه فرسایش ویژه ( $m^3/km^2/y$ )، و  $R_u$  ضریب رسوبدهی است. «دبی رسوب کل» نیز مساوی حاصلضرب «دبی رسوب ویژه» در «مساحت کل» حوضه آبخیز می‌باشد، که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$G_s = G_{SP}.A \quad (5)$$

که در آن  $G_s$  دبی رسوب ( $m^3/s$ )،  $G_{SP}$  دبی رسوب ویژه ( $m^3/km^2/y$ )، و  $A$  مساحت حوضه آبخیز ( $km^2$ ) است. مدل فائو در سال ۱۹۷۷ برای

زمین شناسی سطحی، خاک، اقلیم، رواناب، وضعیت فرسایش فعلی و فرسایش رودخانه‌ای بیش از سایر مدل‌ها در ایران مورد توجه قرار گرفته است. پس از امتیاز دهی به هر یک از عوامل نه گانه، مجموع این نمرات مشخص کننده نمره مربوط به درجه رسوبدهی و شدت فرسایش در حوضه آبخیز خواهد بود. بعد از تعیین درجه رسوبدهی و شدت فرسایش، در این مدل برای تعیین میزان رسوب از رابطه زیر استفاده می‌شود (کلارک، ۱۹۹۹).

$$Q_s = 18.6e^{0.036R} \quad (1)$$

که در آن  $Q_s$  میزان رسوبدهی سالانه ( $m^3/km^2$ ) و  $R$  درجه رسوبدهی است که مساوی مجموع نمرات عوامل نه گانه می‌باشند. مدل ای‌پی‌ام، با هدف بررسی شدت فرسایش خاک در کشور یوگسلاوی سابق بکار گرفته شده است و برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ در کنفرانس بین المللی رژیم رودخانه در کشور چین توسط گاوریلوویک<sup>۱</sup> ارائه گردیده است (داوری، ۱۳۸۳). این مدل شش فاکتور را که وابسته به زمین شناسی سطحی و خاک، عوارض توپوگرافی، فاکتور اقلیمی (شامل میانگین بارش سالانه و میانگین دمای سالانه) و کاربری اراضی است، مورد بررسی قرار می‌دهد. سه تا از این فاکتورها به صورت مستقیم میزان توسعه فرسایش را کنترل می‌کنند (زمین شناسی سطحی و خاک، توپوگرافی و اقلیم)، در صورتی که کاربری اراضی کاملاً به صورت یک فاکتور وابسته به سایر عوامل، عمل می‌کند (تنگستانی، ۲۰۰۶). در این مدل برای تعیین شدت فرسایش از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$Z = X_a Y (\phi + I^{0.5}) \quad (2)$$

<sup>۱</sup>- Gavrilovic

II - تهیه نقشه های ثانوی مربوط به حوضه از قبیل نقشه شیب، جهت شیب، فرسایش آبراهه ای و... با استفاده از نرم افزار ILWIS. طی این مرحله با استفاده از قابلیت نرم افزار و معادله های مربوطه از نقشه های رقومی شده، نقشه های مورد نیاز بر اساس اهداف تحقیق استخراج گردید.

III - ایجاد پایگاه داده ها برای نقشه های فوق، وزن دهی به هر لایه بر اساس جداول مربوطه، روی هم گذاری لایه ها و تهیه نقشه پهنه بندی فرسایش حوضه با استفاده از معادله هر کدام از مدل های مورد بررسی در محیط ILWIS.

IV - مقایسه طبقات فرسایشی در روش ایپی-ام، پسیاک و فائو با نقشه شدت فرسایش حوضه، از طریق همپوشانی نقشه های فوق، به منظور انتخاب منطبق ترین مدل با شرایط طبیعی حوضه آبخیز مریم نگار.

V - برآورد میزان رسوب حوضه با استفاده از آمار رسوب سنجی و مقایسه آن با مقدار رسوب برآورد شده به روش های تجربی.

### یافته های تحقیق

#### تولید و وزن دهی لایه های اطلاعاتی مورد استفاده در مدل ها

بکار گیری مدلها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مستلزم این است که برای هر عامل موثر بر فرسایش، یک لایه اطلاعاتی تهیه شود (الشیخ، ۱۹۹۹). لذا در این راستا با استفاده از نقشه های پایه و بهره گیری از GIS لایه های مورد نیاز با مشخصات زیر تهیه گردید.

۱- لایه زمین شناسی سطحی - این لایه با استفاده از نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور تهیه شد (شکل ۲، A). اطلاعات لازم برای تعیین ضریب سختی و مقاومت به فرسایش

ارزیابی میزان فرسایش خاک به صورت کیفی و بر اساس ارزیابی شش عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در یک حوضه آبخیز ارائه گردیده، که در زیر ذکر می شود:

$$S = A + B + C + D + E + F \quad (6)$$

که در آن S شدت فرسایش خاک، A زمین شناسی سطحی، B خاک (ساختمان و دانه بندی خاک)، C عوامل توپوگرافی و بویژه شیب، D پوشش خاک (پوشش گیاهی زنده و مرده و پوشش سنگی)، E نحوه استفاده از اراضی، F وضعیت فرسایش فعلی در حوضه آبخیز می باشد (احمدی، ۱۳۷۸). در این مدل پس از امتیازدهی کلیه عوامل از مجموع این امتیازات، شدت فرسایش خاک تعیین شده و تحت شش رده «خیلی کم، کم، نسبتاً متوسط، متوسط، زیاد، خیلی زیاد» بیان می گردد. در این تحقیق، نتایج حاصل از بکارگیری سه مدل ایپی-ام، پسیاک و فائو در برآورد فرسایش و تولید رسوب بررسی گردیده و برای تعیین دقت بکارگیری آنها با آمار رسوب سنجی و نقشه شدت فرسایش که با استفاده از عکس های هوایی و مشاهدات میدانی ترسیم شده، مورد مقایسه قرار گرفته اند. از اینرو، با توجه به اهداف تحقیق حاضر، این تحقیق عملاً در پنج مرحله به شرح زیر اجرا شده است:

I- ژئورفرنس و رقومی کردن نقشه ها با استفاده از نرم افزار ILWIS. در این مرحله از مطالعه، پس از تهیه نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و ...، هر کدام از نقشه ها به صورت جداگانه وارد محیط نرم افزار ILWIS گردید و سپس آنها را زمین مرجع نموده و بعد از رقومی کردن برای هر کدام از آنها پایگاه داده ایجاد شد، تا براساس این جداول اطلاعاتی، تجزیه و تحلیلها انجام گیرد.

عامل سنگ شناسی هر یک از مدل‌ها، امتیازات نهایی برای ورود به پایگاه اطلاعاتی نرم افزار ILWIS استخراج شده است (جدول ۱).

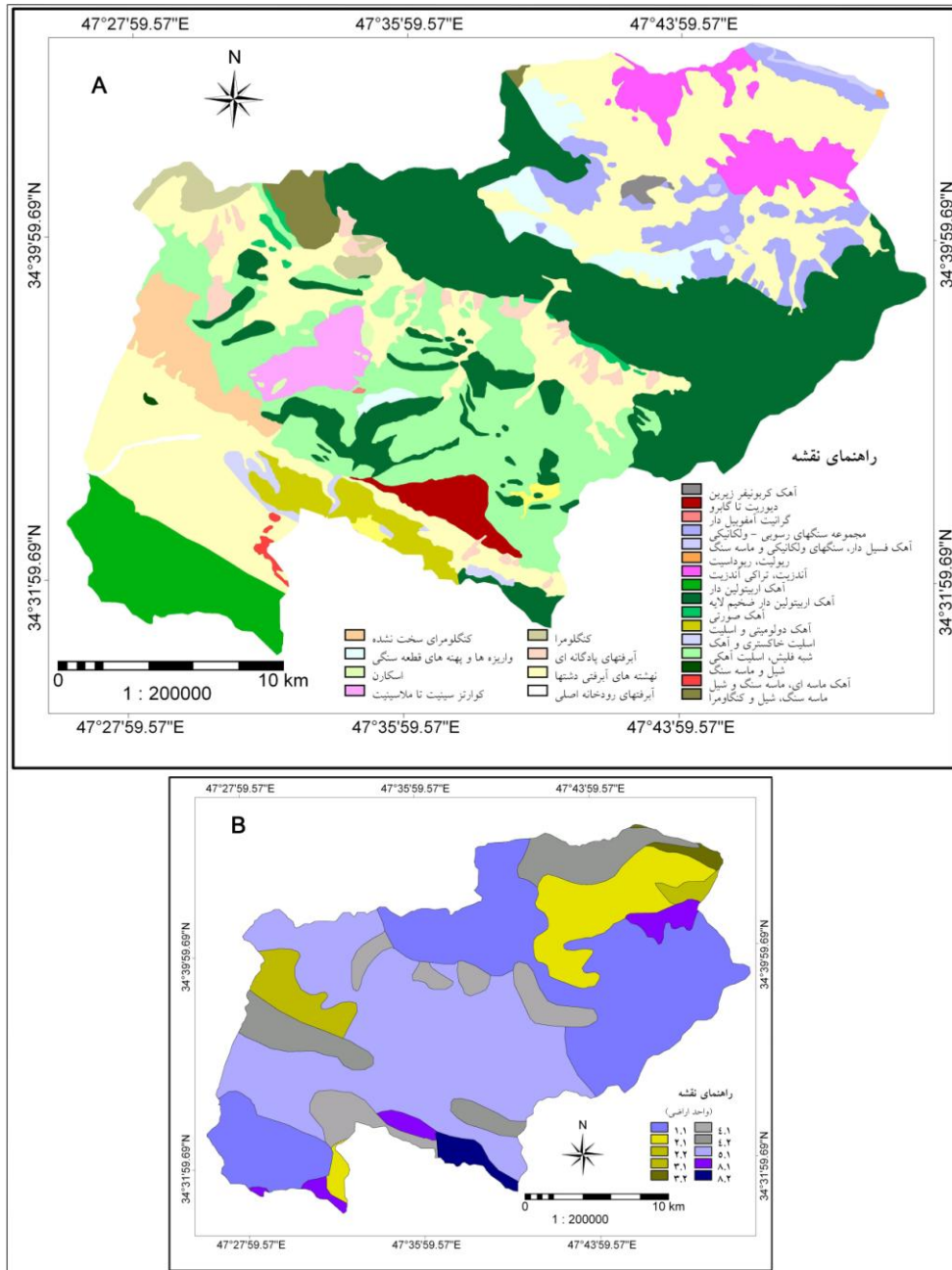
سنگها، از منابع مختلف (رافائلی و همکاران، ۲۰۰۱؛ تنگستانی، ۲۰۰۶؛ خاکسار، ۱۳۸۵؛ احمدی، ۱۳۷۸؛ سرابی و همکاران، ۱۳۵۷؛ و فیض‌نیا، ۱۳۷۴) کسب شده و در نهایت با انطباق این اطلاعات با جداول امتیازدهی

جدول ۱- امتیازدهی عامل زمین شناسی سطحی حوضه مورد مطالعه

مدل فائو	مدل ای پی م	مدل PSEAC	سنگ شناسی سطحی
۵	۰/۲۵	۲	گرانیت آمفیویل دار
۳	۰/۲۵	۳	ریولیت تا ریوداسیت
۵	۰/۲۵	۳	کوارتز سینیت تا ملاسینیت
۱	۰/۲۵	۳	ریولیت تا گابرو
۱	۰/۲۵	۴	آندزیت و تراکی آندزیت
۴	۰/۷	۴	مجموعه سنگهای رسوبی ولکانیکی (آندزیت)
۵	۰/۷	۴	اسکارن
۵	۰/۹	۵	آهک اریبتولین دار ضخیم لایه، آهک بیستون، آهک کریونفر
۵	۰/۹	۶	آهک فسیل دار و کمی سنگهای ولکانیکی و ماسه سنگ
۴	۰/۹	۶	آهک دولومیتی و اسلیت
۵	۱/۱	۷	کنگومرا
۸	۱/۱	۷	آهک ماسه ای و ماسه سنگ
۸	۱/۱	۸	ماسه سنگ، شیل
۸	۱	۸	شبه فلیش - اسلیت آهکی
۱۲	۰/۶	۹	نهشته‌های آبرفتی دشتهای، آبرفتهای پادگانه ای
۸	۱/۱	۹	کنگومرای سخت نشده
۱۰	۲	۹	واریزه‌ها و پهنه های قطعه سنگی
۱۲	۰/۶	۱۰	رسوبات آبرفتی عهد حاضر (نهشته های بستر رود)

۲ - لایه خاک - این لایه با استفاده از نقشه و گزارش ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان کرمانشاه (مهاجر شجاعی، ۱۳۶۸) با مقیاس

۱:۲۰۰۰۰۰ تهیه شده است  
 (شکل ۲، B) (جدول ۲).



شکل ۲- نقشه زمین شناسی A و واحد اراضی (خاکشناسی) B درحوضه آبخیز مریم نگار

جدول ۲- امتیازدهی عامل خاک شناسی حوضه مورد مطالعه

واحد اراضی	مدل پسیاک	مدل فانو
واحد اراضی ۱-۱ و ۱-۲	۰	۱
واحد اراضی ۲-۱، ۲-۲، ۲-۳	۱	۵
واحد اراضی ۳-۱	۱	۱۰
واحد اراضی ۳-۲	۲	۱۰
واحد اراضی ۴-۱	۴	۱۰
واحد اراضی ۸-۱، ۸-۲، ۸-۳	۴	۱۲
واحد اراضی ۴-۲	۵	۷
واحد اراضی ۵-۱	۶	۴

ماهواره‌های لندست 7 (سنجنده ETM+، فریم ۱۶۷-۰۳۶، تاریخ ۲۸/۱۰/۲۰۰۲) تهیه شده، بهره گرفته شده است (شکل ۳، A) (جدول ۳).

۳- لایه کاربری اراضی - برای تعیین امتیاز چگونگی استفاده از زمین و پوشش سطحی زمین، از لایه رقومی پوشش زمین، که توسط سازمان جنگل ها و مراتع کشور از تصویر

جدول ۳- امتیازدهی کاربری اراضی و پوشش زمین حوضه مورد مطالعه

واحد های همگن	کاربری اراضی				پوشش زمین
	مدل پسیاک	مدل ایی بی ام	مدل فانو	مدل پسیاک	
زراعت آبی و باغات	۱۰	۰/۶۵	۸	-۱۰	۱
زراعت دیم	۱۰	۰/۸	۱۲	-۱۰	۴
مراتع متراکم	-۱۰	۰/۳	۱	-۱۰	۲
مراتع نیمه متراکم	۰	۰/۴	۵	-۳	۱۲
مراتع کم تراکم	۱۰	۰/۵	۸	۱۰	۲۰
مناطق مسکونی	۱۰	۰/۰۵	۰	-۱۰	۱
جنگل پراکنده	-۵	۰/۶	۲	-۳	۱۲
جنگل های دست کاشت	-۱۰	۰/۲	۲	-۳	۱۲

۴- **لایه وضعیت فعلی فرسایش** - برای تهیه نقشه وضعیت فعلی فرسایش، با تفسیر بصری عکسهای هوایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و مشاهدات میدانی، سطح حوضه با توجه به میزان فرسایش شیاری، خندقی و زمین لغزه به پنج واحد همگن تقسیم بندی شد (شکل ۴، A) و در نهایت هر یک از واحد ها، طبق جداول ارائه شده در مدل ها، امتیاز دهی شدند (جدول ۴).

۵- **لایه اقلیم** - از آنجائیکه در حوضه مورد بررسی در این پژوهش، اطلاعاتی در زمینه پهنه بندی شدت و مدت بارش وجود ندارد، و در مدل پسیاک امتیازدهی به این عامل بر حسب شدت و مدت بارش است. مطالعاتی در زمینه رابطه بین مقدار و شدت و مدت بارش انجام شد، تا بتوان با توجه به مقدار بارش که برای حوضه محاسبه شده است، امتیازهای مناسب با شرایط موجود محاسبه و در مدل فوق بکار گرفته شود.

طبق مطالعات (ونت و همکاران، ۲۰۰۵) که در زمینه، بررسی رابطه بین مقدار بارش و میزان

رسوب انجام شده، جدول ۵ برای لایه آب و هوا تهیه گردیده است. با این حال باید در نظر داشته باشیم که مقدار بارندگی سالانه به تنهایی نمی تواند منعکس کننده شدت، مدت و فراوانی بارش باشد، و این می تواند تأثیر قابل توجهی در مقدار رسوب بگذارد (شکل ۳، B).

۶- **لایه شیب** - جهت تهیه نقشه شیب از نقشه های توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش استفاده شده است. از روی نقشه های توپوگرافی کلیه منحنی های میزان محدوده تحقیق، رقومی و درونیابی شده و نهایتاً نقشه مدل ارتفاعی زمین در فرمت رستری ساخته شد. با استفاده از فیلترهایی که اختلاف ارتفاع را در جهات محورهای X و Y محاسبه می کنند، نقشه شیب حوضه تهیه و طبقه بندی شد (شکل ۳، C) (جدول ۶).

جدول ۴- امتیازدهی وضعیت فعلی فرسایش حوضه مورد مطالعه

وضعیت فعلی فرسایش	مدل PSEAC	مدل ایی بی ام	مدل فائو
خیلی کم	۱	۰/۲	۳
کم	۵	۰/۴	۶
متوسط	۱۰	۰/۵	۱۰
زیاد	۱۵	۰/۷	۱۳
خیلی زیاد	۲۰	۰/۹	۱۵

جدول ۵- امتیازدهی آب و هوایی حوضه مورد مطالعه

مدل پسیاک	مقدار بارش (MM)
۴	نواحی با بارش ۴۰۰-۵۰۰ میلیمتر
۵	نواحی با بارش ۵۰۰-۶۰۰ میلیمتر
۶	نواحی با بارش ۶۰۰-۷۰۰ میلیمتر
۷	نواحی با بارش ۷۰۰-۸۰۰ میلیمتر
۸	نواحی با بارش ۸۰۰-۹۰۰ میلیمتر
۹	نواحی با بارش ۹۰۰-۱۰۰۰ میلیمتر
۱۰	نواحی با بارش بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر

جدول ۶- امتیازدهی عامل شیب حوضه مورد مطالعه

مدل فائو	مدل ای بی ام	مدل پسیاک	مقدار شیب بر حسب درصد
۰	۰/۰۲۵	۰	۰-۵
۲	۰/۰۷۵	۵	۵-۱۰
۲	۰/۱۵	۱۰	۱۰-۲۰
۱۰	۰/۲۵	۱۵	۲۰-۳۰
۱۰	۰/۳۵	۲۰	۳۰-۴۰
۱۳	۰/۴۵	۲۰	۴۰-۵۰
۱۶	۰/۵۵	۲۰	۵۰-۶۰
۱۶	۰/۶۵	۲۰	۶۰-۷۰
۱۶	۰/۸۰	۲۰	> ۷۰

متوسط سالانه حوضه (C°)، A مساحت حوضه (کیلومتر) می باشد. با توجه به مقدار رواناب در هر زیر حوضه و تطبیق آن با مطالعاتی که در این زمینه انجام شده (ونت و همکاران، ۲۰۰۵؛ علیزاده، ۱۳۸۲)، امتیاز مربوط به هر زیر حوضه محاسبه و در پایگاه اطلاعاتی مربوطه وارد شد (جدول ۷).

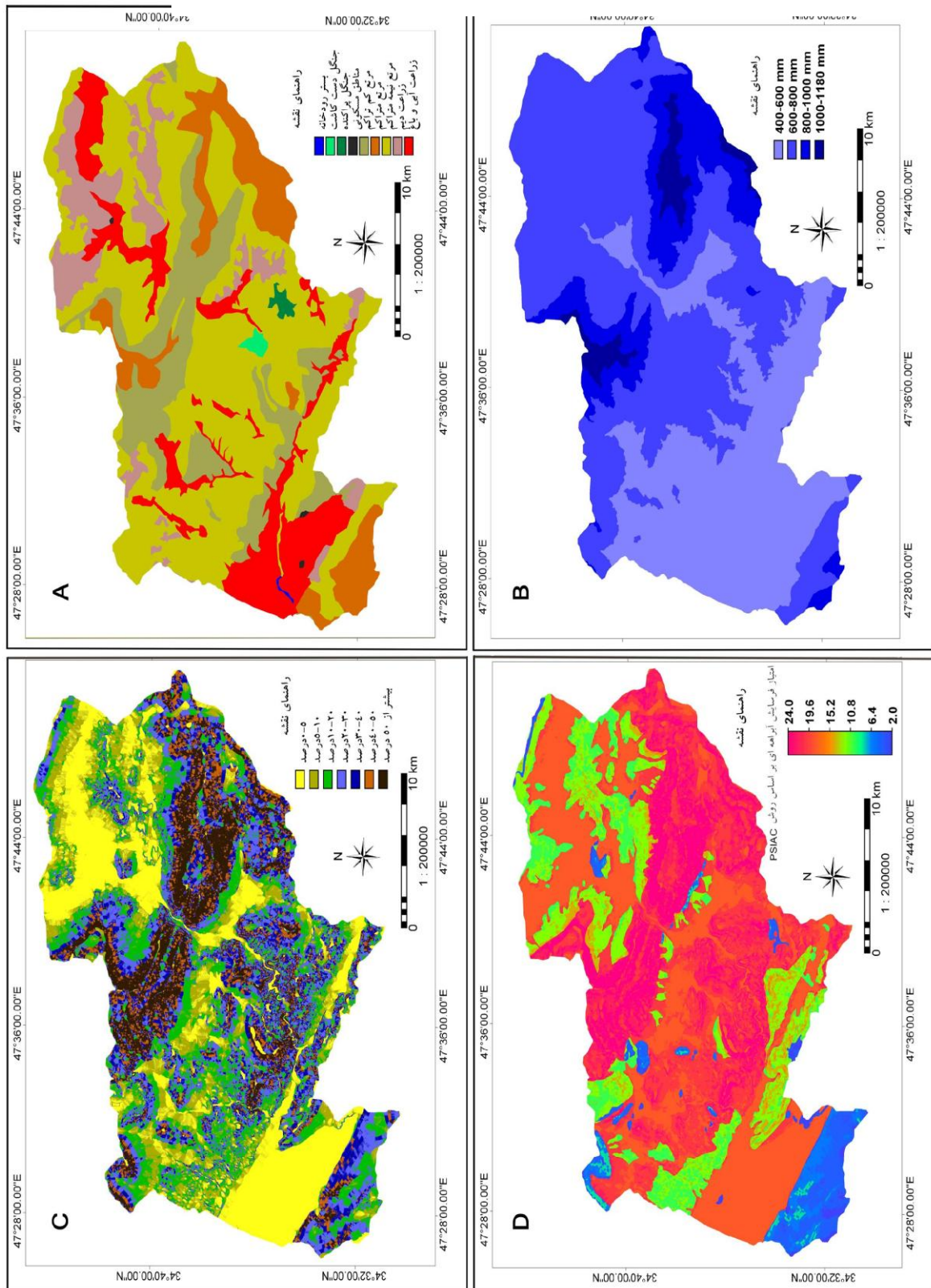
۷- لایه رواناب — برای امتیازدهی به عامل رواناب در ابتدا حوضه آبخیز مریم نگار به هفت زیر حوضه تقسیم شد. ارتفاع رواناب برای هر زیر حوضه با استفاده از فرمول تجربی موسسه تحقیقاتی هند (ICAR) محاسبه شد (ضیائی، ۱۳۸۰؛ مهدوی، ۱۳۷۸).

$$Q = \frac{(1.115 P^{1.44})}{T^{1.34} A^{0.0613}} \quad (7)$$

که در آن Q ارتفاع رواناب (cm)، P میزان متوسط بارندگی حوضه آبریز (cm)، T دمای

جدول ۷- امتیازدهی رواناب حوضه مورد مطالعه

مدل پسیاک	ارتفاع رواناب (CM)	نام زیر حوضه
۵	۸/۶	بابا کمال
۶	۱۱/۲	میر طاهری
۷	۱۲/۹	کلم کبود
۷	۱۲/۵	فارسینج
۸	۱۳/۹	سرخ علیچه
۹	۱۴/۷	لنگر شاه
۵	۹	جیحون آباد



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی، سطح همپارش، شبیب B و فرسایش آبراهه ای D، حوضه آبخیز مریم ننگار

که در آن سازندهای زمین شناسی با توجه به میزان حساسیتشان به فرسایش آبراهه ای، به سه گروه با حساسیت زیاد، متوسط و کم تقسیم بندی شده اند. در مرحله بعد با همپوشانی نقشه

۸- لایه فرسایش آبراهه ای - به منظور تهیه لایه فرسایش آبراهه ای مطابق با روش ارائه شده توسط تنگستانی ابتدا نقشه حساسیت سازندهای زمین شناسی به فرسایش آبراهه ای تهیه شد،



واحد قابل شناسایی است که طبق جدول ۸ امتیازی بین ۲۴-۲ را به خود اختصاص می دهند.

تهیه شده در مرحله قبل با نقشه شیب که در چهار گروه طبقه بندی شده، نقشه جدیدی به عنوان نقشه پهنه بندی فرسایش آبراهه ای بدست می آید (شکل ۳، D). در نقشه اخیر، ۱۲

جدول ۸- امتیازدهی فرسایش آبراهه ای حوضه مورد مطالعه

مدل پسیاک	شیب بر حسب درصد	میزان حساسیت سازند زمین شناسی به فرسایش آبراهه ای
۱۸	۰-۱۰	حساسیت زیاد به فرسایش آبراهه ای
۲۰	۱۰-۳۰	
۲۲	۳۰-۵۰	
۲۴	> ۵۰	
۱۰	۰-۱۰	حساسیت متوسط به فرسایش آبراهه ای
۱۲	۱۰-۳۰	
۱۴	۳۰-۵۰	
۱۶	> ۵۰	
۲	۰-۱۰	حساسیت کم به فرسایش آبراهه ای
۴	۱۰-۳۰	
۶	۳۰-۵۰	
۸	> ۵۰	

تلفیق شده و ضریب شدت فرسایش، طبق محاسبات نرم افزار ILWIS ۳/۳۳ محاسبه گردیده است. با توجه به ضریب شدت فرسایش، مقدار رسوب ویژه این حوضه آبخیز، معادل ۴۷۱/۷۸ ( $m^3/km^2/y$ ) برآورد شده که با اعمال ضریب رسوبدهی حوضه آبخیز در آن (که معادل ۰/۵۴ محاسبه گردیده)، میزان رسوب ویژه حوضه آبخیز برابر با ۲۵۴/۷ ( $m^3/km^2$ ) بدست می آید (شکل ۴، C). ضریب شدت فرسایش در روش فائو، برای حوضه آبخیز مریم نگار، ۴۰/۱۱ محاسبه گردیده است که با توجه به طبقه بندی این روش، حوضه آبخیز مریم نگار از نظر طبقه بندی شدت فرسایش، در کلاس فرسایشی نسبتاً متوسط قرار می گیرد (شکل ۴، D) (جدول ۹).

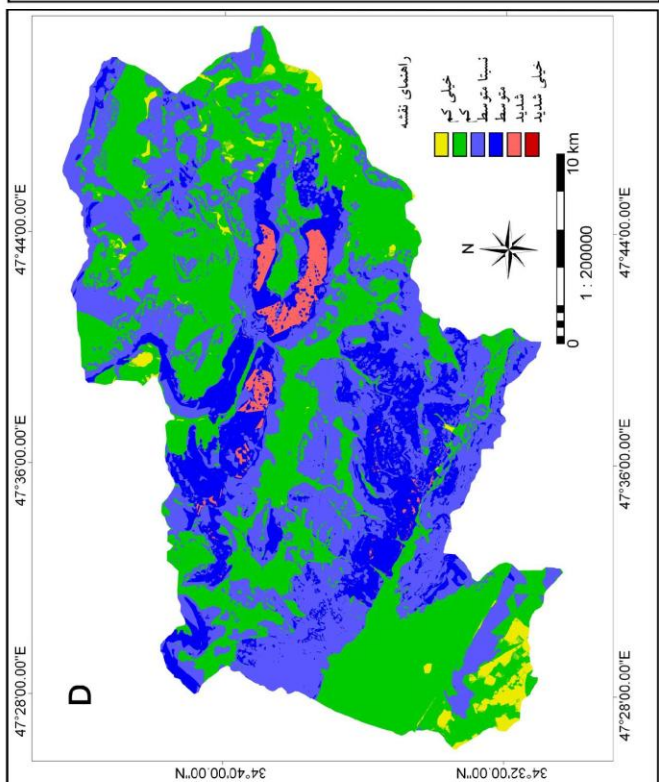
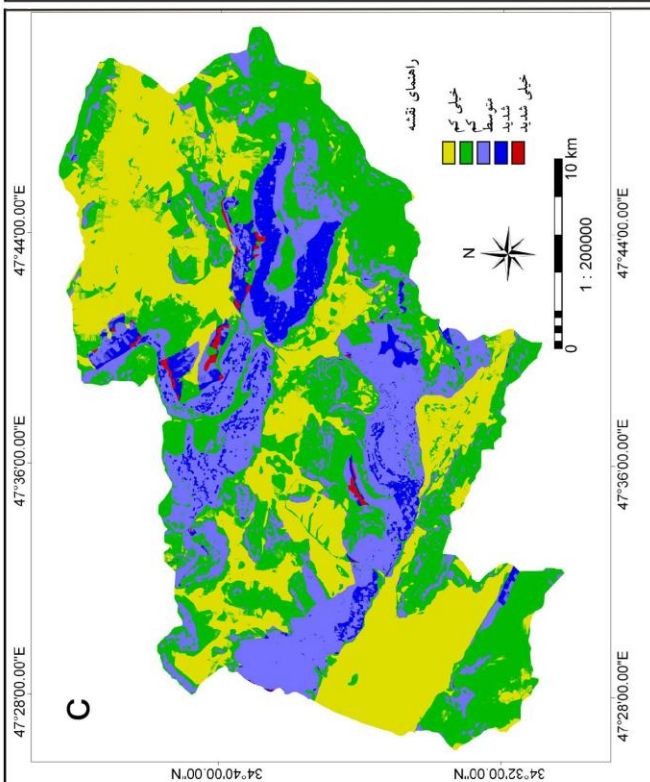
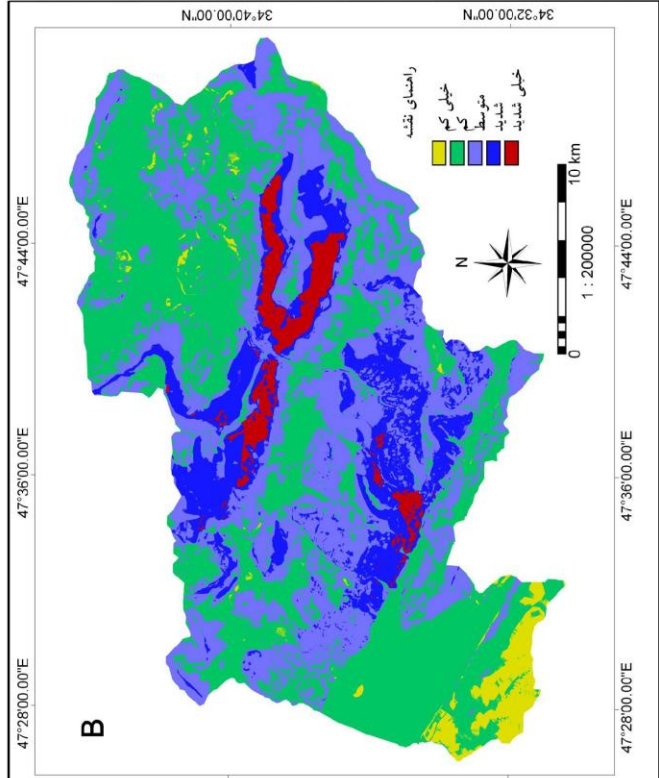
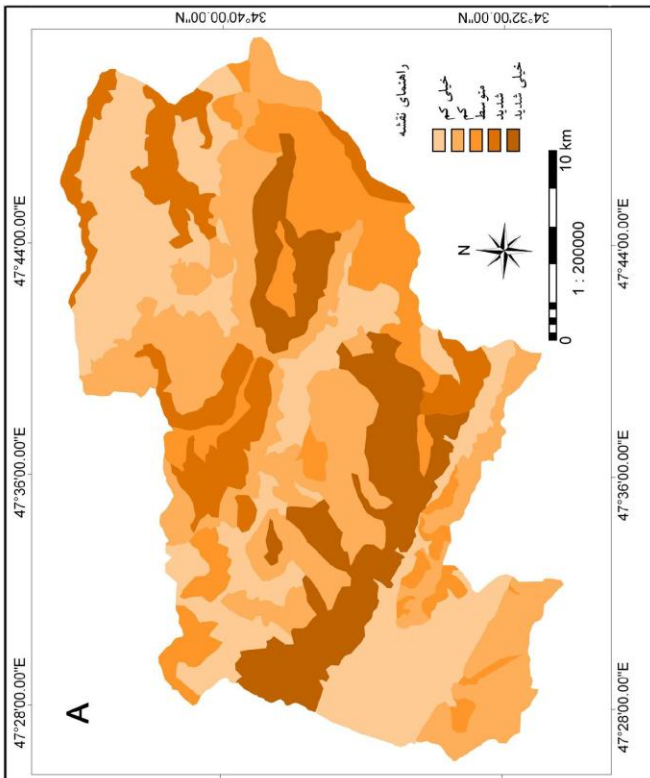
#### تلفیق لایه های وزنی و تعیین میزان رسوب در مدل های مورد بررسی

پس از وزن دهی و نهایی سازی لایه های اطلاعاتی که به صورت لایه های وزنی درآمده اند اقدام به تلفیق لایه ها با توجه به فرمول هر یک از مدل ها شده است. حاصل این تلفیق به دست آمدن نقشه ای است که مقادیر آن نشان دهنده درجه رسوبدهی حوضه است. در مدل پسیاک پس از بررسی عوامل نه گانه موثر در فرسایش خاک، امتیاز نهایی این عوامل با هم جمع و برابر با ۵۶/۵۲ محاسبه گردیده است. با توجه به

معادله  $Q_s = 18.6e^{0.036R}$ ، میزان رسوبدهی سالانه، ۱۴۲/۲۵ ( $m^3/km^2$ ) برآورد شده است (شکل ۴، A و B). در مدل ای پی ام، لایه های وزنی بر اساس رابطه  $Z = X_a Y (\phi + I^{0.5})$  با هم

جدول ۹- مساحت و درصد هر یک از طبقات شدت فرسایش در مدل های مورد بررسی

مدل فائو	مدل ای پی ام		مدل پسیاک		کلاس فرسایش
	درصد	مساحت (KM <sup>2</sup> )	درصد	مساحت (KM <sup>2</sup> )	
۴	۲۳/۸۸	۱۹۳/۹	۳/۲۲	۱۹/۲	خیلی کم
۵۸	۳۴۶/۲۶	۲۲۴/۲	۴۳/۳۷	۲۵۸/۹	کم
۲۲	۱۹۱/۰۴	۱۴۰/۳	۳۶/۳۳	۲۱۶/۹	متوسط
۶	۸۲,۳۵	۳۵/۹	۱۳/۴۵	۸۰/۳	زیاد
۰	۰	۲/۷	۳/۶۳	۲۱/۷	خیلی زیاد

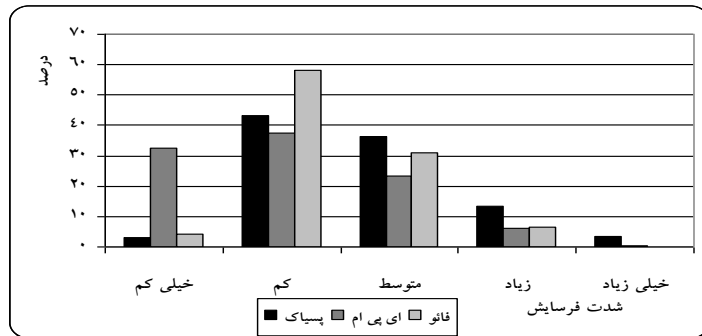


شکل ۴: نقشه فرسایش فعلی A، فرسایش مدل پسیاک B، مدل ای پی ام C، مدل فائو D در حوضه آبخیز مریم نگار

### مقایسه طبقات فرسایشی در روش پسیاک، ای پی ام و فائو با نقشه شدت فرسایش حوضه

به منظور مقایسه نقشه های حاصل از مدل های مورد بررسی با نقشه فرسایش موجود حوضه آبخیز مریم نگار، هر یک از این نقشه ها به

صورت جداگانه با نقشه شدت فرسایش حوضه، (شکل ۴، A) قطع داده شد و از انطباق آنها، مقدار اختلاف نسبی هر یک از کلاس های فرسایشی بدست آمد که نتایج حاصله به صورت جدول ۱۰ و شکل ۵ ارائه می گردد.



شکل ۵- میزان اختلاف طبقات فرسایشی حوضه آبخیز مریم نگار با استفاده از مدل های مورد بررسی

جدول ۱۰- نتایج همپوشانی نقشه پهنه بندی شدت فرسایش مدل های مورد بررسی با نقشه پهنه بندی شدت فرسایش حوضه آبخیز مریم نگار

جمع	درصد مساحت کلاسهای فرسایشی مشابه بین مدل مورد بررسی با نقشه فرسایش موجود از حوضه آبخیز مریم نگار + کلاسهای فرسایشی با اختلاف یک طبقه فرسایشی با یکدیگر نسبت به مساحت کل حوضه آبخیز					مدل های مورد بررسی
	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	
۸۵/۸۲	۳/۱۴	۴۰/۵۲	۲۶/۸۸	۱۱/۶۶	۳/۶۲	مدل پسیاک
۷۹/۷۹	۲۸/۰۲	۳۳/۷۳	۱۳/۱۷	۴/۷۶	۰/۱۱	مدل ای پی ام
۸۱/۴۵	۳/۲۳۳۱	۵۱/۸۵۶۵	۱۹/۷۸۸۸	۶/۵۷۹۷	۰/۰۰۰۵	مدل فائو

**مقایسه رسوب برآورد شده به روشهای تجربی با آمار رسوب مشاهده شده**

با اندازه گیری بار مواد رسوبی معلق در ایستگاه هیدرومتری کله جوب، میزان رسوب زایی حوضه مورد بررسی، با توجه به اطلاعات ثبت شده از میزان رسوب و آبدهی روزانه ثبت شده در محل ایستگاه و نیز بهره گیری از روش دوام رسوب، برآورد شده که برابر با  $144/7$  (Ton/km<sup>2</sup>/y) است. از مقایسه مقادیر برآورد شده رسوب، با استفاده از دو روش تجربی پسیاک و ای پی ام و همچنین مقدار محاسبه شده از آمار ایستگاه رسوب سنجی به عنوان شاهد، مشخص گردید که برآورد روش پسیاک از مقدار رسوب، ۳۳ درصد با آمار مشاهده شده اختلاف داشته و برآورد حاصل از بکارگیری روش ای پی ام با آمار رسوب مشاهده شده، ۱۳۹ درصد اختلاف دارد (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- میزان اختلاف مقادیر برآورد شده رسوب از روشهای تجربی با آمار رسوب مشاهده شده

روش ای پی ام (تن در سال)	روش پسیاک (تن در سال)	آمار رسوب مشاهده شده (تن در سال)
۲۰۶۷۹۶	۱۱۵۴۹۵	۸۶۳۸۵/۹
۱۲۰۴۳۷	۲۹۱۳۶	مقدار اختلاف با آمار رسوب
۱۳۹	۳۳	درصد اختلاف

تهیه شد. مدل پسیاک،  $43/37$  درصد از مساحت حوضه را در کلاس فرسایشی کم،  $36/33$  درصد آن را در کلاس فرسایشی متوسط، طبقه بندی کرده است. به عبارتی این مدل بیش از  $79$  درصد از سطح حوضه را در دو کلاس فرسایش کم و متوسط، طبقه بندی کرده است در حالی که مدل ای پی ام،  $32/48$  درصد از مساحت حوضه در کلاس فرسایشی خیلی کم

همانطور که جدول فوق گویای آن است، در مدل پسیاک،  $85/82$  درصد، در مدل ای پی ام،  $79/79$  درصد و در مدل فائو،  $81/45$  درصد از مساحت حوضه، بصورت مشابه و یا با یک کلاس فرسایشی اختلاف با واقعیت موجود پهنه بندی شده است. بنابراین با توجه به نتایج فوق، مدل پسیاک به عنوان مدل بهینه برای پهنه بندی شدت فرسایش در حوضه آبخیز مریم نگار شناسایی می شود. از طرفی مقایسه جداول ۹ و ۱۰ نشان می دهد که در هر سه مدل پسیاک، ای پی ام و فائو میزان همپوشانی نقشه پهنه بندی فرسایش و نقشه پهنه بندی شدت فرسایش حوضه در طبقه متوسط، پائین تر از سایر طبقات می باشد. این درحالیست که طبقات دیگر دارای همپوشانی بیشتری می باشند.

### نتیجه گیری

بعد از زمین مرجع کردن و ایجاد پایگاه داده ها برای این لایه ها، با استفاده از جداول ارائه شده در هر یک از مدل های مورد بررسی، امتیازات متناسب برای نواحی همگن در حوضه آبخیز استخراج و با تلفیق لایه های ذکر شده با توجه به رابطه های ارائه شده در هر یک از مدلها، نقشه پهنه بندی شدت فرسایش برای منطقه

و ۳۷/۵۵ درصد از مساحت حوضه در کلاس فرسایشی کم، طبقه بندی می‌کند. عبارتی این مدل، حوضه آبخیز مریم نگار را از نظر فرسایش، نسبت به مدل پسیاک در یک کلاس فرسایشی پایین تر جای می‌دهد، که علت آن در نحوه امتیازدهی به عامل سنگ شناسی است. روش فائو، ۴۲/۲۶ و ۳۸/۲۷ درصد از سطح حوضه را به ترتیب در کلاسهای فرسایشی کم و نسبتاً متوسط طبقه بندی می‌کند، این ارقام نشان دهنده این است که این مدل از نظر پهنه بندی شدت فرسایش در سطح حوضه، تقریباً شبیه به مدل پسیاک عمل می‌کند. با مقایسه نقشه های شدت فرسایش استخراج شده از مدل ها با نقشه فرسایش حوضه آبخیز، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در مدل پسیاک، ۸۵/۸۲ درصد، در مدل ایی پی ام، ۷۹/۷۹ درصد و در مدل فائو، ۸۱/۴۵ درصد از مساحت حوضه، به صورت مشابه و یا با یک کلاس فرسایشی اختلاف با واقعیت موجود پهنه بندی شده است. بنابراین با توجه به نتایج فوق، مدل پسیاک به عنوان مدل بهینه برای پهنه بندی شدت فرسایش در حوضه آبخیز مریم نگار شناسایی می‌شود.

دو مدل پسیاک و ایی پی ام علاوه بر پهنه بندی شدت فرسایش در حوضه ها، می‌توانند مقدار رسوب سالانه حوضه آبخیز را برآورد کنند. به منظور مقایسه رسوب برآورد شده از این مدل ها با واقعیت منطقه، با استفاده از آمار رسوب ایستگاه هیدرومتری کله جوب و روش دوام رسوب، مقدار رسوب حوضه آبریز مریم نگار محاسبه شده است که برابر با ۸۶۳۸۵/۹ تن در سال بوده و به عنوان رسوب شاهد در مقایسه با مقدار رسوب برآورد شده توسط دو مدل ذکر شده، در نظر گرفته شد. روش پسیاک میزان رسوب حوضه را ۳۳ درصد بیشتر از رسوب شاهد، برآورد نموده است و مدل ایی پی ام با اختلاف ۱۳۹ درصدی، میزان رسوب حوضه را

محاسبه کرده است. از آنجایی که غالباً داده های مربوط به اندازه گیری های غلظت مواد رسوبی رودخانه ها، بیشتر مربوط به آب پایه است و در مواقع سیلابی که قسمت عمده بار رسوبی رودخانه ها تولید می‌شود، به علت مشکلات اندازه گیری و نبود امکانات، تعداد نمونه برداریها بسیار کم است. این امر باعث می‌شود، برآورد رسوب با استفاده از آمار این ایستگاهها، مقدار کمتری نسبت به واقعیت موجود را نشان دهد. از طرف دیگر رودخانه مریم نگار بعد از خروج از ناحیه کوهستانی تا رسیدن به ایستگاه هیدرومتری کله جوب مسافتی در حدود ۱۸ کیلومتر را در شیب کمتر از ۵ درصد طی می‌کند، که باعث ته نشین شدن مقدار بسیار زیادی از بار رسوبی آن می‌شود. این شرایط در برآورد مقدار رسوب بوسیله مدل های تجربی مورد استفاده، لحاظ نشده و به همین علت مقدار رسوب برآورد شده توسط این مدل ها با آمار مشاهده شده در ایستگاه کله جوب، دارای اختلاف است. با توجه به مطالب بالا می‌توان مدل پسیاک را به عنوان مدل نسبتاً مناسبی برای برآورد میزان رسوب سالانه حوضه معرفی نمود.

شایان ذکر است که نتایج ارائه شده توسط مدل های فوق لزوم اجرای روش های آبخیزداری و حفاظت خاک و همچنین مطالعات تفضیلی آبخیزداری در پهنه هایی که دارای شدت فرسایش بالا و خیلی بالا می‌باشند را بیش از پیش ضروری می‌سازد. همچنین با توجه به فراوانی روش های برآورد میزان فرسایش خاک و روش های جدیدی که در این خصوص ارائه شده است لازم است نتایج این مطالعه با این روش ها نیز مقایسه و مورد تحلیل قرار گیرد.

## منابع

- احمدی، ح.، ۱۳۷۸. ژئومورفولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
- خاکسار، ک.، گودرزی، م.، غریب رضا، م.، و رحمتی، م.، ۱۳۸۵. تعیین حساسیت سازندهای زمین شناسی حوضه آبریز مهارلو به فرسایش، فصلنامه علوم زمین، شماره ۶۲، صفحات ۱۱۶-۱۲۹.
- داوری، م.، بهرامی، ح.، ع.، قدوسی، ج.، و طهماسبی پور، ن.، ۱۳۸۴. علوم آب و خاک، شماره ۱۹، ۶۱-۷۶ صفحه.
- رفاهی، ح.، ۱۳۸۵؛ فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.
- سحابی، ف.، ایران پناه، ا.، و زرعیان، س.، ۱۳۵۷. سنگ شناسی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- ضیائی، ح.، ا.، ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا.
- علیزاده، ا.، ۱۳۸۲. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.
- غلامی، ش.، ۱۳۷۹. مدل شبیه سازی رسوب روزانه با استفاده از مدل توزیعی SWAT در حوضه های کوهستانی «حوضه آبخیز معرف امامه»؛ دومین همایش ملی فرسایش و رسوب «مجموعه مقالات»؛ دانشگاه لرستان.
- فیض نیا، س.، ۱۳۷۴. مقاومت سنگها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف، مجله منابع طبیعی، شماره ۴۷.
- مسلم کوپایی، ع.، ۱۳۷۶. بررسی فرسایش و رسوب به روش ای پی ام و روش ژئومورفولوژی در حوزه های آبخیز درکه و سولقان، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری؛ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- مهاجر شجاعی، م.ح.، ۱۳۶۸. ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان کرمانشاه «منطقه سنقر»، انتشارات موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک.
- مهدوی، م.، ۱۳۷۸. هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
- Alesheikh, A.A., Blasis, J.A.R., Chapman, M.A., and Karimi, H., 1999. Rigorous Geospatial Data Uncertainty Models for GIS, in "Spatial Accuracy Assessment: Land Information Uncertainty in Natural Resources", Chapter 24. Edited by: Kim Lowell and Annick Jatton. Ann Arbor Press, Michigan, USA.
- Clark, K.B., 1999. An estimate of sediment yield for two small watersheds in a Geographic Information System. M. Sc. Thesis, Geography, University of New Mexico.
- Gavrilovic, Z., 1988. The use of an empirical method production and transportation in unstudied or torrential streams. Proceeding of International Conference on River Regime. Published by John Wiley and Sons. v. 12. p. 411-422.
- Rafaelli, S.G., and et al., 2001. A comparison of thematic mapping of erosional intensity to GIS driven process models in an Andean drainage basin; Journal of Hydrology, 244 P.
- Tangestani, M. H., 2006. Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars Province, Iran; Journal of Asian Earth Sciences, v. 27.
- Vente. Joris de and Verstraeten, G., 2005. The application of semi-quantitative methods and reservoir sedimentation rate for the prediction of basin sediment yield in Spain; Journal of Hydrology, v. 305.
- Vente. Joris de and Poesen, J., 2005. Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: scale issues and semi- quantitative models; Earth-Science Reviews.

