# تأثیر گسل جوان زاگرس بر شکل‌گیری دریاچه‌های کواترنری مطالعه موردی: کهن دریاچه‌های زاینده‌رود، کاکلستان و ازنا

رسول شریفی نجف آبادی[1*]، مسعود معیری[1]، حسنعلی غیور[1]، همایون صفایی[2]، عبداله سیف[1]

[1] گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان، اصفهان،ایران
[2]گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان،ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۸/ ۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۶/۰۸

## چکیده

یکی از موضوعات مهم دربارهٔ رشته کوه زاگرس، ناهماهنگی بین برخی از آبراهه‌ها و ساختار زمین‌شناسی آن است. این موضوع در مورد شبکه آبراهه‌های زاینده‌رود به یکی از بحث برانگیزترین مباحث تبدیل شده، به گونه‌ای که در این باره سه فرضیه متفاوت عنوان شده است. برای رفع این اختلاف نظرها و رسیدن به یک نتیجه‌گیری کلی، این حوضه و دو حوضه کاکلستان و ازنا به فاصله ۶۲ و ۸۵ کیلومتری شمال خاوری آن، مورد مطالعه دقیق کتابخانه‌ای و میدانی قرار گرفتند. به استناد شواهد مختلف به دست آمده از وضعیت پادگانه‌های رودخانه‌ای، رسوبات و فسیل‌های دریاچه‌ای، سیرک‌ها و رسوبات یخچالی و زمین‌ساخت فعال نتیجه‌گیری شده که در طی پلیوسن، عموم سرشاخه‌های رودهای زاگرس به سمت خلیج فارس جاری بوده‌اند. اما، بسیاری از این آبراهه‌ها در اواخر این زمان و یا اوایل پلیستوسن، در اثر فعالیت گسل جوان زاگرس به دام افتاده و دریاچه‌هایی را تشکیل داده‌اند. بعدها در اثر فرایندهایی که بیشتر زمین‌ساختی بوده‌اند، بستر این دریاچه‌ها گسیخته شده و جریان آب در حوضه‌های ازنا و کاکلستان در مسیر قبلی و در حوضه زاینده‌رود در مسیر معکوس جاری شده است.

**کلیدواژه‌ها:** رشته کوه زاگرس، گسل جوان‌زاگرس، دریاچه کواترنری، حوضه زاینده‌رود،زمین‌ساخت فعال.

***نویسنده مسئول:** رسول شریفی‌نجف‌آبادی E-mail: Sharifi1010@gmail.com

## ۱– مقدمه

یکی از موضوعات مهم در مورد رشته‌کوه زاگرس، ناهماهنگی بین برخی از آبراهه‌ها و ساختار زمین‌شناسی آن است که احتمالاً مشابه آن در هیچ جای دیگری وجود ندارد (Oberland, 1968). رواناب حاصل از دامنه شمال خاوری کوه‌های مرتفع برف‌گیر این رشته کوه نامتقارن، در بسیاری از موارد، ابتدا در فاصلهٔ کوتاهی در دره‌های طولی جریان می‌یابد. سپس برای عبور از حوضه آبگیر خود، به سمت باختر منحرف شده و در حین عبور از همین رشته‌کوه چند بار به طور ابهام‌آمیزی تغییر مسیر می‌دهد تا سرانجام وارد چاله آبرفتی میان‌رودان شود(Oberland, 1968).

پژوهشگرانی مانند Loftus(1855) ,Boileau (1938) ,Shepherd (1961) Slinger (1949), نظریاتی در مورد علت پیچیدگی شبکه آبراهه‌های زاگرس ارائه داده و عواملی مانند زهکشی پیشینه، نقش بسته، اسارت انحلالی، گسل‌ها و... را در این رابطه مؤثر دانسته‌اند (Oberland, 1968). Talebian & Jackson (2002) نیز از آخرین محققانی بوده‌اند که در این رابطه دیدگاهی جدید را بر پایه حرکات زمین‌ساخت فعال مطرح ساخته‌اند.

در این بین وضعیت شبکه آبراهه‌های زاینده‌رود به یکی از چالش برانگیزترین مباحث تبدیل شده است. سامانه درون‌ریز زاینده‌رود، خط تقسیم کمابیش منظم بین حوضه خلیج‌فارس با حوضه‌های داخلی را بر هم زده و آن را به جانب جنوب‌باختری به درون کوهپایه‌های شمال‌خاوری زردکوه (به ارتفاع ۴۵۴۸ متر)، به‌عنوان مرتفع‌ترین قله زاگرس عقب رانده است. (Oberland, 1968) بر اساس ارتباطات ژئومورفولوژی شناسایی‌شده در عکس‌های هوایی به موضوع اسارت شبکه زهکشی کارون توسط سرشاخه‌های قبلی زاینده‌رود در مجاورت روستای هوره اشاره کرده و یکی از دو عامل فرسایش یخچالی و یا جدیدترین حرکات زمین‌ساختی را علت آن دانسته است. به تصور وی، شاخه‌های آغازین زاینده‌رود قبل از این اسارت، متعلق به کارون بوده و از طریق آب جونقان با آن ارتباط داشته‌اند (شکل ۱– الف). رامشت وهمکاران (۱۳۷۸) در نقدی به این موضوع پرداخته و بیان داشته که هر چند توجیه علمی Oberland در مورد فرسایش پسرونده و توسعه حوضه زاینده‌رود از محل دهکده هوره درست است، اما این رودخانه در گذشته مجاور و همسایه رودخانه کارون نبوده، بلکه در این ناحیه (حد فاصل بین رودخانه کارون و زاینده‌رود) یک حوضه بسته و دریاچه‌ای وجود داشته که به دلایلی در بخش خاوری آن پارگی ایجاد شده و به وسعت حوضه زاینده‌رود افزوده شده است (شکل ۱– ب).

