

## فیزیوگرافی و زمین‌ریخت‌شناسی حوضه آبریز سد تبارک واقع در شمال قوچان و تأثیر آن بر نوع رسوبات

مه‌دی‌رضا پورسلطانی<sup>۱\*</sup> و مه‌دی قائمی‌مقدم<sup>۲</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه زمین‌شناسی، مشهد، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود، گروه زمین‌شناسی، شاهرود، ایران

\*poursoltani1852@mshdiau.ac.ir

دریافت: ۹۲/۱۰/۱۱ پذیرش: ۹۳/۱/۱۸

### چکیده

حوضه آبریز سد تبارک یکی از اصلی‌ترین حوضه‌های تأمین آب رودخانه اترک بوده، که در شمال شهرستان قوچان واقع شده است. از نظر زمین‌شناسی، حوضه تبارک جزء حوضه رسوبی کپه‌داغ محسوب می‌گردد. مرز حوضه را رشته کوه‌های الله‌اکبر و تاقدیس زوباران تعیین می‌کنند. این حوضه به دو زیر حوضه زیرآبه و یدک تقسیم می‌گردد. به طور معمول، به دلیل وجود انواع واحدهای سنگی، و تأثیر رخدادهای تکتونیکی، دو منطقه با حالت دشت در زیرحوضه زیرآبه و یک منطقه کوهستانی در زیر حوضه یدک شکل گرفته‌اند. بر اساس خصوصیات فیزیوگرافی، حوضه تبارک یک حوضه متوسط و کشیده محسوب می‌گردد. ارتفاع میانگین این حوضه ۱۸۸۴/۹۶ متر، و میانگین شیب آن حدود ۲۳ درصد است. به علاوه، حدود ۵۰ درصد از سطح حوضه شیبی بین ۲۰ تا ۴۰ درجه دارد. بنابراین حوضه سد تبارک جزء حوضه‌های پرشیب منطقه به شمار می‌آید. در حوضه سد تبارک پدیده‌های مختلف زمین‌ریخت‌شناسی همانند خندق، فرسایش شیاری، واریزه، مخروط‌افکنه و زمین لغزش شناسایی شده‌اند. علاوه بر این، بطور عمده تنوع سنگ‌شناسی باعث تشکیل طرح‌های زهکشی به شکل دندریتی و داریستی شده است. رخساره‌های رسوبی شناسایی شده شامل رخساره‌های گراولی (Gcm, Gmm)، ماسه‌ای (Sm) و گلی (Fl, Fr, Fm) می‌باشد، که نتیجه تأثیر عوامل فیزیوگرافی، زمین‌ریخت‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه است.

واژه‌های کلیدی: فیزیوگرافی، زمین‌ریخت‌شناسی، قوچان، رخساره‌های رسوبی

### مقدمه

روند شمال-شمال‌غربی هستند. عمده گسل‌ها دارای شیب زیاد بوده که به سمت دریای خزر (غرب) پایین افتاده‌اند [۲۰].

خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز نه تنها به طور مستقیم بر رژیم هیدرولوژیک و میزان تولید آب سالیانه، حجم سیلاب‌ها، شدت فرسایش خاک و میزان رسوب تولیدی اثر می‌گذارد، بلکه غیر مستقیم بر آب و هوا و پوشش گیاهی و هم‌چنین میزان کمیت رژیم آبی حوضه نیز اثر گذار است [۴]. بسیاری از خصوصیات فیزیوگرافی یک حوضه نیز تحت تأثیر زمین‌ریخت‌شناسی قرار دارد. بر این اساس مطالعات زمین‌ریخت‌شناسی نقش مهمی در توسعه منابع طبیعی و کاهش خطرات زمین‌شناسی داشته و دارای جنبه‌های مهندسی و زیست‌محیطی است [۱۴ و ۱۸]. هم‌چنین اثرات فیزیوگرافی و زمین‌ریخت‌شناسی نیز در تشکیل رخساره‌های رسوبی آن‌ها

محدوده مورد مطالعه با وسعت ۵۴۸/۰۶ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی "۳۵' ۲۴" ۵۸° تا "۵۵' ۰۳" ۵۹° طول شرقی و "۴۱' ۰۲" ۳۷° تا "۲۱' ۸" ۳۷° عرض شمالی در شمال شهرستان قوچان قرار دارد (شکل ۱). حوضه آبریز سد تبارک شامل دو زیر حوضه یدک و زیرآبه می‌باشد. زیرحوضه‌ها به ترتیب دارای روند جنوب‌شرقی-شمال‌غربی و شمال‌غربی-جنوب‌شرقی می‌باشند. ناودیس یدک بزرگ‌ترین چین‌خوردگی بوده و دارای امتداد شمال‌غربی - جنوب‌شرقی است. یال شمالی و جنوبی این ناودیس را سازند صخره‌ساز تیرگان تشکیل داده است. مرتفع‌ترین نقطه حوضه نسبت به سطح دریا در واحد سنگی مزدوران دارای ارتفاع ۲۷۴۳ متر و پست‌ترین نقطه در محل سد دارای ارتفاع ۱۴۸۱ متر است. سیستم گسل‌های موجود که شامل گسل‌های تبارک، چشمه‌سیاه و میاب است، دارای ساز و کار امتداد لغز راست‌بر، با