## فرسایش کالبدی - کارکردی در بافت مرکزی شهرها اهداف و اصول راهبردی بهسازی، نوسازی و بازسازی مطالعه موردی: بافت مرکزی شهر زنجان

جمیله توکلی نیا<sup>(۱)</sup>، علیرضا محمدی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی

۲- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۳/۳۰

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۷/۲۴

### چکیده

بافت مرکزی شهرهای سنتی - تاریخی ایران در پی تحولات همه جانبه سیاسی - اقتصادی چند دهه اخیر دچار تغییر و دگرگونی شده اند. این تغییرات در دهه‌های اخیر با فرسودگی کالبدی - کارکردی شهری همراه بوده است. تلاش در جهت بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده به ویژه در بخش مرکزی شهرها با نگرش راهبردی، یکپارچه و بر اساس فرآیند برنامه‌ریزی گام به گام و مدیریت جامع‌نگر مبتنی بر سرمایه‌های اجتماعی به نوبه خود موجب ساماندهی بافت و آمایش محله‌ای می‌گردد. این مقاله کوشیده است تا با کاربرد مدل SWOT مهمترین ویژگی فرسودگی بافت و راهکارهای مناسب برای بهسازی و نوسازی بافت مرکزی شهر زنجان را به بحث بگذارد.

**واژه‌های کلیدی:** بافت فرسوده مرکز شهر، بازسازی، فرسودگی کالبدی - کارکردی، بهسازی و نوسازی.

---

\* تلفن نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۱۹۶۶۸۰

## مقدمه

تداوم روند شهرنشینی در هزاره سوم با تغییر سازمان فضایی شهرها و با سرعتی بیشتر در کشورهای «جنوب» همراه بوده است. در این رهگذر، اقدامات مدرنیستی (نوگرایی) با اهداف تحقق توسعه و با ابزار رشد اقتصادی، ضمن تحول در مورفولوژی و جغرافیای شهری و منطقه‌ای این کشورها، فرصت‌ها و تهدیداتی را در جریان رشد و فرآیند توسعه شهری پیش روی شهرها گذاشته و بافت مرکزی شهرهای قدیمی و تاریخی را با تغییرات کالبدی - کارکردی اساسی مواجه ساخته است. شتاب و سرعت تغییرات درمقاطع زمانی معین و همراه با تغییر ساختار فضایی شهرها و ورود سریع وسایل حمل و نقل جدید، با توان و ظرفیت محدود کالبدی و زیرساختی توسعه در بافت مرکزی شهرها هماهنگ نبوده است. به نحوی که این بخش از شهرها را به فضایی ناپایدار از منظر توسعه شهری مبدل ساخته است. آنچه که امروزه استخوان‌بندی بافت مرکزی شهرهای قدیمی در ایران را شکل داده، تداوم نقش کارکردی گذشته در گذار به توسعه شهری نوین با گرایش به تغییر فضای شهری در پاسخ به نیازهای آتی است. به رغم پیشگامی مراکز شهری در توسعه شهر، فرسودگی در وجه غالب کالبدی - کارکردی بر سیمای بافت مرکزی شهرها مسلط شده و چشم‌انداز نگران‌کننده‌ای را پیش روی مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار داده است.

اگر شهرها در اقتصاد ملی نقش موتور توسعه را بر عهده داشته باشند، مرکز شهرها باید به عنوان محور و جزء اصلی آن تلقی شوند (کلودیو و آکیولی، ۱۹۹۹). امروزه چالش اساسی در توجه به بافت مرکزی شهرها، از تهدیداتی ناشی می‌شود که ضمن تشدید و گسترش مشکلات مربوط به فرسودگی ساختمانها، تنزل ایمنی، افت کیفیت

محیطی، هویت‌زدایی، ناامنی، آلودگی‌های صوتی و بصری و سایر مسائل، به‌هزینه‌های مدیریت و برنامه‌ریزی آتی شهر می‌افزاید. به نحوی که توسعه شهری را در مدار بسته‌ای که در آن مدیریت و برنامه‌ریزی شهر، به طور دائم درگیر بهسازی و نوسازی پراکنده و مقطعی است نگاه داشته؛ و از کارکرد فضایی شهر جهت پرداختن به نیازهای جدید ساکنان می‌کاهد. در این میان برخوردهای گزینشی متأثر از غفلت تاریخی از توجه به بافت‌های مرکزی، به تشدید ناپایداری و گسترش مسائل در این بخش از شهرها دامن زده است. بنابراین منطق برنامه‌ریزی و مدیریت شهری ایجاب می‌نماید تا در همسویی با تغییرات در مقیاس جهانی، شهرها را همانند سرمایه‌های ملی و در کانون آن مراکز شهری جهت پذیرش نقش‌های جدید و پاسخگویی به نیازهای امروز آماده نمود. این مهم از طریق ارتقای فضای شهرها از نظر زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی و کالبدی و کارکردی دست‌یافتنی است.

## بیان مسئله و ضرورت بهسازی و نوسازی

### بافت مرکزی شهر

تغییر و تحول روندی اجتناب‌ناپذیر در رشد و توسعه شهری است. مطابق با نظریات جغرافیای کاربردی ساخت‌های فضای زندگی (از جمله فضاهای شهری) دارای روندی آرام در طی زمان می‌باشند و مطابق قوانین آن روند تغییر می‌یابند (شکویی، ۱۳۷۷). گرچه شهرها برای سده‌هایتمادی در یک مکان ثابت می‌مانند، لیکن ساخت کالبدی آنها با تغییر فرایندهای کارکردی دگرگون می‌گردد و فرسایش در ابعاد مختلف به ویژگی‌های غالب آنها تبدیل می‌شود. این روند در کشورهای «شمال» با انقلاب صنعتی در شکل تغییر ساختار اکولوژیک شهرها، امکان جابه‌جایی سریع‌تر



در پی تغییرات سریع شهری، ضمن تداوم ایفای نقش‌های گذشته با حجم زیادی از تقاضا برای ایفای کارکردهای ارتباطی، تجاری، خدماتی مواجه گردیده است. این روند با محدودیت توان و ظرفیت زیرساختی و کالبدی بافت مرکزی همراه شده است. در پی تضاد بین کارکردهای گذشته و نوین (به عنوان مثال کارکردهای سکونتی و تجاری) و عدم پاسخ به عملکردهای تجاری مورد نیاز (مانند مجتمع‌های تجاری، انباری و کارگاهی) روابط ناهمگونی بین محتوای کارکردی و ساخت کالبدی در آن ظاهر شده است. از این رو به رغم اهمیت بافت مرکزی در توسعه شهری، فرسایش در ابعاد کارکردی - کالبدی شهر، دورنمای ناپایداری را برای توسعه شهر مجسم ساخته است. ویژگی عمومی فرسودگی در بافت مرکزی شهر در وجه غالب کالبدی - کارکردی در جدول ۱ آمده است:

توجه به بهسازی و نوسازی بافت مرکزی شهر نتیجه تهدیدات برآمده از فرسودگی کالبدی و ناهمگونی محتوای کارکردی فضا در این بخش از شهرها (اقتصادی، کاربرد فضا، موقعیت مکانی، شبکه ارتباطی) و توان محدود مدیریت شهری در برخورد با بحران (زلزله، آتش‌سوزی و سایر سوانح) و در کنار آن توجه به فرصت‌های اقتصادی (مزیت مکانی، ارتباطی، تجاری) در بافت مرکزی شهر در پاسخ به نیازهای جدید شهری ضرورتی انکارناپذیر است.

همراه با گسترش فن‌آوری ارتباطات، نوگرایی و در شکل تخلیه و تنزل مراکز شهری<sup>۱</sup> و پیرامون کانون‌های صنعتی و شکل‌گیری فضاهای نامناسب برای استفاده در زمان مربوطه به وقوع پیوسته است. لیکن شهرهای «جنوب»، این مسئله را عمدتاً در جریان اقدامات نوگرایی با هدف رشد اقتصادی و همراه شدن آن با رشد شتابان شهرنشینی و رشد نامتوازن شهرها، تجربه نموده‌اند. مرکز شهرهای سنتی و قدیمی ایران تا قبل از دهه ۱۳۰۰ ه.ش و تحول اساسی در سازمان فضایی شهر (به تبع گسترش ارتباطات و شهرنشینی سریع و روند نوسازی شهری)، ضمن پذیرش کارکردهای ویژه و ایفای نقش در مقیاس انسانی، پیوندی منطقی مابین عناصر کالبدی در سازمان فضایی شهر برقرار می‌نمود. امروزه به دنبال سهولت دسترسی به عناصر شاخص شهری (مراکز تجاری، مذهبی، فرهنگی، سیاسی، بهداشتی)، ارتقای امنیت و تعاملات اجتماعی، تمرکز منابع و غیره، فرم به هم پیوسته‌ای از عناصر کالبدی - کارکردی در هسته مرکزی و اولیه شهر شکل گرفته و به تدریج رو به فرسودگی نهاده است. بافت مرکزی اکثر شهرهای قدیمی کشور با فرسایش همراه است. با توجه به نتایج بررسی صورت گرفته تنها در ۳۶ شهر کشور، بیش از ۱۷۰۰۰ هکتار بافت فرسوده وجود دارد (وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۴). بخش عمده‌ای از بافت‌های فرسوده شهرها (به استثنای سکونتگاه‌های غیررسمی) بر بخش مرکزی شهرهای قدیمی همپوشانی دارد. بافت مرکزی شهر زنجان به عنوان یکی از شهرهای قدیمی (پیش از دوره ساسانیان) و میانی کشور با وسعت بیش از ۶۳۲۷ هکتار و جمعیتی در حدود ۳۸۶۲۹۵ نفر در سال ۱۳۸۳ (آرمانشهر، مهندسین مشاور، ۱۳۸۳)،

<sup>۱</sup> - Urban Decay

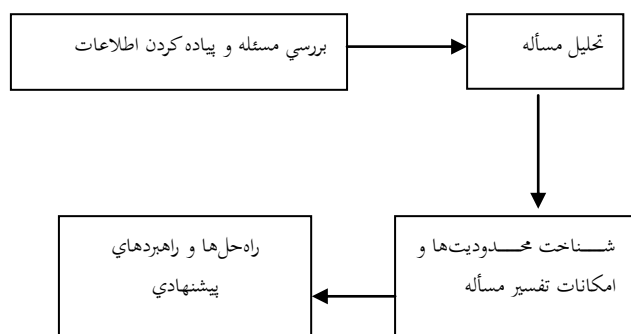
جدول ۱- ویژگی های عمومی فرسودگی بافت مرکزی شهر زنجان

کالبدی	کارکردی و اقتصادی	زیست محیطی	فرهنگی و اجتماعی	حقوقی و مدیریتی
<ul style="list-style-type: none"> <li>• قدمت بالای ساختمانها</li> <li>• وجود مصالح کم دوام و بی دوام در استخوانبندی ساختمانها</li> <li>• نفوذ ناپذیری بافت به لحاظ دسترسی</li> <li>• کمبود و نقصان زیرساختهای خدمات عمومی</li> <li>• دسترسی محدود به خدمات شهری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کاهش کارکرد مسکونی و افزایش کارکردهای تجاری و خدماتی و ارتباطی، انباری و کارگاهی</li> <li>• کاهش سهم کلی بافت از منظر کارکردهای اقتصادی</li> <li>• فضا (امکان استفاده بهتر از فضا)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• آلودگی های صوتی و بصری</li> <li>• آلودگی ناشی از عدم وجود سیستم فاضلاب شهری</li> <li>• آلودگی ناشی از تجمع آبها در سطوح معابر</li> <li>• آلودگی ناشی از نبود سیستم مدیریت بازبافت پسماند</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تغییر ساختار اجتماعی</li> <li>• کاهش حس تعلق مکانی</li> <li>• افزایش ضریب نا امنی</li> <li>• افزایش ضریب جرائم شهری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تعدد مالکیت پلاکها نبود سیستم مناسب ثبت پلاکها</li> <li>• عدم انعطاف در ضوابط و مقررات نوسازی</li> <li>• وجود محدودیت های قانونی برای اعمال تغییر در بافت و حرایم مربوط به میراث تاریخی</li> <li>• توجه کمتر به توسعه درونی شهر و بافت های فرسوده در کنار آفرینش فضاهای جدید شهری</li> </ul>

مطابق ماده ۳۰ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، دولت موظف به استحکام بخشی ساخت و سازها و نوسازی و بهسازی بافت های فرسوده و نامناسب شهری در قالب راهبردهای توانمندسازی و مقاوم سازی به منظور کاهش خسارات ناشی از حوادث غیر مترقبه است (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۴).

### روش و الگوی پژوهش

از زمانی که در جغرافیای کاربردی، خط مثبت فکری دانشمندی چون مکیندر<sup>۱</sup>، هربرتسون<sup>۲</sup> و دیگران مطرح گردید و نظریه های علمی با رویکردی با حل مسائل از طریق برنامه ریزی جغرافیایی و تحت تأثیر مکاتب کارکردگرا و پراگماتیسم مطرح و گسترش یافت، چارچوب های گوناگونی برای تبیین و تحلیل مسائل به ویژه در برنامه ریزی شهری ارائه گردید (شکویی، ۱۳۷۷). در برخورد با مسئله، شکل ۱ چهارچوب اصلی این تحقیق را تشکیل داده است:

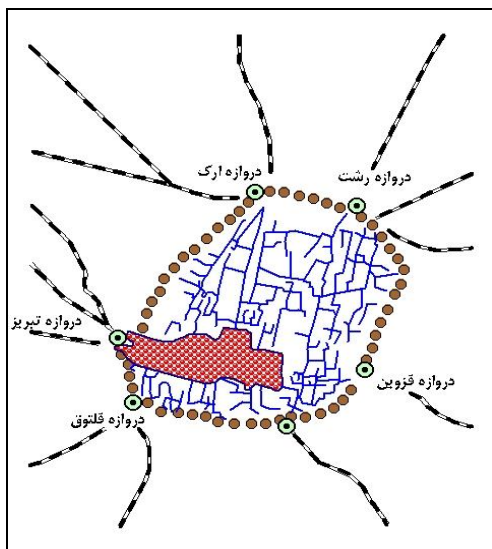


شکل ۱- الگوی ساده ای از روش مطالعه بافت مرکزی شهری زنجان

<sup>۱</sup> - Mackinder

<sup>۲</sup> - Herbertson

مبادلات کالا، بازار و کاروانسراهای واقع در آن شکل گرفته است. وجود آبادی‌های متعدد در این منطقه و عبور جاده ابریشم از آن، از زمان‌های دور، این بخش از شهر را به صورت یک مرکز مهم منطقه‌ای در شهر برجسته نموده است. راه کاروان رو قزوین - تبریز که از زنجان عبور می‌نموده است، تا سال ۱۳۱۰ عمده‌ترین محور شهری در ایران به شمار می‌آمده و به تبع توسعه شهری و منطقه‌ای و گسترش ارتباطات بین منطقه‌ای جایگاه آن قوت یافته و اهمیت فضایی قابل توجهی پیدا کرده است. بازار زنجان به دلیل وجود این راه کاروان رو در امتداد همین مسیر شکل گرفته و تلفیق این دو عنصر بارز بر اهمیت آنها افزوده است. این محور استخوان‌بندی اولیه شهر را شکل می‌دهد و بر اساس همین محور، شهر رشد و گسترش یافته است (امکو، ۱۳۵۷)، به شکل ۲ رجوع شود.



شکل ۲- هسته مرکزی شهر (شهر در دوره ساسانیان) (امکو، ۱۳۵۷)

جغرافیای کاربردی امروز (به ویژه برنامه‌ریزی شهری در سطح محلی) در پی بررسی عمیق خاستگاه مسائل و مسیریابی آنها است تا ضمن تبیین علل پیدایش آنها به آینده‌نگری و تصمیم‌گیری بپردازد. در این نوشتار مسئله «فرسایش کارکردی - کالبدی بافت مرکزی شهر» به عنوان یک موضوع جغرافیای کاربردی در نظر گرفته شده است. با توجه به الگوی ارائه شده ابتدا داده‌ها و اطلاعات از طریق مشاهده، مصاحبه، بررسی میدانی و اسنادی جمع‌آوری گردیده و سپس در ارتباط با موضوع تحقیق، با استفاده از عکس، نقشه، جدول، نمودار مورد تفسیر و تحلیل قرار گرفته است. در مرحله بعدی ضمن جمع‌بندی نتایج، راهبردهای حل مسئله در چارچوب اصول برنامه‌ریزی شهری دسته‌بندی شده است. در نهایت راهبردهای اجرایی از میان گزینه‌های مناسب ارائه و پیشنهاد گردیده است.

### مبانی نظری و دیدگاه‌ها

از جنبه مداخلات کالبدی در بافت‌های قدیمی و مرکزی با ویژگی‌هایی مانند بخش‌های فرسوده و بخش‌های تاریخی با کارکردهای فعال، ۳ نگرش تجربی به شرح موارد زیر مطرح می‌باشند (با استفاده از تجارب داخلی و خارجی) (جدول ۲):

- ۱- نگرش موزه‌ای
- ۲- نگرش نوسازی
- ۳- نگرش بینابین

### بافت مرکزی شهر زنجان (وضعیت موجود و

#### چالش‌های پیش رو)

#### ویژگی‌های عمومی

مرکز شهر زنجان با هسته اولیه خود، پیوند شهر با منطقه پیرامونی (روستاها) را از زمان‌های گذشته برقرار ساخته است. به تدریج با گسترش این هسته و رونق

جدول ۲- مهمترین رویکردهای رایج در ارتباط با ساماندهی بافت های فرسوده و نابسامان درون شهرها

نگرش	اصول و پنداشت ها	نقاط ضعف	نقاط قوت
موزه ای (محافظة کار)	<p>- دیدگاه مذکور دخالت در بافت‌های قدیمی (مرکزی و تاریخی) شهر را جز حفاظت و مرمت، مردود می‌داند و اقدام‌هایی از قبیل «نوسازی» و «معاصرسازی» را نمی‌پذیرد و این‌گونه اقدامات را موجب تخریب بافت و ارزش‌های فرهنگی- تاریخی در آن می‌داند (ابلقی، ۱۳۸۰).</p>	<p>- با احیای عملکردی بناها (فرسوده کارکردی) جهت طراحی کاربردهای جدید متناسب با نیازهای روز مخالف است.</p> <p>- عدم توجه به نیازهای زندگی شهری کنونی</p> <p>- راکد شدن بافت و در نتیجه تداوم فرسودگی</p> <p>- خروج روز افزون ساکنین و جایگزین شدن اقشار کم درآمدتر (تبعات مثبت و منفی)</p> <p>- تشدید گسست کالبدی فضا</p> <p>- تهدید فرصت‌های اقتصادی و خواسته‌های جدیدکنشگران فعال در این فضاهای شهری</p> <p>- تعمیم میراثی بودن برای تمام عناصر پیرامون بافت</p>	<p>اهمیت به میراث فرهنگی و تاریخی.</p>
نوسازی (رادیکال)	<p>- این دیدگاه کلیت بافت تاریخی (قدیمی و مرکزی) را بافت فرسوده می‌نگرد و به ارزش‌های فرهنگی - تاریخی در وجه ساختاری معتقد نیست و صرفاً تعدادی از تک بناها را واجد ارزش نگهداری می‌داند (شماعی و پوراحمد، ۱۳۸۴).</p>	<p>- به دیدگاه «بولدوزی» معروف است، بدون توجه به ارزش‌های فرهنگی و تاریخی که در ساختار بافت قدیمی تبلور یافته است، تمامی عرصه بافت قدیمی را میدان نوسازی و سرمایه‌گذاری می‌داند و در واقع هیچ‌گونه تفاوتی بین بافت قدیمی و زمین آماده‌سازی قائل نیست</p> <p>- عدم توجه به ارزش‌های اجتماعی و مردم‌شناختی (تعلق مردم به محیط زندگی خود، ارتباطات اجتماعی ساکنان که در ساختار «محله» تبلور یافته است).</p> <p>- عدم توجه به ارزش‌های فرهنگی - تاریخی که در طی زمان ایجاد شده و به شکل ساختاری هم پیوند تبلور یافته است.</p> <p>- بی‌توجهی به نقش مردم و مشارکت مردمی.</p> <p>- نیاز به سرمایه‌گذاری‌های کلان و مداخله یکجانبه دولت (نهادهای رسمی مسئول).</p> <p>- رواج برداشتی صرفاً کمی و کالبدی از مفهوم زمین و گرایشی افراطی نسبت به کاربرد استانداردهای سرانه کاربرد فضا (شماعی و پوراحمد، ۱۳۸۴).</p>	<p>درک نیاز به تغییر و نوسازی متناسب با پویایی شهر.</p>
بینابین	<p>این نگرش معتقد است، کلیتی که از آن به عنوان بافت تاریخی (قدیمی) یاد می‌کنیم، هرگز یک مجموعه همگن و هم‌ارزش نیست، بلکه عملاً طیف وسیعی را از ارزشمندترین عرصه‌ها و مجموعه‌های تا بخش‌های بسیار فرسوده بافت شهری که در برخی موارد حتی فاقد ارزش نگهداری و بهسازی می‌باشند، دربرمی‌گیرد (شماعی و پوراحمد، ۱۳۸۴).</p>	<p>- دامنه گسترده موضوعات در این نگرش و روشن نبودن راهبردها و اقدامات.</p>	<p>- درک و توجه به نیازهای اجتماعی در تغییر فضای شهری.</p>

\*- برای اطلاع بیشتر در خصوص نگرش‌های ذکر شده به منابع معرفی شده در پایان این نوشتار مراجعه نمایید.

این واقعیت است که تغییرنیازها و شکل‌گیری عرصه‌ها و فضاهای جدید زیستی به تبع توسعه ارتباطات و کاهش زمان دسترسی به نواحی دور شهری به تغییر در ساختار و استخوان‌بندی در شهر انجامیده است. این تغییر عمدتاً بازتاب گسترش فن‌آوری در سده اخیر بوده و در تغییر ساختار اکولوژیک شهر هم مؤثر واقع شده است. در طی این دگرگونی، فرسودگی یکی از مهمترین مسائل مربوط به فضای شهری بوده و به ناهمگونی، عدم تعادل، عدم تناسب و بی‌قوارگی آن انجامیده است. فرسودگی در بافت شهری به دلیل تشویق به سیاست شهرک‌سازی و ساخت محلات جدید شهری منجر به افزایش هزینه‌های مدیریت شهری و شهروندان ساکن در آن شده است. با این توضیح که عدم سرمایه‌گذاری در بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده و رو به زوال شهری منجر به افت محیطی در آن گشته و موجبات تخلیه بافت و به نوعی «هدررفتن سرمایه‌های مادی و معنوی» را فراهم می‌سازد که پرداختن به نواحی ضعف و قوت این موضوع نیاز به تأمل و تفحص بیشتری دارد.

**۱- فرسودگی کالبدی<sup>۱</sup>** فرسودگی ممکن است ناشی از افت کیفیت کالبدی یا سازه‌ای بنا باشد. این وضع با قرار گرفتن بافت بنا در مسیر افت کیفیت ناشی از گذشت ایام، تأثیر آب و هوا، جابه‌جایی زمین، ارتعاشات ناشی از رفت و آمد اتومبیل‌ها یا نگهداری نامناسب و نامطلوب به وجود می‌آید.

**۲- فرسودگی کارکردی<sup>۲</sup>** فرسودگی هم چنین می‌تواند از کیفیت‌های کارکردی بنا یا فضایی بزرگتر (بلوک، مجتمع، محله) ناشی شود. در این حالت بنا یا فضا دیگر برای کارکردی که به

از این محور گذرهایی منشعب می‌شده که دسترسی به واحدهای مسکونی و باغات را در داخل قلعه تأمین می‌نموده است. رشد و توسعه شهر در بافت قدیمی آن به خصوص در محدود بافت مرکزی شهر به شکل ارگانیک بوده است. پس از تخریب دیوارهای قلعه و احداث خیابان‌های جدید شهر (خیابان‌های امام‌خمینی و سعدی به صورت دو محور عمود برهم در شمال و شرق بازار و ایجاد خیابان‌های استانداری، فرهنگ و جاوید در محل تقریبی دیوارهای قلعه) مرکزیت بافت و عناصر موجود در آن افزایش یافت. از این به بعد شهر به صورت شعاعی رشد کرده است. گسترش شهر به صورت شعاعی (ستاره‌ای) مدل متمرکز و فشرده‌ای را با یک مرکز ارائه می‌دهد و حمل و نقل عمومی را به مرکز شهر هدایت می‌نماید. لازم به توضیح است که ساختار شبکه ارتباطی شهر زنجان در قسمت‌های دور از مرکز که به ایجاد محلات جدید مسکونی اختصاص یافته است (شهرک کارمندان، شهرک آزادگان، کوی قائم، کوی فرهنگ) به صورت شطرنجی می‌باشد. بافت مرکزی شهر از حومه‌های شهری جدید، سکونتگاه‌های غیررسمی و بافت‌های میانی شهر کاملاً متمایز و خوانا است (امکو، ۱۳۵۷). امروزه شهر زنجان به عنوان مرکز استان و برخوردار از نقش ترکیبی اقتصاد شهری (کارکرد خدماتی، آموزشی، صنعتی) و کانون اصلی توسعه منطقه‌ای است که بافت یا ناحیه مرکزی آن پذیرای نقش اصلی در توسعه محلی و منطقه‌ای (با برخورداری از کارکردهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و توریستی) است.

### تحلیل فرسایش (کالبدی - کارکردی) بافت مرکزی شهر

شواهد میدانی، بررسی عکس‌های هوایی و نقشه‌های وضع موجود کاربرد زمین شهری، گویای

<sup>1</sup> - Physical deterioration

<sup>2</sup> - Functional deterioration

۱- **فرسودگی نسبی:** نوعی از فرسودگی است که در یک یا چند عنصر از عناصر فضا صورت می‌گیرد. یا فعالیت دارای فرسودگی است یعنی روبه زوال گذاشته است یا کالبد دچار فرسودگی است. به نحوی که بنا یا کارکرد بنا فضا را زنده و پویا نگه می‌دارد.

۲- **فرسودگی کامل** آن نوع از فرسودگی که در آن هم فعالیت (کارکرد) و هم کالبد رو به فرسایش گذاشته است. در واقع فرسودگی تمام فضا را شامل می‌شود. پس می‌توان ارتباط میان کاربرد زمین با فرسودگی را در معادلات زیر تشریح کرد:

**معادله اول -** شکل فضا (کالبد سالم) + فعالیت (دارای فرسودگی نسبی) ← فرسودگی نسبی فضا  
**معادله دوم -** شکل فضا (کالبد نسبتاً فرسوده) + فعالیت (سالم) ← فرسودگی نسبی فضا  
**معادله سوم -** شکل فضا (کالبد فرسوده) + فعالیت (فرسوده) ← فرسودگی کامل فضا (حبیبی و مقصودی، ۱۳۸۱).

شواهد نشان می‌دهد که روند شهرنشینی برونزا و نوگرایی در برنامه‌ریزی شهری معاصر هنوز نتوانسته است کاملاً در تغییر استخوان‌بندی بافت مرکزی شهر زنجان مؤثر افتد. آنچه که مسلم است در اکثر شهرهای ایران و سایر کشورهای خاورمیانه هسته و مرکز شکل‌گیری شهرهای قدیمی، نقطه پیوند بین فعالیت‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی بوده است. بافت مرکزی شهر زنجان کانون و هسته اولیه شکل‌گیری شهر زنجان بوده و امروزه مرکز اصلی فعالیت‌های سیاسی، مذهبی، ارتباطی، اقتصادی و در کل گرانیگاه و نقطه تلاقی ساختار فضایی شهر است. از مشخصات بارز مرکز شهر زنجان، به عنوان یک شهر ایرانی - اسلامی، قرارگیری مسجد جامع

خاطرش به وجود آمده مطلوبیت خود را از دست داده یا برای استفاده جاری مناسب نباشد. بنا در این حالت از استانداردهای روز تبعیت نمی‌کند. این عدم کارایی می‌تواند به خود بافت بنا مربوط باشد. به عنوان مثال ساخت بنا فاقد تسهیلات لازم و مدرن برای ارتباط راه دو رو یا فاقد سیستم گرمایش مرکزی، تهویه مطبوع و یا... است. در هر صورت هرچه ساختمان‌ها از کارایی کمتری در جهت ارائه کارکردهای متناسب با نیازهای جدید شهروندان برخوردار باشد به همان نسبت استحکام آن رو به انحطاط خواهد گذاشت (تقی‌زاده مطلق، ۱۳۷۹). هم‌چنین، فرسودگی کارکردی ممکن است از ویژگی‌های چون، عدم وجود فضای کافی برای توقف خودرو و دشواری ورود و خروج وسایل نقلیه باشد.

به طور کلی فرسودگی در ارتباط با فضا و کارکردهای موجود در آن که به عملکرد فضایی ناهمگون ناشی از این رابطه در بافت مرکزی مورد مطالعه منجر گردیده است (شکل ۳) را می‌توان در چارچوب دو دسته اصلی مورد مطالعه قرار داد:

۱- فرسودگی نسبی<sup>۱</sup> ۲- فرسودگی کامل<sup>۲</sup>

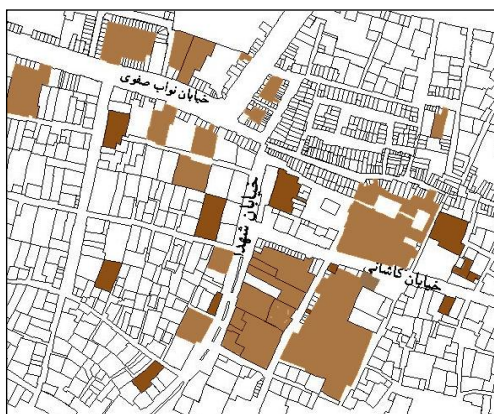


شکل ۳- عکس هوایی از بافت مرکزی شهر زنجان

<sup>۱</sup> - Relative deterioration

<sup>۲</sup> - Absolute-complete deterioration

تردد وسایل حمل و نقل باری به داخل بافت در کنار محدودیت امکانات گذران اوقات فراغت و فضاهای عمومی، کیفیت زیستی در بافت مرکزی را با مشکلات متعدد آسیب‌پذیر ساخته‌است.



شکل ۴- افزایش فضاهای بدون کاربرد

(مخروبه) و فضاهای با کاربرد انباری

عدم تعادل فضایی در کارکرد سکونتی و فرصت‌های اقتصادی ناشی از عملکرد متنوع فضاها و برخورداری از سوددهی عملکرد زمین و ساختمان در بافت مرکزی، علاوه بر سود اقتصادی برای قشری از مردم، در ارتباط با کل فضای شهری در عدم توازن اقتصادی و اجتماعی شهر مؤثر واقع شده است. به طور مشخص توجه به نقاط ضعف و قوت و فرصت‌ها و تهدیدهای (SOWT)<sup>۱</sup> بافت مرکزی شهر زنجان می‌تواند زمینه‌های روشن و شفاف را در تصمیم‌گیری و تصمیم‌پذیری مشارکت جویانه برای احیای آن فراهم سازد. از این رو موارد ذکر شده در جداول ۴، ۵، ۶ و ۷ به شرح زیر ارائه می‌گردد:

به عنوان مرکز عبادی و سیاسی در ارتباط با سایر عناصر مذهبی (امامزاده، حسینیه) در تعامل بین سایر کارکردهای شهری در این بخش از شهر است. با عبور از کوچه پس کوچه‌های قدیمی به ویژه مشاهده فعالیت‌هایی که در بازار سنتی شهر زنجان صورت می‌گیرد، شهری زنده با قدمتی طولانی را در ذهن تداعی می‌سازد. گذشت زمان، چهره و سیمای شهری در سایر بخش‌های شهری را دچار تغییر و دگرگونی ساخته است. فعالیت‌های جدیدی را در کالبد نه چندان قدیمی شهر جایگزین ساخته است. در روند تغییر و دگرگونی کارکردهای شهری بخش‌هایی از بافت توانسته است خود را با کارکردهای جدید منطبق ساخته و در مقابل، بخش‌هایی از بافت به دلایلی که به آن خواهیم پرداخت، دچار فرسودگی کارکردی و عمدتاً کالبدی گشته است. کالبد و فعالیت و در مجموع فضاهای شهر در محدوده بافت فرسوده شهر زنجان دچار نوعی دگرگونی، تغییر و فرسودگی شده‌اند. لذا می‌توان چنین بیان کرد که بافت مرکزی شهر زنجان در بخش‌هایی با فرسودگی کامل (ساخت‌های پراکنده در بافت) و در بخش‌هایی دیگر با فرسودگی نسبی مواجه است. با این ویژگی راهبردهای ساماندهی آن متفاوت خواهد بود. به طور شفاف عوامل مطرح و اثرگذار در فرسودگی بخش‌های داخلی بافت در جدول ۳ آمده است.

شکل ۴ نشان می‌دهد که بافت مرکزی شهر زنجان، از ساختار کالبدی و عملکردی مناسب برخوردار نمی‌باشد. فرسودگی شدید ساختمان‌ها، دسترسی‌های محلی نامناسب و نفوذناپذیری بافت، نقصان و کیفیت و کمیت پایین تأسیسات زیربنایی، مشکلات زیست‌محیطی و تولید آلودگی ناشی از تعدد کارگاه‌های کوچک صنعتی، تبعات ناشی از فقدان روش‌های مناسب دفع پسابها و پسماندها و

<sup>1</sup>-Strength, Opportunity, Weak, Threat

جدول ۳- عوامل مؤثر در فرسایش کالبدی - کارکردی بافت مرکزی شهر (زنجان)

عناصر	ساختار
<p>- نارسایی و نامناسب بودن شبکه دسترسی‌های درون محلی نسبت به نیازهای جدید و خدمات‌رسانی به ویژه در مدیریت بحران.                      - کاربرد غیر فنی و استفاده از مصالح بی‌دوام و ناپایدار در تعداد قابل توجهی از واحدهای ساختمانی بافت.                      - کمبود و نامناسب بودن شبکه جمع‌آوری فاضلاب و دفع روان‌آبهای سطحی.                      - کمبود و نقصان زیرساخت‌های شهری                      - نامناسب بودن سطوح (آسفالت) شبکه معابر و شکستگی کانیوها و نامناسب بودن جداول کناری و میانی در بخش‌های قابل توجهی از بافت.                      - قدمت بالای ساختمانهای بافت                      - کمبود و ضعف در اثاثیه و تجهیزات شهری و جانمایی نامناسب آنها در برخورد با سایر عناصر شهری در بافت                      - درهم بافتگی و مترکم بودن اجزای ساختمانی در محدوده و فقدان فضاهای باز و تنفسی در میان توده‌های ساختمانی                      - کوچک بودن قطعات ملکی و تنوع در مالکیت‌ها                      - کمبود خدمات بخش عمومی و کاربردهای درمانی و بهداشتی و فرهنگی به نسبت عملکرد محدود در مقیاس شهر                      - فقدان فضاهای مناسب جهت توقف و پارک خودرو                      - کمبود شدید فضاهای سبز و فضاهای عمومی جهت تعاملات اجتماعی شهروندان و ایجاد شور و نشاط در فضاهای زیستی موجود در بافت                      - تفاوت شدید قیمت واحدهای تجاری کنار شبکه اصلی معابر (جداره‌های خیابان‌های اصلی) با واحدهای مسکونی و غیرمسکونی در درون بافت                      - استقرار کاربردهایی نامناسب چون تعمیرگاه‌ها، گاراژها، انباری‌ها و... در مجاورت و تماس با کاربردهایی با سازگاری بیشتر سکونتی در محدوده مورد مطالعه به ویژه در بخش‌هایی که با خیابان‌های اصلی اطراف تماس پیدا می‌کند                      - عدم تحقق کاربردهای پیشنهادی طرح‌های تهیه شده (طرح تفصیلی) برای تغییر کاربرد فضا در بافت و عدم جایگزین شدن کاربرد جدید برای فضایی با کاربرد سنتی و قدیمی                      - بالا بودن آب‌های زیرزمینی و عامل خوردگی ناشی از اسیدها و نمک‌ها                      - شلوغی و ازدحام جمعیت در حال ورود و خروج به ویژه در اطراف محدوده تجاری بافت</p>	<p>الف- کاربردهای شهری زیست‌محیطی</p>
<p>- جایگزینی اجتماعی و کاهش تمایلات نوسازی                      - توان محدود ساکنان محدوده جهت نوسازی مطابق با معیارها و استانداردهای رایج ساخت و ساز                      - هزینه‌های بالای نوسازی در بافت‌های مرکزی به علت استخوان‌بندی ارگانیک و تمایل به جابه‌جایی به محلات جدید                      - توان محدود مدیریت شهری در تملیک قطعات ملکی و توان پایین گروه‌های ساکن موجود واحدهای قدیمی محله                      - پنداشت از واحدهای عملکردی به عنوان محل کسب سود و نه فضای شهری                      - بالا بودن هزینه‌های تعمیر و نگهداری واحدهای ساختمانی در بافت فرسوده.                      - عدم تمایل بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری برای احیاء و نوسازی در بافت فرسوده                      - تغییر نیازهای کارکردی و به تبع آن کاهش فعالیت‌های سنتی و بومی از جمله صنایع خرد محلی و کارگاه</p>	<p>ب- اقتصاد - اجتماعی</p>
<p>- تعدد مالکیت قطعات ملکی و وجود مالکیت‌های شخصی، وقفی و عمومی و مسائل ناشی از حل اختلافات حقوقی در محدوده مورد مطالعه                      - عدم تمایل به مشارکت در نوسازی مجتمع‌های مسکونی (نقش روانی - اجتماعی)                      - توان محدود مدیریت شهری در بهسازی و نوسازی کل بافت مرکزی                      - تعدد عوامل دخیل در بافت مرکزی شهر به دلیل عدم تعریف وظایف هر کدام از نهادها در مدیریت شهر                      - اقتصاد سیاسی فضا و توجه کمتر به بافت مرکزی شهر                      - ضوابط و مقررات مربوط به حریم میراث فرهنگی، و ضوابط و مقررات ویژه طرح تفصیلی است، که عملاً اقدامات نوسازی در محدوده بازار را محدود ساخته است                      - محدودیت در خدمات‌رسانی برای بافت از طریق مدیریت شهری</p>	<p>ج- اقتصاد - اجتماعی</p>



جدول ۴- نقاط ضعف و قوت - فرصت ها و تهدیدها (SWOT) در ساختار کالبدی (زیر ساخت‌های

شهری) محدوده بافت فرسوده مرکزی شهر

سیاست‌ها و راهبردها Strategies and Policies	اهداف Targets	وضعیت موجود				تجزیه
		عوامل بیرونی		عوامل درونی		
		فرصت‌ها Opportunities	تهدیدها Treats	نقاط قوت Strengths	نقاط ضعف weaknesses	
<p>- گشایش و تعریض خیابان‌های منتهی به بخش‌های درونی بافت</p> <p>- اجرای الگوی خطی شبکه معابر و در کنار آن توسعه حمل و نقل عمومی در محورهای پیشنهادی طرح مصوب بالادست</p> <p>- بهسازی شبکه عابر پیاده از طریق برداشتن موانع و کف‌سازی مناسب شبکه ضمن توجه به مدیریت واحد در خدمات‌رسانی</p>	<p>- توسعه شبکه معابر محلی</p> <p>- توسعه حمل و نقل عمومی</p> <p>- افزایش فرصت برای نوسازی فضاهای فرسوده در بافت</p> <p>- بهبود روند خدمات‌رسانی در محدوده از طریق بهسازی شبکه معابر</p> <p>- ممانعت از کنار ماندن بخش‌های درونی بافت</p> <p>- به دلیل عدم امکان ورود خودرو به درون بافت</p>	<p>- فرسودگی بخش‌های قابل توجه بافت امکان دخالت‌های کالبدی برای بهبود شبکه معابر را محدود ساخته است.</p>	<p>- تشدید بحران در زلزله به لحاظ عدم امکان امداد‌رسانی</p> <p>- شبکه نامناسب معابر به ویژه در هنگام فعالیت‌های ساختمانی جهت ورود ماشین‌آلات به داخل بافت.</p>	<p>- محدودیت در عبور و مرور خودروهای عبوری به درون بخش مسکونی بافت فرسوده مرکزی شهر</p> <p>- دسترسی‌های کوتاه و امکان پیاده‌روی و دسترسی به تسهیلات</p>	<p>- عدم سهولت در دسترسی خودرو به بخش‌های درونی بافت به ویژه در مدیریت بحران</p> <p>- کاهش روند نوسازی در بافت به علت محدودیت ناشی از هزینه‌های دسترسی</p> <p>- عدم امکان توسعه حمل و نقل عمومی (خطی) در بافت فرسوده مرکزی شهر</p>	ساختار کالبدی شبکه ارتباطی در بافت فرسوده مرکزی شهر
<p>- احداث مراکز کوچک امداد‌رسانی و آتش‌نشانی در بخش‌های مناسب بافت</p> <p>- افزایش تعداد سطوح‌های زباله، کیوسک‌های تلفن و نشیمنگاه برای گروه‌های مختلف سنی در بافت</p> <p>- بهسازی ورودی‌های درون بافت در جاهایی که دارای شیب بوده و پله می‌خورد. این اقدام از طریق کف‌سازی مناسب، ایجاد نرده‌های محافظ و شیب‌بندی صحیح امکان‌پذیر است.</p> <p>- ایجاد پل عابر پیاده در تقاطع خیابان‌های خیام و سعدی جنوبی و هم‌چنین خیام (بلوار شهید بهشتی) با فردوسی یا جاده بیجار</p> <p>- احداث شبکه فاضلاب شهری در بافت فرسوده مرکزی شهر</p> <p>- بهسازی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و هدایت آن به مکان مناسب (بدون آسیب به محیط زیست پیرامون رودخانه زنجانرود)</p>	<p>- تجهیز و توسعه شبکه تأسیسات و تجهیزات شهری از جمله تجهیزات ایمنی و امداد‌رسانی در بافت فرسوده مرکزی شهر</p> <p>- بهسازی شبکه تأسیسات و تجهیزات شهری در بافت فرسوده مرکزی شهر</p>	<p>- پیشرفت در فناوری‌های نوین توسعه زیرساخت‌های شهری</p> <p>- تقاضای بالا برای استفاده از زیرساخت‌های پیشرفته در بافت مرکزی به دلیل فرسودگی‌های قبلی و نیاز به ایمن‌سازی</p>	<p>- فرسودگی و کاهش کیفیت زیرساخت‌ها و تجهیزات شهری</p> <p>- کاهش ارزش فضا در محدوده بافت فرسوده مرکزی شهر</p> <p>- دامن خواهد زد.</p> <p>- تداوم در روند بی‌توجهی به بافت به افزایش هزینه در مدیریت بحران خواهد انجامید.</p>	<p>- تمرکز فعالیت‌های اقتصادی و قابلیت‌های ایجاد زیرساخت‌های شهری در مقیاسی کوچکتر با هزینه‌های کمتر در سطح</p>	<p>- کمبود کیوسک‌های تلفن، نرده‌های محافظ عابر، نامناسب بودن ورودی‌های درون محله در بخش‌های دارای با شیب تند</p> <p>- عدم وجود پل عابر پیاده در بخش جنوبی (محور خیام) بافت</p> <p>- کمبود تجهیزات جمع‌آوری پسماند برای تردد عبوری</p> <p>- قرارگیری نامناسب تجهیزات شهری در ارتباط با واحدهای ساختمانی</p> <p>- هزینه‌های احداث تأسیسات و تجهیزات شهری به علت عدم بستر مناسب در بافت فرسوده مرکزی شهر به افزایش هزینه‌ها دامن می‌زند</p>	ساختار کالبدی تأسیسات و تجهیزات شهری

جدول ۵- نقاط ضعف و قوت - فرصت ها و تهدیدها (SWOT) در ساختار کالبدی (وضعیت عمومی

قطعات ملکی و واحدهای ساختمانی) در محدوده بافت فرسوده مرکزی شهر

سیاست‌ها و راهبردها	اهداف	وضعیت موجود				ساختار
		عوامل بیرونی		عوامل درونی		
		فرصت‌ها	تهدیدها	نقاط قوت	نقاط ضعف	
<p>- نوسازی واحدهای فرسوده</p> <p>- تغییر کاربری متناسب با نیازهای جدید و ضرورت‌های بافت ضمن توجه به کاربردهای مجاور و آسایش شهروندان</p> <p>- ارائه وام‌های نوسازی و کنترل بر بهبود کیفی بناها</p> <p>- انعطاف بخشی به ضوابط و مقررات ساختمانی متناسب با توان مالی شهروندان ساکن در بافت‌ها</p> <p>- بهسازی شبکه معابر و تجهیزات شهری</p>	<p>- احیاء و توسعه فضایی (کالبدی - کارکردی) قطعات در حال فرسایش.</p> <p>- افزایش کیفیت کالبدی بافت جهت مواجهه با مدیریت بحران و جلوگیری از خسارات احتمالی.</p> <p>- ارتقای حیات شهری و افزایش تسهیلات سکونتی مناسب در بافت قدیمی شهر.</p> <p>- ممنوعیت از افزایش نابسامانی</p>	<p>- احیاء و باززنده‌سازی و نوسازی بافت‌های فرسوده شهری مورد توجه مسئولان کشوری قرار گرفته است.</p>	<p>- افزایش روند فرسایش کالبدی - کارکردی واحدهای ساختمانی و فضاهای بافت به روند نزول شرایط محیطی و زیستی جهت اسکان و فعالیت دامن خواهد زد.</p> <p>- عدم توجه به ساماندهی بافت و توجه به محلات جدید هزینه‌های شهری را افزایش خواهد داد.</p>	<p>- تراکم ساختمانی پایین است.</p> <p>- مرکزیت و مزیت مکانی بافت، سرمایه‌گذاری اقتصادی در کنار بهسازی کالبدی قطعات و واحدها در بافت را توجیه می‌نماید.</p>	<p>- در استخوان بندی بیشتر واحدهای ساختمانی، مصالح ساختمانی به صورت غیر فنی به کار رفته است.</p> <p>- قدمت اکثریت واحدهای ساختمانی بیش از ۲۰ سال است.</p> <p>- بیشتر قطعات ملکی از مساحت کمتر از ۲۰۰ متر تشکیل شده و دارای مالکیت‌های متعدد می‌باشند.</p> <p>- بخش قابل توجهی از واحدهای ساختمانی نیاز به مرمت کامل و بازسازی دارند.</p> <p>- بیشتر قطعات ملکی در دسترسی به شبکه معابر با مشکل روبرو می‌باشند.</p> <p>- سطح اشغال در بیشتر قطعات بالا بوده و سطح فضاهای باز کم است.</p>	ساختار کالبدی ویژگی‌های عمومی قطعات ملکی و واحدهای ساختمانی

جدول ۶- نقاط ضعف و قوت - فرصت ها و تهدیدها (SWOT) در ساختار اجتماعی - اقتصادی در

محدوده بافت فرسوده مرکزی شهر

سیاست‌ها و راهبردها	اهداف	وضعیت موجود				نقاط قوت	نقاط ضعف
		عوامل بیرونی		عوامل درونی			
		فرصت‌ها	تهدیدها	نقاط قوت	نقاط ضعف		
<p>- بهسازی شبکه ارتباطی و بهبود شبکه دسترسی پیاده و سواره</p> <p>- تجهیز میلمان مناسب شهری</p> <p>- توانمندسازی ساکنان از طریق ایجاد شرایط برای فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی (اجازه برای فعالیت ساختمانی، فعالیت تجاری، کتابخانه و تفرجگاه محلی).</p> <p>- ممانعت مقرراتی و فیزیکی از تردد بیش از توان شبکه دسترسی محلی در بافت از طریق طرح‌های ویژه ترافیکی</p>	<p>- تداوم حیات اجتماعی در بافت از طریق نگهداری جمعیت موجود و جلوگیری از تخلیه بافت و به تبع آن فرسودگی کالبدی و کارکردی بافت</p>	<p>- توجه به اجرای طرح‌های توانمندسازی و بهسازی بافت‌های فرسوده شهری در کشور</p>	<p>- کاهش درخواست خدمات و زیرساخت‌ها در بافت به معنای افت بیشتر کیفیت زیرساخت‌ها و خدمات و فرسایش و در نتیجه افت محیط زندگی در بافت است.</p> <p>- کاهش جمعیت = فرسایش و عدم نوسازی شدت بافت</p>	<p>- بافت فرسوده مرکزی شهر مهمترین فضای تعاملات اجتماعی است.</p>	<p>- کاهش جمعیت بافت و تخلیه واحدهای مسکونی</p> <p>- جابه‌جایی گروه‌های مختلف اجتماعی و عدم تعلق به مکان</p> <p>- جمعیت بافت رو به کهنسالی است</p>	فرسودگی	
<p>- ایجاد شرایطی برای انعطاف در تغییر کاربری‌های متناسب با خواسته‌های شهروندان و ضروریات بافت فرسوده مرکزی شهر</p> <p>- اختصاص فضاهای ویژه برای فعالیت فروشندگان سیار در بافت</p>	<p>- توسعه اقتصادی بافت فرسوده مرکزی شهر و ممانعت از نابسامانی اقتصادی</p>	<p>- گره‌گامی بودن بافت فرسوده مرکزی شهر</p> <p>- وجود تک‌بناهای تاریخی، مذهبی و فرهنگی در بافت</p> <p>- بازار به عنوان محور تجاری - تاریخی شهر</p>	<p>- تداوم سرمایه‌گذاری در بافت‌های شهری و غفلت از بافت‌های فرسوده و مسأله‌دار شهری به تشدید فرسایش و بحران خواهد انجامید.</p>	<p>- مرکزیت شهری بافت و توان‌های اقتصادی قابل توجه</p> <p>- وجود مراکز تجاری و خرده‌فروشی قابل توجه در بافت</p> <p>- رفت و آمد مردم به بافت و به تبع آن خرید محصولات</p>	<p>- فرسودگی کارکردی و کالبدی بافت در بخش‌های درونی و حتی جداره‌های بیرونی</p> <p>- کمبود فضاهای فعالیتی به ویژه در بخش فعالیت‌های خرده‌فروشی</p>		اقتصادی

جدول ۷- نقاط ضعف و قوت - فرصت‌ها و تهدیدها (SWOT) در ساختار حقوقی - مدیریتی بافت

مرکزی شهر زنجان

سیاست‌ها و راهبردها	اهداف	وضعیت موجود				نقاط قوت	نقاط ضعف
		عوامل بیرونی		عوامل درونی			
		فرصت‌ها	تهدیدها	نقاط قوت	نقاط ضعف		
درگیری و مشارکت واقعی ساکنان و گروه های ذینفع و استفاده از توانایی ها و قابلیت های آنان در نوسازی بافت. ارزیابی و به کارگیری نظرات و خواسته های مردمی در تصمیمات برای بهسازی و نوسازی تهیه و ارائه برنامه های آموزشی و توجیهی، اطلاع رسانی در ارتباط با ساکنان و گروه های ذینفع. شناسایی نهادهای کلیدی موثر در نوسازی محدوده	اجرای فرآیند نوسازی و بهسازی با مشارکت ساکنان محدوده و گروه های ذینفع متناسب با خواسته ها و اولویت های ساکنان و گروه های ذینفع.	توجه نهادهای ملی مسئول برنامه توسعه اقتصادی اجتماعی کشور به نوسازی و بهسازی و توانمندسازی بافت های فرسوده شهرها.	نوسازی بافت های فرسوده متکی بر بودجه های دولتی و به صورت سیاستگذاری شهری و عمدتاً با نگرش بر برنامه ریزی کالبدی است. قوانین صریح و مشخصی برای مشارکت و مداخله بخش خصوصی و مردمی در روند نوسازی وجود ندارد.	- تمایل به مشارکت در بهسازی و نوسازی - اختلافات پایین در مالکیت زمین	فقدان ضوابط و چارچوب های قانونی و شفاف جهت نقش و جایگاه مشارکت مردمی و بخش خصوصی در بهسازی و نوسازی بافت عدم اطلاع و آگاهی ساکنان از برنامه های آتی و در نتیجه محصول طرح ها و لذا تمایل به همکاری در طرح - سابقه برنامه ریزی از بالا و توقعات فزاینده ساکنین نسبت به اقدامات شهرداری و به صورت یکسویه		

راهنمایی برای اقدام در خصوص احیای فضاهای نابسامان شهری باشد.