Talebian & Jackson (2002) با بررسی حرکات گسل جوان زاگرس در چند میلیون سال گذشته، به این نتیجه رسیده‌اند که سرشاخه‌های زاینده‌رود در اوایل پلیوسن به سمت رودخانه سپستان از سرشاخه‌های دز جریان داشته‌اند. اما، به مرور زمان ارتباط خود را با این رودخانه از دست داده و با دریافت شاخه‌های الحاقی از رودخانه کارون و همچنین معکوس شدن جریان آب، به سمت مسیر فعلی تغییر جهت داده‌اند (شکل ۱– ج)

## ۲– طرح مسئله

مروری برسه فرضیه متفاوت مطرح شده توسط این محققان، تأمل برانگیز است. Oberland (1968) معتقد است که سرشاخه‌های زاینده‌رود که به سمت رودخانه کارون در حرکت بوده‌اند، بعدها حرکتی عکس پیدا کرده و به تصرف زاینده‌رود در آمده‌اند. Talebian & Jackson (2002) هم هر چند در مورد مسیر اولیه حرکت سرشاخه‌های زاینده‌رود با اوبرلندر توافق ندارند و معتقدند که حرکت اولیه آب به سمت رودخانه دز بوده است، اما دربارهٔ معکوس شدن مسیر حرکت آب با او هم عقیده‌اند. اما در این بین، رامشت و همکاران (۱۳۷۸) اساساً موضوع معکوس‌شدن شبکه آبراهه‌ها را رد کرده و معتقدند که بین این دو حوضه آبریز، دریاچه‌ای وجود داشته که به اسارت زاینده‌رود در آمده است. اکنون این سوالات مطرح است:

– چه فرضیه‌ای را می‌توان برای تحول سرشاخه‌های رودخانه زاینده‌رود عنوان کرد؟

– آیا فرضیه مطرح شده را می‌توان به سایر سرشاخه‌های زاگرس هم تعمیم داد؟

## ۳–موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

برای پاسخ دادن به این سؤالات، محدوده‌ای در طول جغرافیایی "۳۱ '۲۰ °۴۹ تا "۴۵ '۵۷ °۵۰ خاوری و عرض جغرافیایی "۵۶ '۱۷ °۳۲ تا "۴۹ '۵۰ °۳۳ شمالی انتخاب

شده و مورد مطالعه قرار گرفته است. این گستره افزون بر سرشاخه‌های زاینده‌رود که به سمت باتلاق گاوخونی در ایران مرکزی جاری هستند، شامل سرشاخه‌های رودهای کاکلستـــان و ازنا (ماربر) از سرشاخـــه‌های رود دز نیـــز می‌شود. رود کاکلستان از آبراهه‌هایی تشکیل شده که از سمت باختر فریدون‌شهر و جنوب‌خاوری الیگودرز منشأ گرفته و به آب بختیاری ملحق می‌شوند. رود ازنا نیز از شبکه آبراهه شاخه درختی تشکیل شده که با جهت خاور- باختر از شهرستان‌های الیگودرز و ازنا عبور کرده و در نزدیکی شهر دورود با شبکه زهکش دشت بروجرد ترکیب می‌شود. (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۵۹).

## ۴- مواد و روش تحقیق

برای مشخص کردن احتمال تغییر مسیر رودها، پادگانه‌های موجود در مسیر رودخانه‌ها بررسی و اندازه‌گیری شد. از آنجا که قبلاً رامشت (۱۳۸۱) به‌وجود دریاچه‌ای در محدوده ازنا اشاره کرده و محمودیان (۱۳۸۱) نیز آن را مطالعه کرده بود و همچنین، سهیلی و همکاران(۱۳۷۱) نیز به‌وجود دریاچه قدیمی دیگری در حوضه کاکلستان اشاره کرده بودند؛ نقشه‌های زمین‌شناسی (بهارفیروزی و نواواجاری ، ۱۳۸۴؛ زاهدی و رحمتی، ۱۳۷۳؛ قاسمی و همکاران ، ۱۳۸۵) و شواهد میدانی شامل جنس رسوبات و نوع فسیل‌های این محدوده نیز به دقت مطالعـــه شد. در ادامه و برای تعییـــن نقش فعالیت‌های یخچالی و یا زمین‌ساختی در تحولات شبکه آبراهه‌ها، مطالعات کتابخانه‌ای و بازدیدهای صحرایی از سیرک‌ها، دره‌های یخچالی و رسوبات آنها و همچنین مسیر گسل‌ها نیز صورت گرفت. در طی این مراحل از دستگاه GPS برای ثبت مکان‌ها و از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تطبیق اطلاعات استفاده شد. در پایان، داده‌های به دست آمده تحلیل شدند.

## ۵- پادگانه‌های رودخانه‌ای

در مسیر همه رودخانه‌ها، پادگانه‌هایی مشاهده می‌شود که چند متر بالاتر از سطح رود هستند و شیب آنها منطبق بر مسیر فعلی رودخانه است که وجود آنها کاملاً طبیعی است. اگر براساس نظر Oberland (1968) و Talebian & Jackson (2002) فرض شود پدیده معکوس‌شدگی شبکه آبراهه‌ها در مسیر سرشاخه‌های زاینده‌رود رخ داده باشد؛ بنابر این، باید پادگانه‌های دیگری در ارتفاع بالاتر وجود داشته باشند که شیب آنها در جهت خلاف مسیر فعلی باشد. در مطالعات میدانی انجام‌شده در مسیر این رودخانه و سایر رودخانه‌های دیگر چنین پدیده‌ای مشاهده نشد و همهٔ پادگانه‌های مرتفع مشاهده شده، منطبق بر شیب مسیر رودخانه‌های کنونی بودند.

## ۶- شواهد دریاچه‌ای

### ۶-۱. رسوب‌شناسی

رسوبات حواشی دریاچه‌ها، بیشتر به شکل رسوبات ساحلی و دلتایی است. این در حالی است که رسوبات دانه‌ریز در حد سیلت و رس، به‌صورت معلق به نواحی مرکزی دریاچه‌ها حمل شده و در یک محیط آرام رسوب می‌کند (موسوی‌حرمی، ۱۳۷۰). بر این اساس، رسوبات دریاچه‌ای را می‌توان به دو دسته رسوبات حاشیه‌ای و مرکزی تقسیم کرد:

- رسوبات حاشیه‌ای: در فاصله چند صد متری از هر دو سوی رودخانهٔ زاینده‌رود، یک پادگانه کنگلومرایی با ارتفاع ثابت ۲۲۰۰ متر مشاهده می‌شود که طول آن بیش از ۴۰ کیلومتر است. رامشت و همکاران (۱۳۷۸) معتقدند که این پادگانه، ساحل دریاچه‌ای قدیمی را در این مکان تعریف می‌کند. در حوضه ازنا، حد فاصل شهرهای الیگودرز و ازنا، نیز تپه شاهدهای کنگلـومرایی مشاهـــده می‌شود که ارتفاع میانگین آنها حدود ۱۹۰۰ متر است. محمودیان (۱۳۸۱) براین باور است که این تپه شاهدها باقی‌مانده یک پادگانه دریاچه‌ای بوده‌اند که در سطح تماس آب دریاچه با خشکی به‌وجود آمده و بعدها در اثر تخلیه دریاچه و قرارگرفتن در معرض حرکت آب‌های روان فرسوده شده و به وضعیت امروزی در آمده‌اند. در حوضه کاکلستان نیز رسوباتی افقـــی و با لایه‌بندی منظم از جنس کنگلومرا با میان‌لایه مارن رخنمون دارند که ستبرای آنها تا ۵۰۰ متر نیز می‌رسد. سهیلی و همکاران (۱۳۷۱) این رسوبات را دریاچه‌ای تشخیص داده‌اند (شکل ۳).