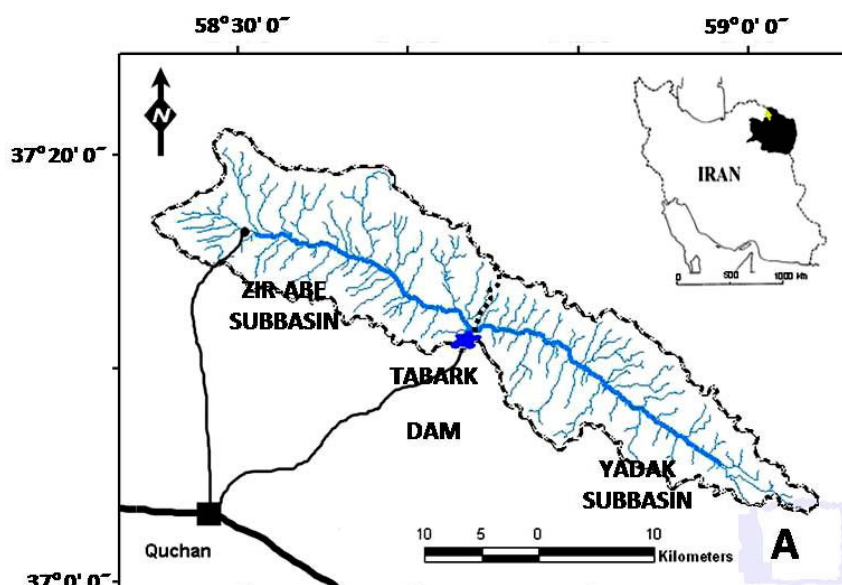
## زمین‌شناسی منطقه

حوضه آبریز سد تبارک بخشی از حوضه رسوبی کپه‌داغ محسوب می‌گردد. از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی، کپه‌داغ منطقه‌ای کوهستانی است، که آخرین فازهای آلیی در تشکیل سیمای کنونی آن نقش داشته است. دارای سیمای زمین‌ریخت‌شناسی جوان بوده و توپوگرافی آن رابطه مستقیمی با ساختارهای زمین‌شناسی حاکم بر آن دارد، به طوری که تاقدیس‌ها، ارتفاعات و ناودیس‌ها، دشت‌های میان‌کوهی را می‌سازند [۳]. از ویژگی‌های اصلی این زون نبود فعالیت‌های ماگمایی در طول تشکیل این حوضه رسوبی است. با وجود این، در مرز جنوبی کپه‌داغ فوران بازالتی کوتاه‌تر نیز گزارش شده است که آن را به چین‌خوردگی اواخر پلیوسن مربوط می‌دانند. نتیجه این فعالیت شکل‌گیری چین‌های ملایم در رسوبات کپه‌داغ است [۱ و ۹]. در حوضه آبریز سد تبارک رسوبات ژوراسیک پسین تا کرتاسه پیشین رخمون دارند که از این میان سازندهای آهکی مزدوران و تیرگان بلندترین ارتفاعات حوضه را تشکیل می‌دهند. در مقابل سازندهای شوربجه، سرچشمه، سنگانه و چمن‌بید که بطور عمده از شیل با لایه‌های ماسه‌سنگی و آهکی تشکیل شده‌اند و هم‌چنین رسوبات کوتاه‌تر و نئوزن به دلیل فرسایش‌پذیری بالا، بخش‌های پست حوضه را تشکیل داده‌اند (شکل ۲). جدول ۱، مساحت سازندهای تشکیل دهنده حوضه را بر حسب درصد و کیلومتر مربع نشان می‌دهد.

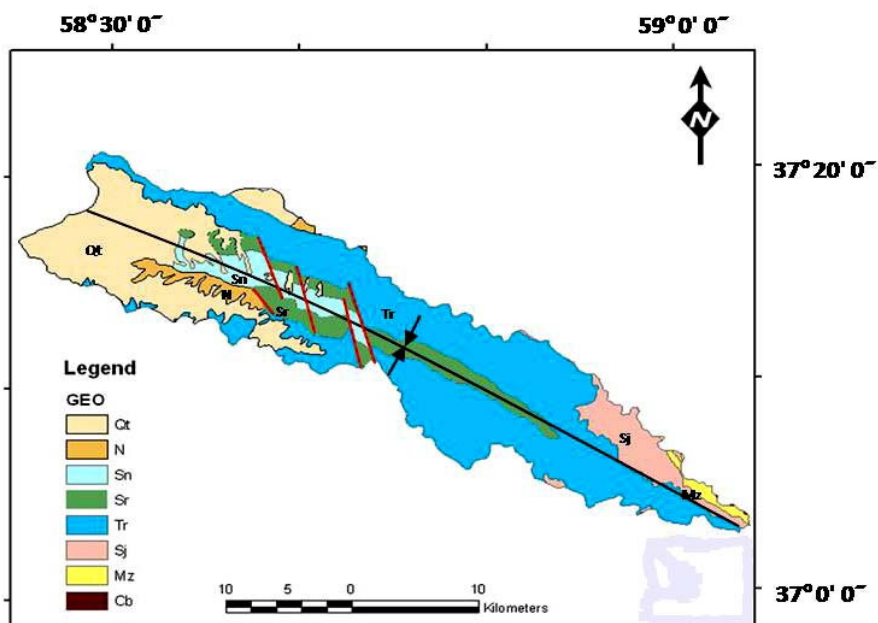
موثر می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش بررسی فیزیوگرافی حوضه، شناسایی اشکال زمین‌ریخت‌شناسی و تأثیر این عوامل بر رسوب‌زایی، تشکیل رخساره‌های رسوبی و در نهایت تخمین میزان رسوب حاصل در طی سال می‌باشد.

## روش تحقیق

جهت مطالعه با استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ قوچان منطقه شناسایی گردید [۷]، و طی عملیات صحرایی واحدهای زمین‌شناسی، خصوصیات فیزیوگرافی و هم‌چنین پدیده‌های زمین‌ریخت‌شناسی شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. با استفاده از اطلاعات و تصحیح در نرم‌افزارهای ArcGIS و Global Mapper و هم‌چنین تهیه مدل سه بعدی حوضه تبارک، و هم‌چنین با استفاده از نرم‌افزار Surfer روند ارتفاعات حوضه به فرم شمال‌غربی- جنوب‌شرقی تهیه گردیده است. هم‌چنین نقشه شیب حوضه تبارک از روی مدل ارتفاعی رقومی (DEM) در محیط ArcGis تهیه شده است. در این تحقیق نیز بر اساس در نظر گرفتن مساحت حوضه، میزان رسوب در طی یکسال محاسبه گردیده است. با شناسایی رخساره‌های رسوبی و استفاده از طبقه‌بندی مایال [۲۳ و ۲۴] نوع رخساره‌های تشکیل شده در حوضه تبارک مورد بررسی و نامگذاری قرار گرفته است. هم‌چنین جهت مطالعه جنس رسوبات بستر رودخانه و ارتباط آن با منشاء، از گراول‌های جمع‌آوری شده، تعداد ۴۵ مقطع نازک میکروسکوپی تهیه و پس از مطالعه با روش فولک [۱۷] و دانهام [۱۶] نامگذاری شده‌اند.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و شبکه آبراهه حوضه آبریز تبارک.



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی حوضه آبریز تبارک (اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ [۵] با تغییرات) (سازند چمن‌بید (Cb)، سازند مزدوران (Mz)، سازند شورجه (Sj)، سازند تیرگان (Tr)، سازند سرچشمه (Sr)، سازند سنگانه (Sn)، رسوبات با سن نئوژن (N) و رسوبات با سن کواترنر (Qt)، گسل خوردگی و ناودیس نیز بر روی نقشه زمین‌شناسی نشان داده شده است).