نوسازی و بازسازی بافت مرکزی فرسوده، تابع اصولی است که دستیابی به روش های اجرایی را تسهیل می نماید. توجه به اصل پیوند بناها و فضاهای تاریخی در محدوده مورد بررسی و ایجاد ارتباط فرهنگی - اجتماعی و آمد و شد با توجه به اصل بازنگری در شالوده های قدیمی با تأکید بر تقویت هویت مکانی - فضایی از اهم این اصول است. شناخت کامل وضعیت اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و زیست محیطی بافت ها و استفاده از راهبردهایی که از نگرش به کل سازمان فضایی

**اهداف و اصول راهبردی بهسازی، نوسازی و بازسازی بافت مرکزی شهر**

در مطالعاتی مشابه درباره موضوع، محققان «انجمن مطالعات مسکن و توسعه شهری» (HIS) در برزیل، مدیریت ضعیف در استفاده از منابع و زیرساخت های موجود و عدم توجه به راهکارهای مدیریتی به ویژه در فضاهای عمومی و بافت های مرکزی را از مهمترین عوامل فرسایش کالبدی - کارکردی در شهرهای کشورهای «جنوب» می دانند (کلودیو و آکیولی، ۱۹۹۹). از اینرو آگاهی بر تجارب و معیارهای تجربی می تواند

### راهبردهای اجرایی

در یک رویکرد انعطاف پذیر و واقع گرا، روند سازماندهی و احیای بافت های شهری مسئله دار از جمله بافت مرکزی شهرها که از ساختار پیچیده‌ای از فضای شهری برخوردارند، نمی تواند محدود به یک نگرش و یا طرحی بلند مدت، و بدون وضعیت مشخص مالی و اجرایی باشد. در این بررسی، دیدگاه بینابین (واقع گرا) در ارتباط با احیاء و باز زنده سازی بافت مرکزی شهر زنجان به دلیل توجه به موارد زیر به عنوان چارچوب راهبردهای پیشنهادی در نظر گرفته شده است:

- توجه همزمان به واقعیات موجود، ارزش های گذشته و برنامه ریزی آتی بافت مرکزی.
- توجه به خواسته های کنشگران و بهره برداران از عملکرد های بافت مرکزی.
- توجه به رویکردهای توانمندسازی و برنامه ریزی اجتماع محور.
- توجه به پیوند عمیق عملکرد و شکل فضا به عنوان اصل حفاظت کننده از بافت مرکزی.
- توجه به فرآیند بهسازی و نوسازی مستمر و نه اقدام محصول نگر و اوزالیدی<sup>۳</sup>.
- راهبردهای اجرایی برآمده از این نگرش می تواند از میان راهکارهای زیر انتخاب شود:

### الف - بهسازی

شامل سلسله اقداماتی کوتاه مدت به منظور بهکرد کالبدی ناشی از فرسایش کارکردی (فعالیتی) است. در واقع بهسازی زمانی صورت می پذیرد که فرسودگی نسبی فضا از لحاظ کارکردی حادث شده باشد. بهسازی می تواند در چارچوب اقداماتی به شرح زیر انجام پذیرد:

برآمده باشد، از موارد اصولی در ساماندهی بافت مرکزی خواهد بود. لذا احیای کالبدی - کارکردی بافت مرکزی شهر در چارچوب طرح های بهسازی و نوسازی و بازسازی شهری با رویکردی راهبردی و مبتنی بر توسعه محله ای و اجتماع محور<sup>۱</sup> و مبتنی بر راهکارهای اجتماعی<sup>۲</sup> در کنار اقدامات کالبدی (بهسازی و نوسازی) می تواند قرین به موفقیت باشد. به کارگیری این رویکرد در بافت مرکزی با تعدد و پیچیدگی مسائل، همچون کیفیت نامناسب زیرساخت های شهری، تقاضا برای تراکم های بالای ساختمانی در کنار شبکه ارتباطی نامناسب، تخلیه جمعیتی، تغییر مداوم کاربری فضا، فرسایش کالبدی و افت زیست محیطی، بایستی از میان رهیافت های متناسب با خواسته های کنشگران عرصه مورد مطالعه، توان مدیریت شهری و شهروندان و منافع عمومی انتخاب گردد. اصول راهبردی بهسازی، نوسازی و بازسازی بافت مرکزی شهر در چارچوب اهداف، راهبردها و سیاست های پیشنهادی زیر قابل ارائه است.

### اهداف

هدف اصلی در بهسازی، نوسازی و بازسازی شهری در بافت مرکزی مواجه با فرسودگی کالبدی - کارکردی تجدید فضای شهری در مرکز شهر به عنوان محور اصلی توسعه شهر جهت ارتقای محیطی به نحوی پایدار و ایجاد شرایط زیست پذیر، برای شهروندان ساکن و فعالان در بافت است. به نحوی که ضمن استفاده حداکثر از فضای شهری موجود، روندهای آتی توسعه و گسترش شهری را با امنیت و ایمنی بخشی به بافت های مذکور همراه سازد (جدول ۸).

<sup>۱</sup> - Community Based

<sup>۲</sup> - Community-Led

<sup>۳</sup> - Blue Print

جدول ۸- اهداف بهسازی، نوسازی و بازسازی بافت مرکزی شهر زنجان

موضوع	اهداف
الف - اهداف کلان	<p>۱) ارتقاء شرایط زیستی شهروندان ساکن در محدوده و ایجاد محیطی زیست پذیر.</p> <p>۲) احیای فرسودگی فضایی (کارکردی - عملکردی) بافت مرکزی در وضع موجود.</p> <p>۳) جلوگیری از رسوخ فرسودگی به کل بافت و نواحی پیرامون.</p> <p>۴) پیش نگرى به تغییرات احتمالی بافت مرکزی شهر و هدایت توسعه بافت در جهت شکل گیری فضای متناسب شهری.</p> <p>۵) تقویت نقاط قوت و بهره گیری از فرصت های موجود در جهت کاهش نقاط ضعف و از میان برداشتن تهدیدات در ساختار فضایی محدوده بافت مرکزی.</p> <p>۶) کاهش موانع بر سر راه احیاء و نوسازی کالبدی - اجتماعی - اقتصادی، جهت حفظ منافع شهروندان ساکن در محدوده. در این روند برداشت موانع ارائه شده از طرف نهادهای شهری در گیر با مسائل موجود در بافت مرکزی (سازمان میراث فرهنگی، شهرداری و ...) الزامی است.</p> <p>۷) کاهش محدودیت در احیای بافت مرکزی از طریق زدودن دیدگاه موزه‌ای به بافت مرکزی (به عنوان بخشی از بافت قدیم شهر) که فاقد ارزش های ویژه است، ضمن توجه به تک بناهای با ارزش فرهنگی، تاریخی، مذهبی و ... درون بافت.</p>
ب - اهداف خرد	<p>۱) استقرار کاربردهای جدید در فضاهای فاقد کاربری با کارکرد متناسب با بافت مرکزی.</p> <p>۲) تقویت و بهبود سیمای شهری ابتدا با راهبردهای توسعه اقتصادی و اجتماعی و سپس از طریق تعدیل کاربری ها، زیباسازی نماها و جداره های بیرونی.</p> <p>۳) تسهیل در عبور و مرور وسایل نقلیه با تأکید بر مدیریت بحران در بافت مرکزی.</p> <p>۴) کاهش خطرات ناشی از زلزله و آتش سوزی به دلیل فعالیت کارکردهای ویژه از جمله صنایع سنتی از طریق تأسیس مرکز خرد امداد رسانی و آتش نشانی (ضمن وابستگی و فعالیت در مقیاس شهری).</p>

۵ - توانبخشی<sup>۵</sup>، (مجموعه اقداماتی که از طریق تعریف فعالیت جدید در فضا سبب تجدید حیات بافت کهن می‌گردد).

۶ - بهبود، ساماندهی، بازآبادانی<sup>۶</sup>، (مجموعه اقداماتی که سبب تقویت جنبه های مثبت و تضعیف جنبه های منفی گردد).

بهسازی، فرآیندی است که طی آن می‌توان به بهبود وضعیت فضا، مجموعه و بنای نه چندان مطلوب موجود پرداخت و با تغییر عملکرد در معاصر سازی<sup>۷</sup>، سازمان فضایی مطلوبی را ایجاد کرد. (حبیبی و مقصودی، ۱۳۸۱).

۱ - بازیافت<sup>۱</sup>، (مجموعه اقداماتی که با حداقل هزینه و حداقل مداخله به ایجاد شرایط زیست بهینه در فضای شهری منجر گردد).

۲ - مراقبت، جلوگیری، ضمانت و صیانت<sup>۲</sup>، (مجموعه اقداماتی برای حفظ، ممانعت و جلوگیری کردن از آسیب‌ها و خطرات وارده بر کالبد و عملکرد فضای شهری با اتخاذ تدابیر مناسب برای جلوگیری از خطرات احتمالی).

۳ - حمایت<sup>۳</sup>، (کلیه اقداماتی که از فعالیت های حفاظتی، پشتیبانی نمایند).

۴ - استحکام بخشی<sup>۴</sup>، (مجموعه اقداماتی که سبب افزایش امنیت، قدرت و استحکام بنا گردد).

<sup>1</sup> - Recuperation

<sup>2</sup> - Preservation

<sup>3</sup> - Protection

<sup>4</sup> - Consolidation

<sup>5</sup> - Empowerment

<sup>6</sup> - Improvement

<sup>7</sup> - Modernization

۴ - حفاظت<sup>۵</sup>، (مجموعه اقداماتی که حفاظت و نگهداری از فضا به شکل اولیه و طبیعی خود می گردد، به نحوی که بتواند به نیازهای معاصر پاسخ دهد و یا با تغییراتی چند در شکل طبیعی به حیات خود ادامه دهد).

۵ - نوکردن<sup>۶</sup>، (شکل دادن و با ارزش نمودن مجدد یک فضای کهن شهری از طریق مداخلات کالبدی فضایی).

۶ - احیاء<sup>۷</sup>، (اقداماتی که سبب یگانگی بخشیدن به همه بخش‌های از میان رفته شهر یا سازمان فضایی می گردد، به گونه ای که بتوان کلیت خدشه دار شده را مجدداً و از نو ایجاد کرد).

فرآیند نوسازی بافت مرکزی شهر با ساخت های کالبدی فرسوده امری ضروری است. نوسازی بافت مرکزی شهر سرمایه گذاری امروز برای ایمنی بخشی سرمایه های اجتماعی و اقتصادی حال حاضر و دارای سوددهی در دهه های آتی است. این رهیافت با توجه به خطر زلزله خیزی در اکثریت شهرهای ایران و از جمله شهر زنجان هر گونه رهیافت نوسازی را توجیه پذیر می نماید. استفاده از رهیافت نوسازی شهری بافت مرکزی شهر بایستی در چارچوب مطالعات طرح های تفصیلی ویژه و با رویکردی جدید بر مفهوم و نحوه کاربری زمین (زمین شهری سرمایه عمومی) و معاصر سازی فضا برای پاسخ به نیازهای جدید و از طریق تغییر کاربری فضا صورت پذیرد. در این میان تعدیل ضوابط و معیارهای ساخت و ساز شهری و برنامه ریزی نحوه استفاده از زمین نقش به سزایی دارد. در صورتی که

در بافت مرکزی شهر زنجان رهیافت بهسازی می تواند در عناصر شاخص و با ارزش تاریخی از جمله بازار، مساجد و تک بناهای تاریخی (کاروانسرای سنگی و ...) به کار گرفته شود. مرمت و بهسازی تک بناهای دارای ارزش ضمن کاهش حریم آنها جهت تسهیل در روند نوسازی و اصلاح و تعدیل کاربری های مجاور و حفظ هویت شهری در این زمینه گامی مهم به شمار می رود.

## ب - نوسازی<sup>۱</sup>

نوسازی زمانی انجام می گیرد که فضای شهری (بافت یا گستره)، مجموعه یا بنا از کارکردی مناسب و معاصر برخوردار بوده و لیکن فرسودگی نسبی کالبدی فضا سبب کاهش بازدهی و کارایی آن شده است. نوسازی مجموعه یا فضای شهری کهن، سازمان فضایی مربوطه را معاصر سازی نموده و امکان بازدهی بهینه آن را فراهم می آورد. نوسازی در قالب اقداماتی به شرح موارد زیر قابل اجرا است:

۱ - تجدید حیات<sup>۲</sup>، (مجموعه اقداماتی متنوع و تکمیلی برای باز گرداندن حیات مجدد و یا زندگی مجدد به بنا، مجموعه و یا بافت شهری مسئله دار).

۲ - انطباق، به روز سازی<sup>۳</sup>، (سلسله اقداماتی که سبب ایجاد سازش میان کالبد و فضای کهن با نیاز های معاصر گردد. این اقدامات منجر به ایجاد تغییر در فضا و اصلاح فضا، به منظور انطباق با کاربری های موجود و پیشنهادی می گردد).

۳ - تبدیل، دگرگونی<sup>۴</sup>، (مجموعه اقداماتی که بتواند به تغییرات مورد نیاز فضا پاسخ گوید و اخلاص حادث شده در زندگی فضا را از میان بردارد).

<sup>5</sup> - Conservation

<sup>6</sup> - Renewal

<sup>7</sup> - Restoration

<sup>1</sup> - Renovation

<sup>2</sup> - Revitalization

<sup>3</sup> - Adoption

<sup>4</sup> - Conversion

سازی، بهبود کاربری فضا، تعریض و گشایش برخی معابر که به بافت درونی محدوده مورد مطالعه منتهی شده و به تسهیل دسترسی‌ها به ویژه در مدیریت بحران می‌انجامد. - انجام پروژه‌های بازسازی پلاک‌های فرسوده در مقیاس بلوک و مجموعه برخوردار از کاربری‌های متناسب با نیازها و خواسته‌های بافت و منطبق با شرایط اجتماعی و کالبدی محدوده از طریق عملیات تجمیع قطعات و آزادسازی (ضمن حل مسائل حقوقی). این راهبرد نیازمند حل مسائل حقوقی (مالکیت قطعات) قبل از اقدام است.

### نتیجه‌گیری

بافت‌های مرکزی به عنوان بخشی از بافت قدیم شهرهای تاریخی کشور در پی تحولات رشد و گسترش شهری به ویژه در طی سده اخیر دچار دگرگونی و تغییرات عمیق گردیده‌اند. در این جریان بخش‌های قابل توجهی از فضای شهری در شهر زنجان به عنوان یکی از شهرهای میانی کشور با فرسودگی شدید کالبدی - کارکردی به عنوان یکی از مهمترین گونه‌های فرسودگی مواجه گردیده‌اند. با وجود تلاش‌های در حال انجام در کشور برای بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده به ویژه در بافت مرکزی شهرها (در قالب طرح‌های تفصیلی ویژه و طرح‌های ساماندهی)، هنوز اقدامات جدی در بافت مرکزی شهر زنجان که از میزان تهدیدات موجود کاسته و ایمنی و امنیت سرمایه‌گذاری در این بافت را افزایش دهد، صورت نپذیرفته است. هر چند فرسودگی در مواردی در بافت‌های میانی و بافت‌های اسکان غیر رسمی شهر شدیدتر است، لیکن به لحاظ اهمیت اقتصادی، ارتباطی، هویتی، زیبایی‌شناختی و اهمیت کالبدی (نقطه همگرایی

فضا دارای کاربری متناسب با نیازها باشد، نوسازی کالبدی ساخت‌ها سریعتر انجام می‌پذیرد.

### ج - بازسازی<sup>۱</sup>

این مفهوم به معنای نوسازی است. زمانی صورت می‌گیرد که مجموعه (بافت یا گستره)، بنا یا فضای شهری دچار فرسودگی کامل شده باشد. این رهیافت عمدتاً<sup>۲</sup> برای ایجاد حیات جدید در گستره‌های فرسوده به کار گرفته می‌شود. روند بازسازی از طریق اقداماتی به شرح زیر قابل اجرا است:

- ۱ - تخریب<sup>۳</sup>، (مجموعه اقداماتی که قبل از هر گونه عمل بازسازی برای آماده‌سازی صورت می‌گیرد).
  - ۲- پاکسازی و آوار برداری، (مجموعه اقداماتی که برای مهیا کردن زمین فضاهای مخروبه صورت پذیرد).
  - ۳ - دوباره سازی، (کلیه اقداماتی که سبب ساخت مجدد بر اساس آنچه که از قدیم بوده است، گردد) (همان).
- استفاده از این راهبرد در بافت مرکزی شهر جهت احیای فضاهای کاملاً<sup>۳</sup> فرسوده به ویژه در بخش‌های داخلی بافت در چارچوب سیاست‌های برنامه ریزی کاربری فضا، تراکم تشویقی، تغییر کاربری، توانبخشی و ارتقای محیطی، یارانه‌های نوسازی، نوسازی مشارکتی، سهام پروژه دست‌یافتنی است. در این زمینه تهیه و اجرای برنامه‌هایی به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

- حمایت از نیازهای اجتماعی و زیست محیطی از طریق رویکرد‌های ظرفیت‌سازی، نهاد سازی و توانمندسازی. - تأمین، تکمیل، بهبود و اصلاح زیرساخت‌های شهری در کنار نوسازی مهمترین اقدام در ارتقای محیطی (ارتقاءبخشی)<sup>۳</sup> بافت مرکزی شهر است. - اجرای پروژه‌های مربوط به مقاوم

<sup>1</sup> - Reconstruction

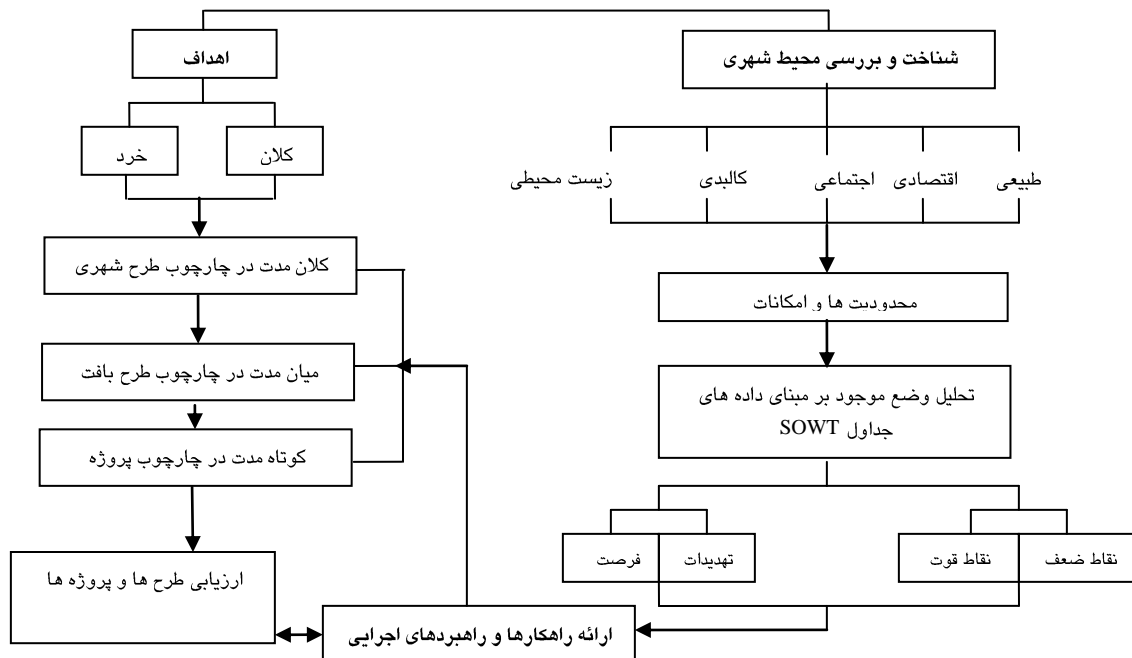
<sup>2</sup> - Demolition

<sup>3</sup> - Upgrading



تعهد سیاسی، مدیریت مداوم و رویکردی جامع نگر متناسب با منافع شهروندان و خواسته های جامعه شهری است. تحقق چنین روندی مستلزم بهسازی و نوسازی بافت مرکزی شهر از طریق سیاست های مدیریتی و برنامه ریزی واقع گرا و راهبردهای اجرایی با چارچوب های اقتصادی شهروند مدار است. در این میان دخالت های کالبدی سنجیده جهت ساماندهی وضعیت حاکم (به ویژه شبکه ارتباطی، زیرساخت ها و استخوانبندی بناها) بر بافت های مذکور ضرورتی انکار ناپذیر است. این دخالت تنها در چارچوب به کارگیری مستمر راهبردهای بهسازی، نوسازی و بازسازی (متناسب با نوع کاربری فضا، ارزش فضا، گونه فرسودگی و گستره فرسودگی که می تواند قطعه، بلوک، واحد همسایگی، محله و... باشد) رهگشا بوده و به کارگیری مجزای هر کدام از موارد مذکور برای ساماندهی بافت قرین به موفقیت نخواهد بود (شکل ۵).

شبکه ارتباطی، فعالیت ها) بافت مرکزی و محوریت آن در روند توسعه شهری توجه به بافت های مذکور از جایگاه ویژه ای برخوردار است. بافت مرکزی شهر زنجان به عنوان نمونه ای از شهرهای قدیمی با ساختار های کالبدی - کارکردی، در کنار تغییرات سریع شهری در دهه های اخیر و متأثر از دخالت های کالبدی از دوگانگی فضایی ناشی از عدم هماهنگی استخوانبندی قدیمی و نیازهای جدید با عدم انتظام مواجه گردیده و رو به فرسودگی کامل نهاده است. در جایی که از نظر موقعیت مکانی و اقتصادی فضا از عملکرد مناسب برخوردار بوده است (به ویژه در فضاهای با کارکرد تجاری)، دخالت های موردی در چارچوب نوسازی (از طرف بخش خصوصی و عمدتاً به صورت خودیار) بافت صورت پذیرفته است. چنین رویکردی نمی تواند به حل مسئله در ارتباط با کل بافت بیانجامد و نیازمند نگرشی راهبردی، یکپارچه و فرآیند برنامه ریزی گام به گام متناسب با نیازهای آتی، پشتوانه های مالی،



شکل ۵- الگوی پیشنهادی بهسازی و نوسازی و بازسازی بافت مرکزی شهر

## منابع

- شکویی، ح.، ۱۳۷۷، جغرافیای کاربردی و مکتب-های جغرافیایی، چاپ چهارم، انتشارات آستان قدس رضوی.

- شمعی، ع.، و پور احمد، ا.، ۱۳۸۴، بهسازی و نوسازی شهری از دیدگاه علم جغرافیا، انتشارات دانشگاه تهران.

- وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۴، اصول و راهبردهای کلی بهسازی و نوسازی بافت های فرسوده و قدیمی شهری، سازمان عمران و بهسازی شهری.

-Claudio C., and Acioly Jr., 1999. Institute for housing and urban development studies-HIS. <http://www.Cadiocioly.com/functions/Pdf.Php>, p. 1-27.

- آرمانشهر، مهندسین مشاور، ۱۳۸۳. طرح بازنگری تفصیلی شهر زنجان، گزارش مرحله اول (مطالعات وضع موجود). جلد سوم و چهارم، مطالعات اقتصادی و اجتماعی و کالبدی.

- آرمانشهر، مهندسین مشاور، ۱۳۸۴، مطالعات بافت فرسوده شهر زنجان؛ بخشی از بافت قدیم شهر، گزارش جلد اول، مطالعه وضع موجود (مطالعات طبیعی، کالبدی، اقتصادی، اجتماعی).

- ابلقی، ع.، ۱۳۸۰، بافت تاریخی، حفاظت، مرمت، بهسازی یا نوسازی، نشریه هفت شهر، سال دوم، شماره های ۴ و ۵.

- امکو، مهندسین مشاور، ۱۳۶۷، طرح جامع شهر زنجان، مطالعات بخش تاریخی و کالبدی شهر.

- امکو، مهندسین مشاور، ۱۳۵۷، طرح جامع شهر زنجان، جلد اول بخش مطالعات کالبدی و تاریخی شهر.

- تقی زاده مطلق، م.، ۱۳۷۹، چالش های اقتصادی محله های تاریخی شهری، مترجم:، در هفت شهر، شماره دوم.

- حبیبی، م.، مقصودی، م.، ۱۳۸۱، مرمت شهری، انتشارات دانشگاه تهران.

- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۴، برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۸-۱۳۸۴)، چاپ ششم.

## محیط رسوبی و چینه نگاری سکانسی سازند فهلیان در میداین نفتی اهواز و آب تیمور (فرو افتادگی دزفول شمالی)

سادات فیض نیا<sup>۱</sup>، عباس فهیمی<sup>(\*)</sup>، مظاهر یآوری<sup>۲</sup>

- ۱- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
- ۲- کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
- ۳- کارشناسی ارشد، بخش زمین شناسی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۲/۲۰

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۱۱/۲۲

### چکیده

سازند فهلیان توالی کربناته با سن کرتاسه پایینی است که در حوضه رسوبی زاگرس به طور گسترده نهشته شده است. سازند فهلیان در مقطع تحت الارضی چاههای ۳۰۷ از میدان نفتی اهواز و ۳۲ از میدان نفتی آب تیمور مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات پتروگرافی و آنالیز رخساره ها منجر به شناسایی ۱۷ میکروفاسیس گردید. این میکروفاسیسها در یک محیط رمپ کربناته تک شیب و در ۴ کمربند رخساره ای شامل پهنه های جزر و مدی، لاگون، سد و دریای باز نهشته شده اند. تغییرات نسبی سطح آب دریا در حین تشکیل نهشته های سازند فهلیان منجر به تشکیل سه سکانس رسوبی درجه سوم با مرزهای نوع اول و دوم گردیده است. این سکانسها بر اساس آنالیز رخساره ها و شناسایی الگوی انباشتگی پیشرونده و پسرونده رسوبات شناسایی گردید. مرز پایینی سکانس اول در هر دو مقطع از نوع اول بوده و بقیه مرزها از نوع دوم می باشد. سطوح حداکثر پیشروی در سازند فهلیان مطابق با سطوح حداکثر پیشروی در زمان های معادل در پلت فرم عربی می باشد.

واژه های کلیدی: فهلیان، کرتاسه پایینی، میکرو فاسیس، رمپ کربناته، چینه نگاری سکانسی.

\* تلفن نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۱۳۰۲۸۹۰

## مقدمه

کشور ایران دارای پهنه های ساختاری- رسوبی متعددی است، از جمله این پهنه ها، پهنه زاگرس است که به علت نبود فعالیتهای آذرین، وجود سنگهای منشاء غنی از مواد آلی و سنگ مخزنهای متخلخل و تراوا با سنگ پوشهای مناسب، شرایط منحصر به فرد برای تولید و انباشت هیدروکربن فراهم کرده و باعث شده که این پهنه از نفت خیزترین حوضه های رسوبی دنیا به حساب آید. سازند فهلیان یکی از سازندهای مخزنی زاگرس متعلق به گروه خامی و به سن نئوکومین (کرتاسه پایینی) می باشد، به علت عدم رخنمون این سازند در فرو افتادگی دزفول شمالی و دارا بودن خاصیت مخزنی، مطالعه این سازند با کمک اطلاعات ژئوفیزیکی و مقاطع نازک حاصل از چاههای حفاری شده شرکت ملی نفت ایران انجام گرفته و سبب شناسایی بهتر شرایط نهشت و سایر خصوصیات زمین شناسی این سازند می شود. برش نمونه سازند فهلیان در یال جنوبی کوه دال، در نزدیکی دهکده فهلیان واقع در ۹۰ کیلومتری شرق دوگنبدان (گچساران) و ده کیلومتری شمال نورآباد ممسنی در ناحیه فارس قرار دارد. سنگ شناسی سازند فهلیان در مقطع نمونه شامل ۳۶۵ متر آهک توده ای که به رنگ قهوه ای تا خاکستری دیده می شود و در قسمتهای فوقانی دارای لایه بندی متوسط، آلیتی، پلتی و نسبت به سازند زیرین یعنی سورمه از محتوای رسی بیشتری برخوردار است (آقنابتی، ۱۳۸۳). حد پایینی این سازند با دولومیت های تیره رنگ سازند سورمه در برش نمونه همساز است. در مناطقی که سازند هیث گسترش دارد این سازند حد زیرین سازند فهلیان را تشکیل می دهد. حد بالایی سازند فهلیان در برش نمونه با مارن ها و آهک های سازند گداون قابل انطباق است.

در این تحقیق به مطالعه و بررسی سازند فهلیان در چاه شماره ۳۰۷ از میدان نفتی اهواز و چاه شماره ۳۲ از میدان نفتی آب تیمور واقع در قسمت شمالی

فروافتادگی دزفول (شکل ۱- A و B) پرداخته و محیطهای رسوبی سازند فهلیان و سکانسهای رسوبی در دو چاه مورد مطالعه قرار گرفته است.

## روش مطالعه

آغاز کار با مطالعات کتابخانه ای و جمع آوری اطلاعات حاصل از کارهایی که تاکنون بر روی سازند فهلیان انجام شده است. مرحله بعد مطالعات آزمایشگاهی بود، در این مرحله به مطالعه مقاطع نازک گرفته شده پرداختیم، به علت مخلوط شدگی در نمونه های گرفته شده از خرده های حفاری<sup>۱</sup>، مطالعه مقاطع نازک از قسمت بالای سازند شروع شده و با ظهور رخساره های جدید در مقاطع مرز رخساره ها مشخص گردید. نامگذاری میکروفاسیسیها به روش تکمیل شده نامگذاری دانه ها انجام گرفته است. بعد از مرحله مطالعه مقاطع نازک، با توجه به اطلاعات به دست آمده رخساره های رسوبی در دو چاه با استفاده از رخساره های استاندارد ویلسون (۱۹۷۵) تفکیک و با مدل رمپ کربناته ارائه شده توسط فلوگل (RMF) منطبق شد (فلوگل، ۲۰۰۴) و محیط های رسوبی سازند در دو چاه تفسیر گردید. در مرحله بعد اطلاعات بدست آمده با اطلاعات حاصل از چاه پیمایی و نمودار اشعه گاما<sup>۲</sup> مطابقت داده شد و با کمک نرم افزار ستون رخساره ای و چینه نگاری سکانسی، سازند در دو چاه و مدل شبیه سازی شده از محیط رسوبی سازند در زمان رسوبگذاری رسم گردید، سپس تطابق چینه نگاری سازند در دو چاه مورد مطالعه قرار گرفت. مرحله آخر جمع بندی اطلاعات بدست آمده و ارائه نتایج می باشد. مطالعات میکروسکوپی تعداد ۸۵۰ عدد مقطع نازک و اندازه گیری میکروسکوپی عناصر تشکیل دهنده در هر مقطع نازک از نظر درصد دانه های اسکلتی، اجزای غیر اسکلتی، سیمان و ماتریکس مورد بررسی قرار گرفته و نامگذاری

<sup>۱</sup>-Well cutting

<sup>۲</sup>-Gamma ray log

میکروفاسیس همراهی با اجزای اسکلتی کم (وکستون)<sup>۱</sup> نیز حاکی از شرایط نامساعد منطقه عمیق برای رشد موجودات دارد. این میکروفاسیس منطبق بر کمر بند رخساره ای شماره ۱ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۳ فلوگل (۱۹۷۵) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF1 فلوگل (۲۰۰۴) است.

#### A2: وکستون پلتی بایوکلاست دار (Bioclast Pellet Wackestone)

این میکروفاسیس شامل ۵ تا ۱۰ درصد خرده های فسیلی از پوسته اکتینوئید، سوزن اسفنج، جلبک سبز داسی کلادسه آ، پوسته دو کفه ای به همراه ۱۵ درصد پلت در خمیره متشکل از ۷۵ تا ۸۰ درصد میکریت می باشد. درون آلوکمهها سیمان اسپاری و ۱ تا ۲ درصد پیریت ثانویه دیده می شود (شکل ۲-C). این میکروفاسیس در بردارنده اجزای اسکلتی خرد شده مانند پوسته اکتینوئید، سوزن اسفنج و دوکفه ای می باشد. وجود این قطعات فسیلی به صورت خرد شده و با درصد کم حاکی از حمل و نقل توسط امواج از محل اصلی زیست این موجودات یعنی محیط لاگون و مناطق کم عمق به مناطق نیمه عمیق و دریای باز و رسوبگذاری این قطعات همراه با کم شدن انرژی امواج است (فلوگل، ۲۰۰۴). همچنین در زمینه این میکروفاسیس ۱۰ تا ۱۵ درصد پلتها به صورت کاملاً گرد شده مشاهده می شود که وجود این قطعات حاشیه کاملاً گرد شده آنها حاکی از حمل و نقل از محیط اصلی تشکیل آنها توسط امواج و عوامل حمل و نقل دریایی و رسوبگذاری در شرایط دریای باز و کم عمق تا نیمه عمیق دارد. همچنین زمینه میکریتی این میکروفاسیس نیز همانطور که در مورد میکروفاسیس A1 شرح داده شد به همراه قطعات اسکلتی دوباره حمل شده حاکی از این زیر محیط رسوبی است. این میکروفاسیس منطبق بر کمر بند

بوسیله روش تقسیم بندی تکمیل شده دانهام انجام شده است. بر اساس این مطالعات تعداد ۱۷ میکروفاسیس در چهار زیر محیط رسوبی دریای باز (A)، سد (B)، لاگون (C) و پهنه جزر و مدی (D) شناسایی شده است که در ادامه به شرح آنها می پردازیم.

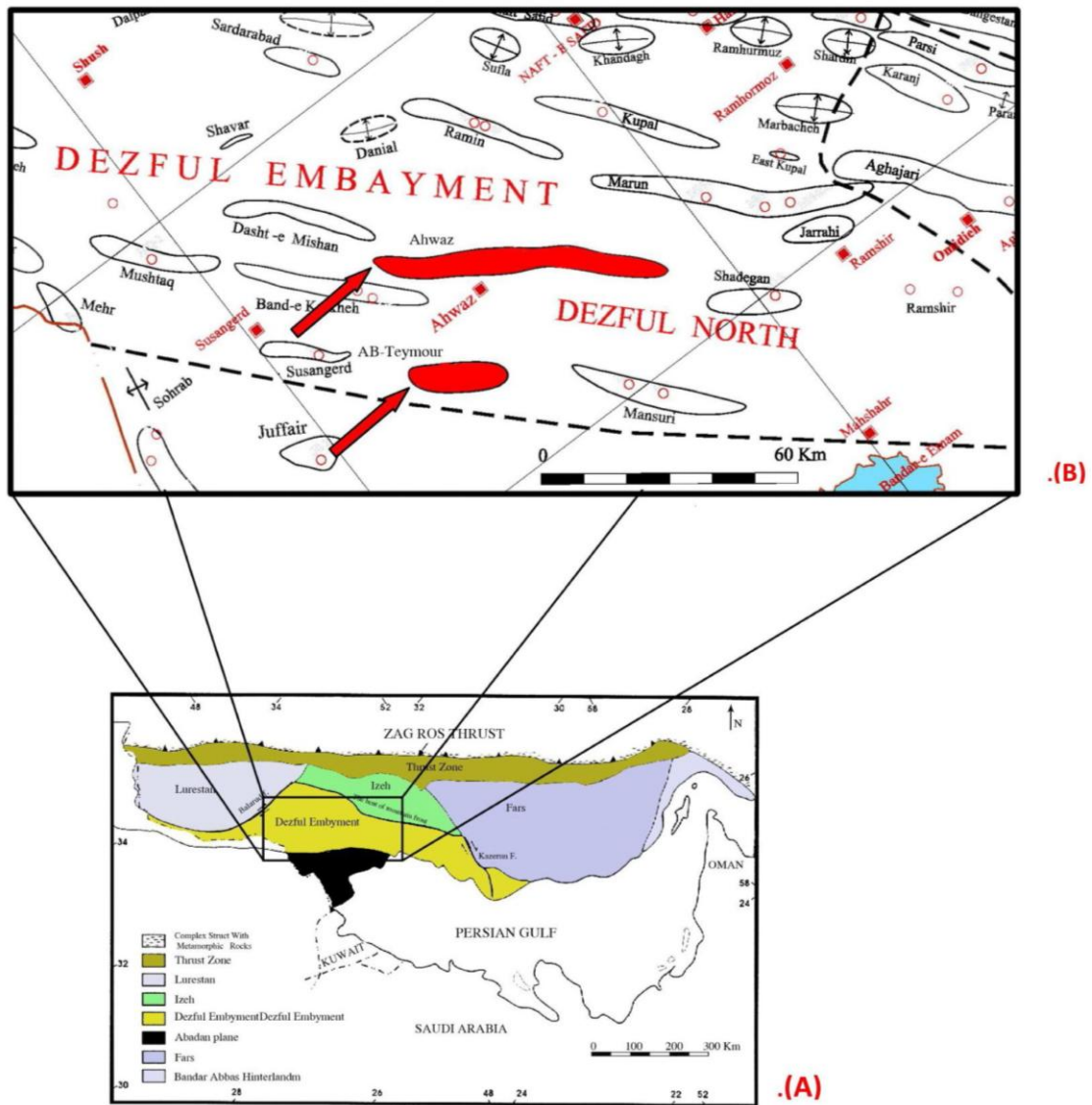
#### میکرو فاسیسهها:

#### گروه A: A1: وکستون دارای اسپیکول اسفنج (Spiculite Wackestone)

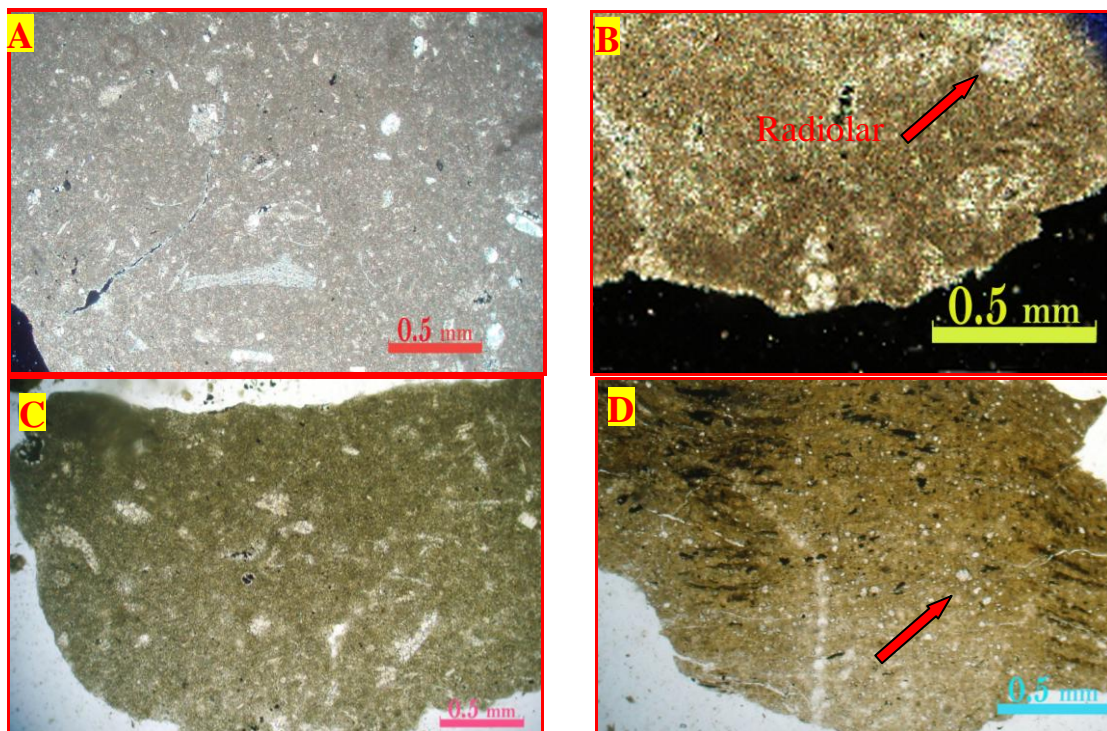
این میکروفاسیس شامل ۱۰ تا ۱۵ درصد سوزن اسفنج، ۲ درصد رادیولر، به همراه قطعات فسیلی خرد شده از جنس پوسته اکتینوئید، استراکد به مقدار ۵ درصد و مقدار اندکی (۱ درصد) قطعات فسیلی از جنس چرت می باشد. خمیره این میکروفاسیس شامل ۷۵ درصد میکریت می باشد. از فرآیندهای دیاژنزی استیلولیتی شدن و مگنتیتی شدن (۲ تا ۵ درصد در حفرات آلوکمهها و پوستهها) و سیمان اسپاری را می توان نام برد (شکل ۲-A و B). وجود آلوکمههای اسکلتی مثل سوزن اسفنج به همراه مقدار کمی از پوسته رادیولر و قطعات فسیلی دیگر از جمله عوامل تأیید کننده شرایط نهشته شدن این میکروفاسیس در زیر محیط دریای باز می باشند. اسفنجها و قطعات سوزنهای مربوط به این گروه موجودات از نشانه های بارز محیط عمیق دریا، شرایط عمیق لاگون و شرایط آب سرد می باشند (تاگر و رایت، ۱۹۹۰). حضور این آلوکمهها به همراه پوسته رادیولر که موجوداتی با پوسته سیلیسی و محیط رشد عمیق می باشند تأیید کننده محیط دریای باز نیمه عمیق تا عمیق برای این میکروفاسیس است (فلوگل، ۲۰۰۴). همچنین قطعات فسیلی از جنس سیلیس به همراه زمینه میکریتی نیز خود موبد شرایط کم انرژی می باشد. زمینه میکریتی می تواند هم در شرایط لاگون و هم در مناطق عمیق دریا به صورت گلهای همی پلاژیک یافت شود (تاگر و رایت، ۱۹۹۰). در مورد این

<sup>۱</sup> -Wackestone

رخساره‌ای شماره ۴ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۵ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF3 فلوگل (۲۰۰۴) است.