- رسوبات مرکزی: در بریدگی‌های امتداد مسیر رودخانـــه‌های زاینده‌رود (روستای حیدری)، کاکلستان (روستای فهره) و ازنا (روستاهای هندر و چمزمان) رسوبات رسی لایه‌لایه و به‌طور متناوب تیره و روشن مشاهـــده می‌شودکه به حالت افقـــی قرار گرفته‌اند. علت این تناوب رنگ در این رسوبات سال چینه‌ای، وجود و یا نبود مواد آلی در آنهاست (شکل ۴).

### ۶-۲. فسیل‌شناسی

لایه‌های متناوب تیره و روشن بخش میانی حوضه‌ها که به آنها اشاره شد، غنی از پوسته‌های آهکی انواع شکم‌پایان، استراکودها، جلبک‌ها و گیاهان است. رامشت و همکاران (۱۳۷۸) در بررسی این لایه‌ها در حوضـــه زاینـــده‌رود، سه نوع شکم‌پایان آب شیرین به نام‌های *Pupillamasorum*, *Oxychulus draparnus* *Succima tuplicuta* را شناسایی کرده‌اند. در رسوبات لایه‌لایه اطراف روستاهای هندر و چمزمان در حوضه ازنا نیز انواعی از همین شکم‌پایان شناسایی شده‌اند (محمودی، ۱۳۸۱). در رسوبات مارنی دریاچه‌ای حوضه کاکلســـتان نیز بازمانده‌های برگ درختان و صدف نرم‌تنان به فراوانی یافت می‌شود که استراکودهای موجود در آنها ساده بوده و تزئینات کمی دارند. سهیلی و همکاران (۱۳۷۱) زمان زندگی این استراکودها را به عهد حاضر و محیط آب شیرین نسبت داده‌اند.

### ۶-۳. شکل شبکه آبراهه‌ها

Oberland (1968) از وجود شبکه آبراهه‌های همگرا به‌عنوان معیاری برای تشخیص حوضه‌های بسته و دریاچه‌ای استفاده کرده است. شبکه‌های آبراهه‌های قدیمی این گستره نیز از این نوع بوده و به سمت یک محدوده مرکزی گرایش دارند (شکل ۵-الف). یکی از نکات جالب این است که شبکه همگرای کاکلستان با رسیدن به ارتفاع مشخصی که در واقع بستر دریاچه قدیم است، دچار انحراف مسیر زیادی شده و با زاویه منفرجه به سمت خروجی حوضه می‌رود. این نوع تغییـــر مسیر را می‌توان نشانه‌ای از اسارت رودخانه‌ای دانست (Oberland, 1968). بنابرایـن می‌توان نتیجه‌گیری کرد که همزمان با نابودی و تخلیه آب این دریاچه، سطح اساس محلی و موقت رودخانه نیز پایین‌تر رفته و این رودخانه با جاری‌شدن بر رسوبات موجود در بستر دریاچه، آبراهه‌های جدیدی را ایجاد کرده که راستای مشخصی داشته و جهت محل گسیختگی را نشان می‌دهند (شکل ۵-ب).

### ۶-۴. تعیین محدوده دریاچه‌ها

ارتفاع و وسعت این دریاچـــه‌ها بر اساس شواهـــد موجود از پادگانه‌های قدیمی، وضعیت شبکه آبراهه‌ها و شکل ناهمـــواری‌ها بازسازی شده است (شکل۶ و جدول۱). مقایسه آنها نشان می‌دهد که دریاچه زاینده‌رود از نظر وسعت و دریاچه کاکلستان از نظر ژرفا نسبت به سایر دریاچه‌ها برتری داشته‌اند. با توجه به شرایط توپوگـــرافی محلی آن زمان، هرگاه دریاچه کاکلســـتان سرریز شده است، آب آن به‌سوی شمـــال جاری شده و به رودخانـــه ازنا می‌پیوسته است. این موضوعی است که قبلاً Oberland (1968) آن را حدس زده بود.

## ۷- علت ایجاد دریاچه‌ها

با اثبات وجود سه دریاچه زاینده‌رود، کاکلستان و ازنا، این سؤال مطرح می‌شود که چه عاملی در شکل‌گیری آنها مؤثر بوده است؟

### ۷-۱. عملکرد یخچال‌ها

از آنجایی که Oberland (1968) در فرضیه خود به تأثیر احتمالی یخچال‌ها بر انسداد

و معکوس‌شدن شبکه آبراهه‌های زاینده‌رود اشاره کرده بود، تأملی بر این موضوع، لازم و ضروری بود. وجود رشته ارتفاعات زردکوه، قالی‌کوه و اشترانکوه با ارتفاع بیش از ۴۰۰۰ متر در جنوب‌باختری منطقه که در آنها تعداد زیادی سیرک یخچالی مشاهـــده می‌شود، این گمان را تقویت می‌کند که در گذشته یخچال‌ها فعالیت زیادی داشته و تأثیرات قابل ملاحظه‌ای بر محیط پیرامون خود گذاشته‌اند.

پروی (۱۳۶۹)، جداری عیوضی (۱۳۷۸) و یمانی (۱۳۸۶) از محققانی بوده‌اند که در این زمینه به تحقیق پرداخته‌اند. یافته‌های یمانی (۱۳۸۶) حاکی از آن است که حد گسترش یخرفت‌ها در آخرین دوره یخبندان حداکثر تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر بوده است. با توجه به این که در محدوده مورد مطالعه آثار قابل ملاحظه‌ای از رسوبات یخچالی در ارتفاعات پایین‌تر از این حد دیده نمی‌شود، بعید است که در دوره‌های یخچالی مورن‌ها آن قدر انبوه بوده باشند که مسیر آبراهه‌ها را سد کرده و منجر به معکوس شدن آبراهه‌ها و یا شکل‌گیری دریاچه‌ها شده باشند.

### ۷-۲. رخداد زمین‌لغزه‌ها

رخداد زمین‌لغـزه‌های زیاد در زاگرس- که برخی از آنها مانند زمین‌لغزه سیمره و گهر باعث مسدود شدن جریان رودها و تشکیل دریاچه‌های بزرگی شده‌اند، (Oberland, 1968) - به‌عنوان فرضیه دوم در تشکیل دریاچه‌های یادشده مطرح است. اما با توجه به این که آثاری از زمین‌لغزش‌های بزرگ و مهم در مسیر خروجی هیچ یک از رودخانه‌های منطقه مشاهده نشده، این موضوع نیز منتفی است.