#### فیزیوگرافی حوضه

با توجه به مساحت حوضه که حدود ۵۴۸/۰۶ کیلومترمربع است، این حوضه جزء حوضه‌های متوسط محسوب می‌گردد [۶]. محیط حوضه تبارک ۱۷۲/۳۱۸ کیلومتر است. شکل حوضه آبریز تأثیر زیادی در طرز جریان رودخانه دارد، بنابراین با در نظر گرفتن عواملی همچون مساحت حوضه (A) و طول (L) آن، ضریب شکل حوضه (Ff) ۰/۳۹۷ محاسبه شده که نشان دهنده کشیده بودن آن است.

$$Ff = A/L$$

$$(6.916)(79.246)/(37.113)^2 = 0.397$$

ضریب فشردگی یا گراویلیوس (G<sub>c</sub>) نیز نشانگر شکل کشیده حوضه است. بنابراین زمان تمرکز طولانی‌تری نسبت به حوضه‌های مدور با مساحت مشابه خواهد داشت.

$$G_c = 0.28 P/\sqrt{A}$$

$$(0.28)(127.318)/\sqrt{(548.06)} = 2.06$$

بنابر روش شام [۲۷ و ۲۸]، نسبت دایره‌ای حوضه برابر ۰/۲۳۵ می‌باشد، که بیش‌تر حالت کشیده را نشان می‌دهد. فاکتور دیگر که بنا به اندازه‌های حوضه نشانگر کشیده‌گی حوضه تبارک می‌باشد روش مستطیل معادل

است، که با اعمال سطح (A) و ضریب گراویلیوس (G<sub>c</sub>) طبق فرمول زیر میزان طول و عرض آن محاسبه گردیده است (جدول ۲).

$$L = [G_c \sqrt{A} + \sqrt{(G_c 2A - 1.2544 A)}] / 1.22$$

$$L = \{2.06 \sqrt{548.065} + \sqrt{[(2.06)^2 (548.065) - (1.2544)(548.065)]}\} / 1.22$$

$$L = 72.7 \text{ km}$$

$$W = A/L$$

$$W = 548.065 / 72.7$$

$$W = 7.54 \text{ km}$$

از آنجائی‌که ارتفاع حوضه در شرایط اقلیمی و همچنین رسوب‌خیزی آن تأثیر بسزایی دارد، لذا میزان ارتفاع حوضه مورد مطالعه نیز مورد بررسی قرار گرفته است و نقشه ارتفاعی آن نیز در شکل ۳ ارائه گردیده است (جدول ۳). همچنین نحوه توزیع ارتفاعات توسط منحنی آلتیتمتری که درصد مساحت برای فواصل مشخصی از ارتفاع را نشان می‌دهد (شکل ۴). با توجه به این نمودار مشخص می‌شود که بیش از ۵۰ درصد سطح حوضه ارتفاعی بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر دارند.

نقشه شیب حوضه تبارک از روی مدل ارتفاعی رقومی (DEM) نیز رسم شده که در شکل ۵ نشان داده شده است. شیب متوسط به دست آمده برای حوضه تبارک ۲۳

زمان کوتاه، شدت جذب کاهش یافته، که این خود نیز در تجمع روان آب و ایجاد سیلاب نقش بسزایی دارد [۶]. از طرفی نفوذپذیری پایین و یا غیر قابل نفوذ بودن لیتولوژی‌های سخت (مانند سنگ‌آهک‌های سازند تیرگان) و لیتولوژی‌های نرم (مانند گل‌سنگ‌های سازندهای سرچشمه و سنگانه)، عاملی جهت افزایش میزان روان‌آب، و کاهش جذب هنگام بارندگی محسوب می‌گردند [۱۴]. هم‌چنین شیب نسبتاً بالای منطقه که هنگام بارندگی باعث افزایش سرعت روان‌آب می‌شود، از عوامل مؤثر در ایجاد سیلاب‌های فصلی در این حوضه آبریز می‌باشد.

در شکل ۷ نیمرخ طولی آبراهه‌های یدک و زیرآبه نمایش داده شده است. شیب آبراهه‌های ترسیم شده برای حوضه‌های مذکور، با شیب متوسط در نظر گرفته شده است. شیب متوسط آبراهه رودخانه‌های یدک و زیرآبه به ترتیب برابر ۳/۴ و ۲/۵۶ درصد می‌باشد که برای دو زیر حوضه یدک و زیرآبه به ترتیب ۱/۵۸ و ۱/۱۹ درجه محاسبه گردیده است.

درصد است، و حدود ۵۰٪ سطح حوضه شیپی بین ۲۰ تا ۴۰ درجه دارد. بنابراین حوضه تبارک جزء حوضه‌های شیب‌دار کوهستانی محسوب می‌گردد. هم‌چنین بیش از ۵۰ درصد سطح حوضه دارای جهت شمال‌شرق و جنوب غرب است، که متاثر از چین‌خوردگی‌های اصلی حوضه همانند ناودیس یدک و دو تاقدیس خارج حوضه به نام‌های زوباران و مریش خور می‌باشد (شکل ۶). گسترش زیاد سازند تیرگان در سطح حوضه، به همراه چین‌خوردگی‌های شدید و فعالیت‌های تکتونیکی از دلایل عمده شیب بالای این حوضه است. مقادیر شیب کمتر نیز در محل هسته چین‌خوردگی‌ها که لیتولوژی‌های فرسایش یافته حضور دارند نیز دیده می‌شود. عواملی همچون بارندگی‌های فصلی، نفوذپذیری پایین لیتولوژی منطقه و شیب بالای این حوضه از دلایل عمده وقوع سیلاب‌های ناگهانی، خصوصاً سیلاب‌های فصلی، با نیروی هیدرولیکی زیاد است که باعث حمل رسوبات دانه درشت تا فواصل زیاد، در داخل حوضه حمل را سبب می‌شود. تأثیر این عوامل را می‌توان چنین توجیه نمود. هنگام بارندگی‌های فصلی، به دلیل نزول حجم بالای آب در

جدول ۱. رخنمون سازندهای حوضه آبریز سد تبارک، بر حسب درصد و کیلومتر مربع به تفکیک در هر یک از زیر حوضه‌ها.