شکل ۱ - (A) موقعیت فرو افتادگی دزفول در زون زاگرس، (B) موقعیت میداین مورد مطالعه در فروافتادگی دزفول شمالی، (A): اقتباس باتغییراتی از هیلز و مک کولان، ۱۹۷۴؛ فالکون، ۱۹۷۴)، B: برگرفته شده از نقشه (1:1, 000, 000 شرکت ملی نفت ایران)



شکل ۲- (A, B) و کستون دارای اسپیکول اسفنج، در شکل B پوسته رادیولر بوسیله پیکان مشخص شده است، (C) و کستون پلتی بایوکلاست دار، (D) گل سنگ آرژلیتی، در این تصویر کانیهای خود شکل دولومیت درون زمینه سنگ مشخص است

### A3: گل سنگ آرژلیتی

#### (Argillaceous Lime Mudstone)

این میکروفاسیس فاقد آلومهای کربناته می باشد و زمینه میکریتی مشاهده شده به علت آغستگی به کانیهای رسی ( به میزان ۲۵ تا ۵۰ درصد) حالت قهوه ای رنگ به خود گرفته است. وجود رس را از روی پیکهای نمودار اشعه گاما می توان تشخیص داد. همچنین در برخی مقاطع ۵ تا ۱۰ درصد ذرات کوارتز زاویه دار نیز دیده می شود. فرایندهای دولومیتی شدن (۱۰ تا ۱۵ درصد) به صورت بلورهای لوزی شکل، مگنتیتی شدن و چرت زایی نیز دیده می شود (شکل ۲-D). عدم وجود قطعات اسکلتی برجا (درصد ناچیز) حاکی از شرایط نامساعد برای رشد و نمو ارگانیسیمهای دریایی و محیط عمیق دارد. ضمن آنکه وجود زمینه از گلهای همی پلاژیک به همراه آغستگی به کانیهای رسی حاکی از شرایط رسوبگذاری در عمق خیلی پایین تر از خط اثر امواج و در شرایط کاملاً آرام و کمبود اکسیژن دارد (تاکر و رایت، ۱۹۹۰). این

میکروفاسیس منطبق بر کمر بند رخساره ای شماره ۱ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۳ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF2 فلوگل (۲۰۰۴) است.

### گروه B: B1: پکستون بایوکلاستی پلت دار

#### (Pellet Bioclast Packstone)

این میکروفاسیس شامل ۵ درصد خار اکینوئید، ۲ درصد سوزن اسفنج، ۵ درصد استراکد به همراه ۲ تا ۳ درصد فرامینیفرهای بنتیک از جنس تکستولاریا، لنتیکولینا و تروکولینا، ۲۰ تا ۳۰ درصد جلبک سبز از جنسهای داسی کلاسه‌آ و هالیمدا ۱ و درصد پوسته گاستروپود می‌باشد. از اجزای غیر اسکلتی ۳۰ تا ۴۰ درصد پلت، ۱۰ درصد بلورهای خود شکل دولومیت در بعضی بخشها، ۱ درصد پیریت وجود دارد. این میکروفاسیس شامل ۱۰ درصد سیمان اسپاری و ۳۰ درصد ماتریکس میکریتی است (شکل ۳-۳A). وجود خرده‌های اسکلتی حمل شده از محیط لاگون به مقدار زیاد (حدوداً ۴۰ تا ۵۰ درصد) حاکی از حمل و نقل از محیط لاگون و نزدیکی محیط رسوبگذاری این نهشته‌ها به محیط لاگونی و شرایط نسبتاً کم عمق و تاثیر امواج دریا دارد. همچنین وجود مقدار بالای پلتهای گرد شده که محل تشکیل آنها ابتدا در زیر محیط لاگون بوده و به صورت حمل شده نیز موید شرایط رسوبگذاری این میکروفاسیس در محیط سدی و تحت تاثیر انرژی زیاد امواج است (فلوگل، ۲۰۰۴). وجود مقداری از زمینه به صورت میکریت (۳۰ درصد) در محیط سدی می‌تواند بر اثر کم شدن انرژی در محیط یا له شدن و خرد شدن پلتهای میکریتی در نتیجه تاثیر عوامل مختلف دینامیکی از جمله فشردگی<sup>۱</sup> باشد (تاگر و رایت، ۱۹۹۰). از دیگر عوامل تایید کننده این زیر محیط جورشدگی خوب ذرات و دانه های رسوبی به دلیل انرژی بالای محیط می‌باشد. این میکروفاسیس منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۷ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۸ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF26 فلوگل (۲۰۰۴) است.

### B2: پکستون - گرینستون اینتراکلاستی دارای

#### پلت

#### (Intraclast Pellet Pack Grainstone)

اجزای غیر اسکلتی این میکروفاسیس شامل ۴۰ درصد اینتراکلاست، ۳۰ درصد پلت و در بعضی جاها تا ۵ درصد دولومیت است. درون این میکروفاسیس حدوداً ۵ تا ۱۰ درصد اجزای اسکلتی شامل توبی‌فیت‌ها<sup>۲</sup>، سوزن اسفنج، جلبک قرمز، قطعات اکینوئید و تعدادی فرام لنتیکولینا مشاهده می‌شود. این میکروفاسیس شامل ۲۰ تا ۳۰ درصد ماتریکس میکریتی، ۱۰ تا ۲۰ درصد سیمان اسپاری و ۵ درصد پیریت می‌باشد (شکل ۳-۳B). همچنین وجود خمیره متشکل از سیمان اسپاری حاکی از انرژی بالای محیط در زیر محیط سدی و در نتیجه شسته شدن میکریت از خمیره و ایجاد امکان تشکیل سیمان اسپاری در بین آلوکمه‌های کربناته شده است. علت وجود ماتریکس میکریتی به همراه سیمان کلسیتی در میکروفاسیس B1 شرح داده شده است. این میکروفاسیس منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۶ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۱ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF26 فلوگل (۲۰۰۴) است.

### B3: گرینستون اینتراکلاستی دارای آلیت

#### (Oolite Intraclast Grainstone)

این میکروفاسیس شامل ۱۰ درصد آلیت، ۴۰ درصد اینتراکلاست از جنس میکریت و ۵ تا ۱۰ درصد پلت می‌باشند. این میکروفاسیس ۳۰ تا ۴۰ درصد سیمانهای بلوکی، دروزی و میکریتی می‌باشد (شکل ۳-۳C). وجود آلیت در آلوکمه‌های اصلی تشکیل دهنده این میکروفاسیس به همراه اینتراکلاستهای میکریتی به صورت حمل شده و بدون زاویه به همراه زمینه حاوی سیمان کربناته حاکی از شرایط رسوبگذاری در محیط سدی و پر انرژی دارد. این

<sup>۲</sup>-Tubiphytes

<sup>۱</sup>-Compaction



میکروفاسیسها بیانگر شرایط رشد به صورت ریفهای کومه‌ای<sup>۱</sup> و در مناطق سدی و چسبیده به لاگون می‌باشد (فلوگل، ۲۰۰۴). میکروفاسیس B5 منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۵ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۱ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) است.

#### B6: باندستون لیتوکودیومی

##### (Lithocudiom Boundstone)

این میکروفاسیس از جلبک لیتوکودیوم با بافت شبکه‌ای<sup>۲</sup> ساخته شده است که حفرات آن توسط سیمان کلسیتی نوع دروزی پر شده‌اند. لیتو-کودیومها به صورت ریفهای کومه‌ای بیشتر در حاشیه داخلی سدها وجود دارند (فلوگل، ۲۰۰۴). از آلومهای غیر اسکلتی ۲ تا ۵ درصد اینتراکلاست و ۵ تا ۱۰ درصد پلت درون حفرات ساختمان شبکه-ای دیده می‌شوند (شکل ۳-F). شرح این میکروفاسیس در B5 آمده است. این میکروفاسیس منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۵ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۷ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و منطبق بر RMF12 فلوگل (۲۰۰۴) است.

#### گروه C: C1: پکستون دارای فرامینیفر بنتیک و جلبک سبز

##### (Benthic Foraminifera Green Algae Packstone)

این میکروفاسیس شامل ۱۰ تا ۱۵ درصد جلبک سبز داسی کلاسه‌آ، ۵ درصد جلبک سبز کودیاسه‌آ از جنس هالیمدا، ۱۰ درصد فرامینیفرهای بنتیک از جنس میلیولید، تروکولینا و لنتیکولینا، ۵ درصد

میکروفاسیس منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۶ ویلسون و میکروفاسیس استاندارد ۱۵ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF27 فلوگل (۲۰۰۴) است.

#### B4: گرینستون پلت دار

##### (Pellet Grainstone)

این میکروفاسیس شامل ۳۰ تا ۳۵ درصد پلت، ۵ درصد اینتراکلاست، ۵ درصد آللیت میکریتی و اجزای اسکلتی شامل ۱ درصد خار اکینوئید ۵ درصد جلبک توبی فیت، ۲ درصد فرامینیفرهای بنتیک از جنس میلیولید، سودوسیکلامینا می‌باشد. در این میکروفاسیس سیمانهای بلوکی و دروزی مشاهده می‌شود که ۵۰ درصد سنگ را تشکیل می‌دهند (شکل ۳-D). آلوکم اصلی این میکروفاسیس پلت می‌باشد که دارای جورشدگی خوبی است به همراه پلتها مقدار کمی از قطعات اسکلتی خرد شده نیز مشاهده می‌شود که حاکی از شرایط پر انرژی مجاور لاگون است. وجود زمینه شسته شده از میکریت نیز از دیگر نشانه‌های تایید کننده این زیر محیط می‌باشد. این میکروفاسیس منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۵ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۱ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF30 فلوگل (۲۰۰۴) است.

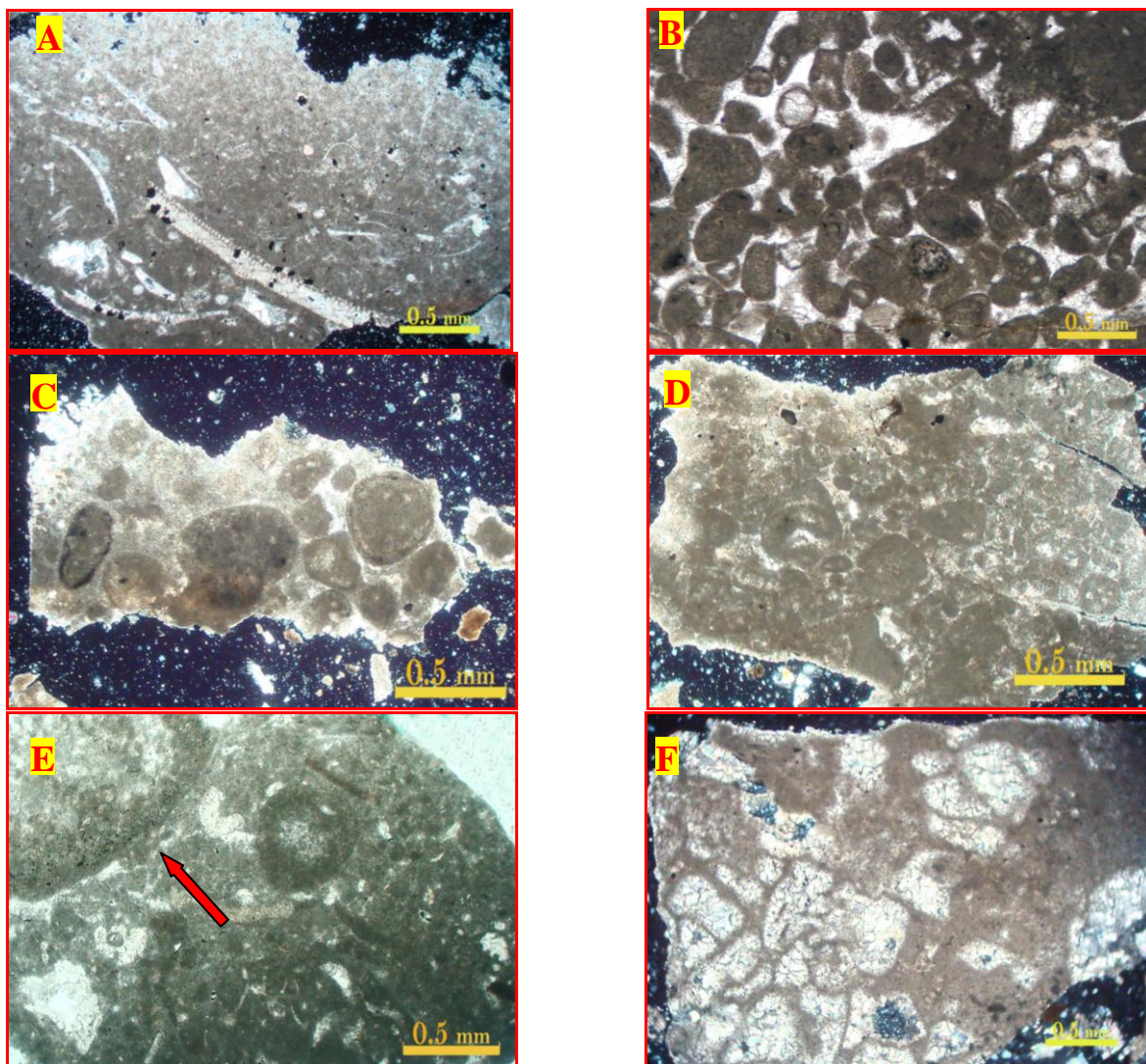
#### B5: پکستون توبی فیتها

##### (Tubiphytes Packstone)

این میکروفاسیس شامل ۳۰ درصد جلبک توبی فیت، ۵ درصد داسی کلاسه‌آ، ۲ درصد اکینوئید و ۲ درصد فرامینیفرهای بنتیک از جنس تروکولینا و لنتیکولینا به همراه اجزای غیر اسکلتی شامل ۵ تا ۱۰ درصد پلت، ۱۰ درصد اینتراکلاست می‌باشد. این میکروفاسیس شامل ۳۵ درصد میکریت و ۵ درصد سیمان بلوکی است (شکل ۳-E). وجود جلبکهای توبی فیت و لیتوکودیوم درون

<sup>۱</sup> -Pach reef

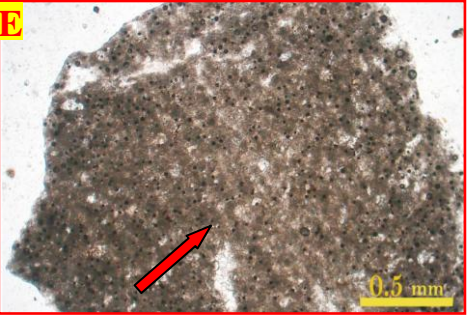
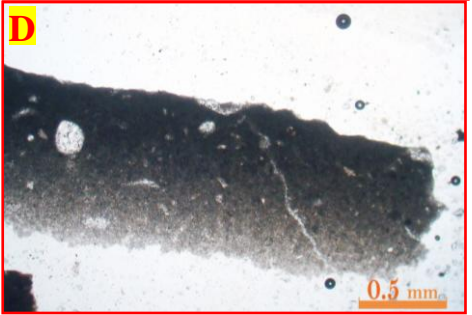
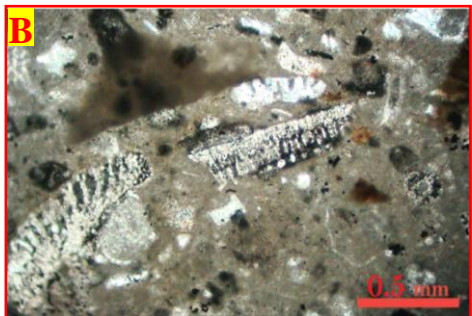
<sup>۲</sup> -Network



شکل ۳- (A) پکستون بایوکلاستی دارای پلت، (B) پکستون -گرینستون پلتی دارای اینتراکلاست، (C) گرینستون اینتراکلاستی دارای الیت، (D) گرینستون پلت دار، (E) پکستون تویفیت دار، (F) باندستون لیتوکودیومی

و عدم حمل شدگی دارد (فلوگل، ۲۰۰۴). به علاوه خمیره میکریتی نیز حاکی از شرایط زیر خط اثر موج و رشد و نمو بالای جلبکهای دریایی به عنوان منشا تولید پلتها و همچنین میکریت در خمیره سنگ می باشند. این میکروفاسیس منطبق بر کمر بند رخساره ای شماره ۸ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۸ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF20 فلوگل (۲۰۰۴) است.

قطعات خار پوست، ۲ درصد پوسته گاستروپود به همراه اجزای غیر اسکلتی شامل ۲۰ تا ۳۰ درصد پلت، می باشد. خمیره میکروفاسیس شامل ۲۰ تا ۳۰ درصد میکریت می باشد (شکل ۴- A). حضور جلبک سبز از جنسهای داسی کلاسه آ و هالیمدا به همراه فرامینیفرهای بنتیک (میلیولید، تکستولاریا، دخانیا و...) از خصوصیات بارز زیر محیط لاگون می باشند (فلوگل، ۲۰۰۴؛ صالحی، ۱۳۸۶). همچنین وجود پلت به صورت برجها و لکه مانند حاکی از رسوبگذاری در همان محیط تشکیل



### C2: پکستون پلتی دارای کودیاسه آ

#### (Codiacea Pellet Packstone)

این میکروفاسیس شامل ۳ درصد جلبک کودیاسه، ۱ درصد جلبک قرمز، ۲ تا ۳ درصد اجزای خارپوست، ۱ درصد دوکفه‌ای، ۲ درصد استراکد، ۵ درصد پوسته براکیوپود و ۱ درصد گاستروپود به همراه اجزای غیر اسکلتی از جمله ۴۰ تا ۵۰ درصد پلت می باشد. خمیره این میکروفاسیس شامل ۳۰ تا ۴۰ درصد میکریتم می باشد (شکل ۴-B). وجود پلت همراه با خمیره میکریتمی و فسیلهای شاخص محیط لاگون از جمله جلبک سبز و فرامینیفرهای بنتیک حاکی از شرایط رسوبگذاری مناطق کم انرژی و عمق زیاد و منطقه با گردش محدود آب در لاگون دارد (فلوگل، ۲۰۰۴). میکروفاسیس C2 منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۸ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۶ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF16 فلوگل (۲۰۰۴) است.

### C3: وکستون بایوکلستی دارای پلت

#### (Pellet Bioclast Wackestone)

این میکروفاسیس شامل ۵ درصد جلبک سبز داسی کلاسه آ، ۵ درصد استراکد، ۳ درصد گاستروپود، ۳ درصد قطعات خار پوست و ۱ تا ۲ درصد دو کفه ای و به میزان بسیار کم فرامینیفر تکستولاریا به همراه اجزای غیر اسکلتی شامل ۱۰ تا ۲۰ درصد پلت می باشد. خمیره این میکروفاسیس شامل ۵۰ تا ۶۰ درصد میکریتم می باشد (شکل ۴-C). میکروفاسیس C3 منطبق بر کمربند رخساره‌ای شماره ۷ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۰ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF20 فلوگل (۲۰۰۴) است.

شکل ۴ - (A) پکستون دارای فرامینیفر بنتیک و جلبک سبز، جلبک داسی کلاسه آ (B) پکستون پلتی دارای بایوکلست، (C) وکستون بایوکلستی دارای پلت، (D) گل سنگ فسیل دار، (E) پکستون پلتی، پلت به صورت لکه های تیره رنگ سرتاسر زمینه را فرا گرفته است



**گروه D: D1: گل سنگ سیلتی (Silty Mudstone)**

این میکروفاسیس تقریباً فاقد خرده های اسکلتی مشخص است. این میکروفاسیس در بعضی جاها حاوی ۱۰ تا ۱۵ درصد ذرات کوارتز تخریبی در حد سیلت و به صورت زاویه دار است. از دیگر ویژگیهای بارز این رخساره حضور قالبهای دروغین تبخیری با بلورهای شکل دار می باشد (شکل ۵-A). وجود قالبهای دروغین از کانیهای تبخیری به صورت خودشکل حاکی از اثر وجود کانیهای تبخیری تشکیل شده در شرایط جزرومدی می باشد که در اثر عوامل دیاژنزی از بین رفته اند و قالب آنها باقی مانده است، وجود قالبها حاکی از شرایط رسوبگذاری جزر و مدی است. این میکروفاسیس منطبق بر کمر بند رخساره ای شماره ۹ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۲۳ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF25 است. فلوگل (۲۰۰۴) است.

**D2: کوارتز آرنایت (Quartz Arenite)**

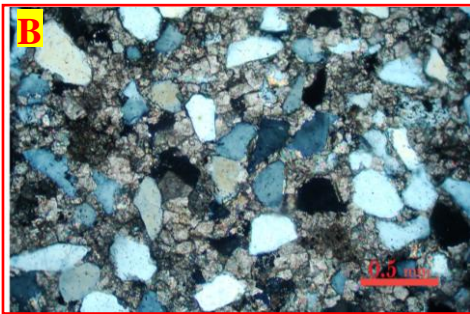
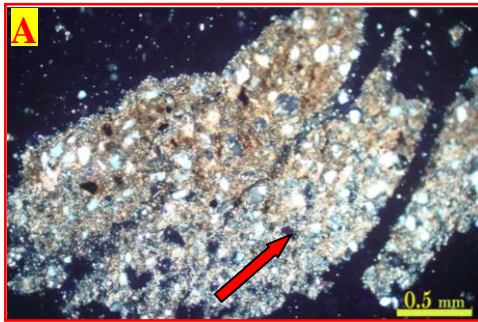
این میکروفاسیس دارای ۹۰ درصد قطعات کوارتز در اندازه ماسه ریز تا متوسط می باشد. بین قطعات کوارتز سیمان کلسیتی وجود دارد (شکل ۵-B). وجود ماسه های کوارتزی در اندازه ماسه و زمینه سیمان کلسیتی بیانگر انرژی بالا و رسوبگذاری در کانالهای وارد شده به مناطق جزرومدی از طرف خشکی و رسوبگذاری ذرات تخریبی حمل شده توسط این کانالها با ورود به دریا و کم شدن انرژی آب در درون کانالها می باشد. این رخساره در عمق ۴۶۲۸ متری از چاه آب تیمور-۳۲ به ضخامت ۲ متر مشاهده می شود (شکل ۸).

**C4: گل سنگ فسفیل دار (Fossiliferous Mudstone)**

این میکروفاسیس شامل ۲ تا ۳ درصد قطعات خارپوست، ۱ تا ۲ درصد خار اسفنج، فرامینیفرهای بنتیک از جنس لنتیکولینا و میلیولید به مقدار کم به همراه اجزای غیر اسکلتی شامل ۱ تا ۲ درصد پلت می باشد. خمیره این میکروفاسیس شامل ۹۵ درصد میکریت می باشد. در این میکروفاسیس فابریک استیلولیت و پیریت درون حفرات آلوکمهها نیز دیده می شود (شکل ۴-D). وجود فرامینیفرهای بنتیک شاخص محیط لاگون به همراه مقدار کم سوزن اسفنج و مشاهده آثار حفاری توسط موجودات حفار در این میکروفاسیس حاکی از رسوبگذاری در شرایط آرام و مربوط به محیط با چرخش محدود آب و عمیق لاگون می باشد. این میکروفاسیس منطبق بر کمر بند رخساره ای شماره ۸ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۲۰ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF19 فلوگل (۲۰۰۴) است.

**C5: پکستون پلتی (Pellet Packstone)**

این میکروفاسیس شامل ۵۰ تا ۶۰ درصد پلت و مقدار بسیار کم قطعات اسکلتی شامل ۱ درصد جلبک داسی کلادسه، ۱ درصد فرامینیفر تروکولینا، ۱ درصد قطعات استراکد به همراه خمیره میکریتی دیده می - شود (شکل ۴-E). وجود پلت درجا در زمینه به مقدار زیاد به همراه زمینه میکریتی و با توجه به قانون والتر، بر پایه این قانون، یک ردیف رخساره ای پیوسته، در محیط یا زیر محیطهایی که در کنار یکدیگر وجود داشته اند، پدیدار شده اند، دلایل ذکر شده حاکی از شرایط با گردش محدود آب و عمق متوسط و اثر کم امواج دریا در محدوده لاگون دارد. این میکروفاسیس منطبق بر کمر بند رخساره ای شماره ۸ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۱۶ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF16 فلوگل (۲۰۰۴) است.



شکل ۵- (A) گل سنگ سیلتی، قطعات کوارتز در اندازه سیلت درون زمینه سنگ مشخص است، قالب کانی تبخیری در شکل مشخص شده است، (B) کوارتز آرنایت، ماسه های دانه ریز تا متوسط کوارتز گل سنگ را تشکیل داده اند، بین این قطعات را سیمان کلسیتی پر کرده است، (C) پکستون-گرینستون اینتراکلاستی دارای پلت

### D3: پکستون-گرینستون اینتراکلاستی دارای پلت (Pellet Intraclast Pack\ Grainstone)

این میکروفاسیس شامل اجزای غیر اسکلتی به صورت ۱۰ تا ۲۰ درصد اینتراکلاست، ۱۰ درصد پلت می باشد. اینتراکلاستها در اندازه های مختلف از ۰/۵ تا چند میلیمتر دیده می شوند. این میکروفاسیس شامل ۲۰ درصد سیمان اسپاریتی و ۱۵ درصد میکریت حاصل از خرد شدگی اینتراکلاستهای میکریتی می باشد (شکل ۵-C). وجود اینتراکلاستها با اندازه های متفاوت و از جنس میکریت (منشاء لاگون) حاکی از رسوبگذاری در شرایط پهنه های جزرومدی و تغییرات ناگهانی در انرژی محیط در اثر عواملی نظیر طوفان می باشد. این میکروفاسیس منطبق بر کمربند رخساره ای شماره ۹ ویلسون (۱۹۷۵) و میکروفاسیس استاندارد ۲۵ فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵) و RMF24 فلوگل (۲۰۰۴) است.

### محیط رسوبگذاری و مدل پیشنهادی

بازسازی محیطهای رسوبی بر اساس قانون والتر انجام می گیرد. بر پایه این قانون، یک ردیف رخساره ای پیوسته، در محیط یا زیر محیطهایی که در کنار یکدیگر وجود داشته اند، پدیدار شده اند. آنالیز محیطهای رسوب گذاری بهترین روش در تعیین شرایط و چگونگی ته نشست رسوبات در زمان تشکیل آنها می باشد که در آن فاکتورها و عوامل موثر بر محیط رسوبگذاری مورد بررسی قرار می گیرد. در این راستا با استفاده از یافته ها و اطلاعات حاصل از مطالعات گوناگون پتروگرافی و چینه شناسی و به منظور درک ساده تر محیط رسوبگذاری، مدل های رخساره ای یا مدل های رسوبگذاری ارائه می شود (فلوگل، ۲۰۰۴). در این تحقیق با توجه به میکروفاسیسهای شناسایی گردیده، دسته بندی رخساره ها و بررسی جانبی

(بورچت و رایت، ۱۹۹۲) و از مثالهای امروزی می‌توان به خلیج فارس (پورسر، ۱۹۷۳) و شارک‌بی<sup>۵</sup> در غرب استرالیا (بورچت و رایت، ۱۹۹۲) اشاره داشت.

### چینه نگاری سکانسی

در طی مطالعات چینه نگاری سکانسی چاه شماره ۳۰۷ از میدان اهواز و چاه شماره ۳۲ از میدان آب تیمور سه سکانس رسوبی رده سوم شناسایی شده که در ادامه به توضیح این سکانسها پرداخته می‌شود.

### چاه اهواز ۳۰۷

سکانس I: این سکانس با ضخامتی حدود ۲۰۰ متر دارای مرز زیرین نامشخص می‌باشد. علت نامشخص بودن این مرز قطع عملیات حفر چاه در انتهای سازند فهلیان و عدم نمونه‌گیری از تشکیلات زیرین می‌باشد. از این رو امکان تشخیص مرز پایین سکانس رسوبی اول با نهشته‌های قدیمی‌تر وجود ندارد، لذا بر پایه اطلاعات حاصل از مقاطعی از سازند فهلیان که تاکنون مورد مطالعه چینه‌نگاری سکانسی قرار گرفته از جمله مقطع نمونه (صالحی، ۱۳۸۶) و دیگر مقاطع مطالعه شده (خزایی، ۱۳۸۲) و گزارش شرکت ملی نفت ایران در مورد مرز زیرین این سازند در دو چاه مورد مطالعه (کاووسی و همکاران، ۲۰۰۸) و نظر به وجود یکی از پنج ناپیوستگی مهم گروه خامی در راس سازند سورمه (خردپیر، ۱۹۷۵) این مرز از نوع ناپیوستگی مشخص با سازند سورمه پیش بینی شده است.

و عمودی رخساره‌ها بر اساس فلوگل (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۷۵)، می‌توان محیط رسوب‌گذاری نهشته‌های کربناته سازند فهلیان را در ناحیه مورد مطالعه به فرم یک پلت فرم از نوع رمپ با شیب ملایم<sup>۱</sup> در نظر گرفت (شکل ۶).

### دلایل پیشنهاد مدل رمپ کربناته برای این سازند

رمپهای کربناته در تمام دوره‌های زمین شناسی وجود دارند ولی در زمانهایی که موجودات چهارچوب ساز<sup>۲</sup> کمتر دیده شده و یا وجود ندارند گسترش پیدا می‌کنند (بورچت و رایت، ۱۹۹۲). شرایط رمپ تقریباً در تمامی رژیمهای تکتونیکی مشاهده می‌شوند، ولی به مقدار قابل ملاحظه‌ای در شرایط حوضه درونی کریتونیکی، حاشیه غیر فعال قاره‌ای، حوضه فورلندی دیده می‌شوند (بورچت و رایت، ۱۹۹۲). از خصوصیات رمپها شیب با زاویه کم می‌باشد بنابر این به طور کامل نشان دهنده تغییرات نسبی سطح آب دریا بوسیله جابجایی کمربندهای رخساره‌ای می‌باشند و این در حالی است که در مورد پلت فرمها این تغییرات با بیرون آمدن از آب و در معرض هوا قرار گرفتن رخساره‌های بالای پلت فرم مشخص می‌شوند (فلوگل، ۲۰۰۴). همچنین عدم وجود رخساره‌های چارچوب ساز، گسترش رخساره‌های آلیتی و نبود رخساره‌های کربناته دوباره نهشته شده<sup>۳</sup>، تأیید کننده ته نشست این توالی کربناته بر روی یک پلت فرم کربناته از نوع رمپ با شیب کم رمپ هوموکلاین می‌باشند. از مثالهای این نوع رمپ کربناته در افقهای زمین شناسی می‌توان به سازند میشریف<sup>۴</sup> به سن کرتاسه و مربوط به جنوب خلیج فارس

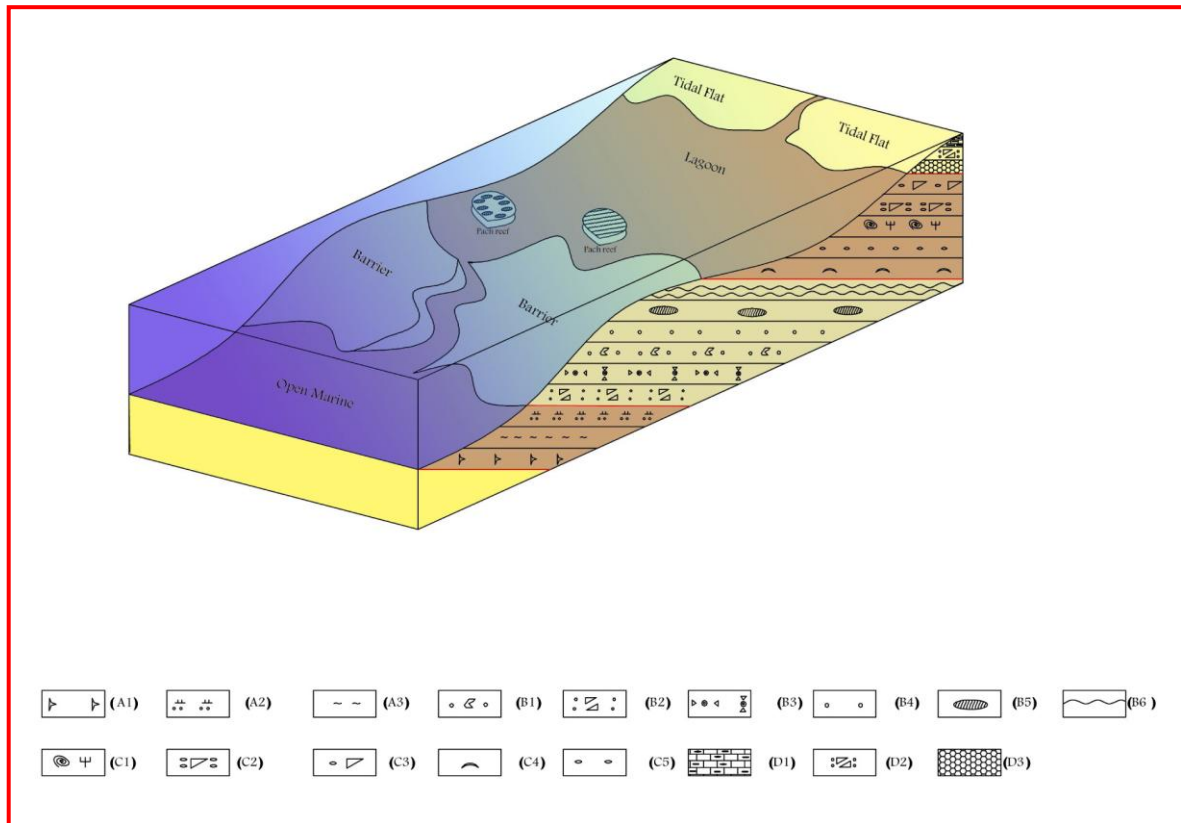
<sup>۱</sup>-Homocline ramp

<sup>۲</sup>-Reef

<sup>۳</sup>-Calcuturbidite

<sup>۴</sup>-Mishrif Formation

<sup>۵</sup>-Shark Bay



شکل ۶- شبیه سازی محیط رسوبی سازند فهلیان و فاسیسه‌های شناسایی شده در رابطه با آن

رسیده و با رخساره گل سنگ فسیل‌دار و وکستون پلتی در عمق ۴۹۵۸ متری به پایان می‌رسد.

**سکانس II:** ضخامت این سکانس در حدود ۷۸ متر می‌باشد، مرز زیرین سکانس دوم از نوع SB2 می‌باشد، دسته رسوبی TST با ضخامت ۱۴ متر با رخساره گل سنگ آرژیلی مشخص می‌شود. این رخساره در عمق ۴۹۴۴ متری بالاترین سطح آب دریای گذشته را به نمایش می‌گذارد (MFS). دسته رسوبی HST از این عمق با ضخامت ۶۴ متر و الگوی پسرونده با رخساره پکستون پلتی و پکستون دارای بایوکلاست که نشان از نهشته شدن در شرایط سدی دارند آغاز شده و در ادامه با کم شدن تدریجی عمق آب به رخساره‌های سدی همچنین لیتوکوديوم و توبیفیت به صورت ریف کومه‌ای مربوط به حد بین سد و لاگون (فلوگل، ۲۰۰۴) تبدیل شده و در عمق ۴۸۸۰ متری به انتهای این سکانس و کمترین عمق آب می‌رسد.

از این رو مرز پایین این سکانس از نوع SB1 در نظر گرفته می‌شود. این نتیجه گیری با توجه به این نکته که افقهای تبخیری درون سازند سورمه منطبق بر مرز با سازند فهلیان است نشان دهنده افت شدید سطح دریا و ناپیوستگی جهانی می‌باشند، استنباط می‌شود (سارج، ۲۰۰۱). دسته رخساره ای TST با رخساره وکستون دارای سوزن اسفنج شروع شده و در ادامه سطح حداکثر پیشروی آب دریا MFS با رخساره وکستون دارای سوزن اسفنج و رادیولر در عمق ۵۱۳۲ متری مشخص می‌شود. دسته رخساره‌های HST با ضخامت ۱۷۶ متر و با الگوی رسوبگذاری کلی پسرونده با رخساره‌های وکستون پلتی و گل سنگ آرژیلی آغاز شده، در ادامه به رخساره‌های گرینستون پلتی که نشان از رسوبگذاری در محیط سدی دارند رسیده و سپس به رخساره‌های لاگونی شامل وکستون و پکستون پلتی، پکستون دارای فرامینیفر بنتیک و جلبک سبز

دسته رخساره‌های TST در این سکانس با ضخامت حدود ۹۳ متر و با رخساره های پکستون /گرینستون پلتی دارای اینتراکلاست و پکستون توفیفیتی آغاز شده و در ادامه رخساره باندستون لیتوکودیومی نیز به آنها اضافه می‌شود، این دسته رخساره‌ها در عمق ۴۹۴۷ متری و با رخساره پکستون بایوکلاستی دارای پلت به سطح حداکثر گسترش آب دریا (MFS) می‌رسد. این سطح بوسیله مقایسه در نمودار اشعه گاما (Gamma ray log) نیز قابل تشخیص است، در این عمق پیک مربوط به نمودار اشعه گاما افزایش را در مقدار نشان داده و به بیشترین مقدار در طول این سکانس می‌رسد. این افزایش در نمودار اشعه گاما حاکی از افزایش محتوی رسی درون نهشته های این عمق می‌باشد که در نتیجه افزایش گسترش آب دریا و عمیق شدن حوضه می باشد. سپس دسته رخساره های رسوبی HST این سکانس با ضخامت حدود ۳۱۰ متر و با روند نوسانی بین رخساره های لاگون و سدی شناسایی شده است. این بخش با رخساره های باندستون لیتوکودیومی و پکستون بایوکلاستی مربوط به سد و در ادامه با رخساره های لاگونی و کستون بایوکلاستی دارای پلت و مادستون دارای فسیل و پکستون پلتی ادامه پیدا می‌کند و در عمق ۴۶۳۷ متری با رخساره و کستون بایوکلاستی به انتهای این سکانس رسوبی می‌رسد (شکل ۸).

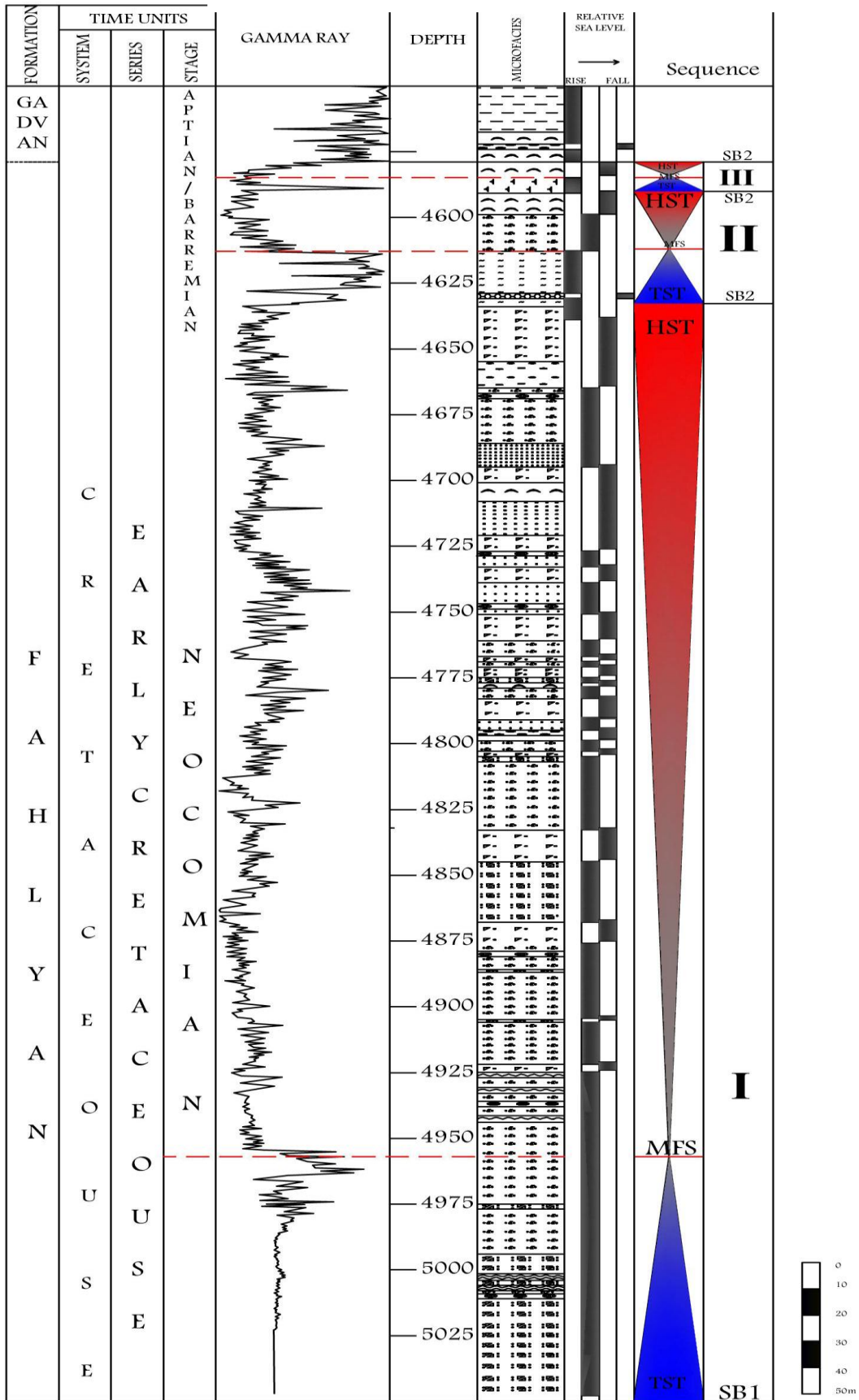
**سکانس III:** این سکانس دارای ضخامت ۲۸ متر می‌باشد، مرز زیرین سکانس سوم از نوع SB2 می‌باشد و رخساره TST این سکانس با ضخامت ۴ متر، رخساره گل سنگ آرژیلی از عمق ۴۸۸۰ متری شروع شده و با افزایش میزان رسها در عمق ۴۸۷۶ متر سطح حداکثر پیشروی آب دریا MFS را در این سکانس نشان می‌دهد. دسته رخساره‌های HST با ضخامت ۲۴ متر و با رخساره‌های مربوط به لاگون شامل پکستون دارای فرامینفر بنتیک و جلبک سبز آغاز شده و در ادامه و با رخساره گل سنگ فسیل دار در عمق ۴۸۵۲ متری به پایان رسیده و مرز سازند فهلیان و گدوان را با مرز سکانسی نوع دوم SB2 مشخص می‌کند. بعد از این عمق رخساره‌ها به صورت آرژیلی تا شیلی مربوط به مناطق عمیق با مقدار بالای رس و ذرات آواری به صورت قطعات کوارتز زاویه‌دار مشخص می‌شود که نشان دهنده شروع سکانس رسوبی مربوط به سازند گدوان در دسته رخساره‌های عمیق شونده TST و با مرز سکانسی SB2 می‌باشد.

با توجه به تغییرات نمودار اشعه گاما و انطباق آن با رخساره‌های شناسایی شده، همخوانی واضحی در سه سکانس جدا شده در طول ستون چینه نگاری بین الگوی رسوبگذاری بخشهای رسوبی تشخیص داده شده و روند افزایش و کاهش یابندگی نمودار اشعه گاما وجود دارد، به طوری که در محدوده رخساره‌های حداکثر گسترش آب دریا، میزان نمودار اشعه گاما با افزایش محتوای رسی در این رخساره‌ها به حداکثر خود می‌رسد (پالک و اُکتر، ۲۰۰۳) (شکل ۷).

### چاه آب تیمور ۳۲

**سکانس I:** این بخش با ضخامت حدود ۴۰۳ متر یک سکانس بزرگ رسوبی است که بیشترین بخش از سازند فهلیان را در این چاه به خود اختصاص داده است. مرز زیرین سکانس اول به دلایل ذکر شده در مورد چاه اهواز ۳۰۷ از نوع SB1 می باشد،





شکل ۷- ستون چینه نگاری سکansı چاه اهواز-۳۰۷ (راهنمای علائم بکار برده شده در شکل ۶ آمده است)

که سکانس I شناسایی شده در هر دوچاه، سکانس رسوبی بزرگ بوده به طوری که قسمت اعظم ضخامت سازند فهلیان را به خود اختصاص داده است، دو سکانس II، III دارای ضخامت و تنوع رخساره ای کم می باشد (شکل ۹).