### ۷-۳. فعالیت گسل جوان زاگرس ( MRF)

گسل زاگرس از دو گسل راندگی بزرگ تشکیل شده است که تقریباً با هم موازی بوده، گاه بر هم منطبق شده و در برخی مناطق هم از یکدیگـر فاصله زیادی می‌گیرند. گسل قدیمی، راندگـی کم‌زاویه‌ای داشته و در حال حاضر روراندگی جنوب‌باختری ایران مرکزی بر روی زاگرس در امتداد آن صورت می‌گیرد که جابه‌جایی افقی آن دست‌کم ۴۰ کیلومتر است. اما، گسل جوان‌تر که گسل اصلی عهد حاضر نیز نامیده می‌شود، دارای شیب تندی به طرف شمال‌خـاوری بوده و در امتـداد آن جابه‌جایـی راست‌گرد مشاهـده می‌شود (درویش‌زاده، ۱۳۷۰). گسل اخیر اولین بار توسط Wellman (1966) و سپس توسط Tchalenko & Braud (1974) شناسایی و نـامگـذاری شـد. Talebian & Jackson (2002) با تکیه بر شواهد ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی میزان جابه‌جایی افقی این گسل را ۵۰ تا ۷۰ کیلومتر و میزان جابه‌جایی قائم آن را تا حدود ۵۰۰ متر برآورد کرده‌اند که در اثر آن آبراهه‌ها از امتـداد هم خارج شده و دره‌های متروکه و خشک در سمت باختر این گسل ایجاد شده است (شکل ۷). در این صورت، گسل جوان زاگرس با دو مؤلفه امتدادلغز راست‌گرد (که منجر به خارج‌شدن دو بخش دره رودخانه از امتداد یکدیگر است) و عمودی (که منجر به فرایش بلوک جنوب‌باختری شده است)، این امکان را داشته است که مسیر آبراهه‌هایی را که در مسیر طبیعی به سمت جنوب‌خاوری در حرکت بوده‌اند را مسدود کند. به دنبال این حرکت، آب‌های روان در پشت این مانع تجمع یافته و دریاچه‌هایی را ایجاد کرده‌اند. بدیهی است که باید فعالیت این گسل در مقایسه با فرایند فرسایش رودخانه‌ها آنقدر بیشتر بوده باشد که جلوی حرکت آب را مسدود نماید. در غیر این صورت، رودخانه‌ها می‌توانستند به‌رغم فعالیت گسل و جابه‌جایی سنگ‌ها همچنان به مسیر خود ادامه داده و مانند یک پیشینه رود بر این فرایند ساختاری فائق آیند.

## ۸- علت گسیختگی دریاچه‌ها

حبیب الهیان (۱۳۸۵) با استناد به شواهد و شاخص‌های ژئومورفولوژی ثابت کرده است که گسل گزستان عامل گسیختگی دیواره دریاچه زاینده‌رود و تخلیه آن بوده است. محمودیان (۱۳۸۱) نیز در مورد علت نابودی دریاچه ازنا نظر مشابهی داشته و فعالیت گسل دره‌تخت را عامل این رخداد دانسته است (شکل ۶). با توجه به این که در مورد دریاچه کاکلستان و علت نابودی آن هیچ گونه تحقیقی انجام نشده بود، این موضوع با دقت بیشتری مطالعه شد. گسل جوان زاگرس از حاشیه جنوبی دریاچه کاکلستان عبور می‌کند و در این محل دو شاخه می‌شود (شکل ۶ و شکل ۸-الف). شاخه شمالی، همان شاخه‌ای است که آبراهه‌های زاینده‌رود را از امتداد طبیعی خود (به سمت رودخانه سپستان) خارج کرده و باعث تشکیل دریاچه‌ها شده است. اما شاخه جنوبی که در این جا مورد بحث قرار می‌گیرد، شاخه‌ای است که هم اکنون رودبار در امتداد آن جاری است. این رودخانه در طول ۳۰ کیلومتر مسیر این گسل را دنبال می‌کند و سپس با یک چرخش رودپیچی (مآندری) در همین امتداد، مسیری ۲۰ کیلومتری را باز می‌گردد، در حالی که فاصله مستقیم دو سر این رودپیچ تنها ۲ کیلومتر است (شکل۲). همچنین، بخش انتهایی مسیر رودخانه دورک منطبق بر این گسل بوده و به واسطهٔ آن به این رودپیچ ختم می‌شود (شکل ۸-ب). با توجه به این که وضعیت این آبراهه در این بخش غیر عادی است و برجسته‌ترین مسیر برگشتـی یک رودخانه اصلی در زاگرس مرکـــزی را نشان می‌دهد، جای بحث دارد (Oberland, 1968). از آنجا که رودخانه گشان و چند رودخانه دیگر توسط این گسل بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ متر جابه‌جا شده‌اند (شکل ۹) و همچنین بررسی‌های اخیر با استفاده از روش ترمولومینسانس در محل سد رودبار نشان داده است که این گسل در فاصله بین ۶۱۰۰ تا ۱۳۶۰۰ سال پیش، جنبا بوده است ( Samari et al., 2005)؛ می‌توان تصور کرد که در هزاران سال قبل و در زمانی که دریاچه کاکلستان وجود داشته است، این گسل شروع به فعالیت کرده و در پی آن یک سطح خرد شده و فرسایش‌پذیر ایجاد شده که آب دریاچه در آن رخنه کرده و آبراهه‌ای به طول ۳۰ کیلومتر را در آن به وجود آورده است (شکل ۵-ب). شکل V مانند، نسبت کشیدگی بالا (Bs=6) و کم بودن شاخص گرادیان شیب رودخانه در طول این دره نسبت به دره‌های مجاور،که نشان از فعالیت امتدادلغز آن دارد، کاملاً این موضوع را تأیید می‌کند.