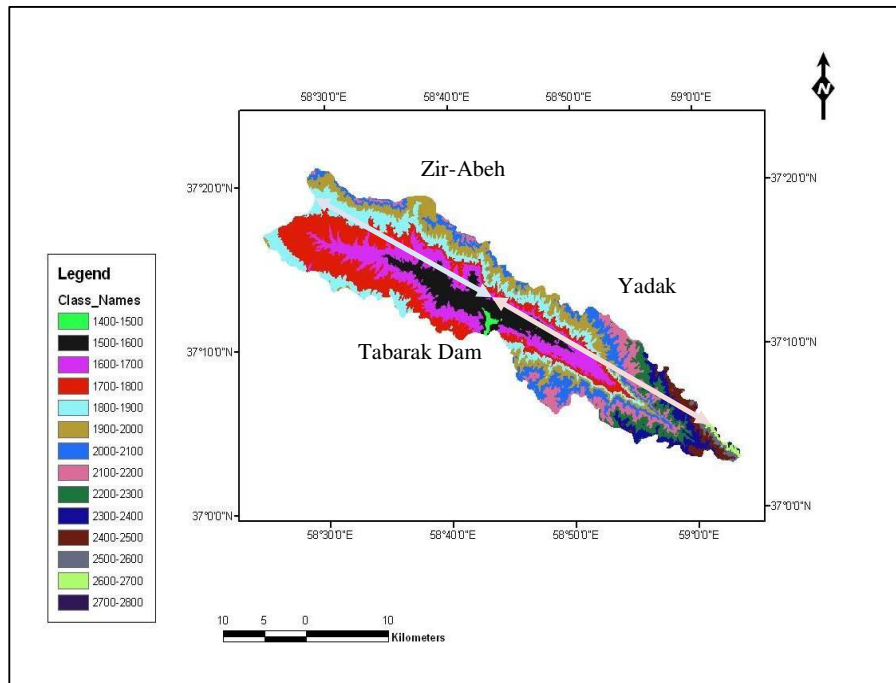
نئوزن	کواترنز	سنگانه	سرچشمه	تیرگان	شوریجه	مزدوران	چمن بید	سازند
۲/۵۵	۲۴/۸۴	۵/۰۸	۸/۷۹	۵۱/۲۸	۶/۳۳	۱/۰۵۷	۰/۰۷۳	رخنمون بر حسب درصد
۱۳/۹۷۵	۱۳۶/۱۳۸	۲۷/۸۴۱	۴۸/۱۷۴	۲۸۱/۰۴۵	۳۴/۶۹۲	۵/۷۹۳	۰/۴	رخنمون بر حسب کیلومتر مربع
زیرآبه	زیرآبه	زیرآبه	یدک-زیرآبه	یدک-زیرآبه	یدک	یدک-زیرآبه	یدک	زیر حوضه

جدول ۲. مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز سد تبارک.

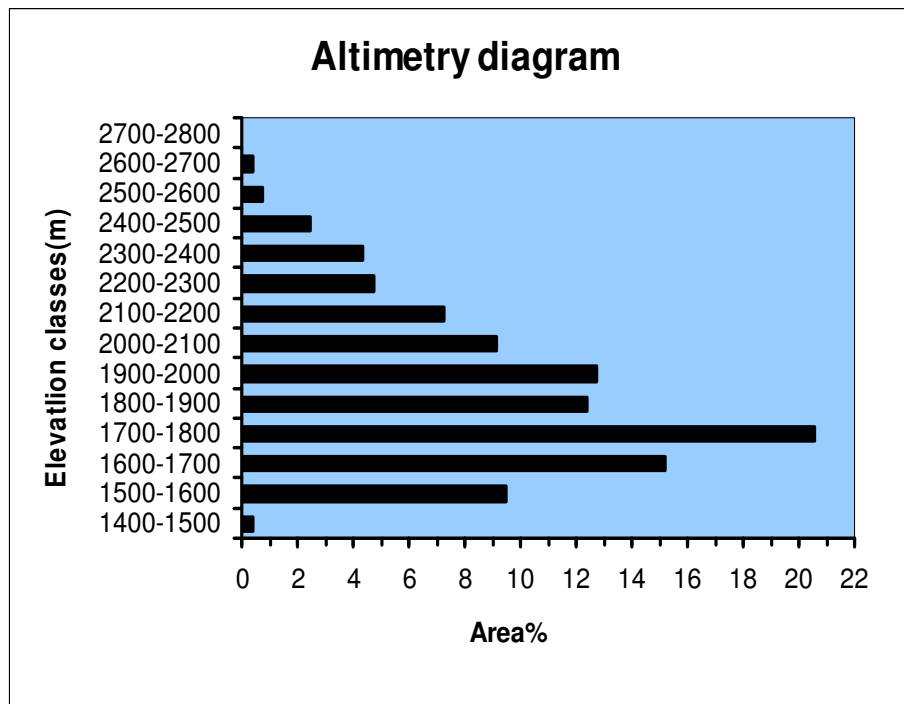
مساحت (S) (کیلومتر مربع)	محیط (P) (کیلومتر)	طول آبراهه اصلی (کیلومتر)	ضریب شکل $Ff = A/L^2$	ضریب فشردگی یا گراوبلیوس $G_c = 0.28P/\sqrt{A}$	طول مستطیل (L) (کیلومتر)	عرض مستطیل (W) (کیلومتر)	نسبت دایره ای $(R=D/L)$ دایره هم سطح با حوضه (D)، بلندترین طول حوضه (L)
۵۴۸/۰۶	۱۷۲/۳۱۸	۳۷/۱۱۳	۰/۳۹۷	۲/۰۶	۷۹/۲۴۶	۶/۹۱۶	۰/۲۳۵

جدول ۳. مشخصات ارتفاعی حوضه آبریز تبارک.

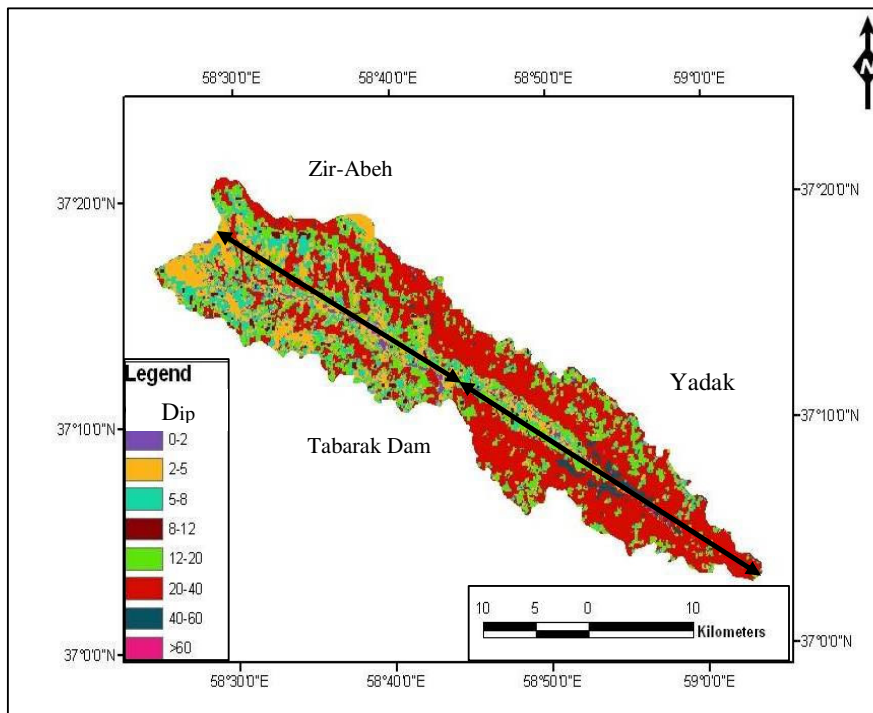
ارتفاع بلندترین نقطه (متر) زیر حوضه	ارتفاع پست ترین نقطه زیر حوضه (متر) (مکان احداث سد)	حداقل میانگین ارتفاع زیر حوضه (متر)	حداکثر میانگین ارتفاع زیر حوضه (متر)	ارتفاع متوسط زیر حوضه (متر)
۲۷۴۳	۱۴۸۱	۱۴۵۰	۲۷۵۰	۱۸۸۴/۹۶