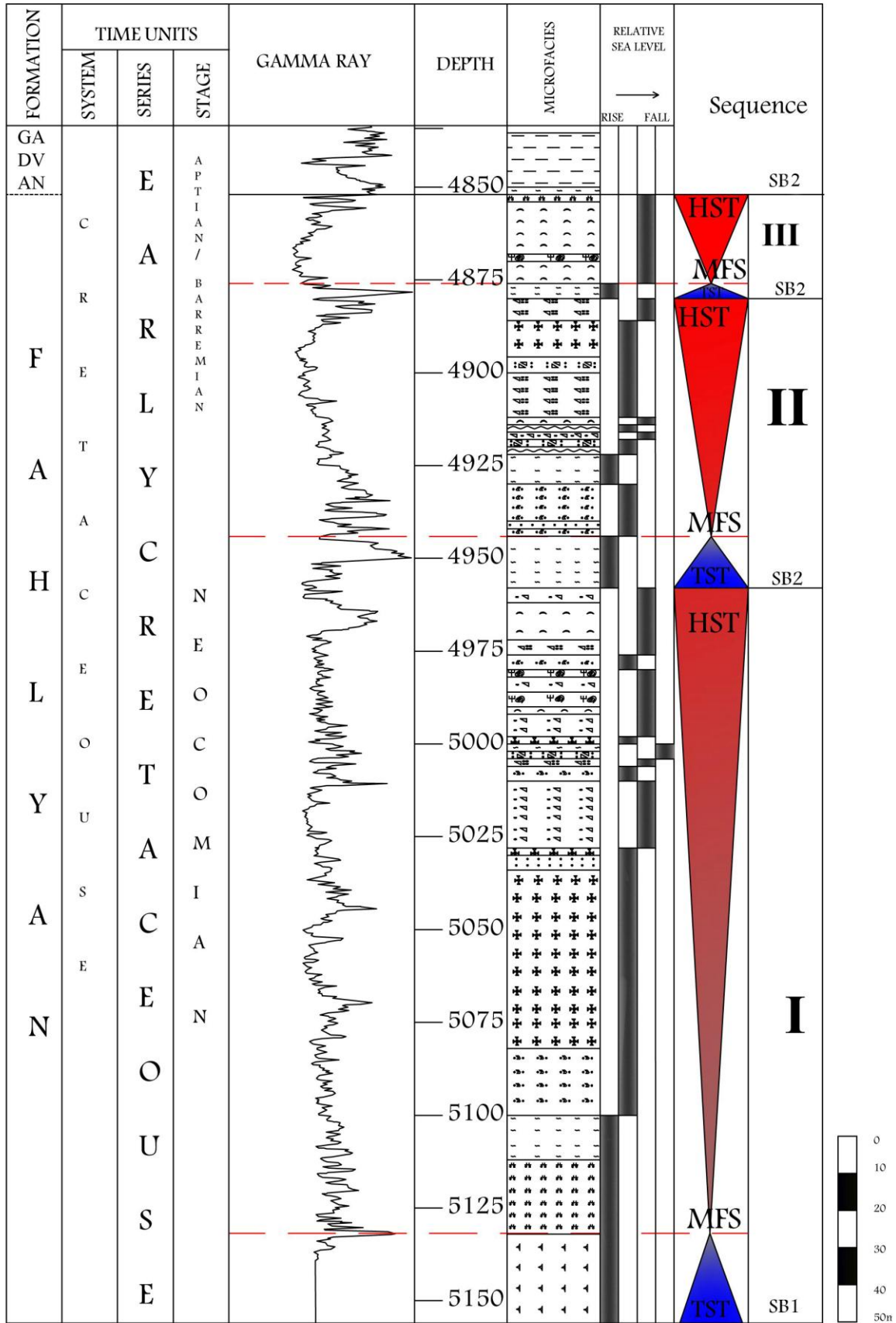
با توجه به عدم وجود گسل در فاصله ۳۵ کیلومتری بین دو مقطع مورد مطالعه (حسامی و همکاران، ۲۰۰۳) و کم عمق تر بودن رخساره های مربوط به دریای باز در چاه آب تیمور-۳۲ نسبت به چاه اهواز-۳۰۷ به این نتیجه می توان رسید که شرایط نهشت سازند فهلیان برای چاه اهواز-۳۰۷ در مناطق عمیق تر حوضه قرار داشته است، همچنین می توان نتیجه گرفت که مورفولوژی حوضه در آن زمان به صورت یک حوضه عمیق شونده از سمت جنوب غربی (آب تیمور-۳۲) به طرف شمال شرقی (اهواز-۳۰۷) بوده است (آرمون، ۱۳۸۰). به طوریکه با ادامه به طرف شمال شرق و در ناحیه لرستان امروزی به نهشته های شیلی مربوط به دریای باز و عمیق سازند گرو در زمان معادل می رسیم (آقناباتی، ۱۳۸۳). و این نشان دهنده تبدیل رخساره های رمپ کربناته (سازند فهلیان) به رخساره های حوضه (نئوتتیس) در زمان نئوکومین به طرف شمال شرق می باشد (علوی، ۲۰۰۴). در منحنی تغییرات سطح آب دریا در مقیاس جهانی، سوپر سکانس فهلیان مطابق با بخش بالایی سوپر سیکل ZuniI و بخش پایینی ZuniII می باشد که این سوپر سیکلها خود بخشی از مگاسیکل Zuni محسوب می شوند (هک و همکاران، ۱۹۸۸) (شکل ۱۰). همچنین با بررسی منحنی تغییرات نسبی سطح آب دریا در زمان مذکور در پلت فرم عربی، سازند فهلیان مطابق با بخش قاعده-ای از مگا سیکل AP8 می باشد (هک و القاهتانی، ۲۰۰۵).

**سکانس II:** این سکانس دارای ضخامتی حدود ۴۹ متر می باشد. مرز زیرین این سکانس از نوع SB2 می باشد، دسته رسوبی TST با ضخامت ۲۵ متر از واحد نسبتاً ضخیمی از رخساره گل سنگ آرژیلی مربوط به دریای باز تشکیل یافته است. سطح حداکثر گسترش آب دریا (MFS) در بخش انتهایی این دسته رسوبی قرار دارد، این سطح از روی نمودار اشعه گاما نیز قابل شناسایی می باشد. دسته رسوبی HST با ضخامت ۲۴ متر و با روند پسروده از دو رخساره سدی پکستون پلتی دارای بایوکلاست و لاگونی گل سنگ فسیل دار تشکیل شده و در عمق ۴۵۸۸ متری به انتهای این سکانس می رسد.

**سکانس III:** ضخامت این سکانس رسوبی کوچک حدود ۹ متر می باشد. مرز زیرین این سکانس از نوع SB2 می باشد، دسته رسوبی TST با رخساره دریای باز و کستون دارای سوزن اسفنج با ضخامت ۴ متر مشخص شده و در عمق ۴۵۸۴ متری با همین رخساره به سطح حداکثر گسترش سطح آب دریا (MFS) می رسد. در ادامه دسته رخساره ای HST به ضخامت ۵ متر با رخساره لاگونی مادستون فسیل دار مشخص شده و نشان از پایین آمدن سطح آب دارد، این دسته رسوبی در عمق ۴۵۷۹ متری به انتهای سکانس سوم رسیده و مرز سازند فهلیان با گداون را مشخص می کند، بعد از این عمق رخساره ها به صورت گل سنگ آرژیلی- شیلی به همراه ذرات آواری حمل شده به حوضه در آمده که حاکی از یک مرحله بیرون آمدن از آب و سپس غرق شدن پلت فرم دارد. از این رو مرز بالای سکانس III از نوع SB2 در نظر گرفته می شود.

### تطابق چینه نگاری سکانسی

تطابق چینه نگاری سکانسهای شناسایی شده در دو مقطع مورد مطالعه این واقعیت را روشن می سازد

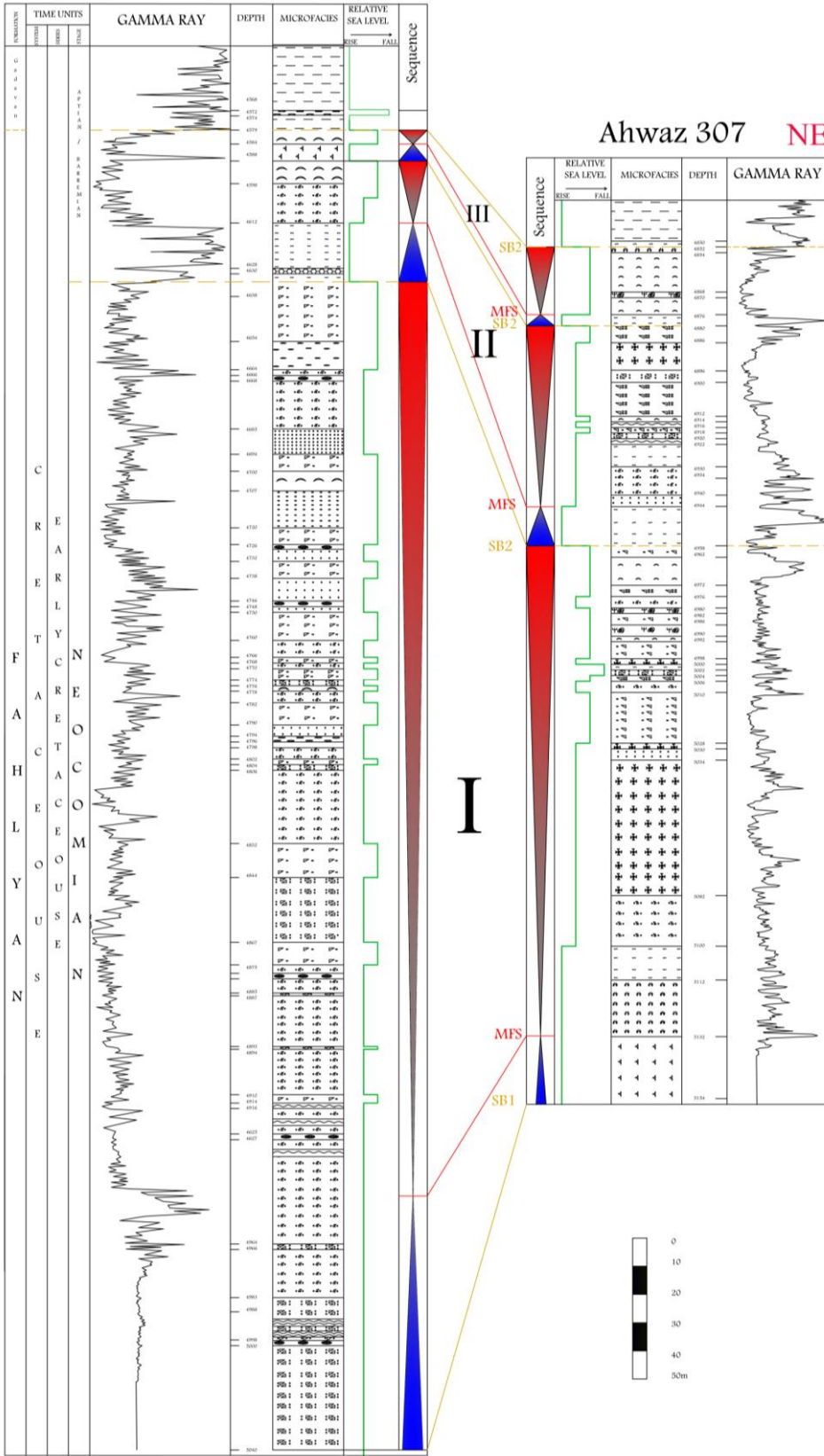


شکل ۸- ستون چینه نگاری سکانسی چاه آب تیمور-۳۲ (راهنمای علائم بکار برده شده در شکل ۶ آمده است)

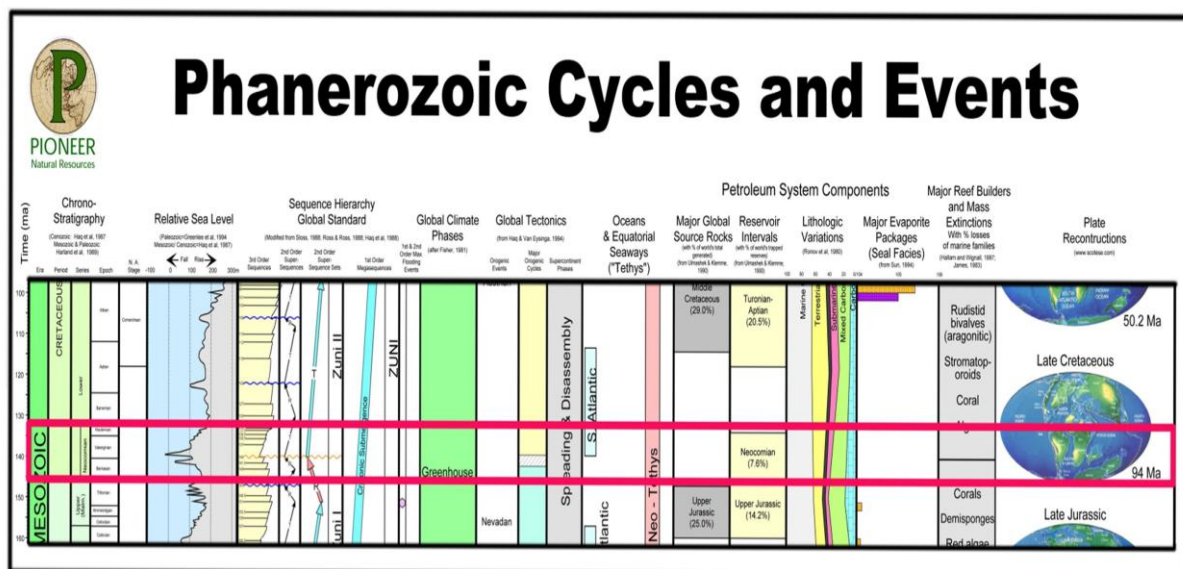
SW

AB Teymour 32

35Km



شکل ۹- تطابق سکansı سازند فهلیان در دو چاه مورد مطالعه (راهنمای علائم در شکل ۶ آمده است)



شکل ۱۰- منحنی تغییرات سطح نسبی آب دریا و سکانسهای شناسایی شده در مقیاس جهانی (اقتباس با تغییراتی از ویت و ویلکریس، ۲۰۰۲)

### نتیجه گیری

می توان رسید که شرایط نهشت سازند فهلیان برای چاه اهواز-۳۰۷ در مناطق عمیق تر حوضه قرار داشته است، همچنین می توان نتیجه گرفت که مورفولوژی حوضه در آن زمان به صورت یک حوضه عمیق شونده از سمت جنوب غربی (آب تیمور-۳۲) به طرف شمال شرقی (اهواز-۳۰۷) بوده است (آرمون، ۱۳۸۰). به طوریکه با ادامه به طرف شمال شرق و در ناحیه لرستان امروزی به نهشته های شیلی مربوط به دریای باز و عمیق سازند گرو در زمان معادل می رسیم و این نشان دهنده تبدیل رخساره های رمپ کربناته به رخساره های حوضه نئوتتیس در زمان نئوکومین به طرف شمال شرق می باشد.

### تشکر و قدردانی

در پایان لازم می بینم از ریاست محترم بخش زمین شناسی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و همچنین همکاریهای اساتید محترم آقایان دکتر باغبانی، دکتر اصیلیان، دکتر کاووسی، مهندس مبشری و کارشناسان آزمایشگاه زمین شناسی آقای مهندس ناعمی و خانم مهندس منزه در راه انجام این پروژه کمال تشکر و قدردانی را بنمایم.

نهشته های سازند فهلیان در دو چاه مطالعه شده دارای گسترش قابل توجهی در رخساره های سدی و لاگون می باشند، میکروفاسیسه های شناسایی شده در چهار محیط دریای باز، سد، لاگون و پهنه های جزر و مدی تشکیل شده اند. این سازند دارای سه چرخه رسوبی به سمت بالا کم عمق شونده می باشد. در این حوضه رسوبی رسوبی رسوبگذاری غالب از نوع آهکی بوده و سوپر سکانس فهلیان در منحنی تغییرات نسبی سطح آب دریا در مقیاس جهانی مطابق با بخش پایینی LZBI بخش بالایی سوپر سکانس می باشد که این سوپر سیکلها خود معادل با LZBII می باشند. همچنین با Zumi بخشی از مگاسیکل بررسی منحنی همزمان ارائه شده تغییرات نسبی سطح آب دریا در پلت فرم عربی سازند فهلیان می باشد. AP8 مطابق با بخش قاعده ای مگاسیکل سکانسهای تشکیل شده در سازند فهلیان بسیار شبیه به سکانسهای رسوبی در زمان معادل در پلت فرم عربی می باشند. همچنین با توجه به کم عمق تر بودن رخساره های مربوط به دریای باز در چاه آب تیمور-۳۲ نسبت به چاه اهواز-۳۰۷ به این نتیجه

## منابع

- Hesami, Kh., Jamali, F. and Tabassi, H., 2003. Major Active Faults of Iran., Seismotectonic Department, Seismology Research Center, IIEES.
- Kavoosi. M. A., Feizi. A., and Jamali. M. A., 2008. Diagenetic processes and their position in sequence stratigraphy of the Fahliyan Formation in Mansuri, Ab Teymour and Ahwaz Fields. Report of N. I. O. C.
- Kheradpir, A., 1975. Stratigraphy of Khami Group in Southwest Iran. O. S. C. I. Report, No. 1235.
- Pawellek, T., and Aigner, T., 2003. Stratigraphic architecture and gamma ray logs of deeper ramp carbonates (Upper Jurassic, SW Germany). *Sedimentary Geology*, v. 159, p. 203-240.
- Purser, B. H., 1973. *The Persian Gulf*, Springer-Verlag Publication, 471 p.
- Sarg, J. F., 2001. The sequence stratigraphy, sedimentology, and economic importance of evaporate-carbonate transitions. A review: *Sedimentary Geology*, v. 140, p. 9-40.
- Tucker, M. E., and Wright, P. V., 1990. *Carbonate Sedimentology*. Blackwell, Oxford, 482 p.
- Waite, W. and Gilcrease, R., 2002. Phanerozoic Cycles and Events, PIONEER Natural Resources.
- Wilson, J., 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*. Springer-Verlag, 471 p.
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proterland evolution., *American Journal of Science*, v. 304, January, p. 1-20.
- Burchette, T. P., and Wright, P., 1992, Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary Geology*, v. 79, P. 3-57.
- Falcon, N. L., 1974. Southern Iran; Zagros Mountains; in *Mesozoic- Cenozoic orogenic belts; Data for orogenic studies; Alpine & Himalayan orogens*. Geological Society Lond. , Spec. Publ. No. 4, P. 199-211.
- Flügel, E., 2004. *Microfacies of Carbonate Rocks*, Springer Verlag, 976 p.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., and Vail, P. R., 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles. *SEPM. Spec. Publ.* v. 42, p. 71-108.
- Haq, B. U., and Al-Qahtani, A., 2005. Jurassic-Neogene Arabian Platform cycle chart: *Geo- Arabia*; v. 10, Enclosure 1 of 2.
- آرمون، ا.، ۱۳۸۰، مطالعه لیتوفاسیس سازند فهلیان در منطقه دزفول جنوبی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۸۵ صفحه.
- آقناباتی، س. ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- خزایی، م.، ۱۳۸۲، میکروفاسیسهها، محیطهای رسوبی و چینه نگاری سکانسی سازند فهلیان در میداین نفتی چهار بیشه و بینک، بخش جنوبی فرو افتادگی دزفول، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، ۶۹ صفحه.
- صالحی، م. ع.، ۱۳۸۶، ژئوشیمی، دیاژنز و محیط رسوبی سازند فهلیان در مقطع نمونه و مقایسه با چاه گچساران ۵۵، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۵۶ صفحه.



## زیست چینه نگاری سازند گچساران در برش کوه شور، منطقه لار

زهرا رحمانی<sup>۱</sup>، حسین وزیری مقدم<sup>۲</sup>، عزیزاله طاهری<sup>۳</sup>، حسن امیری بختیار<sup>۴</sup>

۱- کارشناسی ارشد گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان

۲- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان

۳- استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه صنعتی شاهرود

۴- شرکت ملی نفت ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۲/۱۱

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۷/۱۹

### چکیده

در این تحقیق، به منظور معرفی تجمعات فونی، بایوزون‌های موجود و تعیین سن بخش‌های چهل، چمپه و مل از سازند گچساران یک برش در کوه شور، منطقه لار مورد مطالعه قرار گرفت. ۱۷ جنس و ۲۳ گونه از میکرو فسیل‌ها شناسایی گردید و در نتیجه ۲ تجمع فونی تشخیص داده شد. بر این اساس سن سازند گچساران در این برش چاتین-آکی تانین در نظر گرفته شد. پسروی آب دریا پس از روپلین، در ناحیه مورد مطالعه سبب ته نشست رسوبات تبخیری سازند گچساران گردیده است. بنابراین در فارس داخلی بخش پایینی سازند گچساران معادل زمانی آسماری میانی و بالایی در ناحیه خوزستان است.

**واژه‌های کلیدی:** زیست چینه نگاری، سازند گچساران، الیگو-میوسن، روزنه داران.

---

\* تلفن نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۲۸۹۷۴۵

## مقدمه

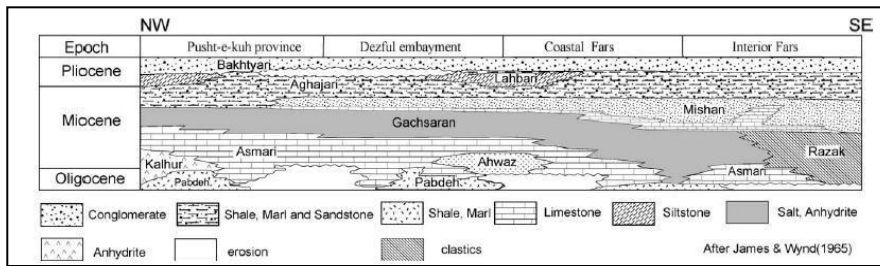
روزنندگان کف زی بزرگ از گروههای فسیلی شاخص و مفید برای تعیین سن نسبی لایه های سنوزوئیک محسوب میگردند. سازند گچساران یکی از مهمترین سنگ پوشش ها در حوضه زاگرس می باشد ولی اطلاعات نسبتاً کمی از زیست چینه نگاری این سازند وجود دارد، لذا شناسایی و بررسی دقیقتر این سازند بر اساس فونای فسیلی، اطلاعات مفید و ارزشمندی را جهت مطالعات و کارهای اکتشافی در این حوضه به دست خواهد داد. چینه نگاری و رسوب شناسی سازند گچساران توسط گیل و علا (۱۹۷۲)، کشفی (۱۹۸۰) و مطیعی (۱۹۹۳) مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی دقیق زیست چینه ای بر اساس روزنندگان کف زی در برش کوه شور می باشد. با توجه به اینکه مطالعات محدودی بر روی فونای این سازند صورت گرفته، امید است که این مطالعه اطلاعات جدید و مفیدی را در اختیار پژوهشگران قرار دهد.

نهبشته شدن سازند گچساران همزمان با فعالیت های تکتونیکی می باشد. این سازند در حوضه فورلند زاگرس که طی چین خوردگی فعال به زیر حوضه های با چرخش محدود آب تقسیم شده، نهبشته گردیده است بربریان و لینگ (۱۹۸۱)، کوپ و استونلی (۱۹۸۲)، بیدون و همکاران (۱۹۹۲) و تالبوت (۲۰۰۱). این عقیده با نظراتی که ته نشست سازند گچساران را به لاگون های خیلی کم عمق و محیط های سبخا در شرایط گرم و خشک نسبت میدهند تبیین دارد گیل و علا (۱۹۷۲) و مطیعی (۱۹۹۳).

برای سازند گچساران یک برش نمونه کامل در سطح زمین وجود ندارد و این بعلت داشتن

خواص پلاستیکی ناشی از وجود لایه های ضخیم نمک و لایه های مارنی است که موجب دگر شکلی لایه ها و بهم ریختگی آن ها می شود. قابلیت انحلال نمک ها این بهم ریختگی را در سطح زمین و یا نزدیک به آن تسریع و تداوم می بخشد (مطیعی، ۱۳۷۲). در حال حاضر شاخص اصلی مورد استناد، برش تلفیقی غیر رسمی است که واتسون (۱۹۶۰) از چاه های مختلف میدان نفتی گچساران، برای بخش های مختلف سازند گچساران تدوین و در سال ۱۹۶۲ همراه با نمودارهای نوترون و پرتو گاما گزارش نمود. جیمز و وایند (۱۹۶۵) خاطر نشان ساختند که بعلت وجود قابلیت انحلال در این سازند و حساسیت آن نسبت به وزن طبقات فوقانی، بندرت یک ردیف از سازند گچساران مشابه با برش نمونه پیشنهادی پیدا می شود. در مناطق ساحلی فارس، جیمز و وایند (۱۹۶۵) سازند گچساران را به سه بخش چهل، چمپه و مول تقسیم کرده اند. گفتنی است که ضخامت و سنگ شناسی بخش های هفتگانه برش الگو و عضو های سه گانه سازند گچساران در منطقه فارس ثابت نیست. به همین رو در بیشتر نواحی این سازند قابل بخش بندی نیست و با نام کلی گچساران از آن یاد می شود (مطیعی، ۱۳۷۲). این سازند به سمت نواحی داخلی فارس به آهک های نازک لایه و لایه های قرمز سازند رازک تبدیل می شود (شکل شماره ۱). نقشه های لیتوفاسیس سازند گچساران حاکی از تشکیل آن در حوضه ای باریک و ممتد (در حدود ۱۵۰ کیلومتر عرض و ۲۰۰۰ کیلومتر طول)، طی الیگوسن تا میوسن می باشد (اشتوکلین، ۱۹۶۸؛ گیل و علا، ۱۹۷۲؛ کشفی، ۱۹۸۰). ضخامت سازند گچساران معمولاً در فواصل کوتاه از چندین صد متر تا بیش از ۲۰۰۰ متر متغیر است.





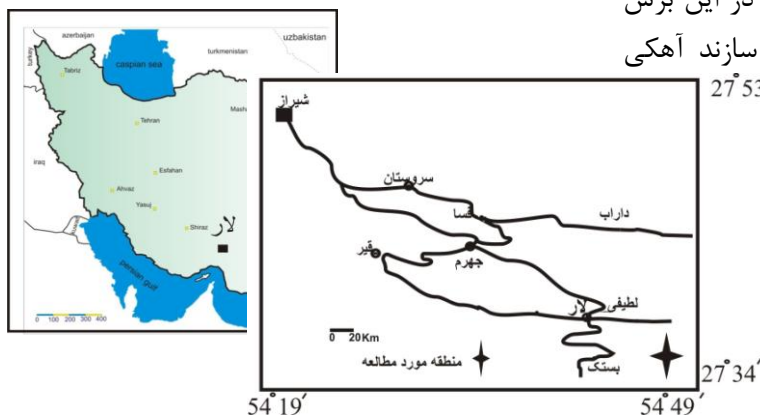
شکل ۱- تطابق سازندهای سنوزوئیک در کمربند چین خورده زاگرس، در این شکل تبدیل سازند گچساران به سازند رازک به سمت نواحی داخلی فارس مشاهده می شود

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

پس از بازدید مقدماتی صحرایی جهت مطالعات زیست چینه نگاری، برش کوه شور با مختصات جغرافیایی  $27^{\circ} 34' 49''$  عرض شمالی و  $54^{\circ} 49' 49''$  طول شرقی در  $50$  کیلومتری جنوب شرق شهر لار در یال شمالی تاقدیس کوه شور انتخاب گردید (شکل ۲). با توجه به مشخصات سنگ شناسی و تغییرات رخساره ای در این برش بیش از  $117$  نمونه برداشت و از آنها مقطع نازک تهیه شد. تعدادی نمونه هم از سازند زیرین (آسماری) برداشته شد. این مقاطع از نظر دیرینه شناختی برای تعیین سن نسبی توالی بررسی گردیدند. برای شناسایی روزناران از آدامز و بورژوا (۱۹۶۷) و لوئبلیش و تاپان (۱۹۸۸) کمک گرفته شد.

### توصیف چینه نگاری برش مورد مطالعه

ضخامت سازند گچساران در برش مورد مطالعه  $588$  متر می باشد. سازند گچساران در این برش با مرز ناپیوسته و هم شیب روی سازند آهکی



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

آسماری قرار دارد. بخش آهکی گوری سازند میشان با مرز ناپیوسته و هم شیب بر روی سازند گچساران قرار گرفته است. بخش های چهل، چمپه و مول سازند گچساران، بر اساس تغییرات بارز صفات سنگ شناسی، شامل جنس، ضخامت و رنگ لایه ها از همدیگر تفکیک می شوند که مرز بخش ها بصورت پیوسته و هم شیب است. بخش چهل از نظر سنگ شناسی شامل ژئپس و انیدریت بصورت توده ای و با رنگ سفید می باشد. این بخش در حدود  $120$  متر ضخامت دارد. بخش چمپه تناوبی از آهک، مارن، آهک های مارنی و میان لایه های نازکی از دولومیت می باشد و حدود  $239$  متر ضخامت دارد. بخش مول شامل تناوب آهک مارنی، مارن قرمز و سبز و تیغه هائی از ژئپس می باشد. این بخش در حدود  $229$  متر ضخامت دارد.

### زیست چینه نگاری

به منظور تعیین سن نهشته‌های سازند گچساران در برش مورد مطالعه، مقاطع نازک به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس این مطالعات ۱۷ جنس و ۲۳ گونه شناسایی گردید. بر مبنای انتشار چینه نگاری میکرو فسیل‌های موجود، دو تجمع فونی تشخیص داده شده است. تعیین بیوزون‌ها بر اساس بیوزون‌های ارائه شده توسط جیمز و وایند (۱۹۶۵) و آدامز و بورژوا (۱۹۶۷) صورت گرفته است. علاوه بر این برای تعیین سن دقیق‌تر نهشته‌ها از مطالعات ایزوتوپ

استرانسیوم که توسط اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) بر روی سازند آسماری صورت گرفته، استفاده شده است. از آنجا که تعداد زیادی از فرامینیفراهای موجود در سازند آسماری در سازند گچساران نیز مشاهده شده اند، نتایج به دست آمده توسط اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) در این مطالعه استفاده شده است. اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) سه جنس و دو گونه از فرامینیفراها را از نظر چینه شناسی شناسی حائز اهمیت می دانند که در شکل ۳ محدوده چینه شناسی آنها نشان داده شده است.

Age	<i>Nummulites</i>		<i>Spiroclypeus blankenhorni</i>		<i>Miogypsina</i>		<i>Archias</i>		<i>Borelis melo curdica</i>	
	Ehrenberge et al	Adams and Bourgeois	Ehrenberge et al	Adams and Bourgeois	Ehrenberge et al	Adams and Bourgeois	Ehrenberge et al	Adams and Bourgeois	Ehrenberge et al	Adams and Bourgeois
Burdigalian									?	?
Aquitanian					?					
Chatian					?					
Ruplian										

شکل ۳- محدوده زمانی تعدادی از فسیل‌های شاخص سازند آسماری بر اساس مطالعات ایزوتوپی اهرنبرگ

و همکاران (۲۰۰۷) و مقایسه آن با مطالعات پیشین آدامز و بورژوا (۱۹۶۷)

در تجمع فونی شماره ۱، از ضخامت ۱۲۰ متری تا ۳۴۲ متری فون‌های زیر مشاهده گردیدند:

*Archaias kirkukensis*, *Archaias sp.*,  
*Textularia sp.*, *Dendritina rangi*,  
*Bigenerina sp.*, *Schlumbergerina sp.*,  
*Triloculina trigonula*, *Quinqueloculina sp.*,  
*Discorbis sp.*, *Pyrgo sp.*, *Elphidium sp.14*,  
*Neorotalia viennoti*, *Neorotalia sp.*,  
*Spherogypsina sp.*, *Nephrolepidina*  
*touroueri*

لازم به ذکر است که آخرین حضور آرکیاس‌ها مربوط به انتهای این تجمع فونی می‌باشد.

#### زون بندی زیستی مجموعه فونی ۱

این مجموعه با توجه به حضور *Archaias kirkukensis* sp. می‌تواند با زون زیستی 2-B از آدامز و بورژوا *Archaias asmaricus-Archaias hensoni assemblage* (subzone) مطابقت نماید. آدامز و بورژوا این بیوزون را به بخش پایینی آکی تانین (میوسن پیشین) نسبت داده‌اند. اما مطالعات اهرنبرگ و همکاران (Ehrenberg et al, 2007) نشان داده که آخرین حضور *Archaias* مربوط به قاعده میوسن، نزدیک مرز الیگو-میوسن می‌باشد. بنابراین بر این اساس و به دلیل موقعیت قرار گیری در توالی سن این مجموعه الیگوسن پسین (چاتین) و تا قاعده میوسن در نظر گرفته می‌شود.

#### تجمع فونی شماره ۲

قاعده این تجمع فونی بر روی آخرین حضور آرکیاس قرار دارد. در این مجموعه، از ضخامت ۳۴۲ متری تا انتهای سازند گچساران، فون‌های زیر حضور دارند:

*Neorotalia sp.*, *Elphidium sp.14*, *Miogyopsina cf irregularis.*, *Borelis sp.*, *Borelis pygmea*,  
*Tubocellaria sp.*, *Triloculina trigonula*,  
*Quinqueloculina sp.*, *Pyrgo sp.*,  
*Schlumbergerina sp.* *Discorbis sp.*,  
*Pseudotaberina sp.*, *Miogyopsina sp.*, *Borelis haueri*

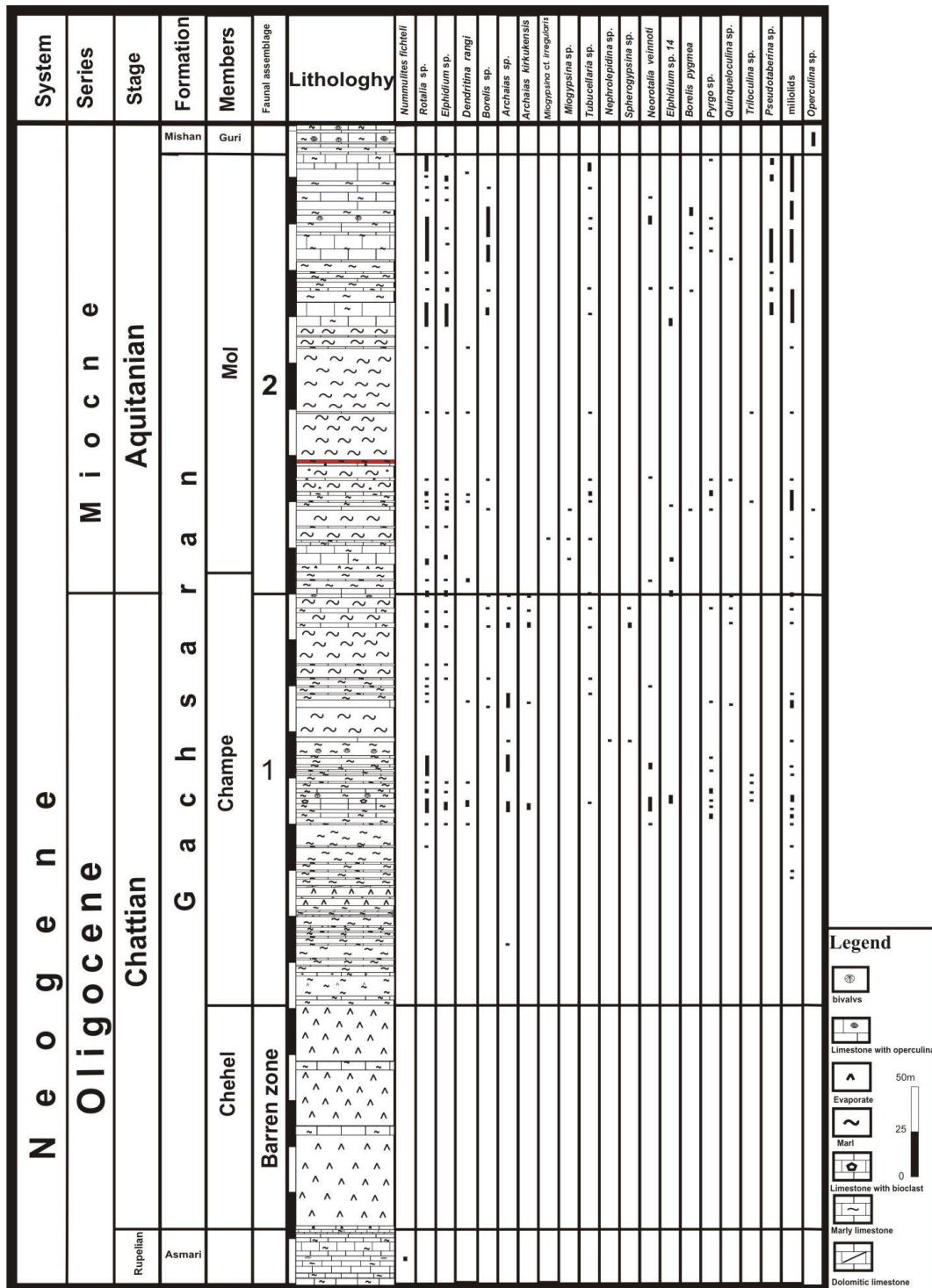
در منطقه مورد مطالعه سازند گچساران به صورت هم شیب بر روی سازند آسماری قرار گرفته است. به منظور تعیین سن دقیق‌تر قاعده سازند گچساران، ۱۹ نمونه از نهشته‌های سازند آسماری نیز برداشت گردید که مطالعه این نمونه‌ها منجر به شناسایی فون‌های زیر در بخش بالایی سازند آسماری گردید:

*Peneropolis sp.*, *Operculina sp.*,  
*Nummulites fichteli*, *Pyrgo sp.*,  
*Quinqueloculina sp.*, *Nummulites sp.*,  
*Austrorillina asmariensis*, *Triloculina trigonula*.

این مجموعه با توجه به حضور *Nummulites fichteli* می‌تواند با زون جمعی (-*Eulepidina-Nephrolepidina-Nummulites assemblage* zone) از آدامز و بورژوا (۱۹۶۷) که برای قسمت پایین سازند آسماری معرفی شده است، مطابقت داده شود. سن این بایوزون الیگوسن در نظر گرفته می‌شود. همچنین این بیوزون را می‌توان با بیوزن شماره ۵۷ و ایند ( , *Nummulites intermedius* ) به *Nummulites vascus assemblage zone* سن الیگوسن تطابق داد. بر این اساس سن این مجموعه الیگوسن در نظر گرفته می‌شود. اما مطالعات ایزوتوپی استرانسیوم نشان می‌دهد که آخرین حضور جنس *Nummulites* مربوط به یک میلیون سال قبل از انتهای روپلین می‌باشد (اهرنبرگ و همکاران، ۲۰۰۷). از این رو می‌توان سن این مجموعه را با توجه به حضور گونه *Nummulites fichteli* روپلین در نظر گرفت.

در بخش چهل، یعنی از قاعده تا ضخامت ۱۲۰ متری، هیچ فسیلی یافت نشده، که می‌تواند معرف یک زون تهی باشد. بر اساس پخش و پراکنندگی روزن داران بنتیک موجود در بخش‌های چمپه و مل می‌توان ۲ محدوده فونی جدا نمود (شکل ۴).

تجمع فونی شماره ۱



شکل ۴- ستون زیست چینه نگاری و توزیع عمودی ریزسنگواره‌هایی از سازند گچساران در منطقه لار

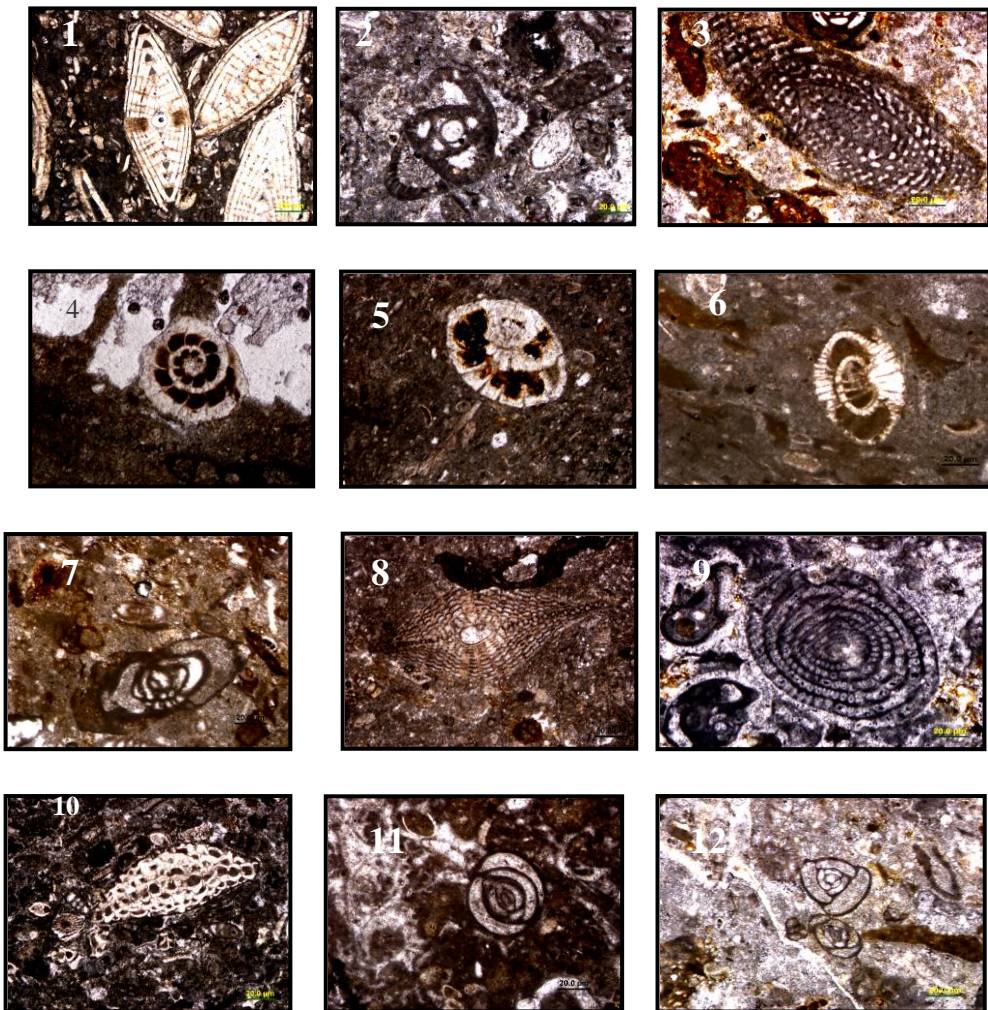
برای این مجموعه معرفی می‌شود. آدامز و بورژوا  
این زیر زون تجمعی را به بخش بالایی آکی تانین

زون بندی زیستی مجموعه فونی ۲  
بر اساس حضور *Elphidium* و *Miogypsina sp.*  
sp.14 زیر زون 2-A از آدامز و بورژوا ( *Elphidium* )



نهشته شده و سازند گچساران بر روی بخش بالایی سازند آسماری قرار گرفته است (وزیری مقدم، ۲۰۰۶). بنابراین حوضه رسوبی در برش لالی در موقعیت دورتری نسبت به خط ساحل قرار داشته است و در فارس داخلی بخش پایینی سازند گچساران معادل زمانی آسماری میانی و بالایی در برش لالی است. اگر چه سازند گچساران عموماً به میوسن پیشین نسبت داده می شود (جیمز و وایند، ۱۹۶۵)، مطالعه مذکور حاکی از آن است که قاعده سازند گچساران متعلق به الیگوسن می باشد (شکل ۵).

(میوسن پیشین) نسبت داده اند. با توجه به قرار گیری این تجمع بر روی تجمع ۱ و عدم حضور گونه *Borelis melo-curdica* (شاخص بوردیگالین) می توان سن این مجموعه را به آکی تانین (میوسن پیشین) نسبت داد. مطالعات زیست چینه نگاری در برش مورد مطالعه نشان می دهد که پسروی آب دریا در انتهای روپلین سبب محدود شدن شرایط دریایی شده و آهکهای چاتین-آکیتانین سازند آسماری به طور جانبی به وسیله سازند گچساران جایگزین گردیده است. در حالیکه در برش لالی (در ناحیه خوزستان) در چاتین و میوسن پیشین رخساره سازند آسماری



شکل ۵- تعدادی از روزنه داران سازند گچساران و بخش بالایی سازند آسماری

**Fig 1-** *Nummulites fichteli*, Axial section, Sample no. C14, X90. **Fig 2-** *Austrotrillina asmariensis*, Axial section, Sample no. C11, X90. **Fig 3-** *Archaias kirkukens*, Axial section. Sample no. H109, X90. **Fig 4-** *Neorotalia viennoti*, Transverse section, Sample no. H109, X90. **Fig 5-** *Neorotalia* sp., subaxial section, Sample no. H127, X90. **Fig 6-** *Elphidium* sp.14, Axial section. Sample no. H273, X90. **Fig 7-** *Dendritina rangi*, Subaxial section, Sample no. H227, X90. **Fig 8-** *Nephrolepidina tournoueri*, Axial section, Sample no. H145, X40. **Fig 9-** *Borelis pygmaea*, Subaxial section, sample no. H435, X90. **Fig 10-** *Miogyopsina* cf. *irregularis*, Subaxial section, Sample no. H270, X90. **Fig 11-** *Pyrgo* sp., Equatorial section, Sample no. H222, X90. **Fig 12-** *Triloculina trigonuala*, Axial section, Sample no. H104, X90

نتیجه گیری

بر اساس مطالعه فون‌های موجود در بخش‌های سازند گچساران و شناسایی تجمعات فسیلی و استفاده از مطالعات ایزوتوپی اهرنبرگ و همکاران (Ehrenberg et al., 2007) چنین نتیجه گیری می‌شود که قاعده عضو چمپه تا ضخامت ۳۴۲ متری مقطع مورد مطالعه دارای سن الیگوسن پسین (چاتین) می‌باشد. برای بخش انتهایی چمپه و کل ضخامت مل یعنی از ضخامت ۳۴۲ متری تا انتهای مقطع، سن آکی تانین در نظر گرفته شده است. عضو چهل بدلیل عدم حضور بایوتا به عنوان زون تهی در نظر گرفته می‌شود.

منابع

- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲. زمین شناسی ایران (چینه شناسی زاگرس)، سازمان زمین شناسی کشور، ۵۳۶ صفحه.

- Adams, C.G., and E. Bourgeois, 1967. Asmari biostratigraphy: Geological and Explortion Div.: Iranian Oil Offshore Company Report, no. 1074, Unpubl.

- Berberian, M., and King, G. C. P. 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 18, p. 210-265.

- Beydoun, Z. R., Hughes, M. W., and Stoneley. R., 1992. Petroleum in the Zagros Basin: a late Tertiary foreland basin overprinted on to the outer edge of the vast hydrocarbon-rich Paleozoic-Mesozoic passive margine shelf. In R. W. Macqueen, and D. A Leckie (Eds.), Forland basins and fold belts. American Association of Petroleum Geologists Bulletin Memoir No. 552.

- Ehrenberg, S. N., T. A. Svana, N. A. H. Pickard, G. V. Laursen, S. Monibi, Z. K. Mossadegh, A. A. M. Aqrabi, J. M. McArthur and Thirlwall, M. F. 2007, Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene-Lower Miocene), SW Iran: Journal of Petroleum Geology, v. 30, p. 107-112.

- Gill, W. D., and Ala, M. A., 1972. Sedimentology of Gachsaran Formation (Lower Fars series), Southwest Iran. American Association of the Petroleum Geologists Bulletin, v. 56, p. 1965-1974.
- Hessami, K., Koyi, H. A., and Talbot, C. J. 2001. The significance of strikeslip faulting in the basement of the Zagros fold-thrust belt. Journal of Petroleum Geology, v. 24, p. 5-28.
- James, G. A., and J. G. Wynd, 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area: AAPG Bulletin, v. 49, p. 2182-2245.
- Kashfi, M. S., 1980. Stratigraphy and Environmental Sedimentology of Lower Fars Group (Miocene), south-southwest Iran. American Association of the Petroleum Geologists Bulletin, v. 42, p. 951-952.
- Koop, W. J., and Stoneley, R., 1982. Subsidence history of the Middle East Zagros basin, Permian to Recent. In P. E. Kent, M. P. Bott, D. P. Makenzie, and C. A. William (Eds.), Philosophical Transaction of Royal Society London Part A (305).
- Motiei, H., 1993. Stratigraphy of Zagros, Geological Survey of Iran ( in Farsi). 536p.
- Stocklin, J. 1968. Salt deposits of the Middle East. In R. B. Mattox (Ed.), Saline deposits: A symposium based on papers from the International Conference on Saline deposits. Geological Society of America, Special Paper v. 88. Houston, Texas.
- Vaziri - Moghaddam, H., M. Kimiagari, and Taheri, A., 2006. Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligocene - Miocene Asmari Formation in SW Iran: Facies, Springer-Verlage, v. 52, p. 41-51.
- Watson, S. E., 1960. Correlation of the Lower Fars key beds in fields. IOOC Report No. 951, (unpub.).