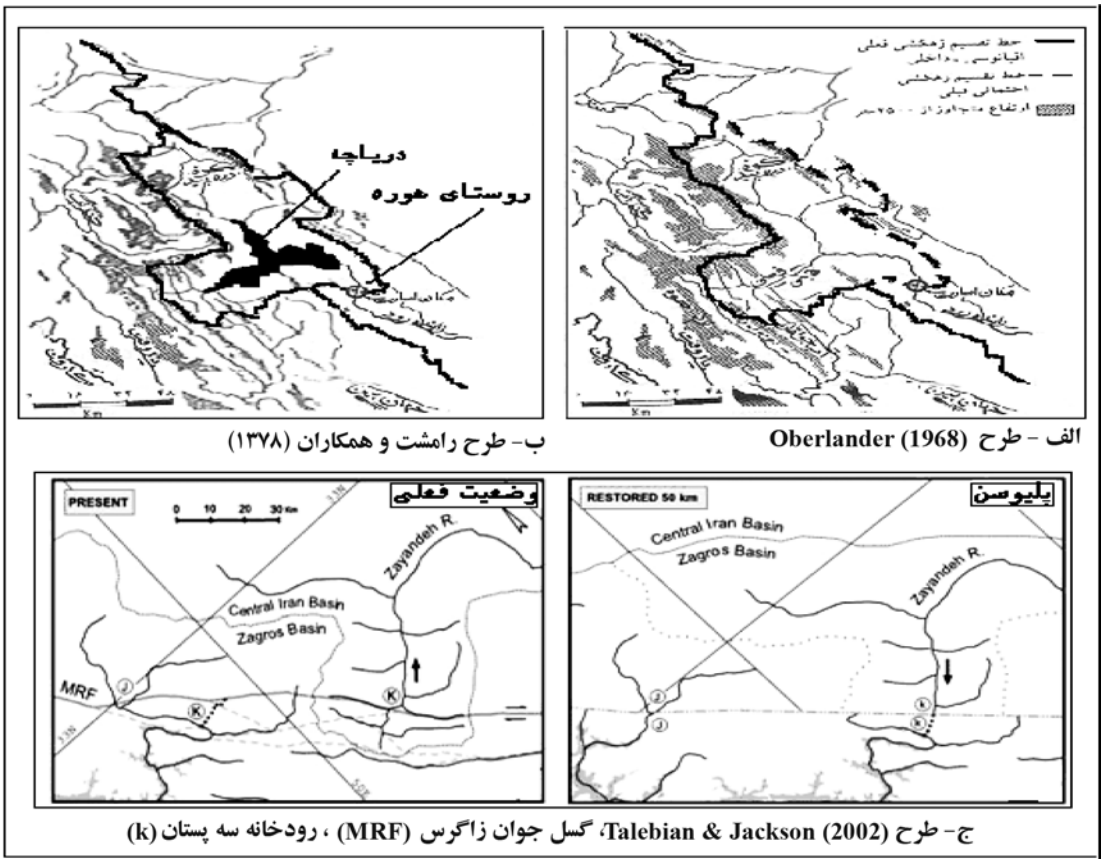
در زمانی که این دریاچه‌ها وجود داشته‌اند، یک سطح اساس محلی را تشکیل می‌داده‌اند که در آن فعالیت تخریبی در همهٔ آبراهه‌ها، متوقف شده و رسوب‌گذاری رخ داده است که پادگانه‌هایی تشکیل شده‌اند (شکل ۵-الف). با گسیختگی دریاچه‌ها و پایین‌رفتن سطح اساس محلی، این آبراهه‌ها فعال شده و همزمان با تغییر جهت به سمت خروجی جدید منطقه (شکل ۵-ب) شروع به حفر بستر خود کرده‌اند. این شرایط جدید منجر به چرخهٔ تجدید جوانی در منطقه شده است که این موضوع کاملاً از روی شکل منحنی‌های میزان نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ قابل پیگیری و شناسایی است (شکل ۱۰). برای مثال، در محل گسیختگی دریاچه زاینده‌رود و در دو سوی منحنی میزان ۲۱۰۰ متر، دو نوع شکل منحنی میزان مشاهده می‌شود: در بخش‌های مرتفع، منحنی‌ها نظم خاص دارند و یک دامنه مقعر را تعریف می‌کنند؛ در حالی که در بخش کم ارتفاع، مجاور رودخانه زاینده‌رود نوعی بی‌نظمی و تضارس مشاهده می‌شود که این تغییر شکل حاصل تغییر سطح اساس و تجدید چرخهٔ فرسایش است (رامشت، ۱۳۸۴).

## ۹- نتیجه‌گیری

واحد ساختاری سنندج- سیرجان، به دنبال حرکات کوهزایی لارامید در آخر کرتاسه پدید آمد و در پی مراحل کوهزایی سنوزوییک و به ویژه پاسادنین به ارتفاع کنونی رسید (علایی طالقانی،۱۳۸۲). بر اساس نظر Talebian & Jackson (2002) در اوایل پلیوسن، آبراهه‌ها از این واحد ساختاری به سمت جنوب‌باختـری (زاگرس بلند) جاری بوده است. در اواخر این زمان و یا اوایل پلیستوسن با فعالیت گسل جوان زاگرس، که دارای دو مؤلفه حرکت افقی و قائم است، به مرور جابه‌جایی بزرگی در مسیر رودخانه‌ها صورت می‌گیرد که در نتیجهٔ آن امتداد مسیر رودخانه‌ها مسدود

شده و با تجمع آب در پشت این گسل، دریاچه‌هایی شکل می‌گیرد. با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه، این دریاچه‌ها در طی مدت زمانی طولانی وجود داشته و موجودات فراوانی در آنها زندگی کرده و رسوبات زیادی هم در آنها ته نشین شده است. بعدها، این دریاچه‌ها نابود شده و به اسارت رودخانه‌ها در آمده‌اند، بنابراین در حال حاضر هیچ دریاچه طبیعی در سمت شمال‌خاوری گسل جوان زاگرس دیده نمی‌شود. بر اساس شواهد موجود، فعالیت‌های زمین‌ساختی در این رابطه نقش مؤثری داشته و باعث گسیختگی لبه این دریاچه‌ها شده است؛ به‌گونه‌ای که آب در دو حوضه کاکلستان و ازنا در مسیر قبلی (به سمت خلیج فارس) جاری شده است. اما در حوضه زاینده‌رود وضعیت به‌گونه دیگری بوده است و در اثر فعالیت گسل گزستان که در اطراف روستای هوره وجود داشته، آب در مسیر معکوس جاری شده و این دریاچه ضمیمه حوضه زاینده‌رود شده است. جالب اینجاست که سد زاینده‌رود در مسیر گسیختگی طبیعی کهن دریاچه زاینده‌رود ایجاد شده و دریاچه‌ای مصنوعی را در درون این دریاچه طبیعی قدیمی به‌وجود آورده است. در حوضه کاکلستان نیز سد رودبار در دره رودبار (که یک دره طولی و در امتداد شاخه جنوبی گسل جوان زاگرس است و کاملا" منطبق با مسیر گسیختگی دریاچه قدیمی کاکلستان است) در حال احداث می‌باشد.

پیشنهاد می‌شود در دیگر مناطق، با بررسی شواهد بر جای مانده در سمت شمال‌خاوری امتداد گسل امتداد گسل جوان زاگرس، احتمال وجود دریاچه‌های قدیمی دیگری که بر اثر فعالیت این گسل ایجاد شده و سپس گسیخته شده باشند، بررسی شود.