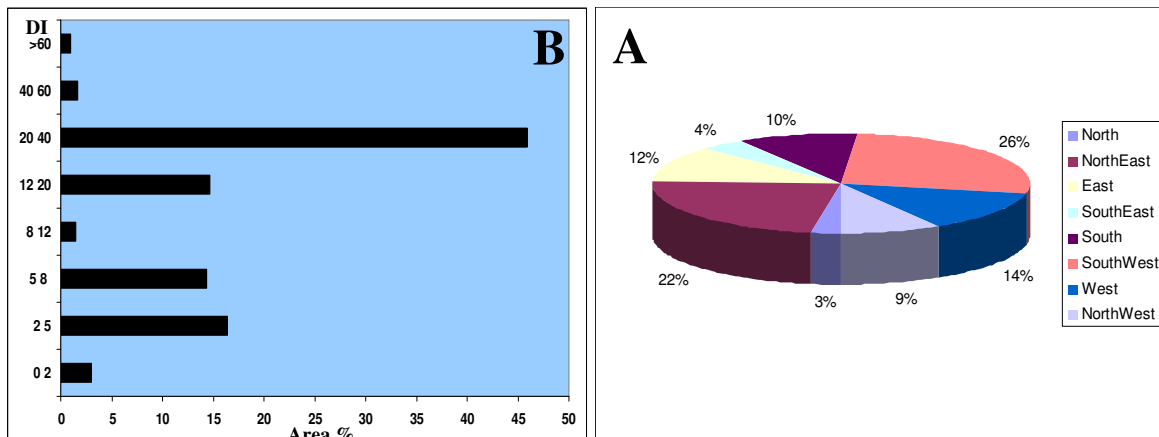
شکل ۳. نقشه ارتفاعی حوضه آبریز تبارک.



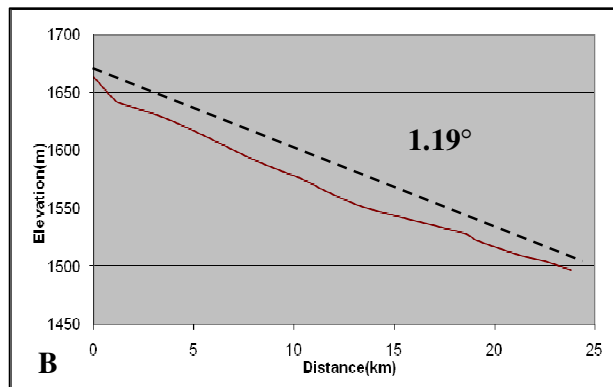
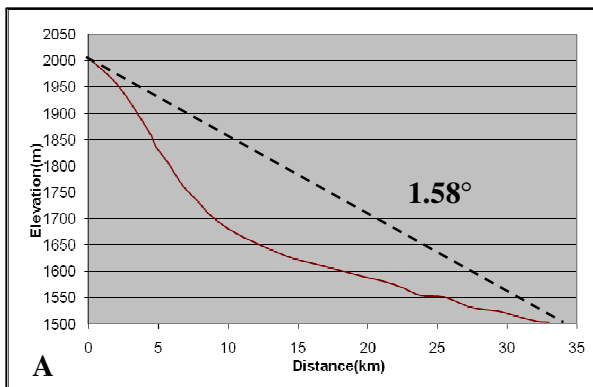
شکل ۴. نمودار آلتی‌متری حوضه آبریز تبارک، در این نمودار مشخص شده است که بیش‌ترین درصد مربوط به ارتفاعات ۱۷۰۰-۱۸۰۰ متر می‌باشد.



شکل ۵. نقشه میزان شیب حوضه آبریز تبارک، افزایش میزان شیب بر حسب درجه در زیر حوضه یدک نسبت به زیر حوضه زیرآبه.



شکل ۶. A) درصد مساحت کلاس‌های مختلف شیب؛ در این نمودار بیش‌ترین جهت شیب‌ها به طرف جنوب‌غرب و شمال‌شرق است. B) درصد مساحت کلاس‌های مختلف جهات شیب در حوضه آبریز تبارک، همانطور که مشهود است بیش‌ترین درصد از حوضه دارای شیب ۲۰-۴۰ درجه می‌باشد.



شکل ۷. A) نیمرخ طولی رودخانه یدک (A)، و رودخانه زیرآبه (B)، (اغراق آمیز بودن میزان شیب در هر یک از نمودارها در اثر یکسان نبودن مقیاس ارتفاعی و طولی هر یک از کانال‌ها می‌باشد).

## زمین ریخت‌شناسی منطقه

## ۱- زمین ریخت‌شناسی ساختمانی

زمین‌ریخت‌شناسی ساختمانی حاصل فرآیندهای تکتونیک است، که به تشکیل توپوگرافی سطح زمین می‌انجامد [۱۲]. پیدایش اشکال ناهمواری ساختمانی نتیجه عملکرد فرآیندهای درونی در طی دوران‌های زمین‌شناسی می‌باشد. از طرف دیگر، روند رسوب‌گذاری و تکوین حوضه‌های رسوبی به عنوان پایه‌های واحدهای ساختمانی نیز تحت تأثیر این حرکات قرار گرفته‌اند. بنابراین اشکال متنوعی از پستی و بلندی‌ها را در سطح زمین شکل می‌گیرند. این عوارض از نظر ساختمان، روند و جنس با یکدیگر تفاوت داشته و مجموعاً واحدهای مختلف شکل زمین‌ساختی را تشکیل می‌دهند [۵].