## بررسی آبخوان کارستی ادیو شمال شرق استان خوزستان

عباس چرچی<sup>۱</sup>، نصراله کلانتری<sup>(\*)</sup>، محمدرضا کشاورزی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- کارشناسی ارشد گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۵/۵

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۸/۱۵

### چکیده

پهنه آهکی سازند آسماری در تاقدیس پایده و بخصوص بخش جنوب شرقی آن (کوه ادیو) در شمال شرق استان خوزستان، تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی بطور گسترده‌ای گسله، دارای درزه و شکاف شده و شرایط تشکیل آبخوان کارستی را فراهم آورده است. پدیده‌های ژئومورفولوژیکی مانند چشمه کارستی بی‌بی تلخون، دره تکتونیکی- کارستی تالوک و کارن‌ها نشان از توسعه کارست و آبخوان کارستی منطقه می‌باشد. مطالعات زمین‌شناسی ساختاری، ژئومورفولوژی و هیدروژئولوژی منطقه نشان می‌دهد که: (۱) کوه ادیو با کارست‌شدگی بیشتر نسبت به گریوه بخش اصلی ذخیره آب کارستی را تشکیل می‌دهد، (۲) سازند مارنی پایده در زیر آهک آسماری بصورت آب‌بند عمل نموده و قاعده کارست‌شدگی است، (۳) گسل‌های (و شکستگی‌های) عرضی و مورب باعث افزایش خردشدگی آهک شده‌اند و نقش مهمی در ارتباط کانال‌های انحلالی ایفا می‌نمایند، (۴) تراکم درزه‌ها و شکستگی‌ها نواحی زیر سطحی با پتانسیل بالای نفوذپذیری و انتقال جریان آب را نشان می‌دهد، (۵) چشمه بی‌بی تلخون در کمترین ارتفاع رخنمون آهک آسماری، اصلی‌ترین خروجی آب زیرزمینی منطقه است و (۶) جریان آب در آبخوان کارستی منطقه غالباً در دو جهت NE به SW و SE به NW می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** کوه ادیو، تکتونیک، آبخوان کارستی، چشمه بی بی تلخون.



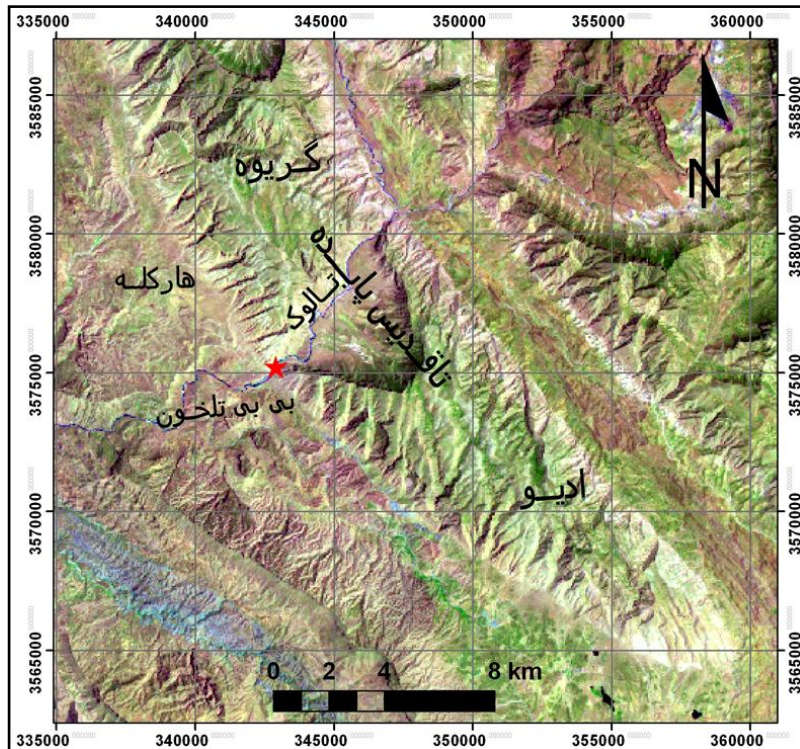
## مقدمه

عوامل ساختاری نقش بسیار موثری در فرایند کارستی شدن، هیدروژئولوژی آبخوان کارستی، تشکیل چشمه‌ها و افزایش ضرائب هیدرودینامیکی دارند. در هر منطقه کارستی شدت فرآیند کارستی شدن در ارتباط مستقیم با توسعه چشمه‌ها و میزان دبی آنها می‌باشد. بطور کلی چشمه‌ها محل تخلیه طبیعی آبخوانهای کارستی هستند و آبدهی آنها و تغییرات آن در ارتباط مستقیم با پتانسیل آبخوان و گسترش کارست-شدگی در سازند آهکی می‌باشد (افراسیابیان و رضایی، ۱۳۷۸). گسل‌ها و شکستگی‌ها از عوامل ساختاری کنترل کننده مسیرهای انحلالی و در تشکیل پدیده‌های کارستی حایز اهمیت می‌باشند. بطور کلی شکستگی‌ها و تقاطع آنها در سازندهای سخت محل ذخیره آب زیرزمینی را نشان می‌دهند (داس، ۱۹۹۰ و فتر، ۱۹۹۹) و نقش موثری در حرکت آب زیرزمینی دارند (سوبا راثو، ۲۰۰۶). نقش شکستگی‌ها در هیدروژئولوژی سازندهای آهکی توسط (کلانتری و فرزاد ۲۰۰۱؛ رهنمایی ۲۰۰۵) نیز مورد بررسی قرار گرفته است. هر چند که عوامل متعددی در تشکیل آبخوان کارستی ادیو و سیستم زیر سطحی تامین کننده چشمه کارستی بی‌بی‌تلخون سهیم می‌باشند ولی در این منطقه نیز همانند بقیه مناطق کارستی عملکرد عوامل تکتونیکی به نحو بارزی مشاهده می‌شود و شواهد ساختاری منطقه نشان می‌دهد که تکتونیک در تکوین آبخوان کارستی و بروزند چشمه کارستی رکن اساسی را ایفا می‌نماید. در این تحقیق سعی شده است توسعه آبخوان کارستی ادیو (تاقدیس پابده) با تأکید بر مطالعات زمین شناسی مورد بررسی قرار گیرد.

## وضعیت عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (تاقدیس پابده) در ۱۵۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان اهواز و ۳۰

کیلومتری شرق شهر لالی در استان خوزستان قرار دارد. شکل ۱ تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تاقدیس پابده موازی با ساختار اصلی رشته کوه‌های زاگرس دارای طولی حدود ۲۷ کیلومتر و پهنایی حدود ۸ کیلومتر است که سازند آسماری پوشش سطحی آن را بطور کامل تشکیل داده است (کشاورزی و همکاران، ۱۳۸۶). ارتفاع حداکثر و حداقل تاقدیس به ترتیب حدود ۱۷۰۰m و ۴۱۰ m از سطح دریا می‌باشد. فعالیت‌های تکتونیکی، چین-خوردگی و عملکرد گسل‌های طولی و عرضی موجب خرد شدگی، افزایش نفوذپذیری و توسعه آبخوان کارستی در آهک‌های آسماری این منطقه شده است. سنگ‌های آهکی بر روی طبقات نفوذ ناپذیر سازند مارنی پابده قرار گرفته و در نتیجه نفوذ آب به درون سازند آهکی، فرآیند کارستی شدن تا لایه نفوذ ناپذیر مارن ادامه یافته است. دره تکتونیکی- کارستی تالوک که رودخانه تالوک در آن جریان دارد، تاقدیس پابده را به دو بخش تقسیم نموده است که بخش شمال غربی آن کوه گریوه و بخش جنوب شرقی آن کوه ادیو گفته می‌شود. تنگه بابا احمد در ورودی دره تکتونیکی تالوک از تنگه‌های مهم تاقدیس پابده می‌باشد. در شکل ۲ نمایی از تنگه بابا احمد، کوه ادیو، گریوه و چشمه بی‌بی‌تلخون ارائه شده است. آبخوان کارستی ادیو در لایه‌های آهکی و چین-خورده سازند آسماری توسعه یافته است که عمده آبهای این آبخوان کارستی از طریق چشمه بی‌بی-تلخون در ابتدای دره تالوک (تنگه بابا احمد) تخلیه می‌گردد. در گستره آهکی منطقه مورد مطالعه فرآیند کارستی توسعه یافته و از لحاظ موفولوژی سطحی کارن‌ها و حفرات انحلالی کوچک مشاهده می‌شود ولی حفرات انحلالی بزرگ، دولین و فروچاله در لایه‌های آهکی این تاقدیس محدود است و گسترش ندارد.



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه، ترکیب باند ۷۴۱ (از سنجنده لندست، ۲۰۰۲)



شکل ۲- نمایی از تنگه بابا احمد، کوه ادیو، کوه گریوه و چشمه بی بی تلخون (دید به سمت شمال شرق)

ساختاری گسل‌ها، شکستگی‌ها و درزه‌های محدوده مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی و تصویر ماهواره‌ای منطقه لالی (سنجنده لندست ۲۰۰۲) استخراج گردید. از اطلاعات بدست آمده طی مطالعات صحرایی نیز در تهیه نقشه‌های مورد نظر، استفاده شده است.

### روش مطالعه

با استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ شرکت نفت ملی ایران (۱۳۴۵) و تصویر ماهواره ای منطقه، نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه ترسیم شده است (شکل ۳). با بکار گیری توانایی‌های سنجش از دور و GIS سیمای

## موقعیت تکتونیکی و توالی چینهای

منطقه مورد مطالعه از لحاظ تکتونیکی بر اساس تقسیم بندی اشتوکلین (۱۹۶۸) در ناحیه زاگرس چین خورده و محل خمش جبهه کوهستان (MFF)<sup>۱</sup> واقع شده است (چرچی، ۱۳۸۶). شکل ۳ نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد. سازندهای قابل مشاهده در این محدوده به ترتیب سنی از قدیم به جدید عبارت از: آهک های ایلام- سروک، لایه های مارنی پابده-گورپی، آهک آسماری، لایه های گچی و مارنی گچساران، مارن میشان، ماسه سنگ آغاچاری، لهری، کنگلومرای بختیاری و نهشته های کواترنری می باشد. تمام پوشش سطحی تاقدیس پابده از آهک های آسماری تشکیل شده است و سیستم های درز و شکاف و سیماهای کارستی نظیر کارن، حفرات انحلالی مختلف و دره های خشک کارستی در این سازند بخوبی گسترش دارد. از این رو این سازند به عنوان مهمترین واحد لیتولوژیکی کارستی در منطقه مورد مطالعه به حساب می آید. در شکل ۴ مقطع زمین شناسی منطقه مورد مطالعه در جهت شرقی- غربی ارائه شده است. قرار داشتن بخش مارنی گچساران و میشان (در یال جنوب غربی تاقدیس پابده) در مجاورت آهک های کارستی ادیو به صورت یک سد هیدرولیکی برای آبخوان کارستی کوه ادیو عمل نموده و مانع از زهکشی ذخایر آب کارست به کنگلومرای بختیاری و آبرفت موجود در غرب و جنوب کوه ادیو شده است. بنابراین لایه های مارنی سازند گچساران و میشان در نگهداری آب در آبخوان کارستی سازند آهکی آسماری (تاقدیس پابده) و ظهور چشمه بی بی تلخون تأثیر مثبتی داشته است.

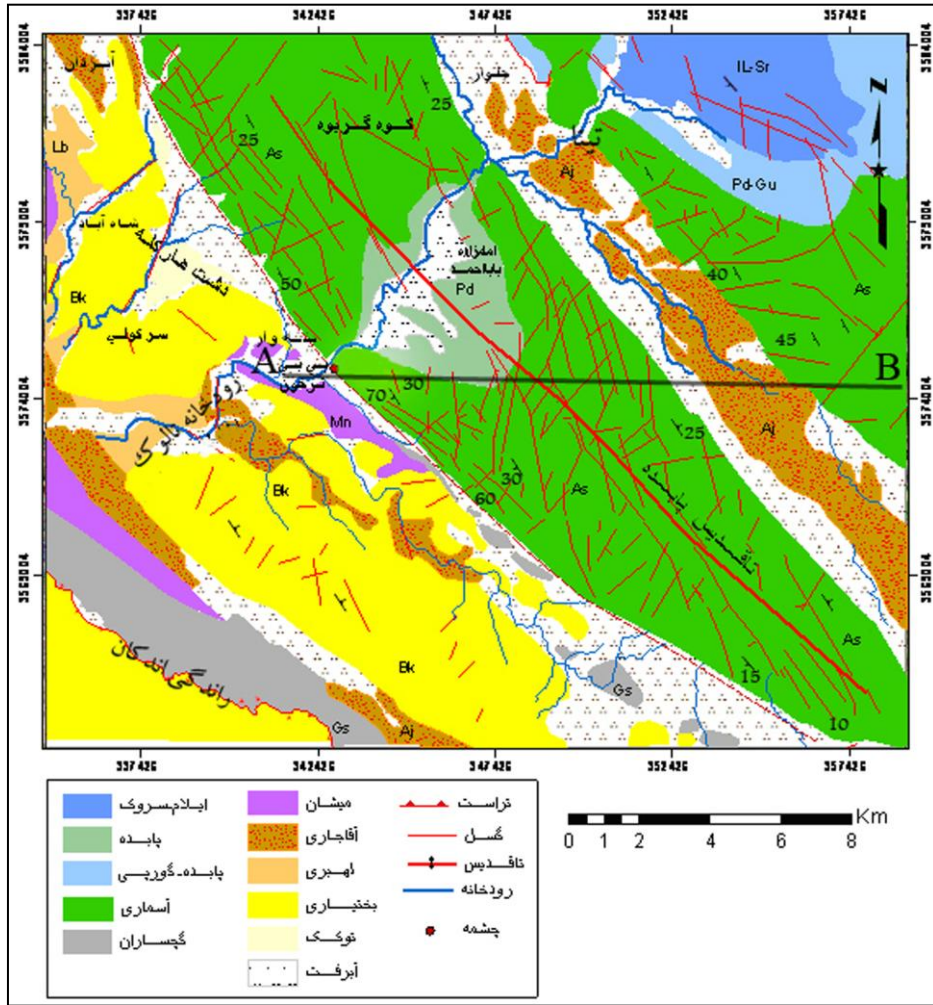
## چشمه ها

چشمه ها در مناطق آهکی معیار مناسبی برای تعیین درجه کارستیفیکاسیون هستند. کاهش تعداد چشمه ها در حواشی منطقه کارستی و تمرکز آنها با افزایش آبدهی در یک ناحیه مشخص، نشان دهنده توسعه و گسترش فرآیندهای کارست شدگی در عمق لایه های آهکی می باشد. در منطقه کارستی چنین شرایطی مشاهده می شود. در یال شمال شرقی و شمال غربی تاقدیس پابده چشمه کارستی در آهک آسماری مشاهده نمی شود و چشمه های بی بی- تلخون، تالوک و گریوه در محل ورودی به دره تالوک ظهور یافته اند. این چشمه ها از نوع کارستی هستند و در تمام طول فصل سال فعال می باشند.

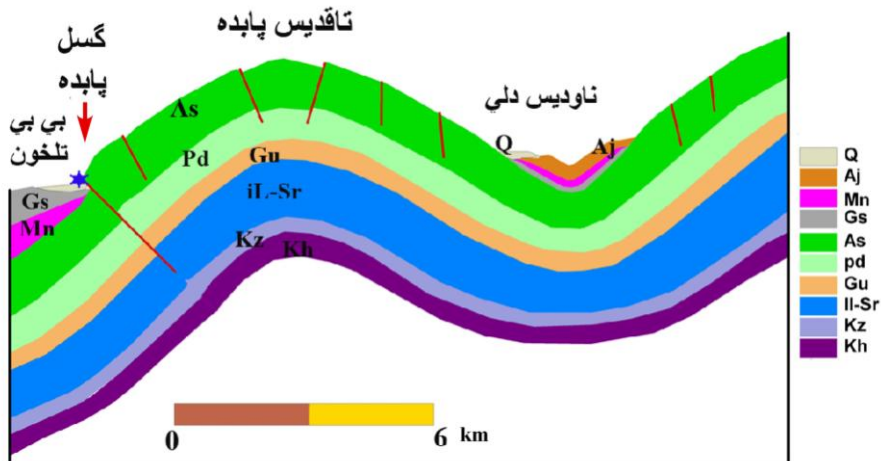
## چشمه بی بی تلخون

چشمه بی بی تلخون در سمت چپ رودخانه تالوک با آبدهی حداقل حدود  $1/5 \text{ m}^3/\text{s}$  در فصل خشک دبی پایه رودخانه تالوک را تأمین می کند (شکل ۲). کوه ادیو منبع اصلی تأمین کننده آب چشمه بی بی تلخون می باشد، از طرفی در فصل زمستان نفوذ آب از رودخانه تالوک در تغذیه آبخوان کارستی ادیو موثر است. هرچند دو دهنه اصلی چشمه در کنار هم قرار دارند، اما مظهر چشمه به صورت یک نقطه متمرکز نیست و آب در یک فاصله ۷۰ متری از حدود ۲۰ نقطه ظاهر می شود (کریمی، ۱۳۸۰ و آبشیرینی، ۱۳۸۴). با توجه به بازدیدهای صحرائی به احتمال زیاد مسیر اصلی جریان چشمه در سازند آهکی کوه ادیو قبل از رسیدن به دره تالوک به صورت یک مجرای بزرگ گسله و انحلالی می باشد.

<sup>۱</sup>- Mountain Front Flexure



شکل ۳- نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه و راستای مقطع (A-B)



شکل ۴- مقطع زمین‌شناسی (A-B) منطقه مورد مطالعه در جهت شرق- غرب

### چشمه تالوک

چشمه تالوک ۲۳۰ متر بالاتر از چشمه بی-بی- تلخون میان رسوبات بستر موجود در دره تالوک و بین دو کوه ادیو و گریوه در راستای یکی از گسل‌های طولی ظاهر شده است و در رده گسلی- بستری قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه این چشمه در بستر رودخانه تالوک ظهور یافته است، نام تالوک برای آن انتخاب گردید. هر چند مظهر این چشمه کارستی به کوه ادیو نزدیک‌تر می‌باشد، اما بر اساس بازبینی‌های صحرایی و مطالعات زمین- شناسی و به ویژه مشابه بودن کیفیت شیمیایی آب آنها احتمالاً چشمه تالوک با بی-بی تلخون دارای ارتباط هیدرولیکی است و از کوه ادیو تغذیه می‌گردد.

### چشمه گریوه

چشمه کارستی گریوه در فاصله ۲۰۰ متری بالاتر از چشمه بی-بی تلخون در آهک کوه گریوه در سمت راست رودخانه ظهور یافته است (شکل ۵). چند گسل طولی با روند شمال غرب- جنوب شرق و شیب ۴۵ درجه در جهت شمال شرق در محدوده ورودی دره وجود دارد. مظهر چشمه گریوه در داخل سنگ‌های کوچک و بزرگ و واریزه‌های آهکی در کرانه راست رودخانه تالوک قرار دارد. یک گسل در مجاورت چشمه گریوه وجود دارد که عملکرد و فعالیت آن موجب خرد شدگی و ایجاد درزه و شکاف‌های فراوانی شده است. همین زون شکسته شده در تشکیل چشمه گریوه موثر واقع شده است و تجمع بیشتر واریزه- های آهکی در محدوده این چشمه نیز ناشی از فعالیت این گسل می‌باشد، بنابراین این چشمه کارستی از نوع چشمه گسلی می‌باشد.

در محل ظهور چشمه باز شدگی قابل توجه لایه- های سازند آسماری و درزه‌های عرضی و مورب فراوانی با بازشدگی زیاد (حدود ۱۰ سانتی‌متر) به وضوح مشاهده می‌شود. واریزه‌های کوچک و بزرگ آهکی در محل تقاطع این مجرای کارستی با دره تالوک موجب پخش آب و تشکیل دهانه‌های زیاد این چشمه شده است. یکی از مواردی که در مطالعات مناطق کارستی مورد توجه قرار می‌گیرد بررسی حوضه آبریز چشمه‌ها می‌باشد. با توجه به متوسط بارندگی منطقه مورد مطالعه (۶۵۰ میلی‌متر)، میانگین آبدهی چشمه بی-بی تلخون و میزان تخلیه آن ناشی از بارندگی در یک سال (QB) و درصد نفوذ بارندگی (I) با استفاده از رابطه  $Q_B = IAP$ ، با در نظر گرفتن ضریب نفوذ ۴۰ درصد (با توجه به تراکم درزه و شکستگی‌ها و ژئومورفولوژی منطقه)، مساحت حوضه آبریز این چشمه (A) حدود ۱۵۷ کیلومتر مربع برآورد شده است. از اینرو با توجه عملکرد گسل‌ها و شکستگی‌ها در تاقدیس پابده که در ادامه به آن پرداخته شده است، تمام پوشش کوه ادیو (بخش جنوب شرقی تاقدیس) به مساحت حدود ۱۱۰ کیلومتر مربع متشکل از آهک‌های درزه و شکافدار سازند آسماری منبع اصلی تأمین کننده آب چشمه بی-بی تلخون می‌باشد. چشمه بی-بی تلخون به عنوان مهمترین تخلیه کننده آبخوان کارستی تاقدیس پابده، دارای آبی از نوع سولفات- کلسیک است. هدایت الکتریکی، مجموع املاح و دمای اندازه گیری شده آب چشمه بی-بی تلخون به ترتیب برابر ۱۲۶۰ میکروموس بر سانتیمتر، ۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۲۳/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.





شکل ۵- چشمه گریوه در جناح راست رودخانه تالوک (دید بسمت شمال)

خطواره‌های با طول زیاد نیز در یال جنوب غربی کوه ادیو مشاهده می‌شود که موجب سهولت حرکت آب به چشمه بی‌بی‌تلخون هستند. با توجه به رز دیاگرام (شکل ۸) روند اصلی شکستگی‌های عرضی (عمود بر محور تاقدیس)، شمال شرق- جنوب غرب می‌باشد و دارای امتداد N ۲۵ E تا E ۵۰ N درجه هستند. شکستگی‌های طولی هم‌جهت با محور تاقدیس با روند شمال غرب- جنوب شرق دارای امتداد N ۴۰ W تا N ۶۰ W درجه هستند. بر این اساس در کوه ادیو دو جهت جریان غالب در سیستم کارستی وجود دارد، بطوری که آب زیرزمینی در جهت عرضی از NE به SW و در جهت طولی از SE به سمت NW به سمت مجاری اصلی چشمه بی‌بی‌تلخون حرکت می‌کند. از طرف دیگر مطالعه نقشه زمین‌شناسی و بازدید صحرایی از چشمه‌های بی‌بی‌تلخون، تالوک و گریوه و سیمای انحلالی موجود در محدوده و محل ظهور آنها نشان می‌دهد که موقعیت تشکیل چشمه‌ها متأثر از روند خطی شکستگی‌ها می‌باشد.

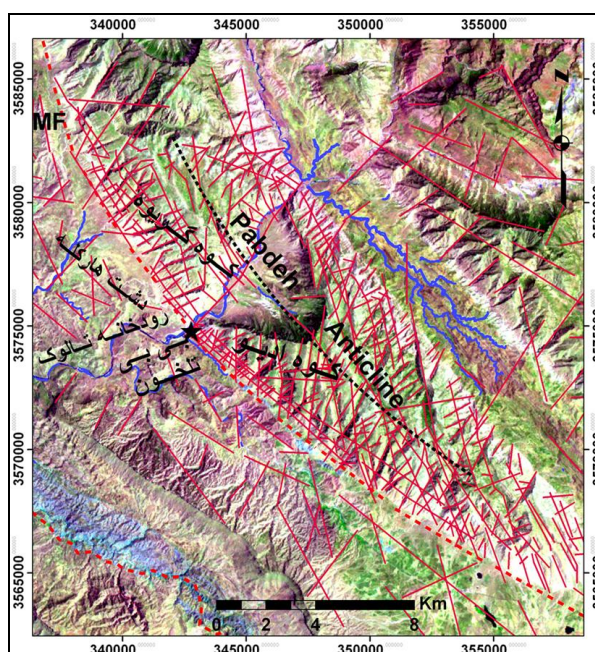
**نقش شکستگی‌ها در توسعه آبخوان کارستی**  
شکستگی عبارت از یک ناپیوستگی مکانیکی مسطح در سنگ است که در نتیجه شکست سنگ شکننده تحت فشار کم و درجه حرارت معمولی پوسته زمین ایجاد می‌شود. شکستگی‌ها فضاهای بازی هستند که تخلخل ثانویه نامیده می‌شوند. از دیدگاه هیدروژئولوژی تشخیص شکستگی‌ها در رابطه با پتانسیل آبی حائز اهمیت می‌باشد. در شکل ۶ نمایی از سیستم شکستگی- های آهک آسماری در یال شرقی کوه ادیو مشاهده می‌شود.

تراکم درزه و شکستگی‌ها در کوه ادیو نشان دهنده نفوذ پذیری بیشتر و زون‌های دارای پتانسیل آبی می‌باشد. برای استخراج شکستگی‌ها و خطواره‌های منطقه مورد مطالعه از تصویر ماهواره‌ای ترکیب باند ۷۴۱ منطقه، نقشه زمین‌شناسی و داده‌های برداشتی عملیات صحرایی استفاده شده است. همان‌طور که در نقشه شکستگی‌ها (شکل ۷) مشاهده می‌شود، سطح تاقدیس پایده کاملاً خرد و شکسته شده و دارای درزه، شکستگی و گسل‌های فراوان است که تماماً به عنوان خطواره<sup>۱</sup> در نظر گرفته می‌شوند. خطواره‌ها پدیده‌های خطی هستند که بواسطه نیروهای تکتونیکی توسعه یافته و شکستگی‌های زیر سطحی و تخلخل ثانویه را آشکار می‌کنند (سوبا راثو، ۲۰۰۶). فراوانی خطواره‌ها در کوه ادیو بیشتر است، از طرفی

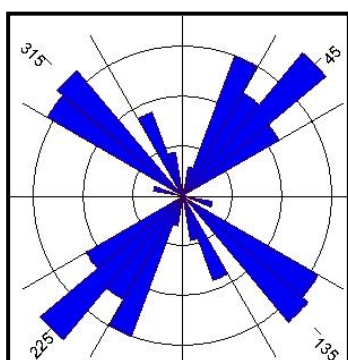
۱- Lineament



شکل ۶- سیستم شکستگی‌های آهک آسماری در کوه ادیو (دید بسمت غرب)



شکل ۷- نقشه شکستگی‌های محدوده مورد مطالعه بر روی تصویر ماهواره‌ای



شکل ۸- رز دیاگرام شکستگی‌ها

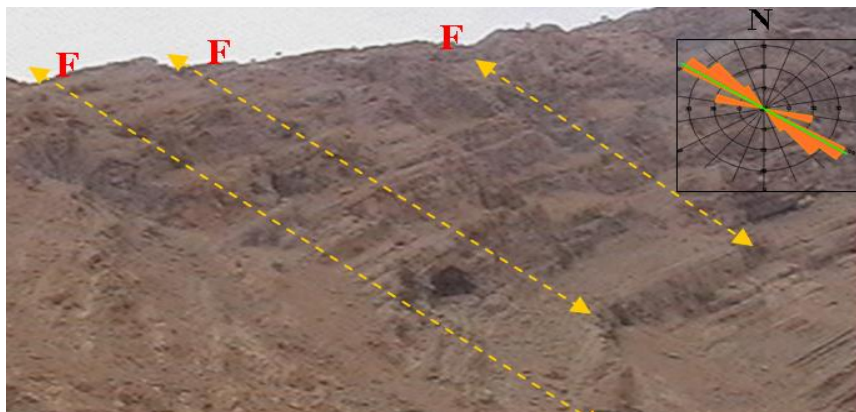
### گسل‌های طولی

در طول دره تالوک از سمت هسته تاقدیس به سمت چشمه بی‌بی تلخون (در جهت شمال شرق) شیب لایه‌بندی به طور ناگهانی تغییر می‌یابد، بطوری که شدت آن به سمت چشمه افزایش یافته و شیب لایه‌های آهکی کوه ادیو با شکستگی‌های فراوان به ۸۰ درجه می‌رسد، که نشان دهنده عملکرد گسل پابده می‌باشد. اشکال ۹، ۱۰ و ۱۱

گسل پابده در محل خمش جبهه کوهستان با روند شمال غرب- جنوب شرق و طول حدود ۳۰ کیلومتر به موازات محور تاقدیس پابده منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. تشخیص این گسل از روی تصویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی محدوده مورد مطالعه با توجه به روند خطی آن و بازدیدهای صحرائی به سهولت امکان پذیر است.

آسماری در سازند پابده که قاعده آبخوان کارستی به حساب می‌آید، نیز گسترش یافته‌اند (شکل ۱۱). بخشی از مسیر رودخانه تالوک در بالا دست چشمه بی‌بی تلخون فقط در فصل زمستان دارای آب است اما این رودخانه از محل چشمه به پایین دست به یک رودخانه دائمی تبدیل می‌شود. از طرفی در فصل زمستان بخشی از آب جاری در رودخانه تالوک در بالا دست چشمه از طریق این گسل‌ها و شکستگی‌های مورب در مسیر رودخانه، وارد آبخوان کارستی می‌شود (شکل ۱۰). با توجه به رز دیاگرام (شکل ۸)، گسل‌های طولی تاقدیس پابده در یال جنوبی کوه ادیو دارای امتداد ۱۲۰ تا ۱۳۵ درجه می‌باشند.

تعدادی از گسل‌های طولی تاقدیس پابده را نشان می‌دهند که امتداد آنها به دره تالوک می‌رسد. گسل‌های طولی در طول تاقدیس پابده نقش موثری در تسهیل انتقال آب به آبخوان کارستی دارند. طی پیمایش صحرایی در امتداد دره تالوک تعداد زیادی گسل با شیب بین ۴۵ تا ۸۰ درجه در تاقدیس پابده مشاهده گردید (شکل ۹). شیب این گسل‌ها در یال شمال شرقی عمدتاً به سمت جنوب غرب (به سمت هسته تاقدیس) و در یال جنوب غربی به سمت شمال شرق می‌باشد. شکل ۹ نمایی از عملکرد گسل در لایه‌های آهک آسماری را نشان می‌دهد، تعدادی از این گسل‌ها عمقی هستند و علاوه بر خرد کردن آهک‌های



شکل ۹- نمایی از گسل‌های طولی در دره تالوک و رزدیاگرام گسل‌ها (دید به سمت شمال)



شکل ۱۰- رودخانه تالوک و نفوذ آب به آهک از طریق گسل

شکل ۱۱- گسل ایجاد شده در لایه‌های مارنی پابده



آبخوان کارستی و ظهور چشمه بی‌بی‌تلخون را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

۱- گسل‌های عرضی و مورب منجر به توسعه سیستم درزه و شکستگی‌های تاقدیس پایده و بویژه کوه ادیو شده که به نوبه خود پتانسیل کارست‌شدگی منطقه را افزایش داده است.

۲- گسل‌های عرضی عمیق با قطع نمودن گسل‌های طولی (موازی محور چین) و لایه‌بندی آهک آسماری موجب توسعه مجاری و حفرات انحلالی کارست شده است. این گسل‌های عرضی موجب ارتباط ذخایر آبی به موازات محور تاقدیس پایده شده که در نهایت موجب گسترش آبخوان کارستی کوه ادیو که چشمه بی‌بی‌تلخون را تغذیه می‌کند شده است.

۳- مجراهای عرضی شبکه کارستی (مجاری عمود بر محور چین) به واسطه عملکرد همین شکستگی‌ها و گسل‌های عرضی در یال‌های تاقدیس تشکیل شده‌اند. حجم قابل توجهی از ذخایر آب سیستم کارستی در داخل همین مجراها ذخیره شده و موجب تغذیه چشمه بی‌بی‌تلخون می‌شود.

بطور کلی گسل‌ها و شکستگی‌های عرضی شرایط ارتباط هیدرولیکی آبخوان‌های کارستی تشکیل شده در یال شمال شرقی با ذخایر آب سیستم کارستی یال جنوب‌غربی را فراهم آورده‌اند. بالا بودن آبدهی چشمه کارستی بی‌بی‌تلخون می‌تواند نشان‌دهنده ارتباط هیدرولیکی آبخوان‌های کارستی در دو یال تاقدیس پایده (کوه ادیو) از طریق گسل‌های عرضی و شکستگی‌ها و داشتن حوضه آبریز وسیع باشد. مساحت یال جنوب‌غربی تاقدیس پایده (بخش ادیو) حدود ۵۵ کیلومتر مربع است در حالیکه مساحت حوضه آبریز چشمه بی‌بی‌تلخون حدود ۱۵۷ کیلومتر مربع برآورد گردید که می‌تواند تأییدی بر ارتباط هیدرولیکی آبخوان‌های کارستی در دو یال تاقدیس پایده باشد.

روند این گسل‌ها نشان می‌دهد که یک جهت جریان غالب در آبخوان کارستی ادیو از سمت دماغه جنوب شرقی تاقدیس پایده به سمت چشمه بی‌بی‌تلخون وجود دارد و آب ذخیره شده در آبخوان کارستی را به چشمه هدایت می‌کنند. عملکرد گسل‌های طولی و راندگی در طی فعالیت‌های تکتونیکی و چین‌خوردگی در محدوده تاقدیس پایده موجب خرد شدگی، افزایش نفوذپذیری و توسعه آبخوان کارستی آهک‌های آسماری شده است. ریزش‌های جوی بر روی سطح تاقدیس پایده (بخصوص کوه ادیو) از سیستم درزه و شکستگی‌ها به درون آهک و کارست نفوذ می‌کند و از طریق گسل‌های طولی و مجاری انحلالی آبخوان کارستی به سمت نقاط خروجی (چشمه بی‌بی‌تلخون) حرکت می‌کند.

### گسل‌ها و شکستگی‌های عرضی و مورب

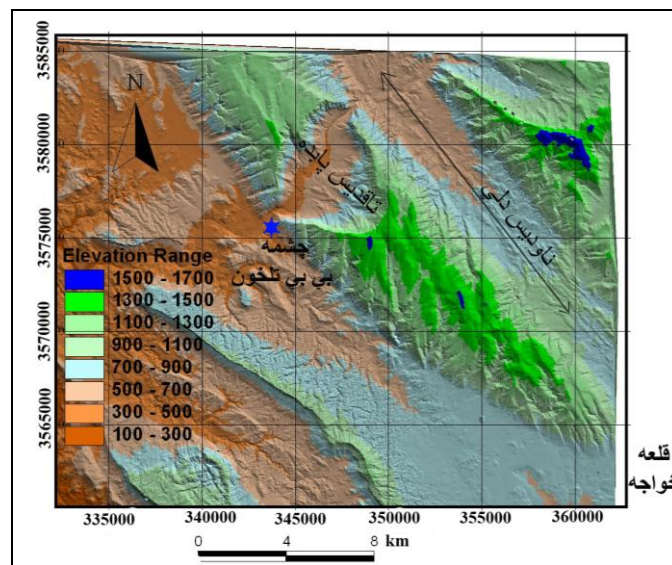
گسل‌های عرضی و مورب با قطع نمودن لایه‌بندی‌ها و برخورد با گسل‌های طولی، در افزایش خرد شدگی‌ها و سیستم شکستگی‌ها موثرند و موجب ارتباط کانال‌های طولی آبخوان کارستی شده‌اند. این گسل‌ها در فرآیندهای هیدروژئولوژیکی کارست همچون تسهیل جریان آب زیرزمینی، انحلال و توسعه کارست نیز حائز اهمیت هستند. چند گسل عرضی و مورب در تاقدیس پایده از هسته تاقدیس عبور کرده و امکان ارتباط هیدرولیکی بخش‌های آهکی آسماری یال شمال شرقی و یال جنوب‌غربی تاقدیس پایده را فراهم آورده است. عمق تأثیر تعدادی از گسل‌ها به درون سازند پایده در زیر آهک آسماری می‌رسد. عملکرد این گسل‌های عرضی و مورب در بخش کوه ادیو به خوبی که به نوبه خود در تسهیل جریان آب از بخش‌های یال شمال شرقی به یال جنوب‌غربی تاقدیس پایده که محل ظهور چشمه بی‌بی‌تلخون است موثر واقع شده است. نقش گسل‌های عرضی در ایجاد و توسعه

بیشتر توده‌های آهکی حوضه کارستی زاگرس، اختلاف ارتفاع موجب شده است که توسعه سیستم کارست در ساختارهای نامتقارن به صورت غیر یکنواخت باشد. بخشی از گستره آهکی که دارای ارتفاع کمتری است و به نقاط خروجی آبخوان و به سطح اساس فرسایش نزدیک‌تر است، دارای پتانسیل بیشتری برای تشکیل و توسعه کارست شدگی می‌باشد. چنین مشخصه-ای در تاقدیس آهکی پابده که یک تاقدیس نامتقارن است به خوبی مشاهده می‌شود. نقشه رقوم ارتفاعی تاقدیس پابده و مناطق مجاور آن در شکل ۱۲ ارائه شده است.

فعالیت‌های تکتونیکی در سنگ‌های کربناته تاقدیس پابده نقش موثری در تشکیل کارست و توسعه کارست‌شدگی ایفا نموده است و ظهور چشمه‌های کارستی بی‌بی‌تلخون و گریوه در زون گسله تنگ بابا احمد خود تأییدی بر تأثیر عملکرد نیروهای تکتونیکی در ایجاد منابع آب کارستی می‌باشد.

### نقش توپوگرافی در توسعه کارست منطقه

توپوگرافی یکی از متغیرهای کنترل‌کننده فرآیندهای کارستی می‌باشد (وایت، ۱۹۸۸). در بعضی مناطق کارستی توپوگرافی می‌تواند در انتخاب مسیر جریان آب تأثیر گذار باشد. در



شکل ۱۲- نقشه رقوم ارتفاعی تاقدیس پابده و مناطق مجاور آن

به سمت یال جنوب غربی و چشمه بی‌بی‌تلخون وجود دارد و از دیدگاه توپوگرافی یال جنوب غربی کوه ادیو و محدوده چشمه بی‌بی‌تلخون بیشترین پتانسیل کارست‌شدگی را دارد. در واقع ظهور چشمه‌های بی‌بی‌تلخون، گریوه و تالوک در محدوده تنگ بابا احمد موید نقش توپوگرافی به عنوان یک عامل موثر در تشکیل و توسعه آبخوان کارستی می‌باشد.

تراز سطح زمین در یال شمال‌شرقی تاقدیس پابده (ناودیس دلی) حدود ۱۵۰ متر بیشتر از یال جنوب غربی و مظهر چشمه بی‌بی‌تلخون است و تراز ارتفاعی لایه‌های آهکی آسماری در دماغه تاقدیس پابده در ناحیه قلعه خواجه حدود ۴۰۰ متر بیشتر از مظهر چشمه بی‌بی‌تلخون است. بنابراین شرایط توپوگرافی برای جریان آب از نواحی شرقی و دماغه جنوب شرقی تاقدیس پابده

## نتیجه گیری

فعالیت تکتونیکی منطقه و گسل خوردگی شدید آهک‌های سازند آسماری در تاقدیس پایده یک زون کاملاً شکسته و خرد شده را بوجود آورده است که همراه با انحلال منجر به توسعه آبخوان کارستی در این ناحیه شده است. کوه ادیو با کارست‌شدگی بیشتر نسبت به گریوه بخش اصلی ذخیره آب کارستی را دارد و سازند مارنی پایده در زیر آهک آسماری قاعده آبخوان کارستی می‌باشد. عملکرد گسل پایده موجب افزایش شیب لایه‌های آهکی (۸۰ درجه) در محدوده تنگ بابا احمد شده است. گسل‌ها و شکستگی‌های عرضی کوه ادیو با قطع نمودن گسل‌های طولی و لایه‌بندی باعث ارتباط مجاری انحلالی کارست و ذخایر آبی توسعه یافته در بخش‌های مختلف توده‌های آهکی کوه ادیو شده‌اند. چشمه بی‌بی‌تلخون با آبدهی نسبتاً زیاد (حداقل  $1/5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) مهمترین تخلیه کننده سیستم کارستی منطقه و منعکس کننده توسعه آبخوان کارستی آهک آسماری می‌باشد. بر اساس رز دیاگرام شکستگی‌ها، در آبخوان کارستی ادیو آب در دو جهت NE به SW و SE به NW به سمت مجاری اصلی چشمه بی‌بی‌تلخون جریان دارد. از دیدگاه توپوگرافی یال جنوب‌غربی تاقدس پایده (کوه ادیو) و محدوده تنگ بابا احمد با کمترین ارتفاع، بیشترین پتانسیل کارست‌شدگی را داشته است. ظهور چشمه گسلی- کارستی بی- بی‌تلخون، گریوه و تالوک در محدوده تنگ بابا احمد تأییدی بر تأثیر عملکرد نیروهای تکتونیکی و عامل توپوگرافی در تشکیل و توسعه آبخوان کارستی منطقه می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

از اساتید و کارکنان گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید چمران که در انجام این پژوهش مساعدت کرده‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

## منابع

- Kalantari N. and Farzad A., 2001. Groundwater occurrence in Fariab tectonic valley. *Journal of Applied Hydrology*, XIV, p. 18-23.
- Rahnemaei, M., 2005. Application of spectral analysis of daily water level and spring discharge hydrographs data for comparing physical characteristics of karstic aquifers. *Journal of Hydrology* v. 311, p. 106-116.
- Stoclin, J., 1968. Structural history and tectonic of Iran, A review. *American of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 52 (7), p. 1229-1258.
- Subba Rao N., 2006. Groundwater potential index in a crystalline terrain using remote sensing data. *Environmental Geology*, v. 50, p. 1067-1076.
- White, W.B., 1988. *Geomorphology and hydrology of Karst Terrains*. Oxford Univ. Press, New York.
- آبشیرینی، ا.، ۱۳۸۴. کاربرد تکنیکهای سنجش از دور و GIS در شناخت و پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی کارست در تاق‌دیس پابده-لالی، پایان نامه کارشناسی ارشد آب شناسی، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز.
- افراسیابیان، ا. و رضایی، م.، ۱۳۷۸. بررسی سازندهای آهکی حوضه آبریز خلیج فارس از نظر پتانسیل منابع آب کارستی. سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شیراز.
- چرچی، ع.، ۱۳۸۶. تحلیل ساختاری منطقه فروافتادگی دزفول شمالی - استان خوزستان، پایان نامه دکتری تکتونیک، دانشگاه شهید بهشتی.
- شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۴۵. نقشه زمین-شناسی مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰، برگه کوه کمستان، شماره E ۲۰۸۲۱.
- کریمی، ا.، ۱۳۸۰. مطالعه هیدرولوژی آبخوان کارستی تاق‌دیس پابده-لالی، پایان نامه کارشناسی ارشد آب شناسی، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز.
- کشاورزی، م.، کلانتری، ن. و چرچی، ع.، ۱۳۸۶. ارزیابی آب چشمه بی‌بی‌تلخون در تأمین آب آبیاری دشت هارکله. یازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی، مشهد.
- Das, D., 1990. Satellite remote sensing in subsurface water targeting. *Proceeding ACSMASPRS. Annual Convention*, p. 99-103.
- Fetter, C. W., 1999. *Contaminant Hydrogeology*. Prentice Hall Inc., N.J.
- Ford, D.C. and Williams, P.W., 1988. *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman, USA.

## برخاستگاه زمین ساختی ماسه سنگ های لالون در مقطع باهمو، ایران مرکزی: با نگرشی بر تأثیر فرآیندهای دیاژنزی بر ترکیب ماسه سنگ ها

محبوبه حسینی برزی<sup>(۱)</sup>، نجمه اعتماد سعید<sup>(۲)</sup>

۱- استادیار، گروه زمین شناسی دانشگاه شهید بهشتی

۲- کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۲/۲۵

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۶/۴

### چکیده

به منظور تعیین برخاستگاه و حذف اثر فرآیندهای دیاژنزی بر ترکیب، ماسه سنگ های سازند لالون با سن کامبرین پیشین در برش باهمو با ضخامت ۵۵۰ متر واقع در بلوک پشت بادام، مورد مطالعه قرار گرفتند. این مطالعات توسط بررسی های سنگ شناسی ۱۷۰ مقطع نازک، آنالیز مدال ۵۰ نمونه مناسب و استفاده از میکروسکوپ الکترونی و آنالیز EDX صورت گرفت. فرآیندهای مرحله ائوژنز در این ماسه سنگ ها شامل: سیمانی شدن اولیه کلسیتی، فشردگی فیزیکی، جانمایی دانه ها توسط سیمان کلسیتی و رنگ آمیزی شدن هماتیتی، فرآیندهای مرحله مزوژنز شامل: فشردگی شیمیایی، سیمانی شدن کوارتزی، دولومیتی شدن سیمان های کلسیتی، ددولومیتی شدن، آلبیتی شدن فلدسپارها و رشد ایلیت و کلریت ائوژن و فرآیندهای مرحله تلوزنز شامل: ایجاد شکستگی ها و پر شدن آن ها توسط سیمان های کلسیتی و دگرسانی سیمان های ائو و مزوژنتیکی می باشد. پس از شناسایی این فرآیندها و حذف تأثیر آن ها بر نتایج آنالیز مدال، مطالعات برخاستگاه زمین ساختی در این ماسه سنگ ها با استفاده از دیاگرام های Qm46 F5 Lt49، Qt86 F5 L9، Lm12 Lv5 Ls83 و Qp90 Lvm5 Lsm5 انجام شد. این مطالعات نشان دهنده رخساره کوارتزی/قطعه سنگی با برخاستگاه زمین ساختی کوهزایی چرخه مجدد و ریفت حاشیه قاره ای در این سازند است که در کوارتزارنایت های راس سازند به رخساره کوارتزی با برخاستگاه زمین ساختی کراتون تغییر می یابد. شواهد سنگ شناسی و استفاده از دیاگرام های خشتی بر پایه دانه های کوارتز، حاکی از وجود چند منشأ برای ماسه سنگ های مورد مطالعه می باشد. دیاگرام های آب و هوایی QFRF و  $\log \frac{Qt}{F+RF}$  در برابر  $\log \frac{Qp}{F+RF}$  نشان می دهند که در طی نهشت سازند لالون، روند آب و هوایی از نیمه خشک تا مرطوب تغییر می یابد.

واژه های کلیدی: آب و هوا، برخاستگاه زمین ساختی، دیاژنز، سازند لالون، کراتون، کوهزایی چرخه مجدد.

## مقدمه

واژه برخاستگاه در مفهوم کلی به معنای سرچشمه گرفتن و منشا است (ولتج و ون ایناتن، ۲۰۰۴). بر پایه تئوری دیکینسون (۱۹۸۸)، زمین ساخت، توزیع جهانی منطقه منشا رسوبات و حوضه های رسوبگذاری را تعیین می کند. به عقیده وی، ترکیب ماسه سنگ ها، شدیداً توسط زمین ساخت صفحه ای کنترل می شود و می توان از طریق بررسی ترکیب رسوبات به برخاستگاه زمین ساختی آن ها رسید. در کنار این مطلب باید به این نکته نیز توجه داشت که ترکیب کانی شناسی ماسه سنگ ها، ممکن است در طی دیاژنز تغییر کند (پتی جان و همکاران، ۱۹۸۷). فرآیندهای دیاژنتیکی مانند انحلال دانه های فلدسپار و قطعات سنگی و یا جانیشینی دانه های آواری توسط کربنات ها، رس ها و بسیاری از کانی های اتوزن دیگر که کانی شناسی آواری اولیه ماسه ها را تغییر می دهند و یا سبب عدم تشخیص آن ها می گردند، باید در زمان تفسیر برخاستگاهی ماسه سنگ های قدیمی مورد توجه قرار گیرند (مک براید، ۱۹۸۵).