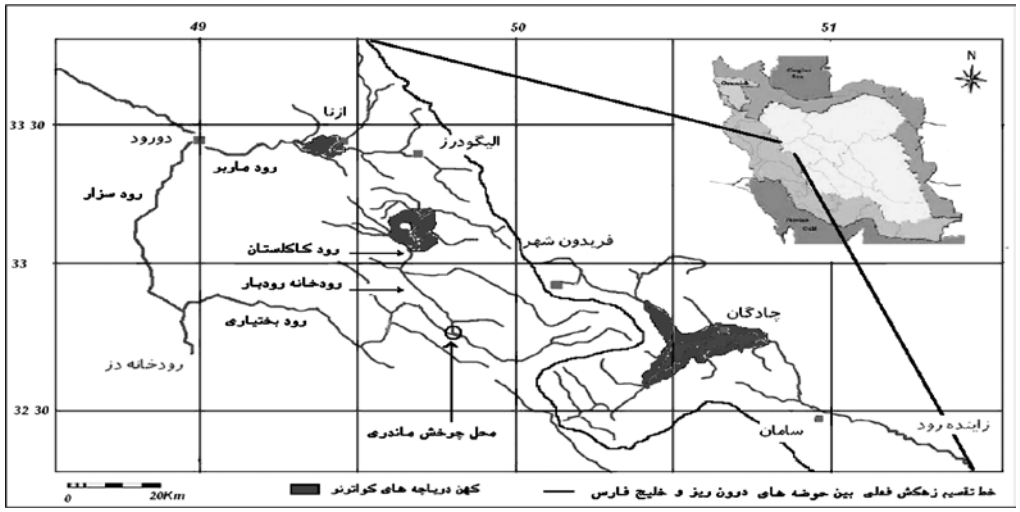



الف - طرح Oberlander (1968)

ب- طرح رامشت و همکاران (۱۳۷۸)

ج- طرح Talebian & Jackson (2002)، گسل جوان زاگرس (MRF) ، رودخانه سه پستان (k)

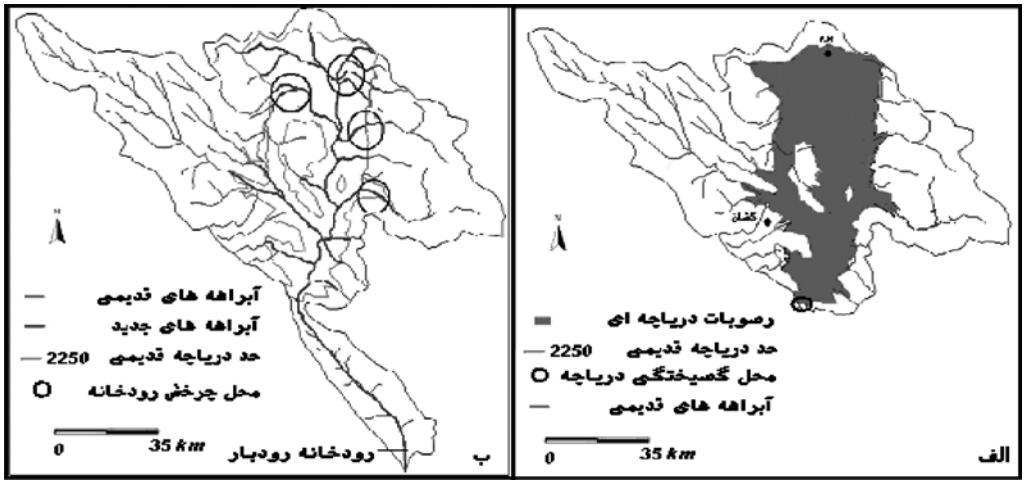
شکل۱- سه دیدگاه در مورد وضعیت سرشاخه‌های زاینده‌رود الف) طرح Oberlander (1968) ، ب)، طرح رامشت و همکاران (۱۳۷۸) ، ج) طرح Talebian & Jackson (2002).



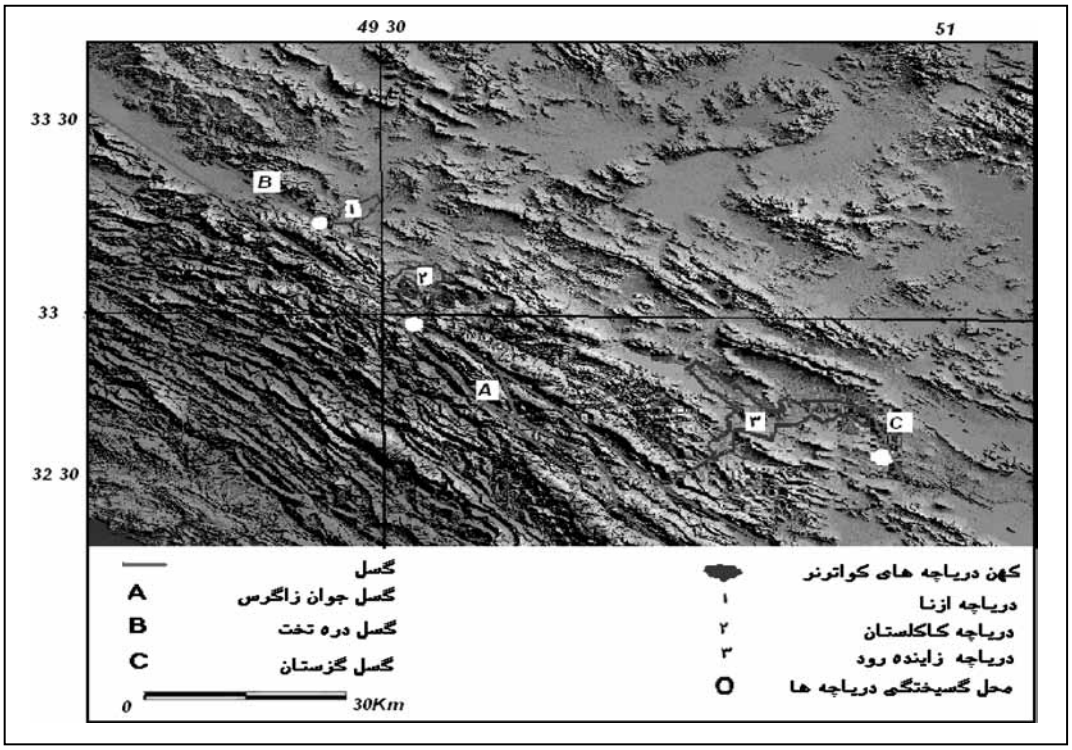

شکل ۲- موقعیت گستره مورد مطالعه در نقشه حوضه‌های آبریز ایران.

شکل ۳- رسوبات متناوب کنگلومرا با میان‌لایه مارن در حاشیه دریاچه قدیمی کاکلستان (مجاور روستای دره بادام).