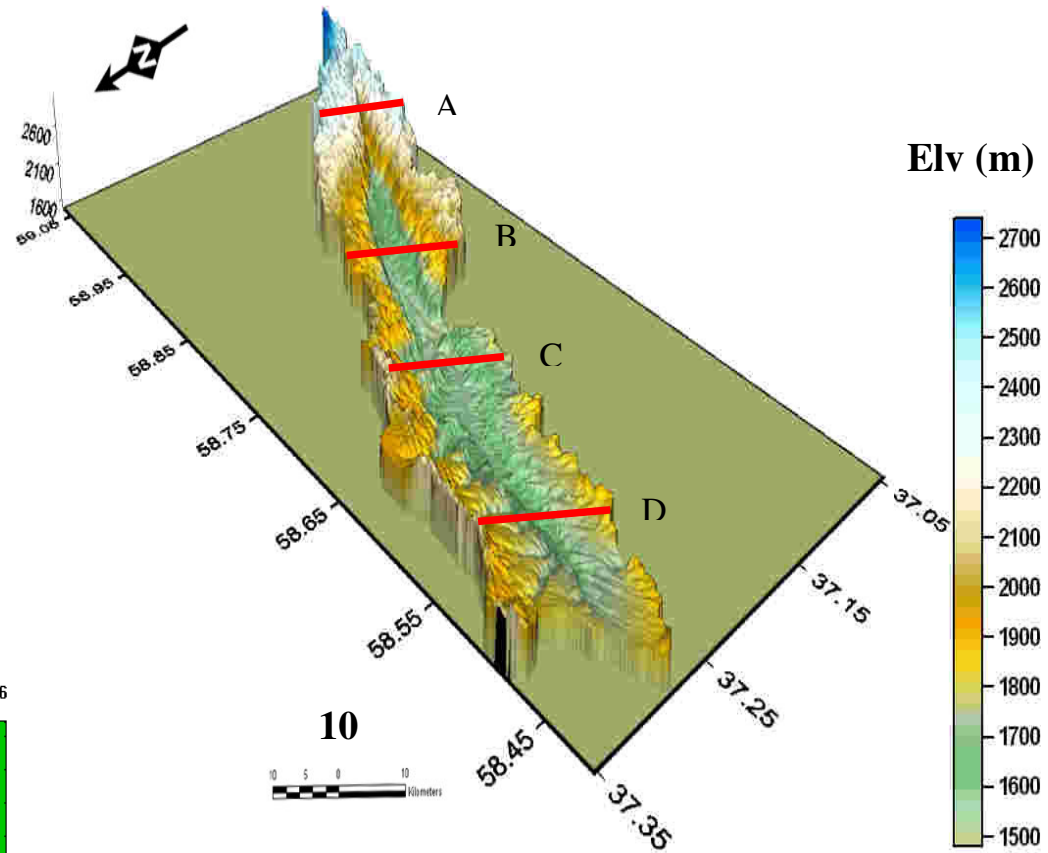
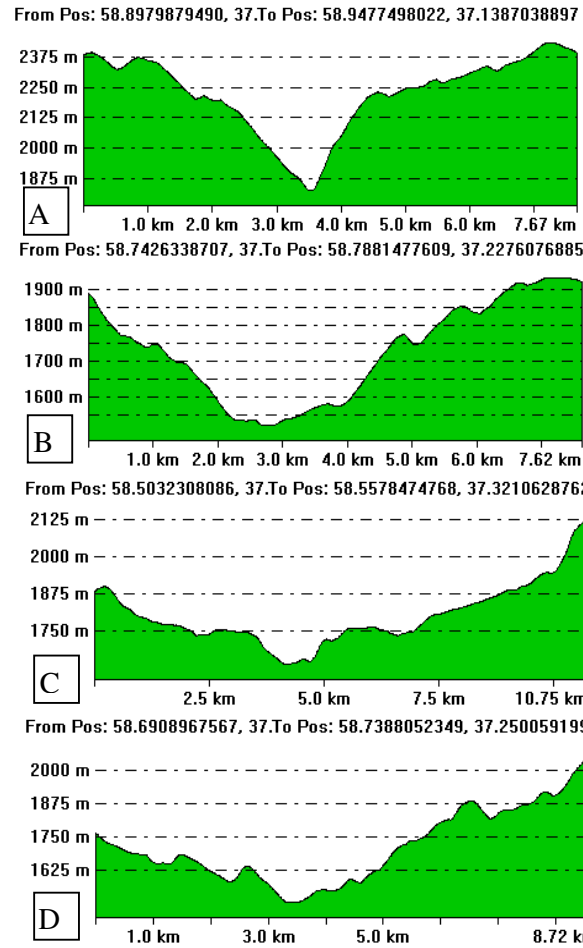
بر اساس مطالعات انجام شده در زیر حوضه‌های یدک و زیرآبه، توپوگرافی این دو زیر حوضه اختلافاتی را نشان می‌دهند، به طوری که در زیر حوضه یدک، شیب لایه‌ها از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرقی افزایش داشته، اما در زیر حوضه زیرآبه، در مرز شمالی شیب لایه‌ها از سمت جنوب شرقی به سمت شمال غرب کاهش یافته و در مرز جنوبی شیب افزایش می‌یابد (شکل ۵). همچنین در شکل ۸ نیمرخ‌های توپوگرافی در دو زیرحوضه یدک و زیرآبه، که نشانگر اختلاف توپوگرافی این دو زیر حوضه می‌باشد، نشان داده شده است. در نهایت رودخانه‌های یدک و زیرآبه جزء رودخانه‌های متقاطع تقسیم‌بندی می‌گردند. به دلیل تغییرات شیب و همچنین اختلاف لیتولوژی، براساس تقسیم‌بندی ترون و همکاران [۳۲] و تویدال [۳۳]، طرح شبکه زهکشی رودخانه یدک از نوع داربستی و دندریتی بوده و رودخانه زیرآبه به طور عمده دارای نوع دندریتی است. طرح داربستی شاخص مناطق چین‌خورده است (شکل ۱) که دارای سنگ‌های رسوبی شیب‌دار با سختی نسبتاً ضعیف می‌باشند [۱۴ و ۳۳]. در صورتی که طرح دندریتی نشانگر لیتولوژی‌های نرم و به شدت فرسایش‌پذیر همانند شیل‌ها و مارن‌ها می‌باشند. در این نوع زهکشی مسیر آبراه‌ها معمولاً نامنظم بوده و آبراه‌های فرعی می‌توانند تحت هر زاویه‌ای به جریان اصلی وارد شوند [۲].