سازند لالون از گسترده ترین سازند های کامبرین پیشین در ایران و کشورهای همجوار است. آستر تو (۱۹۶۳) برش الگوی این سازند را برای اولین بار در دهکده لالون (البرز مرکزی) اندازه گیری و نام گذاری کرد. مقطع مورد مطالعه از سازند لالون، در شرق روستای باهمو، نزدیکی شهر بهاباد واقع شده است. بر پایه تقسیم بندی ایران به حوضه های رسوبی - ساختاری جداگانه، این مقطع، بخشی از خرد قاره ایران مرکزی و بلوک پشت بادام به شمار می رود. این بلوک میان گسل پوشیده نائین - کوهبنان در شرق و گسل پشت بادام در غرب واقع شده است (آقانباتی، ۱۳۸۵). ویژگی اساسی این بلوک رخنمون های دگرگونی منسوب به

پرکامبرین به همراه سنگ های آتش فشانی و ماگمایی با برخاستگاه کافتی، در ردیف های پرکامبرین پسین و کامبرین پیشین آن است. این طور به نظر می رسد که پدیده کافتی شدن از ویژگی های این بلوک باشد (آقانباتی، ۱۳۸۵).

رسوبات سازند لالون در مقطع باهمو، با ضخامت ۵۵۰ متر، توسط لایه های کنگلومرایی با تناوب ماسه سنگ آغاز می شوند. شروع سازند لالون در این منطقه همراه با افق های کنگلومرایی بر روی دولومیت های منتسب به سازند باروت (هرچند این مرز در مناطقی به صورت گسله دیده می شود) و پایان آن با ناپیوستگی فرسایشی از نوع افق خاک قدیمی با سازند میلا است (شکل ۱). بیشترین ضخامت این سازند در برش مورد مطالعه را ماسه سنگ ها تشکیل می دهند (شکل ۲). با مطالعه بر روی برخاستگاه زمین ساختی ماسه سنگ های سازند لالون در مقطع باهمو، می توان در رابطه با منشا این ماسه سنگ ها و موقعیت زمین ساختی آن، اظهار نظر نمود. در این نوع مطالعات لازم است که ابتدا فرآیندهای دیاژنزی و تاثیر آن ها بر روی ترکیب اولیه ماسه سنگ ها، شناخته شود تا آنالیز مدال با دقت لازم صورت پذیرد علاوه بر این که تفسیر تاریخچه تدفین این رسوبات، در نهایت بخشی از تکامل حوضه ایران مرکزی را روشن می سازد.

## روش مطالعه

مطالعات سنگ شناسی اولیه بر روی ماسه سنگ های لالون در برش باهمو، با مطالعه ۱۷۰ مقطع نازک توسط میکروسکوپ نوری و رنگ آمیزی مقاطع نازک جهت تشخیص سیمان های کربناته با آلبرازین قرمز و فروسیانید پتاسیم به روش دیکسون (۱۹۶۵) انجام گرفت. در ادامه به منظور

حذف اثر دیانز بر ترکیب و بافت اولیه ماسه سنگ‌ها، تغییرات دیانزی مورد مطالعه قرار گرفتند. علاوه بر مطالعات میکروسکوپی فرآیندهای دیانزی، ساختار کانی‌های رسی در جازا و شیمی آن‌ها در ترکیب این ماسه سنگ‌ها، با استفاده از مطالعه ۳ نمونه ماسه سنگی توسط میکروسکوپ الکترونی در دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. در این روش ابتدا نمونه‌ها توسط دستگاه «سپاتر کوتر اسدوز<sup>۱</sup>» با عنصر طلا لایه نشانی شدند و سپس توسط میکروسکوپ الکترونی مدل «فیلیپس ایکس ال ۳۰»<sup>۲</sup> که مجهز به آنالیزور EDX می‌باشد، مورد مطالعه قرار گرفتند. در نهایت شواهد دیانزی به دست آمده، منجر به پیشنهاد توالی دیانزی برای این ماسه سنگ‌ها گردید. در ادامه نقطه شماری ۵۰ نمونه مناسب ماسه سنگی (اینگرسول و همکاران، ۱۹۸۴) به نمایندگی از برش مورد مطالعه (شکل ۲) و به روش گری-دیکینسون (ولتج، ۲۰۰۲) با شمارش ۳۵۰-۴۰۰ نقطه در هر مقطع (تعاریف بر اساس جدول ۱) انجام گردید که نتایج حاصل از این نقطه شماری در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. لازم به ذکر است که تغییرات دیانزی تا حد ممکن در حین نقطه شماری مورد توجه قرار گرفتند (مک‌براید، ۱۹۸۵).

### یافته‌های سنگ‌شناسی

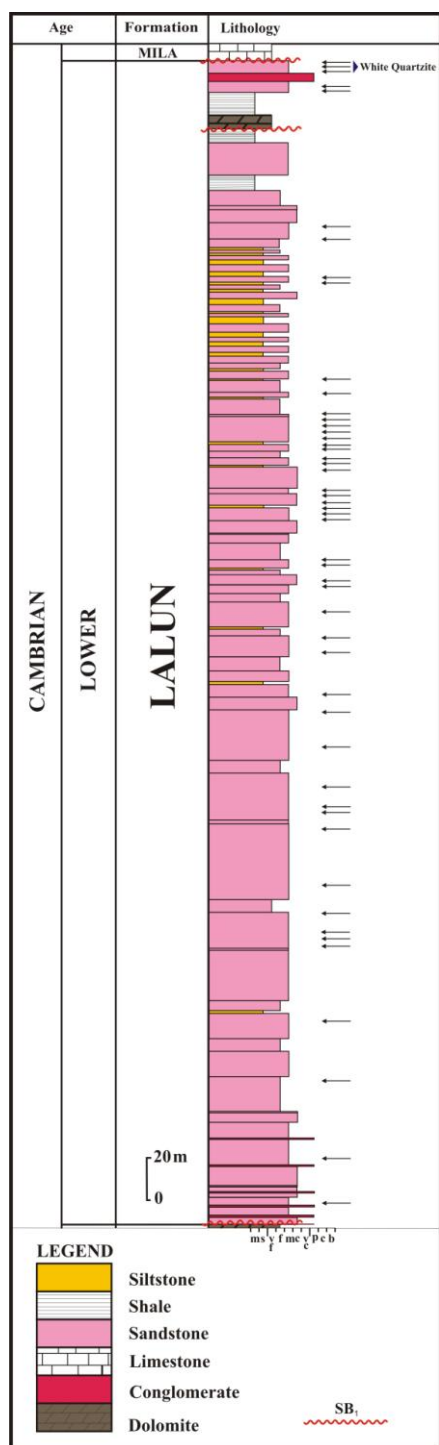
طبق مطالعات اولیه صورت گرفته بر روی ۱۷۰ مقطع نازک ماسه سنگی توسط میکروسکوپ نوری، کانی‌های تشکیل دهنده این ماسه‌سنگ‌ها به ترتیب فراوانی به صورت زیر می‌باشند (شکل ۳).

کانی کوارتز بیشتر از نوع کوارتزهای تک بلور پلوتونیک با خاموشی مستقیم تا موجی شدید و

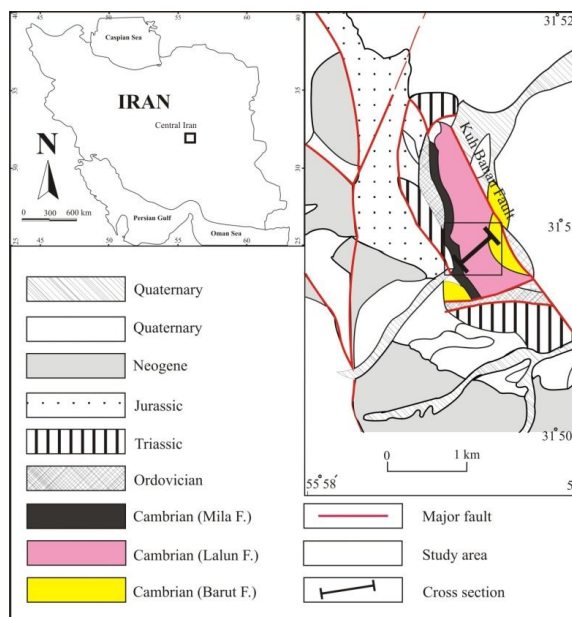
همین طور به میزان کم تر کوارتزهای چند بلور مامورفیکی (فولک، ۱۹۸۰) و کوارتزهای رسوبی مجدد انتقال یافته با سیمان کوارتز رو رشدی فرسایشی، فراوان ترین جزء آواری مشاهده شده در ماسه سنگ‌های مورد مطالعه می‌باشد که هرچه به بخش‌های بالاتر سازند نزدیک می‌شویم بر فراوانی آن افزوده می‌شود. دومین جزء آواری فراوان در ترکیب ماسه سنگ‌های برش مورد مطالعه را قطعات سنگی (به ترتیب فراوانی: قطعات سنگی رسوبی از نوع چرت، ماسه سنگ، سیلتستون و قطعات شیلی؛ قطعات دگرگونی بیشتر از نوع قطعات سنگی دگرگون شده مانند شیل‌های دگرگونی، اسلیت، فیلیت، شیست و قطعات رسوبی-دگرگونی و قطعات سنگی ولکانیکی) تشکیل می‌دهند. فلدسپار‌ها، به ترتیب فراوانی فلدسپارهای پتاسیم دار، میکروکلین و به میزان کم تر پلاژیوکلاز، سومین جزء تشکیل دهنده ماسه سنگ‌های مورد مطالعه می‌باشند. از کانی‌های فرعی در ماسه سنگ‌های مورد مطالعه می‌توان به میکاها و کانی‌های سنگین اپک و کانی‌های سنگین شفاف مانند زیرکن و با فراوانی کم تر اپیدوت اشاره کرد. به منظور تعیین دقیق ترکیب سنگ‌شناسی ماسه سنگ‌های مورد مطالعه، از داده‌های حاصل از نقطه شماری و دیگرام‌های سنگ‌شناسی فولک (۱۹۸۰) استفاده شد. بر این اساس، ماسه‌سنگ‌های مورد مطالعه در بخش عمده‌ای از سازند، ترکیب لیتارنایت (از نوع چرت آرنایت) - ساب لیتارنایت تا فلدسپاتیک لیتارنایت و در بخش‌های بالایی سازند ترکیب کوارتز آرنایتی دارند (شکل ۴).

<sup>۱</sup> -Sputter Coater Scdoos

<sup>۲</sup> -Philips XL30



شکل ۲- ستون چینه شناسی سازند لالون در مقطع باهمو. همانگونه که مشاهده می شود بیشترین ضخامت این مقطع را ماسه سنگ ها تشکیل می دهند. فلش ها، نشان دهنده نمونه های انتخابی جهت انجام نقطه شماری می باشند



شکل ۱- موقعیت برش مورد مطالعه بر روی نقشه زمین شناسی (سهیلی و مهدوی، ۱۳۷۰)

جدول ۱- پارامترهای نقطه شماری در سازند لالون (اینگرسول و سازک، ۱۹۷۹)

Qm non	Non-undulouse monocrystalline quartz
Qm un	Undulouse monocrystalline quartz
Qpq	Polycrystalline quartz
Qpq2-3	Qpq2-3 crystal units per grain
Qpq>3	Qpq>3 crystal units per grain
Cht	Chert
Qp	Polycrystalline quartzose (or calcedonic) lithic fragments (Qpq + Cht)
Qt	Total quartzose grains (Qm + Qp)
Q	Total (Qm non + Qm un) and Qpq used for Folk (1980) classification (Qm + Qpq)
P	Plagioclase feldspar
K	Potassium feldspar
F	Total feldspar grains (P + K)
Lv	Volcanic-metavolcanic rock fragtz
Ls	Sedimentary rock fragments
Lsm	Metasedimentary rock fragments
Lc	Carbonate (reworked fossils and limeclasts include mudstone) rock fragments
L	Unstable (siliciclastic) lithic fragments (Lv + Ls + Lsm)
Lt	Total siliciclastic lithic fragments (L + Qp)
RF	Total unstable rock fragments and chert used for Folk(1980) classification
Lvm	Lv + xLm
Lsm	Ls + (1-x) Lm
Acc	Accessory minerals
Cem	Cements

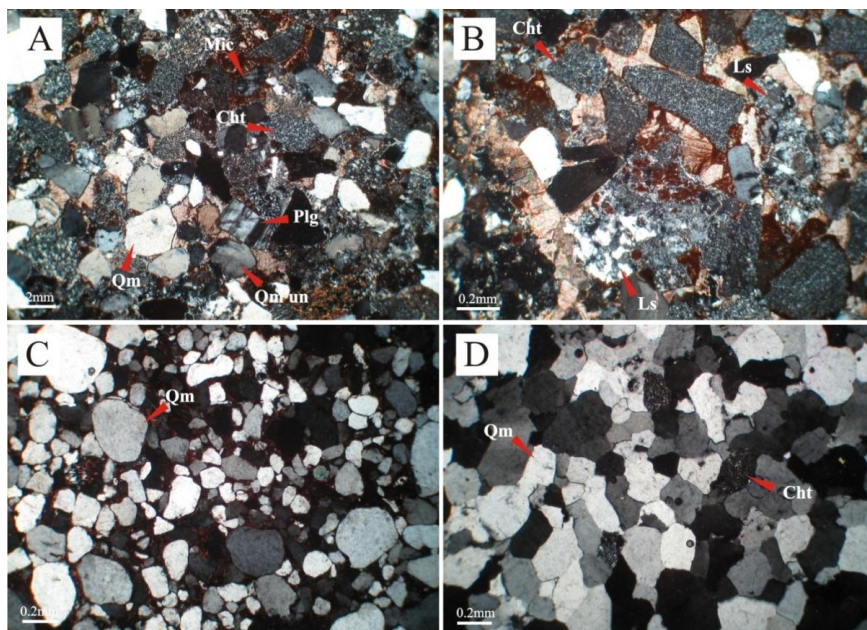


جدول ۲- نتایج حاصل از نقطه شماری ۵۰ نمونه ماسه سنگی سازند لالون

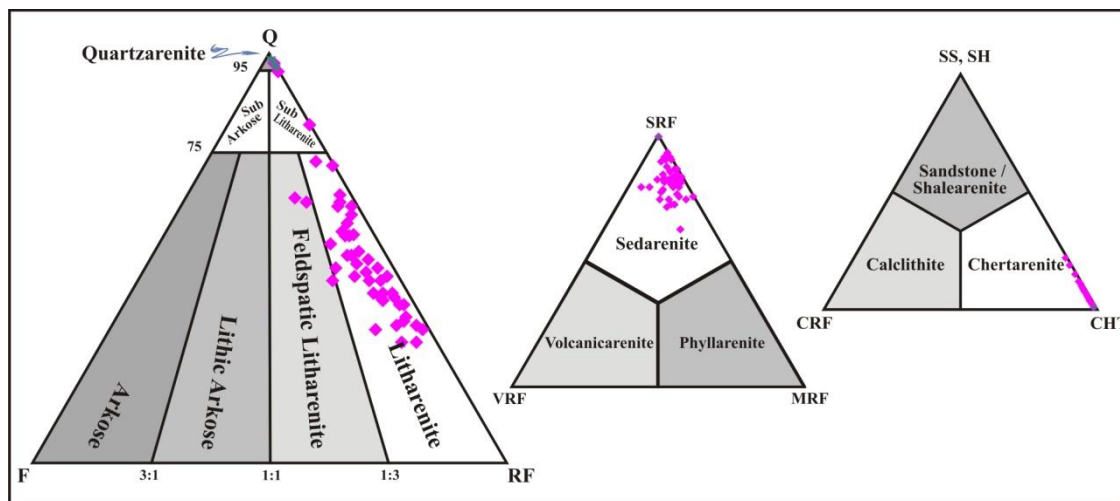
SAMPLE	Mo	Qu	Fe	Ca	Mg	K	P	Lsm	Lv	Is	Cht	Acc	Cem	M	Sum	Qp۱	Qm	Qp	Qt	F	L	Lt	Q	RF	Sum
SFLA005	81	43	15	12	22	7	20	5	6	76	10	49	17	363	27	124	103	227	29	31	134	151	107	287	
SFLA008	63	38	24	6	18	3	6	26	19	114	0	52	14	383	30	101	144	245	21	51	195	131	165	317	
SFLA017	57	78	24	9	21	2	24	16	2	102	33	30	8	406	33	135	135	270	23	42	177	168	144	335	
SFLA022	92	60	20	10	25	3	21	9	9	41	21	34	18	363	30	152	71	223	28	39	110	182	80	290	
SFLA028	80	39	15	3	15	4	15	13	11	91	8	49	11	354	18	119	109	228	19	39	148	137	130	286	
SFLA029	27	53	10	5	23	8	12	4	16	136	6	62	4	366	15	80	151	231	31	32	183	95	168	294	
SFLA030	86	22	19	7	18	4	17	6	4	86	27	45	10	351	26	108	112	220	22	27	139	134	113	269	
SFLA032	53	77	22	2	21	2	18	13	10	104	7	40	5	374	24	130	128	258	23	41	169	154	145	322	
SFLA034	44	41	17	6	3	3	33	13	12	112	5	45	7	350	23	85	135	220	6	58	193	108	170	284	
SFLA038	34	29	14	2	10	1	19	13	17	135	13	60	5	352	16	63	151	214	11	49	200	79	184	274	
SFLA040	54	46	12	5	8	2	22	20	18	107	4	65	9	372	17	100	124	224	10	60	184	117	167	294	
SFLA041	50	36	12	4	11	2	24	6	17	138	14	56	11	381	16	86	154	240	13	47	201	102	185	300	
SFLA043	67	47	28	12	9	3	20	8	4	118	12	73	16	407	40	114	158	272	12	32	190	154	150	316	
SFLA047	59	68	11	6	36	2	20	11	9	86	11	25	10	354	17	127	103	230	38	40	143	144	126	308	
SFLA051	95	66	9	6	6	2	21	3	13	60	12	56	18	367	15	161	75	236	8	37	112	176	97	281	
SFLA053	76	38	13	3	6	1	27	5	6	117	8	52	7	359	16	114	133	247	7	38	171	130	155	292	
SFLA058	109	45	21	4	3	1	6	0	1	101	0	56	10	357	25	154	126	280	4	7	133	179	108	291	
SFLA062	31	45	17	6	18	0	27	4	10	139	8	44	12	361	23	76	162	238	18	41	203	99	180	297	
SFLA066	50	43	12	5	9	0	16	10	8	137	0	67	2	359	17	93	154	247	9	34	188	110	171	290	
SFLA067	76	59	20	6	15	3	17	3	5	85	4	53	27	373	26	135	111	246	18	25	136	161	110	289	
SFLA069	58	42	24	8	15	2	11	12	12	101	10	54	13	362	32	100	133	233	17	35	168	132	136	285	
SFLA070	46	28	11	9	3	1	17	6	9	168	0	59	5	362	20	74	188	262	4	32	220	94	200	298	
SFLA075	94	68	20	12	27	8	4	3	0	65	13	18	23	355	32	162	97	259	35	7	104	194	72	301	
SFLA076	75	60	13	8	11	5	11	0	0	106	8	40	15	352	21	135	127	262	16	11	138	156	117	289	
SFLA056	68	43	16	4	6	7	26	2	10	118	7	71	11	389	20	111	138	249	13	38	176	131	156	300	
SFLA077	70	56	8	7	34	11	19	6	8	100	7	28	5	359	15	126	115	241	45	33	148	141	133	319	
SFLA078	54	41	13	4	16	2	18	8	5	124	7	53	14	359	17	95	141	236	18	31	172	112	155	285	
SFLA079	88	55	12	6	11	4	25	13	6	95	5	39	0	359	18	143	113	256	15	44	157	161	139	315	
SFLA080	91	55	16	4	9	3	13	1	3	90	1	60	11	357	20	146	110	256	12	17	127	166	107	285	
SFLA082	94	59	22	6	8	5	7	13	7	73	20	36	16	359	28	153	101	254	13	27	128	181	100	294	
SFLA083	40	50	11	1	5	3	33	9	11	131	8	48	8	358	12	90	143	233	8	53	196	102	184	294	
SFLA084	35	85	20	4	15	6	23	9	6	155	3	36	8	405	24	120	179	299	21	38	217	144	193	358	
SFLA085	39	33	12	2	16	4	20	5	10	152	11	40	6	350	14	72	166	238	20	35	201	86	187	293	
SFLA086	99	85	22	10	10	0	6	0	1	65	0	38	14	350	32	184	97	281	10	7	104	216	72	298	
SFLA087	68	37	6	18	17	0	12	4	2	152	0	50	0	366	24	105	176	281	17	18	194	129	170	316	
SFLA088	84	56	19	5	12	5	28	0	9	79	0	43	16	351	24	140	103	243	17	37	140	164	116	297	
SFLA089	107	42	19	9	3	1	10	6	1	73	2	77	9	359	28	149	101	250	4	17	118	177	90	271	
SFLA090	84	47	7	4	6	2	12	0	7	133	4	32	13	351	11	131	144	272	8	19	163	142	152	302	
SFLA091	59	36	19	5	9	0	24	8	10	123	8	29	24	354	24	95	147	242	9	42	189	119	165	293	
SFLA093	103	69	16	5	8	0	17	1	7	96	2	67	9	400	21	172	117	289	8	25	142	193	121	322	
SFLA095	82	44	22	8	25	4	17	10	0	132	12	8	14	375	30	126	162	288	29	27	189	156	159	344	
SFLA099	64	19	10	3	7	0	12	3	4	172	30	8	21	353	13	83	185	268	7	19	204	96	191	294	
SFLA100	75	73	13	2	13	2	11	0	2	108	20	18	22	359	15	148	123	271	15	13	136	163	121	299	
SFLA105	89	34	13	3	0	0	7	0	3	43	78	9	71	350	16	123	59	182	0	10	69	139	53	192	
SFLA107	90	67	11	6	0	0	6	0	0	32	58	17	73	360	17	157	49	206	0	6	55	174	38	212	
SFLA128	192	123	19	2	0	0	0	0	0	11	29	28	26	430	21	315	32	347	0	0	32	336	11	347	
SFLA127	152	132	11	4	0	0	0	0	0	15	8	29	0	351	15	284	30	314	0	0	30	299	15	314	
SFLA136	181	142	23	11	0	0	0	0	0	10	1	0	0	368	34	323	44	367	0	0	44	357	10	367	
SFLA137	229	95	1	15	0	0	0	0	0	8	5	0	0	353	16	324	24	348	0	0	24	340	8	348	
SFLA155	182	131	17	6	0	0	0	0	0	14	3	1	0	354	23	313	37	350	0	0	37	336	14	350	
Average	81.52	57.6	15.62	6.2	11.66	2.56	15.48	6.14	6.6	96.58	11.26	40.98	13.36	365.24	21.82	139.12	118.4	257.46	14.22	28.22	146.62	160.94	124.8	299.96	

راسی رسیدگی بافتی و ترکیبی بسیار خوب را نشان می دهند (اعتمادسعید و همکاران، ۱۳۸۶؛ اعتمادسعید، ۱۳۸۷).

ماسه سنگ های مورد مطالعه در بخش عمده ای از سازند رسیدگی بافتی خوب تا متوسط و رسیدگی ترکیبی خوب و در کوارتزآرنایت های



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی در نور xpl از ماسه سنگ های لالون و کانی های تشکیل دهنده آن ها. Qm: کوارتز تک بلور با خاموشی مستقیم، Qm un: کوارتز تک بلور با خاموشی موجی، Plg: پلاژیوکلاز، Mic: میکروکلین، Cht: خرده سنگ رسوبی از نوع چرت، Ls: قطعه سنگی رسوبی ماسه سنگی



شکل ۴- ترکیب سنگ شناسی به دست آمده برای ماسه سنگ های لالون بر اساس نمودار فولک (۱۹۸۰). ماسه سنگ های تشکیل دهنده بخش عمده ای از سازند لالون در برش مورد مطالعه با مربع و کوارتزیت های راس سازند با ستاره مشخص شده اند

## دیاژنز

مهمترین فرآیند های دیاژنزی شناسایی شده در این ماسه سنگ ها به صورت زیر می باشد:

### فشردگی

به مجموعه فرآیند هایی اطلاق می شود که نتیجه آن از بین رفتن فضاهای خالی بر اثر فشار در ماسه سنگ ها است و از چند متری زیر سطح رسوب شروع می شود (وردن و برلی، ۲۰۰۳). فشردگی فیزیکی سبب خروج آب و آرایش دوباره دانه ها می گردد. اثرات فشردگی فیزیکی در ماسه سنگ های مورد مطالعه را می توان به صورت تغییر شکل پلاستیکی تشکیل دهنده های نرم مانند شیل های له شده و میکا های خمیده، دانه های خرد شده و تماس های نقطه ای و طولی بین دانه ها مشاهده کرد (شکل ۵، A، B و C). این فشردگی در مواردی سبب ایجاد ماتریکس ثانویه گردیده که باید در تفسیرهای برخاستگاهی و تفسیر محیط رسوبی مورد توجه قرار گیرد. اغلب در مقاطع مورد مطالعه مشاهده می شود که دانه های شیلی که در میان دانه های مقاوم تر کوارتز قرار گرفته اند له شده و تشکیل ماتریکس ثانویه را داده اند (شکل ۵، B). فشردگی شیمیایی اغلب در اعماق ۳/۵ - ۲/۵ کیلومتری و حرارت ۹۰ درجه سانتیگراد رخ می دهد (مک براید، ۱۹۸۹). آثار فشردگی شیمیایی در ماسه سنگ های سازند لالون، به صورت تماس های محدب - مقعر و مژرس در کوارتزیت های راس سازند مورد مطالعه مشاهده می شود (شکل ۵، D). به نظر می رسد که این ماسه سنگ ها (به جز ماسه سنگ های کوارتزیت راسی) در مراحل اولیه و قبل از دفن عمیق سیمانی شده اند. به همین علت فشردگی شیمیایی و انحلال فشاری در محل تماس دانه ها حداقل است و گسترش چندانی ندارد.

## سیمانی شدن

سیمانی شدن یک فرآیند دیاژنتیکی است که طی آن کانی های اتوزن در فضاهای خالی رسوبات نهشته می شوند (وردن و برلی، ۲۰۰۳). سیمان های شناسایی شده در نهشته های سیلیسی آواری سازند لالون در مقطع مورد مطالعه به صورت زیر می باشند:

### سیمان سیلیسی

سیمان سیلیسی از نظر کانی شناسی ساده ترین نوع سیمان است، اما در فرم های متنوعی دیده می شود (وردن و برلی، ۲۰۰۳). سیمان های کوارتزی مشاهده شده در این ماسه سنگ ها تنها مربوط به بخش کوارتز آرنایتی راس سازند مورد مطالعه است. این سیمان اغلب به صورت سیمان رشد اضافه (شکل ۵، E) است، که مرز بین دانه و سیمان توسط هماتیت یا رس مشاهده می شود. همچنین سیمان کوارتزی، به صورت سیمان پر کننده شکستگی ها نیز مشاهده می شود (شکل ۵، F). به عقیده بسیاری از محققین، سیمان کوارتزی در ماسه سنگ ها، طی دیاژنز دفنی و در دمایی بیشتر از ۸۰ - ۷۰ درجه سانتیگراد تشکیل می شود (وردن و برلی، ۲۰۰۳ و مکنزی، ۲۰۰۵).

منشا سیلیس برای سیمانی شدن توسط کوارتز در ماسه سنگ ها، در نبود فلدسپار و قطعات لیتیک، می تواند در نتیجه آلتراسیون و انحلال فشاری دانه های کوارتز آواری باشد (وردن و مراد، ۲۰۰۰؛ رنارد و همکاران، ۲۰۰۰). به علاوه سیلیس مورد نیاز در تشکیل این نوع سیمان در ماسه سنگ ها، می تواند به صورت محلی از شیل های اطراف، در نتیجه تبدیل دیاژنتیکی کانی های رسی به یکدیگر تامین گردد (بارون و پارنل، ۲۰۰۷). منشا سیلیس برای سیمانی شدن توسط کوارتز در ماسه سنگ ها، در نبود فلدسپار و قطعات لیتیک، می تواند در نتیجه آلتراسیون و انحلال فشاری دانه های کوارتز

آواری باشد (وردن و مراد، ۲۰۰۰؛ رنارد و همکاران، ۲۰۰۰). به علاوه سیلیس مورد نیاز در تشکیل این نوع سیمان در ماسه سنگ ها، می تواند به صورت محلی از شیل های اطراف، در نتیجه تبدیل دیاژنتیکی کانی های رسی به یکدیگر تامین گردد (بارون و پرنل، ۲۰۰۷). با توجه به مطالعات سنگ شناسی صورت گرفته بر روی ماسه سنگ های مورد مطالعه (کوارتزیت های سفید رنگ)، به نظر می رسد منشأ سیلیس در شکل گیری سیمان های کوارتزی در این ماسه سنگ ها در نتیجه انحلال فشاری دانه های کوارتز در نقاط تماس بین دانه ها طی فشردگی مکانیکی و شیمیایی و یا نفوذ سیالات درون حفره ای حاوی سیلیس از نواحی مجاور مانند شیل های زیرین این ماسه سنگ ها باشد. از شواهد تامین یون سیلیس در تشکیل این نوع سیمان، می توان به وجود تماس های بین دانه ای محدب - مقعر و مژر در بین دانه های کوارتزی اشاره کرد که می تواند شاهدهی برای انحلال فشاری و نقش آن در تامین سیلیس مورد نیاز در این ماسه سنگ ها باشد.

#### سیمان کربناته

سیمان کربناته از متداول ترین سیمان های موجود در ماسه سنگ ها و همچنین ماسه سنگ های مورد مطالعه است. رنگ آمیزی مقاطع نازک با محلول آلزاین قرمز و فروسیانید پتاسیم (دیکسون، ۱۹۶۵) جهت تشخیص کربنات ها نشان داده است که سیمان های کربناته در مقاطع مورد مطالعه از نوع کلسیت و دولومیت بدون آهن می باشند.

کلسیت در ماسه سنگ ها در محدوده دیاژنتیکی وسیعی از شرایط نزدیک کف دریا تا دفن عمیق نهشته می شود (مراد، ۱۹۸۸ در مکنزی، ۲۰۰۵). از شواهد حضور سیمان های اولیه در این ماسه

سنگ ها (به جز ماسه سنگ های کوارتزآرنایتی راسی)، فشردگی اندک مشاهده شده در آن ها می باشد. با توجه به این که در ماسه سنگ های کوارتزی راسی، تماس های بین دانه ای محدب - مقعر و مژر را مشاهده می کنیم، می توان نتیجه گرفت که تحمل فشار لایه های بالایی را تا حد زیادی برای ماسه سنگ های زیر کوارتزیت سفید رنگ نیز داشته ایم. با این حال در این ماسه سنگ ها شواهد فشردگی موجود نیست و تماس های بین دانه ای مشاهده شده در آن ها اغلب از نوع نقطه ای، طولی و یا حتی بدون تماس می باشند. این امر می تواند نشان دهنده شکل گیری سیمان های کلسیتی اولیه قبل از فرآیند فشردگی باشد. هر چند به نظر می رسد که تمامی سیمان های کلسیتی اولیه در این ماسه سنگ ها به دولومیت تبدیل شده اند. از سیمان های کلسیتی دیگر حاضر در این ماسه سنگ ها می توان به سیمان های کلسیتی پوکیلو توپیک<sup>۱</sup> اشاره کرد (شکل ۵، G) که تشکیل آن را می توان در محتمل ترین حالت به مرحله دفن عمیق این رسوبات نسبت داد (فلوگل، ۲۰۰۴). سیمان های کلسیتی پر کننده شکستگی ها نیز در این ماسه سنگ ها دیده می شوند که زمان تشکیل آن ها به بعد از ایجاد شکستگی بر می گردد (شکل ۵، H).

<sup>1</sup> -Poikilotropic

### دولومیتی شدن

فراوان ترین سیمان مشاهده شده در ماسه سنگ های مورد مطالعه، سیمان های دولومیتی حفره پر کن از نوع گرانولار و بلوکی و سیمان دولومیتی پویکیلوتوپیک بدون آهن هستند. این سیمان ها طبق تقسیم بندی فریدمن (۱۹۶۵) از نوع زنوتاپیک<sup>۱</sup>، هیپیدوتاپیک<sup>۲</sup> و ایدیدوتاپیک<sup>۳</sup> می‌باشند (شکل ۵، J، K و L) و به نظر می‌رسد که از جانشینی سیمان های کلسیتی اولیه حاصل شده اند که با توجه به سن بالای این رسوبات، بیشتر سیمان های کلسیتی، تبدیل به دولومیت شده اند. فشردگی و انحلال فشاری در نهشته های دولومیتی مجاور (گرین اسمیت، ۱۹۹۵) (دولومیت های باروت، سلطانیه و میلا)، می‌تواند به عنوان منشا فرضی یون منیزیم این دولومیت ها طرح شود. همچنین تبدیل کانی های رسی از سازند های قدیمی تر و یا بین لایه های شیلی سازند نیز می‌تواند به عنوان منشا دیگری جهت تامین یون منیزیم این دولومیت ها ذکر شوند که تعیین قطعی آن نیاز به بررسی های تکمیلی دارد. حضور سیمان های دولومیتی درشت، مانند دولومیت های زین آسیبی با سطوح بلوری منحنی و خاموشی موجی (شکل ۵، M) در این ماسه سنگ ها را می‌توان به تشکیل در طی دفن رسوبات نسبت داد (فلوگل، ۲۰۰۴).

### سیمان هماتیته

سیمان هماتیته مهمترین سیمان در نهشته های قرمز رنگ به شمار می‌رود. در مقاطع ماسه سنگی مورد مطالعه، هماتیته به صورت پوشش نازکی در اطراف دانه ها وجود دارد (شکل ۵، I). با توجه به نبود پوشش های هماتیته در محل

تماس دانه ها، می‌توان هماتیته را دارای منشا دیاژنتیکی دانست (تاگر، ۲۰۰۱). سیمان آهن دار اغلب در منطقه وادوز و در اعماق دفن کم تشکیل می‌شود. به علاوه امکان تشکیل این سیمان در طی بالا آمدگی نیز وجود دارد (اینسیل، ۲۰۰۰). یون آهن برای تشکیل این سیمان می‌تواند از انحلال درون چینه ای سیلیکات های آواری و هیدرولیز رس هایی که یون آهن را جذب کرده اند، تامین شده باشد (تاگر، ۲۰۰۱).

### سیمان رسی

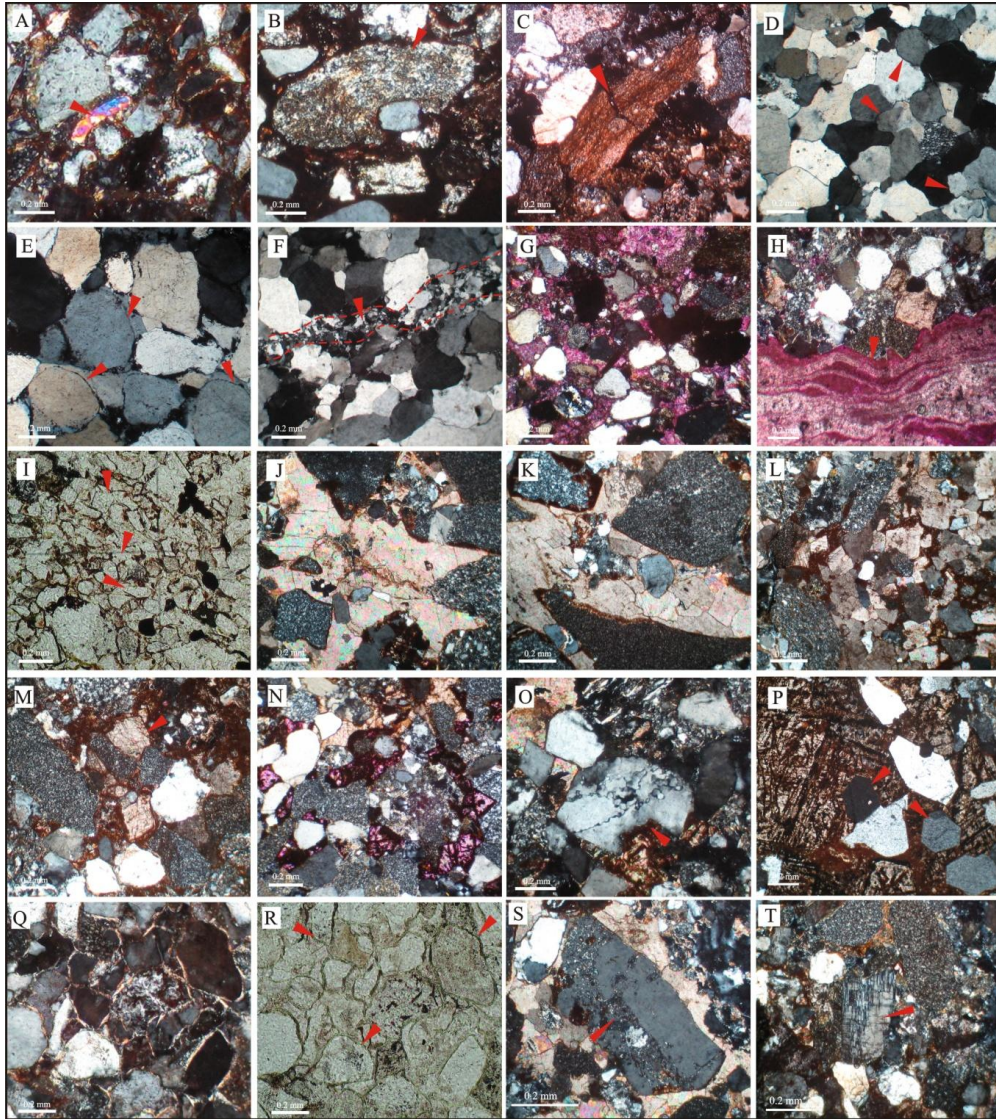
پوشش های رسی، از دیگر سیمان های مشاهده شده در این ماسه سنگ ها می‌باشند. رس هایی که به عنوان سیمان شناخته می‌شوند اغلب به صورت کانی های اتوزن پرکننده حفرات و پوشش های رسی اطراف دانه ها می‌باشند (تاگر، ۲۰۰۱). کانی های رسی دیاژنتیکی توسط ته نشینی مستقیم از سیالات منفذی (اتوزن)، آلتراسیون سیلیکات های آواری و فشردگی دانه های آرژیلیتی نرم، در ماسه سنگ ها ایجاد می‌شوند (کتزر و همکاران، ۲۰۰۳). به نظر می‌رسد غالباً پوشش های رسی سبز رنگ در اطراف دانه های تخریبی ماسه سنگ های لالون در محل تماس این دانه ها دیده نمی‌شوند و منشا اتوزن دارند (شکل ۵، Q و R).

<sup>1</sup> -Xenotopic

<sup>2</sup> - Hypidiotopic

<sup>3</sup> - Idiotoxic





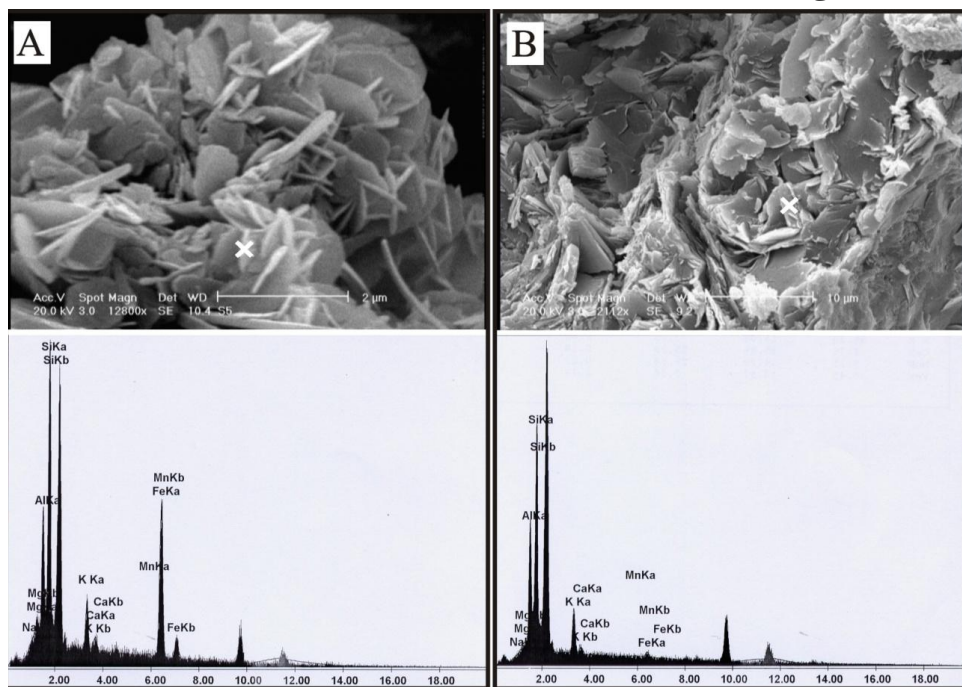
شکل ۵- مقاطع میکروسکوپی در نور xpl از فرآیندهای دیاژنزی در ماسه سنگ های مورد مطالعه. آثار فشردگی فیزیکی در A، میکای خمیده؛ B، قطعات له شده؛ C، شکستگی. آثار فشردگی شیمیایی در D، انحلال فشاری در دانه های کوارتز (فلش های قرمز رنگ). E، سیمان کوارتزی رشد اضافه و F، سیمان کوارتزی پر کننده رگه ها. G، سیمان کلسیتی پویکیلوتوپیک. H، سیمان کلسیتی پر کننده شکستگی (احتمالاً متائوریک). I، سیمان هماتیته در نور طبیعی. پوشش های هماتیته اغلب در محل تماس دانه ها دیده نمی شوند که شهادی بر منشا دیاژنزی آن ها می باشد. J، K و L، سیمان های دولومیتی به ترتیب Xenotopic، Hypidiotopic، Idiomatic M دولومیت درشت بلور زین اسبی با خاموشی موجی. N، ددولومیتی شدن سیمان های دولومیتی. O، جانشینی دانه های تشکیل دهنده ماسه سنگ ها توسط سیمان های کربناته؛ P، کوارتز اتوژن جانشین شده بر روی سیمان دولومیتی. Q و R، به ترتیب پوشش رسی در نور xpl و در نور طبیعی. پوشش های رسی اغلب در محل تماس دانه ها دیده نمی شوند که شهادی بر منشا دیاژنزی آن ها می باشد. S و T، فرآیند آلبیتی شدن فلدسپارها در ماسه سنگ های سازند لالون (فلش قرمز)

موجود در حاشیه این دانه ها می باشند (شکل ۶، A و B). ایلیت و کلریت، از کانی های رسی مرحله مزوزنز هستند (وردن و مراد، ۲۰۰۳). ایلیت را فراوان ترین کانی رسی در دماهای بالاتر از ۱۳۰

مطالعات صورت گرفته توسط میکروسکوپ الکترونی و آنالیز EDX این نمونه ها نیز، نشان می دهد که کانی های رسی کلریت و ایلیت اتوژن، از رس های دارای ساختمان مشخص و قابل تفکیک

۱۰۰۰). بنابراین به نظر می رسد پوشش های کلریتی و ایلیتی در این ماسه سنگ ها می توانند حاصل ته نشینی مستقیم از سیالات منفذی باشند.

درجه سانتیگراد می دانند (دیلز و همکاران، ۱۹۹۲ در مراد و همکاران، ۲۰۰۰). حاشیه های کلریتی، که به صورت بلور های هگزاگونال عمود بر سطح دانه دیده می شوند نیز در عمق و دمایی شبیه به ایلیت تشکیل می شوند (مراد و همکاران،



شکل ۶- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از A، کلریت و B، ایلیت دیاژنزی. داده های حاصل از آنالیز EDX در محل ضربدر، این شناسایی را تایید می کند

### ددلومیتی شدن

متائوریکی انجام می شود، هر چند ممکن است ددلومیتی شدن دفنی نیز به وقوع بپیوندد. با توجه به این که در مقاطع مورد مطالعه سیمان دولومیتی اولیه مشاهده نشده است، بنابراین ددلومیتی شدن نیز به مراحل تاخیری نسبت داده می شود.

از دیگر فرآیند های دیاژنتیکی در ماسه سنگ های مورد مطالعه، ددلومیتی شدن سیمان های دولومیتی است (شکل ۵، N). ددلومیتی شدن جانشینی دیاژنتیکی دولومیت توسط کلسیت می باشد که می تواند در طی دیاژنز اولیه و یا تاخیری رخ دهد (فلوگل، ۲۰۰۴). به عقیده تاکر (۲۰۰۱)، این فرآیند اغلب از طریق تماس با آب های

## جانشیننی

خوردگی دانه های تشکیل دهنده ماسه سنگ ها مانند کوارتز، توسط سیمان های کربناته، از فرآیند های دیاژنزی متداول مشاهده شده در ماسه سنگ های مورد مطالعه می باشد (شکل ۵، O). از اشکال جانشیننی دیگر در ماسه سنگ های مورد مطالعه، کوارتز های ایدیومورف اتوزن با منشا جانشیننی آهک می باشند. به عقیده فولک (۱۹۸۰)، کوارتز های اتوزن از محلول های در دما و فشار کم به وجود می آیند. در بین انواع این کوارتز ها، کوارتزهای اتوزن هگزاگونال در اثر جانشیننی سیمان های کربناته به وجود می آیند (شکل ۵، P) و زمان تشکیل آن ها به بعد از تشکیل سیمان کربناته بر می گردد.

از فرآیندهای دیاژنزی مشاهده شده در این ماسه سنگ ها می باشد (شکل ۵، S و T).

## شکستگی و رگه های پر شده

تشکیل شکستگی و رگه طی دیاژنزی دفنی و به ویژه مراحل نهایی دیاژنزی، به سبب فعالیت های تکتونیکی، در ماسه سنگ های مورد مطالعه به وفور دیده می شود. این رگه ها اغلب توسط بلورهای درشت کلسیت و دولومیت پر شده اند. یون کلسیم لازم برای تشکیل این رگه ها احتمالاً از سازند های آهکی مجاور که تحت تاثیر آب های جوی قرار گرفته اند، تامین شده است.

## برخاستگاه زمین ساختی

مطالعه بر روی برخاستگاه زمین ساختی ماسه سنگ های سازند لالون در برش باهمو با استفاده از نتایج به دست آمده از آنالیز مدال این ماسه سنگ ها و در نظر گرفتن سنگ شناسی و تغییرات دیاژنزی شناسایی شده در آن ها صورت گرفت. بر این اساس و با توجه به رخساره های سنگی ارائه شده توسط دیکینسون (۱۹۸۸) و برخاستگاه زمین ساختی پیشنهاد شده برای هر یک از آن ها، ماسه سنگ های مورد مطالعه، دو رخساره زیر را نشان می دهند:

۱. رخساره کوارتزی و قطعه سنگی؛ مخلوط کوارتز تک بلور، کوارتز چند بلور و قطعات سنگی رسوبی با کمی فلدسپار و قطعات سنگی ولکانیکی. این رخساره معرف چینه های رسوبی و رسوبی-دگرگونی بالا آمده یا کمریند های چین خورده و رورانده می باشد. این رخساره در ماسه سنگ های بخش عمده ای از سازند لالون در مقطع باهمو دیده می شود.