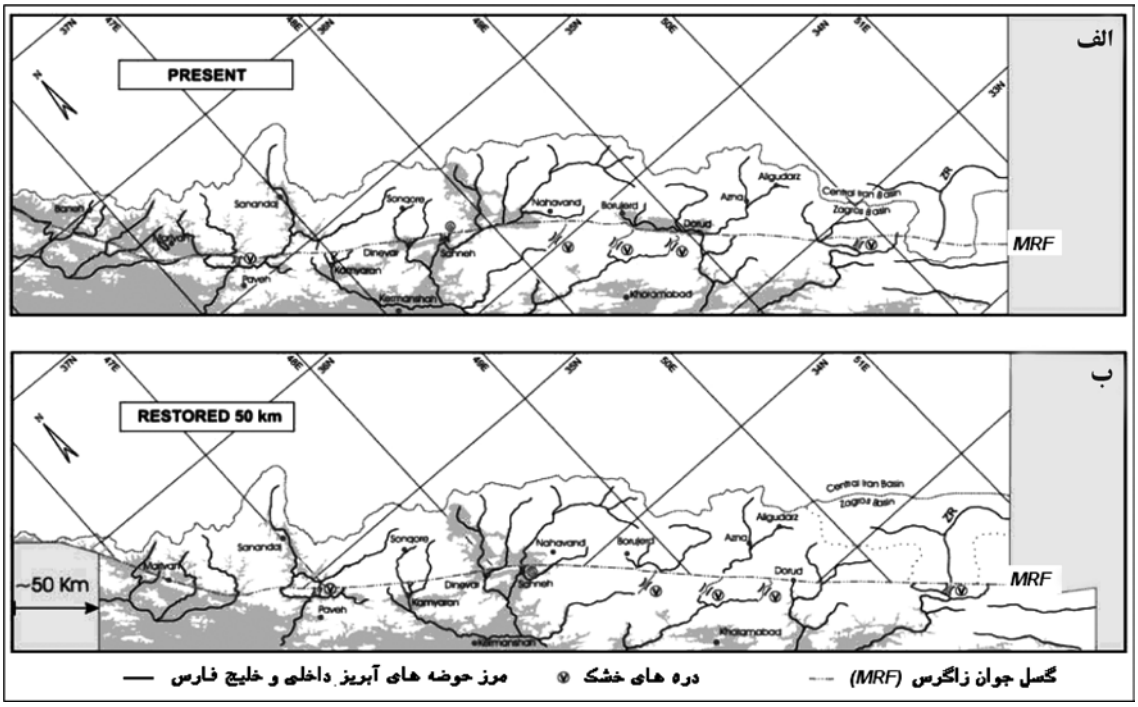
شکل ۴- رسوبات نازک‌لایه و رسی معرف بخش مرکزی دریاچه‌ای‌ها (حوضه ازنا-مجاور روستای هندر).



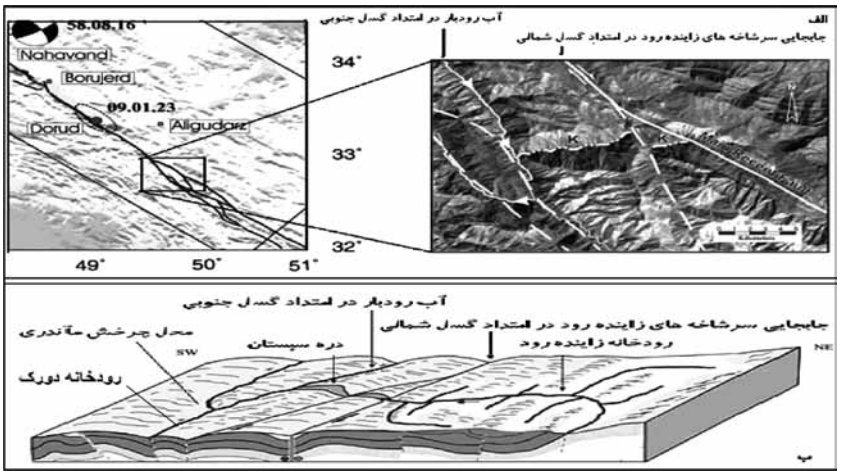

شکل ۵- وضعیت شبکه آبراهه‌ها در حوضه کاکلستان، الف)- در زمان وجود دریاچه، ب)- پس از گسیختگی دریاچه.



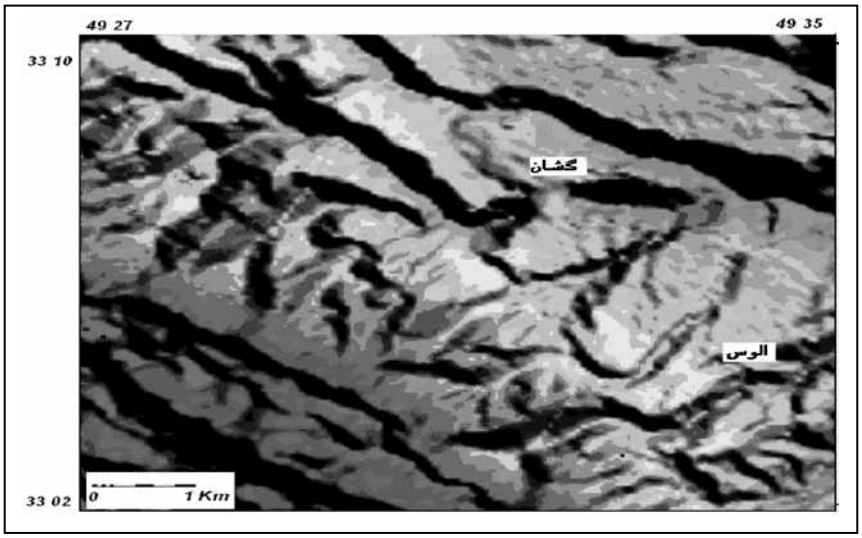

شکل۶- بازسازی محدوده کهن دریاچه‌های کواترنری در پشت گسل جوان زاگرس.



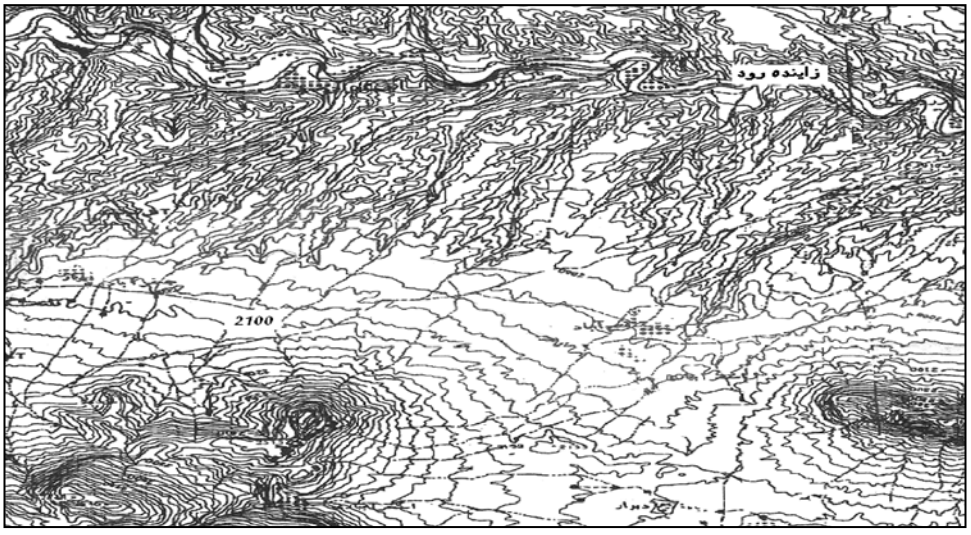

شکل۷- آبراهه‌های جابه‌جا شده در اثر حرکت امتدادلغز راست‌گرد گسل جوان زاگرس (Talebian & Jackson, 2002)، الف) وضعیت فعلی آبراهه‌ها، ب) وضعیت قبلی آبراهه‌ها در پلیوسن.