## ۲- زمین ریخت‌شناسی فرسایشی

همزمان و یا پس از فرآیندهای ساختمانی، عواملی همچون آب و هوا باعث فرسایش عوارض سطح زمین می‌گردند. براساس تقسیم‌بندی شام [۲۷ و ۲۸] و آلابیان و چلو [۸]، کانال‌های زیرحوضه یدک در بالادست از نوع بریده بریده با بستر گراولی، در پایین دست از نوع پیچشی، و کانال‌های زیرحوضه زیرآبه در بالا دست از نوع گراولی ماسه‌ای و در پایین دست از نوع پیچشی با بستر گلی است، که این خود متأثر از میزان شیب و لیتولوژی در برگزیده کانال‌ها می‌باشد. کانال‌های نوع بریده بریده در رودخانه‌هایی با بار بستر فراوان و دره‌هایی با مقطع V، که در اثر شیب زیاد و لیتولوژی مقاوم ایجاد شده‌اند (شکل ۹A)، در صورتی که کانال‌های نوع پیچشی در دره‌های پهن و گسترده با شیب کم و لیتولوژی سست تشکیل می‌گردند (شکل ۹B) [۸].

## اشکال زمین ریخت‌شناسی

از اشکال شناسایی شده در حوضه آبریز تبارک می‌توان به واریزه، مخروط‌افکنه، خندق، فرسایش شیبی و لغزش اشاره نمود. واریزه از فراوان‌ترین پدیده‌ی قابل مشاهده در این حوضه است. واریزه‌ها اساساً شامل رسوبگذاری قائم ثقلی بدون حمل و نقل افقی سنگ‌ها است، که بیش‌تر در لیتولوژی‌های سخت با شیب زیاد تشکیل شده‌اند. این پدیده حاصل آزاد شدن فشار یا چرخه‌های مکرر ذوب و انجماد می‌باشد [۲۹]، که در زیرحوضه یدک به دلیل شیب زیاد لایه‌های سازند تیرگان و همچنین بر اثر فعالیت‌های تکتونیک، فشارهای حاصل از یخ‌زدگی و وزن زیاد قطعات سنگی رخ می‌دهد. در بسیاری از بخش‌های حوضه، واریزه‌ها تا کف کانال رودخانه حرکت نموده و تشکیل نهشته‌های واریزه‌ای را داده‌اند (شکل ۹C). در زیرحوضه زیرآبه نیز بطور عمده در اثر قرارگیری لایه‌های سخت بر روی لایه‌های نرم سازند سرچشمه و فرسایش لایه‌های نرم، باعث سقوط سنگ به طرف پایین گردیده و واریزه‌ها را تشکیل می‌دهد. در زیر حوضه زیرآبه، به خصوص دیواره‌های کانال که از لیتولوژی‌های نرم تشکیل شده است، ریزش دیواره‌ها باعث افزایش میزان رسوبات ریز دانه گردیده است که بیش‌ترین بار رسوبی را در حوضه به خود اختصاص داده است (شکل ۹D).



شکل ۸. مدل سه بعدی و نیمرخ توپوگرافی در چهار برش A, B, C, D از حوضه آبریز تبارک با مختصات طول و عرض جغرافیایی برحسب مختصات نظامی (MRS).





شکل ۹. A) ناودیس یدک و لایه‌های شیب‌دار سازند آهکی تیرگان (Tr)، این دره به دلیل شیب زیاد لایه‌ها ایجاد دره‌ای V شکل نموده است؛ B) دشت پهن و گسترده زیرحوضه رودخانه زیرآبه در سازندهای آهکی تیرگان (Tr) و شیلی سرچشمه (Sr). در این بخش از حوضه سازند تیرگان دارای شیب کم می‌باشد (پیکان‌ها مسیر رودخانه را نشان می‌دهد)؛ C) واریزه‌ها حاصل از ریزش دیواره رودخانه زیرآبه که باعث افزایش بار رسوبی این رودخانه می‌گردد؛ D) ایجاد واریزه از سازند تیرگان (Tr) در مسیر رودخانه یدک.

عامل دانست. از بین رفتن پوشش گیاهی در نتیجه کاربری نادرست زمین و چرای بی رویه دام، مدیریت غلط منابع آبی، سبب ایجاد بستر مناسب برای فرسایش شدید و در نهایت ایجاد و تکامل خندق شده است (شکل ۱۰B). تأثیر این عوامل با مطالعات کاسانوا و همکاران [۱۳]، هاردن [۱۹] و پارکنر و همکاران [۲۶] که در مناطقی مشابه انجام داده‌اند مطابقت دارد. از دیگر عوامل موثر در تشکیل خندق، لیتولوژی است. لیتولوژی‌های با انحلال‌پذیری بالا مانند رس‌ها، مارن‌های دارای لایه‌های گچ و نمک (سازند سنگانه با سن آپسین پسین - آلبین و سازند سرچشمه با سن بارمین پسین تا آپتین میانی) باعث می‌گردند که در اثر انحلال، فرورفتگی‌هایی در سطح ایجاد شده و به تدریج با توسعه آبراهه، سقف آن ریزش کرده و در نهایت خندق یا گالی در سطح زمین پدیدار گردد. بی‌ثباتی در دیواره‌های کناری خندق‌ها از عوامل دیگر گسترش خندق‌ها می‌باشد [۲]. پدیده خندق بطور عمده در زیرحوضه زیرآبه که بیش‌تر از لیتولوژی‌های انحلال‌پذیر تشکیل شده، شناسایی گردیده

مخروطه‌افکنه در مکان‌هایی که رودخانه‌ها از مناطق پرشیب کوهستانی به مناطق کم شیب و دشت‌های مسطح وارد می‌شوند، در اثر کاهش قدرت حمل، رسوبات خود را به شکل مخروطی به طور ناگهانی بر جا می‌گذارند [۱۴]. مخروط‌افکنه‌های شناسایی شده در حوضه آبریز تبارک مربوط به زیر حوضه یدک بوده که از نظر اندازه کوچک بوده، اما فراوان می‌باشند. این پدیده بیش‌تر نمایانگر کاهش ناگهانی شیب حاصل تأثیر تکتونیک و اختلاف فرسایش‌پذیری لیتولوژی‌ها می‌باشد. از این رو سازندهای نرم فرسا که در اثر عامل فرسایش نسبت به دیگر سازندها پست‌تر بوده و شیب‌های کم را تشکیل می‌دهند، همانند سازند مارنی سرچشمه، که نشانگر این پدیده است (شکل ۱۰A). خندق کانالی است که دارای دیواره‌های عمیق و پر شیب است [۱۱]. این پدیده یکی از مهم‌ترین عوامل در تولید رسوب محسوب می‌گردد، که در زیرحوضه زیرآبه به فراوانی شناسایی شده است. بر اساس شواهد موجود و مطالعات انجام شده در حوضه آبریز تبارک، تشکیل خندق را می‌توان متأثر از چندین