۲. رخساره کوارتزی؛ غالباً دارای کوارتز تک بلوری با مقدارای کوارتز چند بلوری و فلدسپار. در

## انحلال

انحلال فرآیندی دیاژنتیکی است که طی آن متشکل های جامد رسوبات میزبان توسط سیالی حل شده و جای آن ها به صورت یک حفره در رسوبات باقی می ماند<sup>۱</sup> (وردن و برلی، ۲۰۰۳). در شرایطی نیز با توجه به پایداری متفاوت کانی های مختلف، با تغییر شرایط، یک کانی جای خود را با کانی های پایدارتر عوض می کند<sup>۲</sup>. از این نوع واکنش ها می توان به انحلال فلدسپار ها و انحلال فشاری کوارتز ها اشاره کرد. این فرآیند ها اغلب در طی دیاژنزی دفنی روی می دهند (مراد و همکاران، ۲۰۰۰). با این حال بعضی از محققین عقیده دارند که انحلال دانه های سازنده ناپایدار مثل فلدسپار ها، میکا ها و قطعات سنگی، در مرحله تلوزن نیز رخ می دهد (اسمیل، ۱۹۸۹؛ امری و همکاران، ۱۹۹۰). آلبیتی شدن فلدسپارها

<sup>۱</sup> -Congruent dissolution

<sup>۲</sup> -Incongruent dissolution



از نوع کوارتزهای پلوتونیک بوده که می‌توانند نشان دهنده منشاء باتولیت های گرانیتی یا گرانیت- گنایس باشند. البته در مواردی که این کوارتزها (به استثنای کوارتز های کوارتزیت سفید رنگ)، دارای سیمان کوارتزی رشد اضافه فرسایش یافته‌اند، می‌توان آن‌ها را به منشا چرخه مجدد رسوبی نسبت داد. بر اساس این طبقه بندی، کوارتزهای چند بلور موجود در این ماسه سنگ‌ها، از نوع کوارتز های چندبلور تبلور مجدد یافته و کوارتز های چند بلور همراه با بلورهای کشیده می‌باشند که نشان دهنده منشا دگرگونی برای آن‌ها می‌باشد. فراوانی بیشتر فلدسپارهای پتاسیم دار نسبت به پلاژیوکلاز در این ماسه سنگ‌ها را نیز می‌توان به یک منشا گرانیت- گنایسی نسبت داد (فولک، ۱۹۸۰؛ تاکر، ۲۰۰۱). مطالعات کانی‌های سنگین نیز می‌تواند نشانه های مفیدی از منشاء و رویدادهای ناحیه منشا را ارائه کند. تغییرات اصلی در زمین شناسی ناحیه منشا، نظیر فرآیند و از بین رفتن پوشش یک گرانیت، ممکن است توسط مجموعه ای از کانی‌های سنگین که در ماسه سنگ های منطقه رسوب کرده اند، نشان داده شود (تاکر، ۲۰۰۱). مجموعه کانی های سنگین یافت شده در ماسه سنگ های مورد مطالعه، نشان دهنده منشا های مختلفی هستند. به طور کلی خرده سنگ ها از قسمت های زیرین پوسته که تحت تاثیر فرآیند و فرسایش سریع قرار گرفته‌اند، مشتق می‌شوند. کمربندهای کوهستانی و نواحی آتش فشانی، مقدار زیادی قطعه سنگی تولید می‌کنند در حالی که پی سنگ های قاره ای و گرانیتی اینگونه نیستند (تاکر، ۲۰۰۱). وجود خرده سنگ های رسوبی، دگرگونی و حتی درصد کمی از خرده سنگ های ولکانیکی در ماسه سنگ های لالون، نشان دهنده وجود سنگ منشا های

حالی که فلدسپار پتاسیم، بیشتر از پلاژیوکلاز است. برخاستگاه فرضی این رخساره کراتون به شدت هوازده یا چرخه مجدد رسوبی می‌باشد. این رخساره در بخش های بالایی سازند مورد مطالعه و به طور خاص در کوارتز آرنایت های راسی مشاهده می‌شود.

به علاوه وارد نمودن داده های حاصل از نقطه شماری ماسه سنگ های سازند لالون در مثلث های Qm46 F5 Lt49 و Qt86 F5 L9 (دیکینسون، ۱۹۸۵) حاکی از آن است که این ماسه سنگ ها با جور شدگی ترکیبی بالا، در بخش عمده ای از سازند برخاستگاه زمین ساختی کوهزایی چرخه مجدد<sup>۱</sup> و در قسمت کوارتزیت راسی، برخاستگاه زمین ساختی کراتونی<sup>۲</sup> را نشان می‌دهند (شکل ۷، A). مثلث‌های برخاستگاهی Qp90 Lvm5 Lsm5 و Lm12 Lv5 Ls83 (اینگرسول و سازک، ۱۹۷۹) با تاکید بر قطعات سنگی، نشان دهنده برخاستگاه حاشیه قاره‌ای ریفتی<sup>۳</sup> برای ماسه سنگ های تشکیل دهنده قسمت عمده ای از سازند مورد مطالعه می‌باشند (شکل ۷، B).

#### منشاء

تعیین منشا سنگ های آواری توسط روش های سنگ شناسی مانند: مطالعه خاموشی و چند بلوری بودن دانه های کوارتز (فولک، ۱۹۸۰؛ باسو و همکاران، ۱۹۷۵؛ یانگ، ۱۹۷۶؛ توروسا و همکاران، ۱۹۹۱)، انواع اینکلوزیون ها در دانه های کوارتز، انواع فلدسپارها (فولک، ۱۹۸۰؛ پیتمن، ۱۹۷۰)، خرده سنگ‌ها (پتی جان و همکاران، ۱۹۸۷) و انواع کانی های سنگین (مورتون، ۱۹۸۵) صورت می‌گیرد. بر اساس طبقه بندی ژنتیکی دانه های کوارتز (فولک، ۱۹۸۰)، اغلب کوارتزهای تک بلور سازنده ماسه سنگ‌های لالون

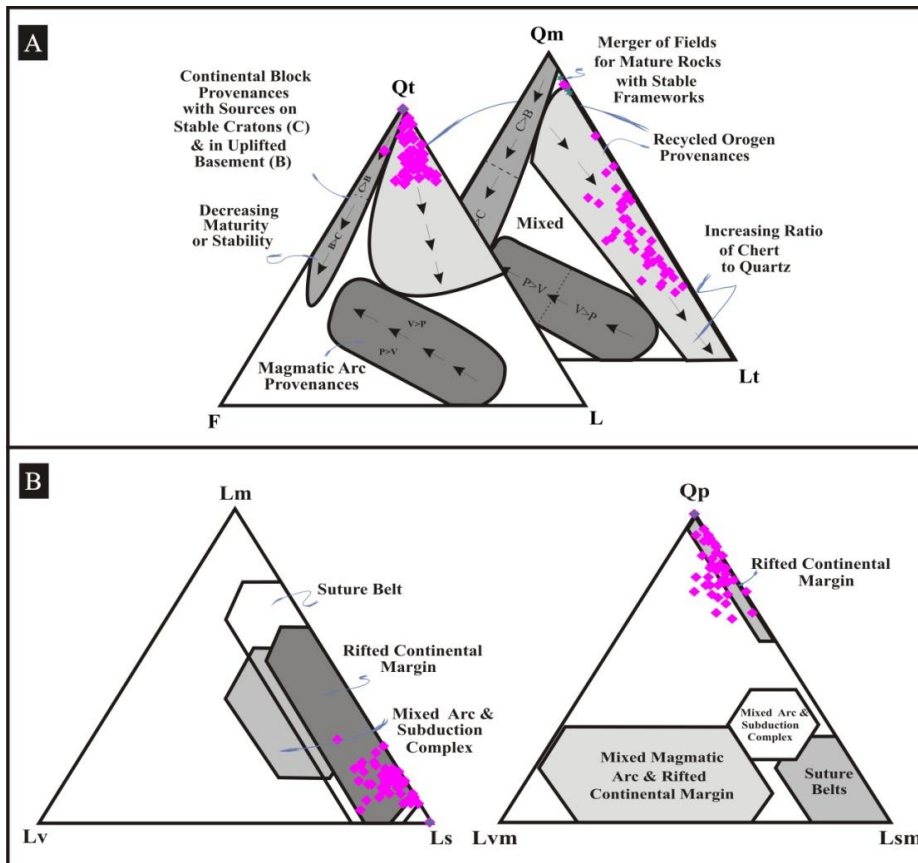
<sup>1</sup> - Recycled orogen

<sup>2</sup> - Craton interior

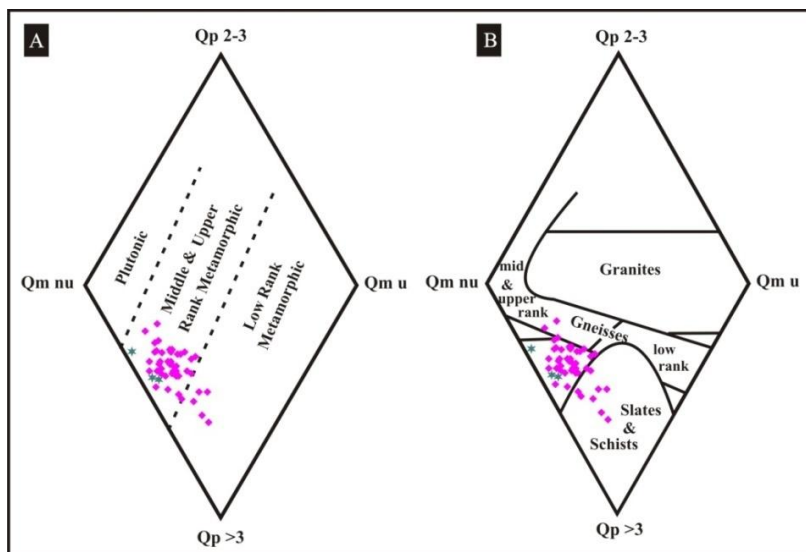
<sup>3</sup> - Rifted continental margin

قرار دارند. زمانی که کوارتزهای چند بلور با کم تر از ۳ بلور در هر دانه، بیش از ۷۵ درصد از کل کوارتزهای چند بلور را شامل باشند از مثلث بالایی و زمانی که کوارتزهای چند بلور با بیش از ۳ بلور در هر دانه، ۲۵ درصد از کل کوارتزهای چند بلور را به خود اختصاص دهند، از مثلث پایینی استفاده می کنیم. استفاده از این نمودارها، سنگ منشا ماسه سنگ های لالون در مقطع مورد مطالعه را دگرگونی درجه پایین تا متوسط نشان می دهد (شکل ۸، تصاویر A و B).

مختلفی برای این ماسه سنگها است. با استفاده از دیاگرامهای چهارتایی باسو و همکاران (۱۹۷۵) و تورنوسا و همکاران (۱۹۹۱) بر اساس خواص دانههای کوارتز، می توان در مورد منشا ماسه سنگها اظهار نظر نمود. رئوس قطر کوچک این نمودارها را کوارتزهای تک بلور با خاموشی موجی و کوارتزهای تک بلور فاقد خاموشی موجی، تشکیل می دهند. در رئوس قطر بزرگ این دیاگرام ها کوارتز چند بلور دارای کم تر از ۳ بلور در هر دانه و کوارتز چند بلور با بیش از ۳ بلور در هر دانه



شکل ۷- وارد نمودن داده های حاصل از نقطه شماری در مثلث های A: Qt F L و Qm F Lt (دیکینسون، ۱۹۸۵) و B: Qp Lm و Lvm Lsm Lv Ls (اینگرسول و سوزک، ۱۹۷۹). نمادها مانند شکل ۴



شکل ۸- نتایج به دست آمده از دیاگرام های خشتی بر پایه خواص دانه های کوارتز، A (باسو و همکاران، ۱۹۹۱) و B (تورتوسا و همکاران، ۱۹۹۱)، منشا این ماسه سنگ ها را دگرگونی درجه متوسط تا بالا نشان می دهد. نمادها مانند شکل ۴

## آب و هوا

هر چند استفاده از نمودار ارائه شده توسط مک (۱۹۷۸) (شکل ۹، A) بر پایه دو نسبت از انواع دانه های کوارتز، اهمیت تاثیر محیط رسوبی دریایی کم عمق در تعیین ترکیب ماسه سنگ های لالون را بیشتر از آب و هوا و چرخه مجدد رسوبی نشان می دهد (به این معنی که افزایش میزان کوارتز در این داده ها بیشتر حاصل محیط رسوبی با انرژی بالا است تا تاثیر آب و هوا و چرخه مجدد رسوبی)، نمی توان از کنار این نکته به سادگی گذشت که آب و هوا از دیگر عوامل کنترل کننده ترکیب ماسه سنگ ها است (ساتنر و همکاران، ۱۹۸۱). به منظور بررسی آب و هوا، داده های به دست آمده از نقطه شماری را بر روی نمودار های ارائه شده توسط ساتنر و همکاران (۱۹۸۱) (شکل ۹، B) و ساتنر و دوتا (۱۹۸۶) (شکل ۹، C)، وارد نمودیم. این نمودارها وجود یک سنگ منشا دگرگونی همراه با تغییرات آب و هوایی از خشک و نیمه خشک، در ماسه سنگ های تشکیل دهنده قسمت عمده ای از سازند به آب و هوای مرطوب، در کوارتزیت های سفید رنگ را نشان می دهند.

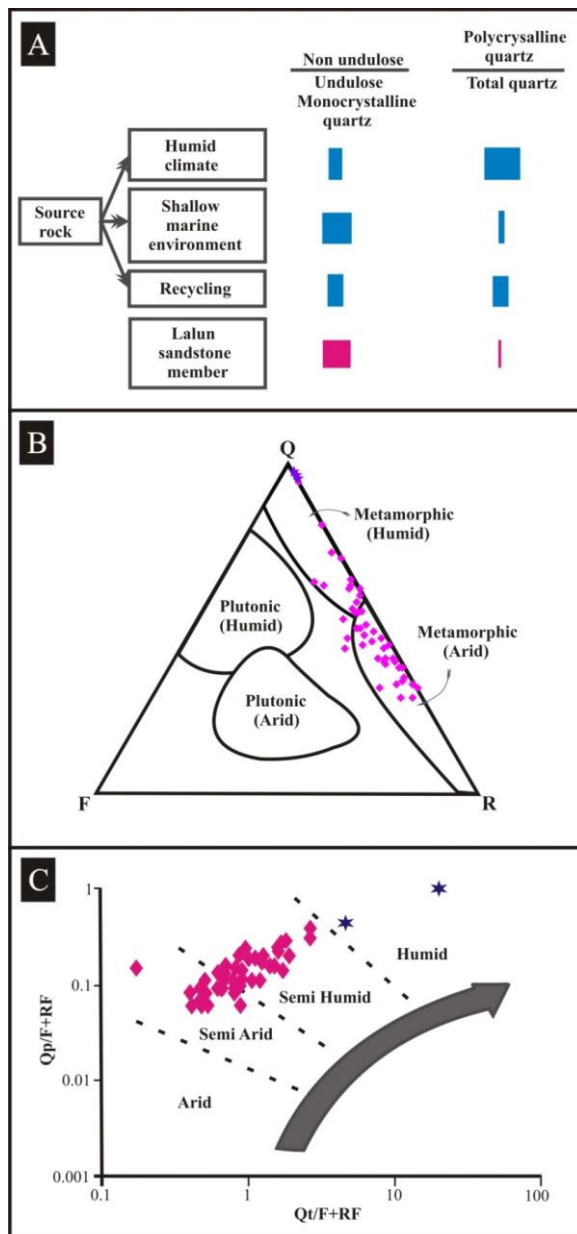
## بحث

به منظور حذف تاثیر فرآیندهای دیاژنزی بر ترکیب ماسه سنگ های لالون در مقطع مورد مطالعه، در مرحله نخست به بررسی تغییرات دیاژنزی پرداختیم. با توجه به شواهد به دست آمده از ترتیب رخداد فرآیند های دیاژنزی، می توان این فرآیند ها را در غالب توالی دیاژنزی برای ماسه سنگ های مورد مطالعه تعریف نمود (جدول ۳). این ترتیب دیاژنزی که بر اساس شواهد سنگ شناسی مبتنی بر تقدم و تاخر فرآیندها تهیه شده است، در تعیین مراحل دیاژنزی (اتوژنز، مزوژنز و تلوژنز) فرآیندهایی که می توانند در دو یا چند مرحله شکل گرفته باشند، کمک شایان توجهی می نماید. در واقع با کمک ترتیب دیاژنزی این امکان میسر می گردد تا در بیشتر موارد، فرآیندهای مذکور به طور خاص به یک مرحله نسبت داده شوند.

اتوژنز شامل تمام فرآیندهایی می شود که در نزدیکی سطح رسوب رخ می دهد. جایی که شیمی آب های بین دانه ای توسط محیط رسوبی کنترل می شود. این مرحله مطابق است با دمای کمتر از ۷۰ درجه سانتیگراد و عمق دفن کمتر از ۲ کیلومتر است (وردن و مراد، ۲۰۰۳). توزیع

تشکیل پوشش‌های هماتیتی، و جانشینی دانه‌ها توسط سیمان کلسیتی اشاره کرد. مزوژنز در طی دفن رخ می‌دهد و شامل تمام فرآیندهایی می‌شود که در ادامه ائوژنز تا مراحل اولیه متامورفیک درجه پایین رخ می‌دهد. محدوده مزوژنز در دمایی بالاتر از ۷۰ درجه سانتیگراد و عمق دفن بیشتر از ۲ کیلومتر است، جایی که رسوب دیگر در کنترل محیط رسوبی نیست (وردن و برلی، ۲۰۰۳).

فضایی تغییرات ائوژنتیکی نزدیک به سطح، توسط رخساره‌های رسوبی، آب و هوا، ترکیبات آواری و تغییرات نسبی سطح آب کنترل می‌شود (مراد و همکاران، ۲۰۰۰). از فرآیندهای ائوژنتیکی رخ داده در ماسه سنگ‌های سازند لالون می‌توان به تشکیل سیمان‌های کلسیتی اولیه، فشردگی فیزیکی با شواهد تماس‌های نقطه‌ای و طولی، خمیدگی میکاها و تغییر شکل قطعات نرم،



شکل ۹- A: وارد نمودن داده‌های حاصل از نقطه‌شماری در دیاگرام مک (۱۹۷۸)، اهمیت محیط رسوبی دریایی کم عمق در تعیین ترکیب ماسه سنگ‌های لالون را بیشتر از آب و هوا و چرخه مجدد رسوبی نشان می‌دهد. با توجه به نمودارهای B: ساتنر و همکاران و C: ساتنر و دوتا (۱۹۸۶)، نمونه‌های ماسه سنگی لالون (مربع) در بخش عمده‌ای از سازند مورد مطالعه در آب و هوای خشک تا نیمه مرطوب و نمونه‌های مربوط به کوارتزیت سفید رنگ (ستاره) در آب و هوای مرطوب به جا گذاشته شده‌اند. نمودار ساتنر و همکاران (۱۹۸۱) منشأ تمامی ماسه سنگ‌های سازند لالون را دگرگونی نشان می‌دهد

Diagenetic Processes		Time		
		Eogenesis	Mesogenesis	Telogenesis
Compaction	Physical compaction			
	Chemical compaction			
Cementation	Hematite cement			
	Calcite cement			
	Dolomitization			
	Quartz cement			
	Clayminerals cement			
	Replacement			
	Dedolomitization			
	Dissolution			
Fracturing				

جدول ۳- توالی  
دیاژنزی به  
دست آمده برای  
ماسه سنگ های  
سازند لالون

مطالعه بر روی ترکیب ماسه سنگ های سازند لالون در مقطع باهمو، منجر به شناسایی دو گروه ماسه سنگی متفاوت شده است: دسته اول را ماسه سنگ های لیتارنایتی- ساب لیتارنایتی تا فلدسپاتیک لیتارنایتی سرشار از چرت، قطعات دگرگون شده رسوبی و به میزان بسیار اندک قطعات ولکانیکی با رسیدگی ترکیبی خوب و رسیدگی بافتی متوسط تا خوب، تشکیل می دهند. به نظر می رسد این ماسه سنگ ها با توجه به ترکیب و بافت شان، می توانند محصول ناحیه ای با زمین ساخت نا آرام باشند، هرچند مطالعات دیاژنزی بر روی آن ها نشان داده اند که بخش عمده ای از تغییرات بافتی در این ماسه سنگ ها ثانویه و در نتیجه تاثیر فرآیندهای دیاژنزی بوده است. از طرف دیگر در بخش های بالایی برش مورد مطالعه، با تغییر شرایط، شاهد حضور ماسه سنگ های دسته دوم یعنی ماسه سنگ های کوارتز آرنایتی با رسیدگی بافتی و ترکیبی بسیار خوب هستیم. این ماسه سنگ ها می توانند محصول محیطی با انرژی بسیار بالا یا شرایط زمین ساختی پایدار در زمانی طولانی باشند. هرچند نمی توان نقش تغییر آب و هوا از نیمه خشک تا مرطوب را در این تغییر ترکیب نادیده گرفت. ممکن است

از واکنش های مزوژنتیکی رخ داده در ماسه سنگ های سازند لالون، می توان به این موارد اشاره کرد: شکل گیری ایلیت و کلریت های دیاژنزی در دمایی بیش از ۹۰ - ۷۰ درجه سانتیگراد، انحلال فلدسپارهای پتاسیم دار، سیمانی شدن توسط کوارتز (در اعماق دفنی بیش از ۳ کیلومتر و دمایی بیش از ۷۰ درجه سانتیگراد)، دولومیتی شدن سیمان های کلسیتی (وردن و برلی، ۲۰۰۳)، ددولومیتی شدن سیمان های دولومیتی که می توان آن را به این مرحله و مرحله تلوزنتیک نسبت داد (تاگر، ۲۰۰۱). در مرحله تلوزنز، سنگ ها دچار بالا آمدگی، شکستگی و چین خوردگی شده و سیالات مربوط به فرآیندهای دیاژنزی اولیه یا دفنی، توسط آب های متاوریکی جانشین می شوند. بیشتر این فرآیند ها در چندین متر اول دفن رخ می دهند (وردن و مراد، ۲۰۰۳). رویدادهای دیاژنتیکی این مرحله به طور مستقیم در کنترل آب و هوا می باشند (وردن و برلی، ۲۰۰۳). شکستگی های ایجاد شده در ماسه سنگ های لالون اغلب توسط سیمان های کربناته پر شده اند. آلتراسیون سیمان های ائو و مزوژنتیکی مانند انحلال کلسیت و دولومیت را نیز به این مرحله نسبت می دهند (مراد و همکاران، ۲۰۰۰).

این کوارتز آرنایت ها توسط انحلال کامل دانه های تخریبی غیر کوارتزی تحت شرایط هوازدگی و دیاژنز شدید تشکیل شده باشند. نتایج به دست آمده از مطالعات برخاستگاه زمین ساختی ماسه سنگ های سازند لالون در مقطع باهمو، حاکی از وجود برخاستگاه کوهزایی چرخه مجدد و ریفت حاشیه قاره ای در بخش عمده ای از مقطع مورد مطالعه و برخاستگاه کراتونی در کوارتز آرنایت های راس سازند است. در نواحی مرتبط با ریفت های حاشیه قاره ای، فرسایش برآمدگی های حاشیه ریفت، مناطقی به شمار می روند که می توانند مقادیر متنابهی از رسوب را طی فرسایش چینه های بالا آمده و چرخه مجدد رسوبات حاصل نمایند. مطالعات منشا ماسه سنگ های لالون در برش باهمو، با توجه به شواهد سنگ شناسی و دیاگرام های تعریف شده برای تشخیص سنگ منشا، نشان دهنده وجود منشا های گوناگون دگرگونی، رسوبی و آذرین برای این ماسه سنگ ها است. یکی از مهمترین خصوصیات حوضه های درون صفحه ای که در طی مراحل ریفتی شدن توسعه پیدا می کنند، حضور چند ناحیه منشا است که می توانند همزمان با هم قطعات آواری را فراهم و در نتیجه مطالعات منشا را پیچیده تر کنند (کاجا و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به این که برخاستگاه زمین ساختی بخش عمده ای از ماسه سنگ های مورد مطالعه با برخاستگاه زمین ساختی کوارتز آرنایت های راس سازند متفاوت است، می توان دو فرضیه را مطرح کرد: ۱- وجود دو منشا متفاوت کراتون و ریفت، با این تصور که احتمالاً منشا کراتونی در تمام مدت نهشته شدن سازند لالون وجود داشته و با یک پالس باز شدن، منشا ریفت به آن اضافه شده

است. بر این اساس احتمالاً کوارتز آرنایت ها از ناحیه دورتری نسبت به لیتارنایت ها مشتق شده اند و یا منشا کراتون در بخش های بالایی سازند به منشا ریفتی اضافه شده است. ۲- در زمان نهشته شدن بخش عمده ای از سازند، آب و هوا به گونه ای بوده که قطعات سنگی و فلدسپار ها حفظ شده اند اما در قسمت های راسی آب و هوا تغییر کرده و اجزا ناپایدار همگی حذف شده اند. نتایج به دست آمده از مطالعات برخاستگاهی از لحاظ سنگ منشا و آب و هوا، به خوبی با این فرضیات و موقعیت مقطع مورد مطالعه مطابقت دارد. به عقیده آقانباتی (۱۳۸۵) ویژگی اساسی بلوک پشت بادام، رخنمون های دگرگونی منسوب به پرکامبرین است که بیشتر از نوع سنگ های آتش فشانی، آتش فشانی-آواری و آذر آواری به همراه مرمراه های آهکی و دولومیت است و به نظر می رسد که می توانند منشا خوبی برای ماسه سنگ های سازند لالون در برش مورد مطالعه باشند. به علاوه سنگ های ماگمایی این بلوک محدود به پرکامبرین نیستند و ردیف های پرکامبرین پسین - کامبرین پیشین آن، به ویژه در شمال کرمان، همراه گدازه های قلیایی هستند و برخاستگاه کافتی دارند. با توجه به این شواهد به نظر می رسد که پدیده کافتی شدن، از ویژگی های بلوک پشت بادام می باشد. علاوه بر این، شواهد وجود رخداد های آتشفشانی مانند حضور توف و ریولیت در میان ردیف های پرکامبرین و کامبرین پیشین، حتی ماسه سنگ های لالون، در مطالعات صحرائی انجام شده در این ناحیه، حاکی از وجود فعالیت های آتش فشانی در زمان رسوبگذاری سازند لالون در مقطع باهمو می باشد.

## نتیجه گیری

تماس های نقطه ای و طولی، خمیدگی میکاها و تغییر شکل قطعات نرم ناشی از فشردگی فیزیکی، تشکیل پوشش های هماتی در این ماسه سنگ ها را می توان به مرحله ائوژنز نسبت داد. شکل گیری کانی های رسی ایلیت و کلریت دیاژنزی، انحلال فلدسپارهای پتاسیم دار، سیمانی شدن توسط کوارتز (به صورت سیمان رشد اضافه و سیمان های پرکننده حفرات) و دولومیتی شدن سیمان های کلسیتی را می توان مربوط به مرحله دیاژنزی مزوژنز دانست. شکستگی های پر شده توسط سیمان کلسیتی و آلتراسیون سیمان های شکل گرفته در مراحل قبلی در این ماسه سنگ ها را می توان به مرحله تلوزنز نسبت داد. مطالعات دیاژنزی نشان می دهند که ماتریکس مشاهده شده در ماسه سنگ های تشکیل دهنده ضخامت زیادی از سازند لالون در مقطع مورد مطالعه منشا دیاژنزی دارند. مطالعات، نشان دهنده برخاستگاه زمین ساختی کوهزایی چرخه مجدد و ریفت درون قاره ای در قسمت عمده ای از سازند و برخاستگاه زمین ساختی کراتون در کوارتزیت های سفید رنگ راس سازند است. تغییر در برخاستگاه زمین ساختی ناحیه منشا را علاوه بر وجود چند منشا، می توان به تغییرات آب و هوایی از نیمه خشک تا مرطوب در زمان رسوبگذاری این نهشته ها نسبت داد.

## تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر هوشمند زاده جهت معرفی مقطع مورد مطالعه و حمایت ها و راهنمایی های ارزنده ایشان بسیار سپاسگزاریم. از جناب آقای دکتر آدابی جهت راهنمایی های ارزنده شان بسیار متشکریم. از خانم اسدی مهماندوستی دانشجوی دکتر، خانم مهندس اسلامدوست، آقای دکتر

صادقیان و خانم مهندس حسن پور به دلیل همکاری شان سپاسگزاریم.

## منابع

- آقناباتی، ع.، ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- اعتمادسعید، ن.، حسینی برزی، م.، اسدی مهماندوستی، ا.، ۱۳۸۶، محیط رسوبی و برخاستگاه زمین ساختی سازند لالون در مقطع باهمو، ایران مرکزی. چکیده مقالات بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صفحه ۸۴-۸۳.
- اعتمادسعید، ن.، ۱۳۸۷، سنگ شناسی و محیط رسوبی سازند لالون در مقطع باهمو، اسفوردی، یزد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۸۶ صفحه.
- سهیلی، م.، و مهدوی، م.، ۱۳۷۰، نقشه زمین شناسی اسفوردی، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور.

- Assereto, R., 1963. The Paleozoic formations in central Alborz Iran. Riv. Ital., Paleontology., v. 6, p. 503-543.
- Basu, A., Young, S., Suttner, L., James, W., and Mack, G.H., 1975. Re-evaluation of the use of undulatory extinction and crystallinity in detrital quartz for provenance interpretation. Journal of Sedimentary Petrology., v. 45, p. 873-882.
- Caja, M.A., Marfil, R., Lago, M., Salas, R., and Ramseyer, K., 2007. Provenance discrimination of Lower Cretaceous synrift sandstones (eastern Iberian Chain, Spain): Constraints from detrital modes, heavy minerals, and geochemistry, in Arribas, J., Critelli, S., and Johnsson, M.J., eds., Sedimentary Provenance and Petrogenesis: Perspectives from Petrography and Geochemistry: Geological Society of America Special Paper., v. 420, p. 181-197.
- Dickson, J.A.D., 1965. A modified staining technique for carbonates in thin section. Nature., v. 205, p. 587.
- Dickinson, W.R., 1985. Interpreting provenance relation from detrital modes of sandstones. In: Zuffa, G.G. (Ed.), Provenance of Arenites Reidel, Dordrecht., p. 333-363.
- Dickinson, W.R., 1988. Provenance and sediment dispersal in relation to paleotectonics and paleogeography of sedimentary basins. In: Kleinspehn, K.L., Paola, C. (Eds.), New Perspective in Basin Analysis. Springer, New York., p. 3-25.
- Einsle, G., 2000. Sedimentary Basin: Evolution, Facies and Sediment Budget (2th ed), Springer Verlag, 292 p.
- Emery, D., Myers, K.J., and Young, R., 1990. Ancient subaerial exposure and freshwater leaching in sandstones. Journal of Geology., v. 18, p. 1178-1181.
- Flügel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application, Springer-Verlag, Berlin. 976 p.
- Folk, R.L., 1980. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill, Austin, Texas, 159 p.
- Friedman, G.M., 1965. Terminology of recrystallization textures and fabrics in sedimentary rocks. Journal of Sedimentary Petrology., v. 35, p. 643-655.
- Giles, M.R., Stevenson, S., Martin, S.V., Cannon, S.J.C., Hamilton, P.J., Marshall, J.D., and Samways, G.M., 1992. The reservoir properties and diagenesis of the Brent Group: a regional perspective. In: Geology of the Brent Group (Ed. by A. C. Morton, R. S. Haszeldine, M. R. Giles and S. Brown), Geol. Soc., Spec. Publ. 61, p. 289-327.
- Greensmith, J.T., 1995. Petrology of Sedimentary Rocks. London, 241 p.
- Ingersoll, R.V., and Suczek, C.A., 1979. Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans. DSDP sites 211 and 218. Journal of Sedimentary Petrology., v. 49, p. 1217-1228.
- Ingersoll, R.V., Bulard, T.F., Ford, R.L., Grimm, J.P., Pickle, J.P., and Sares, S.W., 1984. The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson Point Counting method. Journal of Sedimentary Petrology., v. 54, p. 103-116.
- Ketzer, J.M., Morad, S., and Amorosi, A., 2003. Predictive diagenetic clay- mineral distribution in siliciclastic rocks within a sequence stratigraphic framework. In: Worden, R.H., Morad, S., 2003. Clay mineral cements in sandstones. Blackwell, Oxford, 509 p.
- Mack, G.H., 1978. The survivability of labile light- mineral grain in fluvial, aeolian and littoral marine environments: The permian Cutler and Cadar Mesa formation, Moab, Utah, Sedimentology., v. 25, p. 587-604.
- Mackenzie, F.T., 2005. Sediments, diagenesis and sedimentary rocks, Elsevier Inc. 425 p.
- Baron, M., and Parnell, J., 2007 Relationship between stylolites and cementation in sandstone reservoirs: Examples from the North Sea, U.K. and East Greenland. Sedimentary geology., v. 194, p. 17-35.
- McBride, E.F., 1985. Diagenetic processes that affect provenance determinations in sandstone, In G.G. Zuffa(ed), Provenance of arenite, Reidel, publ., p. 115-138.
- McBride, E.F., 1989, Quartz cement in sandstones: a review. Earth Science Reviews., v. 26, p. 69-112.
- Morad, S., 1998. Carbonate cementation in sandstones: distribution patterns and geochemical evolution: In Morad, S., (eds.), Carbonate Cementation in Sandstones., Blackwell Science, Oxford., No. 26, p. 1-26.
- Morad, S., Ketzer, J.M., and Ros, L.F., 2000. Spatial and temporal distribution of diagenetic alteration in siliciclastic rocks: Implications for mass transfer in sedimentary basins. Sedimentology., v. 47, p 95-120.
- Morton, A.C., 1985. Heavy minerals in provenance studies. In: Zuffa, G.G. (Ed.), Provenance of Arenite. Reidel, Dordrecht, the Netherlands, 405 p.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., and Siever, R., 1987. Sand and Sandstone. Berlin7 Springer-Verlag., 553 p.
- Pittman, E.D., 1970. Plagioclase as an indicator of provenance in sedimentary rocks. Journal of Sedimentary Petrology., v. 40, p. 591-598.
- Renard, F., Brosse, E., Gratier, J.P., 2000. The different processes involved in the mechanism



- of pressure solution in quartz-rich rocks and their interactions. In: Worden, R.H., Morad, S. (Eds.), *Quartz Cementation in Sandstones*. Spec. Publ. Int. Ass. Sedimentology., 29, p. 253-270.
- Smale, D., 1989. Leaching of heavy minerals above and below the Mid-Cretaceous Unconformity in the Ohuriawa Gorge area of the Waipara River, North Canterbury, New Zealand. *Journal of Sedimentary Petrology.*, v. 59, p. 1011-1021.
- Suttner, L.J., Basu, A., and Mack G.H., 1981. Climate and the origin of quartz arenites. *Journal of Sedimentary Petrology.*, v. 51, p. 1235-1246.
- Suttner, L.J., and Dutta, P.K., 1986. Alluvial sandstone composition and paleoclimate, I. Framework mineralogy. *Journal of Sedimentary Petrology.*, v. 56, p. 329-345.
- Tortosa, A., Palomares, M., and Arribas, J., 1991. Quartz grain types in Holocene deposits from the Spanish Central System: some problems in provenance analysis. In: Morton, A.C., Todd, S.P., Haughton, P.D.W. (Eds.), *Developments in Sedimentary Provenance Studies*. Special Publication-Geological Society., 57, p. 47-54.
- Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*: Blackwell, Scientific Publication, London, 260 p.
- Weltje, G.J., 2002. Quantitative analysis of detrital modes: statistically rigorous confidence regions in ternary diagrams and their use in sedimentary petrology. *Earth-Science Review.*, v. 57, p. 211 - 253.
- Weltje, G.J., and von Eynatten, H., 2004. Quantitative provenance analysis of sediments: review and outlook. *Sedimentary Geology.*, v. 171, p. 1-11.
- Worden, R.H., and Burley, S., 2003. Sandstone diagenesis: the evolution of sand to stone: In Burley, S., Worden, R., (eds.), *Sandstone diagenesis: Recent and ancient*. Reprint series of International Association of Sedimentologists., v. 4, Blackwell Publishing Ltd. 649 p.
- Worden, R.H., and Morad, S., 2000. Quartz cementation in sandstones. *Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment.*, No. 29, 342 p. Blackwell Science, Oxford.
- Worden, R.H., Morad, S., 2003. Clay minerals in sandstones: controls on formation, distribution and evolution: In Worden, R.H., Morad, S., (eds.), *Clay mineral cements in sandstones*. Blackwell, Oxford, 509 p.
- Young, S.W., 1976. Petrographic textures of detrital polycrystalline quartz as an aid to interpreting crystalline source rocks. *Journal of Sedimentary Petrology.*, v. 46, p. 595-603.

## **The Effects of Geomorphological Parameters on Products of Sediment in Ghazghanchay Basin (Sub Basin of Hable Rood)**

**Yamani<sup>1</sup>, M., and Eskandari Nejad<sup>2</sup>, F.**

1-Associate Professor, Faculty of Geography, University of Tehran.

2- Ph.D student in Tajikestan University State.

### **Abstract**

The effects of soil erosion plays a role in incidence of dangerous floods, rapid loading of dams and destruction of farmlands, and prevents the occurrence of floods as well, important measures need to be adopted in order to prevent its store from being loaded. The purpose of the present study was to study the geomorphological problem of the mentioned dam, the role it plays in production of sediment and its effect on Nam Rood Dam in Ghazghinchai Basin, with focus on degree of erosion and the amount of sediment produced. Ghazghinchai Basin is located in south of Central Alborz Mountains, North-Eastern Tehran Province, and is one of the sub-basins of Nam Rood River and covers an area of about 144.235 km<sup>2</sup>. In order to study the amount of erosion and the sediment produced in the basin under investigation, first the variables effective in erosion were analysed by GIS softwares, through direct observations, field work and indirect observations including satellite images, air photos and climatic and hydrological data. And finally in order to achive our intended purposes such common methods of estimating erosion in sediment the Besyak Model were used. Technique of giving scores and integrating layers were also used to estimate the amount of erosion in basin under investigation. The results show that the annual amount of sediment poduced in the basin is around 14011.24 tons per km<sup>2</sup>. The findings also indicat that the major proportion of this amount of sediment is produced from the central parts of the basin which lie in the show area with high degree of erosion, as show by the results of our zoning.

**Keywords:** Erosion, Sediment, Production, Ghazghinchai Basin, Geomorphology, Namrood Dam.

## **Soil Erosion Zoning and estimation of the sediment yield in Maryamnegar basin, using experimental model**

**Maghsoudi<sup>1</sup> M., and Habibi<sup>2</sup>, H.,**

1- Assistant Professor, Faculty of Geography, University of Tehran.

2- M.Sc. student of geomorphology, Faculty of Geography, University of Tehran.

### **Abstract**

Every year nearly 2 billions tons of valuable soil is lost in Iran. Financial damages of this situation is  $18.5 \times 10^{12}$  Rials. For prevention of this damage we need an appropriate method for reducing the soil erosion. Therefore we need information and data about soil erosion in the basins. The goals of this study are assessment of soil erosion and intensity of sediment production in the study area. Evaluation of experimental models efficiency such as FAO, EPM and PSIAC is another goal. In fact we compared the results of experimental models data with official's data. Finally we produced soil erosion map for study area and found best method for assessment of soil erosion in the study area and similar basins. In this research we have used data received from field check, existing maps and meteorological and hydrometric station. After entering the maps in the ilwis software and geo-referencing, we have created a table for each model mentioned above. Then appropriated value extract for homogenize area. After that with overlay of the layers, zonation maps for intensity of erosion prepared. In the next step, erosion maps that produced by models, were compared together with overlay method. At the end, PSIAC selected as the best model for zonation of soil erosion in the study area. Also for sediment yield estimation, PSIAC used as appropriate method for Maryamnegar and similar basins. On the base of above mentioned model, soil erosion at Maryamnegar basin has been estimated about 115495 ton/y and percent of soil erosion in the class of very low, low, medium, high and very high are 3.22, 43.37, 36.33, 13.45 and 3.63 of total area.

**Keywords:** Soil erosion, Zonation, Erosion experimental model, Maryamnegar basin, Sediment.

**Functional and physical deterioration of inner cities (objects and strategies of rehabilitation, renewal and reconstruction) case study: Zanjan inner fabric**

**Tavakolinia <sup>(1,\*)</sup>, J., and Mohammadi <sup>2</sup>, A.R.,**

1- Assistant Professor, Geography Department, Shahid Beheshti University

2- Ph.D student of Geography and Urban Planning Shahid Beheshti University.

**Abstract**

Inner cities of Iranian historic and traditiond cities, as a result of remarkable political and economic changes have transformed during last decades. In this period, these changes have followed by functional and physical deterioration. Rehabilitation, restoration and finally reconstruction of deteriorated parts of cities, notably their central sectors, based on step by step planning as well as social capitals lead to better arrangement of revitalization of deteriorated parts of city. This paper tries to present important aspects of inner cities (deteriorated parts), based on SWOT model, in terms of their restoration, and their reconstruction. Our case study is in the central part of Zanjan city.

**Keywords:** Inner city deteriorated texture, Functional and physical deterioration, Reconstruction, Rehabilitation, Renewal.

## **Depositional environment and sequence stratigraphy of the Fahliyan Formation in Ahwaz and AB Teymour Oil fields (Northern Dezful Embayment)**

**Feiznia<sup>1</sup>, S., Fahimi<sup>2</sup>, A., and Yavari<sup>3</sup>, M.**

1- Professor, Department of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

2- M.Sc. Geology Department, Science and Research Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- M.Sc. Geology Office, Exploration Division, National Iranian Oil Company, Tehran, Iran.

### **Abstract**

The Fahliyan Formation is a carbonate sequence of Lower Cretaceous age, and was deposited in Zagros sedimentary basin. The Fahliyan Formation in subsurface sections of well No. 307 of Ahwaz Oil field and well No. 32 of AB-Teymour Oil Field has been studied. Facies analysis and petrographic studies led to the recognition of 17 microfacies that were deposited in homoclinal carbonate ramp with 4 facies belts i. e: tidal flat, lagoon, shoal and open marine. Variation in relative sea level led to deposition of three third order sequences with sequence boundary type 1 and 2 in Fahliyan Formation. Based on facies analysis, retrogradational and progradational stacking patterns have been recognized. The lower boundary in first depositional sequence in both sections are 1 and the other boundaries are 2. Maximum flooding surfaces in Fahliyan Formation correlative with maximum surfaces of the same age in Arabian platform.

**Keywords:** Fahliyan, Lower Cretaceous, Microfacies, Ramp, Sequence Stratigraphy.

## **Biostratigraphy of the Gachsaran Formation at the Kuh-e Shur, Lar area**

**Rhmani<sup>1</sup>, Z., Vaziri – Moghaddam<sup>2</sup>, H., Taheri<sup>3</sup>, A., and Amiri Bakhtiar<sup>4</sup>, H.**

1- M.Sc. student of geomorphology, Faculty of Geography, University of Esfahan.

2- Associate Professor, Faculty of Geography, University of Esfahan.

3- Assistant Professor, Geology Department, Shah-rud University.

4- Iranian Oil Company, Iran.

### **Abstract**

In order to introduce faunal assemblages and biozones of the Chehel, Champe and Mol members of the Gachsaran Formation one stratigraphic section at Kuh-e Shur, Lar area, were studied. 17 genera and 23 species of microfossils were identified and the result of this study led to the recognition of two assemblage zones. As a result, the Gachsaran Formation is Chattian-Aquitanian in age. At the study area, the Gachsaran Formation were deposited after Rupelian sea-level fall. Therefore, in interior Fars, the lower parts of the Gachsaran Formation are equivalent to the middle and upper part of the Asmari Formation in Khuzestan area.

**Keywords:** Biostratigraphy, Gachsaran Formation, Chehel, Champe and Mol, Lar area.

## Assessment of Odiv karstic aquifer - southeast of Khuzestan

Charchi<sup>1</sup>, A., Kalantari<sup>2</sup>, N., and Keshavarzi<sup>3</sup> M.R.

1-Assistant Professor, Department of Geology, Shahid Chamran University, Ahvaz.

2-Associate Professor, Department of Geology, Shahid Chamran University, Ahvaz.

3-M.Sc. student, Department of Geology, Shahid Chamran University, Ahvaz.

### Abstract

The calcareous Pabdeh Anticline of Asmari Formation and in particular the Odiv Mountain in the north-east part of Khuzestan province has been seriously faulted and fractured under tectonic forces. The tectonic activities, faulting, fracturing have provided favorable conditions for karstification of the Odiv Mountain. Geomorphologic phenomenon such as Bibitalkhun spring, Taluk karstic valley and Karrens are hallmark of karst development in this area. Assessment of structural geology, geomorphology and hydrogeology in the study area show that: 1) Odiv Mountain karstification is more than the Gariveh Mountain and has the main karstic water resources, 2) Pabdeh Formation lying under the Asmari limestone is the base of karstification and acts as water barrier, 3) Transverse and oblique faults and fractures impact on limestone smashing and are playing a significant role to connect solutional conduits, 4) fractures density indicate underground permeable zones and water flow paths, 5) Bibitalkhun spring is the main output in the study area and 6) water dominantly flows in the karstic aquifer from NE to SW and SE to NW.

**Keywords:** Odiv Mountain, Tectonic, Karstic aquifer, Bibitalkhun spring.

## **Tectonic provenance of Lalun sandstones in Bahmoo section, Central Iran: Implications for the impact of diagenetic processes in sandstone composition**

**Hosseini-Barzi<sup>1</sup>, M., and Etemad Saeed<sup>2</sup>, N.,**

1-Assistant Professor, Geology Department, Shahid Beheshti University

2- M.Sc in Geology, Shahid Beheshti University

### **Abstract**

The Early Cambrian sandstones of Lalun Formation with 550 m thickness have been studied in Bahmoo section, in Poshte – Badam block, to illuminate their provenance and omitting the effect of diagenetic processes on the sandstone composition. These investigations have been accomplished by study of 170 thin sections, modal analysis of 50 appropriate samples, and use of SEM and EDX analyses. Eogenetic stage processes in these sandstones include: early calcite cementation, mechanical compaction, corrosion of grains by calcite cement and hematite pigmentation. Mesogenetic stage processes include: chemical compaction, quartz cementation, dolomitization of calcite cements, dedolomitization, albitization of feldspars and grow up authigenic quartz, illite and chlorite, and telogenetic stage processes include: fracturing and filling them by calcite cement and alteration of eogenetic and mesogenetic cements. After recognition of these processes and omitting their effect from the results of modal analysis, we studied tectonic provenance of these samples by using Qt86 F5 L9, Qm46 F5 Lt49, Qp90 Lvm5 Lsm5, and Lm12 Lv5 Ls83 diagrams. These studies reveal the quartzolitic facies with recycled orogen and rifted continental margin tectonic provenance witch changed to quartzose facies with cratonic tectonic provenance in top quartzite. Petrographic evidences and quartz type analyses (diamond diagrams), reveal that these sandstones have been derived from mixed provenance. The QFRF and  $\log \text{Qt}/\text{F}+\text{RF}$  vs.  $\log \text{Qp}/\text{F}+\text{RF}$  diagrams propose trend of climate change from semi arid to humid during deposition of the Lalun Formation.

**Keywords:** Climate, Tectonic provenance, Diagenesis, Lalun Formation, Craton, Recycled orogen.