شکل۸- دو شاخه شدن گسل جوان زاگرس در حوضه کاکلستان. الف) مسیر گسل‌ها (گسیختگی رودخانه سپستان با حرف K مشخص شده است، ب) شکل سه بعدی از تأثیر گسل‌ها (Talebian & Jackson, 2002).




شکل ۹- جابه‌جایی عرضی ۵۰۰ متری رودخانه گشان و چند رودخانه دیگر در مسیر شاخه جنوبی گسل جوان زاگرس.




شکل ۱۰- تأثیرات گسستگی دریاچه بر شکل منحنی‌های میزان (خروجی حوضه زاینده‌رود- مجاور شهر چرمهین).

جدول۱- ویژگی‌های دریاچه‌های زاینده‌رود، کاکلستان و ازنا در زمان پلیستوسن.

| نام یاچدره | ارتفاع سطح دریاچه | وسعت | ژرفای متوسط | ارتفاع خروجی | منبع |
|---|---|---|---|---|---|
| زاینده رود | ۲۲۰۰ متر | ۵۴۸ کیلومتر مربع | حدود ۱۵۰متر | ۲۰۴۲ متر | رامشت و همکاران (۱۳۷۸) |
| کاکلستان | ۲۲۵۰ | ۴۲۹کیلومتر مربع | حدود ۲۳۰ متر | ۱۷۲۰متر | محاسبات مولفان |
| ازنا | ۱۹۰۰ | ۱۶۵ کیلومتر مربع | حدود ۷۰ متر | ۱۸۲۰متر | محمودیان (۱۳۸۱) |

## کتابنگاری


بهارفیروزی، خ.، نواواجاری، ش.، ۱۳۸۴- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ فریدون‌شهر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

پروی، ک.، ترجمه ثروتی، م، ر.، ۱۳۶۹- یخبندان کواترنر در قسمت‌های داخلی کوهستان زردکوه در رشته زاگرس، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۲۶، سال، ۲۳ شهریور، ۱۳۶۹، صص ۳۵-۳۸.

جداری عیوضی، ج.، ۱۳۷۸- ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور،تهران،۲۳۶ صفحه.

حبیب‌الهیان، م.، ۱۳۸۵- ارزیابی نئوتکتونیک در بخش علیای رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص‌های مورفومتریک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، گروه جغرافیا.

درویش‌زاده، ع.، ۱۳۷۰- زمین‌شناسی ایران، نشر دانش امروز وابسته به موسسه انتشارات امیر کبیر، تهران.

رامشت، م، ح.، ۱۳۸۱- دریاچه‌های دوران چهارم، بستر تبلور و گسترش مدنیت در ایران، مجله پژوهشی علوم‌انسانی دانشگاه اصفهان، شماره۱۵،صص۳۸-۱۳.

رامشت، م. ح.، ۱۳۸۴- نقشه‌های ژئومورفولوژی، چاپ اول، انتشارات سازمان سمت، تهران، ۱۹۰ صفحه.

رامشت، م. ح.، عباسی، ع.، منتظری، م.، ۱۳۷۸- تحول تاریخ طبیعی زاینده‌رود و شکل گیری مدنیت در حاشیه آن، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۶،مهرماه۱۳۷۸،صص۲۵-۱۵.

زاهدی، م.، رحمتی ایلخچی، م.، ۱۳۷۲- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شهرکرد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران

زمردیان ، م، ج.، ۱۳۸۱- ژئومورفولوژی ایران ،جلد اول، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،۲۸۱ صفحه.

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۵۹- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ چقاگرگ، دره ساری وفریدون‌شهر، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران.

سهیلی، م.، جعفریان، م.، عبدالهی، م. ر.، ۱۳۷۱- نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ الیگودرز، سازمان زمین‌شناسی،تهران .

علایی طالقانی، م.،۱۳۸۲- ژئومورفولوژی ایران ، تهران ، چاپ اول ، نشر قومس،۲۳۴ صفحه.

قاسمی،آ.، حاج حسینی، آ.، حسینی، م.، ۱۳۸۵- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چادگان ، سازمان زمین‌شناسی، تهران .

مدنی، ح.، ۱۳۷۳- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک، تهران،چاپ پنجم، مؤسسه انتشارات جهاد دانشگاهی(ماجد) ، تهران ، ۳۷۷ صفحه.

محمودیان، ا. ا. ،۱۳۸۱- تحولات ژئومورفولوژیکی دریاچه ازنا دردوران چهارم، دانشگاه آزاد اسلامی واحـــد نجف آباد،۲۴۳ صفحه.

موسوی حرمی، ر.، ۱۳۷۰- رسوب‌شناسی،چاپ دوم، مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۴۷۷ صفحه.

یمانی، م.، ۱۳۸۶- ژئومورفولوژی یخچال‌های زردکوه، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، تهران،شماره ۵۹، صص۱۳۹-۱۲۵.


## References


Oberlander, T., 1968 - The Zagros streams: a new interpretation of transverse drainage in an orogenic zone, Distributed by Syracuse University Press, the University of California, 168 pages.

Samari, H., Farid Mojtahedi, A., Soroush, M. & Heidari, A., 2005- "Rudbar Lorestan Dam & Hydro plant: Challenging Seismicity Conditions",Hydropower Conference,Oct 20 A.; 05, Villach, Austeria

Talebian, M. & Jackson, J., 2002-Offset on the Main recent of NM Iran and implications for the late Cenozoic Tectonic Of The Arabia-Eurasia Collision Zone,Geophys.j.Int.,150,422-439.

Tchalenko, J. S. & Braud, J., 1974- Seismicity and structure of the Zagros: the Main Recent Fault between 33° and 35° N. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A., **277**, 1-25.

Wellman, H. W., 1966- Active Wrench fault of Iran, Afghanistan and Pakistan: Geo. Rundsch, **55**,716-735.