لغزش نتیجه حرکت مواد در روی دامنه است که در اثر افزایش میزان رطوبت و نیروی وزن ایجاد می‌گردد. مکانیسم لغزش بدین گونه است که در سازندهای ریزدانه (رس، مارن و شیل) در اثر جذب آب خاصیت کلوتیدی به هم خورده و تا محلی که رطوبت نفوذ کرده در جهت شیب توده‌ی خاک شروع به حرکت می‌کند [۲]، و هر قدر شیب بیش‌تر باشد سرعت حرکت افزایش می‌یابد. در زیرحوضه زیرآبه به طور کلی در دامنه‌هایی که سازند شیلی سنگانه گسترش دارد به دلیل وجود رسوبات ریز دانه رسی و سیلتی پدیده لغزش اتفاق افتاده است. شکل ۱۰D، از پدیده‌های لغزش را در دامنه رودخانه زیرآبه نشان می‌دهد.

است. فرسایش شیلی از دیگر پدیده‌های زمین‌ریخت‌شناسی است که بر روی دامنه‌های با لیتولوژی فرسایش‌پذیر و دیوارهای کم‌مقاوم کانال‌ها ایجاد می‌شود. شیارها نیز یکی از پدیده‌هایی است که بیش‌ترین میزان رسوب را ایجاد کرده و از بالادست به پائین دست دامنه‌ها حمل می‌کند. از دلایل مهم رسوبزایی و حمل زیاد رسوب در منطقه را می‌توان وجود سازندهای سست مانند سنگانه و سرچشمه در حوضه دانست. این پدیده زمین‌ریخت‌شناسی در حوضه زیرآبه گستردگی زیادی دارد که دلیل آن را می‌توان به نبود پوشش گیاهی و فرسایش‌پذیری بالای سنگ‌های منطقه نسبت داد (شکل ۱۰C).



شکل ۱۰. A) مخروط افکنه حاصل از ورود رسوبات از یکی از آبراهه‌ها رودخانه زیرآبه در سازند شیلی سنگانه (Sn)، (پیکان؛ B) اشکال خندق حاصل از فرسایش شدید در زیر حوضه رودخانه زیرآبه در رسوبات نئوژن (N)؛ C) فرسایش شیلی در شیلهای سنگانه (Sn) در زیرحوضه زیرآبه؛ D) زمین لغزش با مقطع کمانی در سازند شیلی سنگانه در کناره رودخانه زیرآبه.

### رخساره‌های رسوبی

رخساره سنگی شرح توصیفی از خواص فیزیکی و سنگ‌شناسی یک رخساره است که در محیط رسوبی خاصی بر جای گذاشته شده است و بر اساس ساختارها و بافت‌های مختلف رسوبی تقسیم‌بندی می‌شوند [۲۴]. عوامل مختلفی از قبیل سرعت و نوع جریان، عمق، نرخ حمل و نقل رسوب، زمین‌ریخت‌شناسی و فیزیوگرافی حوضه در تشکیل رخساره‌های رسوبی نقش بسزایی ایفا می‌کند [۲۵]. بر مبنای تقسیم‌بندی مایال [۲۳ و ۲۴]، در دو زیرحوضه زیرآبه و یدک سه گروه رخساره گراولی، ماسه‌ای و گلی شناسایی شده‌اند که بر اساس نوع واحدهای سنگی، فیزیوگرافی و زمین‌ریخت‌شناسی هر یک از زیر حوضه‌ها، نوع رخساره نیز تغییر می‌یابد.

### رخساره‌های گراولی

دو نوع رخساره گراولی شناسایی در حوضه آبریز تبارک شامل رخساره‌های Gmm و Gcm می‌باشند که در اثر افزایش انرژی حاصل از شیب زیاد، ورود رودخانه‌های فرعی و حضور لیتولوژی‌های سخت‌فرسا در منشأ می‌باشد (شکل ۲؛ ۱۱B).

### رخساره گراولی Gmm (گراول با طبقه‌بندی توده‌ای

#### و زمینه‌ی گلی)

این رخساره شامل لایه‌های ضخیم توده‌ایی و نامنظم است که بخش اصلی آن را ذرات گراولی درشت به همراه مخلوطی از پیل‌های کوچک، گرانول و ماسه‌های درشت تشکیل داده و گل بصورت زمینه بین دانه‌ها را پر می‌کنند. دانه‌ها اکثراً نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده هستند و بدون لایه‌بندی بوده و دارای جورشدگی ضعیف می‌باشند. این خصوصیات نشان‌دهنده حمل و نقل کوتاه و نزدیک به منشاء است. تشکیل این رخساره مرتبط با فازهای سیال دارای چگالی بالا، انرژی زیاد و جریان خرده‌دار است [۳۱]، گرچه بر اساس مطالعات برخی از محققین این رخساره می‌تواند در کانال‌ها، سدها و اشکال لایه‌ای گراولی و اشکال حاصل از جریان‌های رسوبی گرانشی نیز تشکیل گردد [۱۰ و ۲۱]. این رخساره در بسیاری از کانال‌های حوضه آبریز تبارک، نزدیک به منشأ، و دارای لیتولوژی سخت و شیب زیاد شناسایی شده است (شکل‌های ۵ و ۷). تصاویر میکروسکوپی (شکل‌های C-

۱۱D) نشانگر جنس پیل‌های تشکیل دهنده این رخساره است که از سازند تیرگان (بارمین-آپتین) با شیب دارای شیب بالا نشأت گرفته است (شکل‌های ۹A-D؛ ۱۲C-D).

### رخساره گراولی Gcm (گراول با طبقه‌بندی توده‌ای و دانه فراوان)

این رخساره به طور عمده از گراول تشکیل شده و بصورت توده‌ای می‌باشد. جنس اغلب قطعات، آهکی بوده و از سازندهای سخت‌فرسا همچون تیرگان که بیش‌ترین رخنمون را دارد، نشأت گرفته است (شکل ۲) (جدول ۱). این رخساره بطور عمده در کانال یدک و در برخی از بخش‌های میانی کانال زیرآبه، در قسمت پایین توالی رسوبی نهشته شده است. ظهور این نوع رخساره به تغییرات شیب در برخی قسمت‌های کانال زیرآبه نسبت داده می‌شود، گرچه در رودخانه یدک که دارای شیب بیش‌تری است بطور عمده نهشته شده است. در این رخساره نبود ساختمان دانه‌بندی تدریجی نشان‌دهنده شرایط جریان سریع و نبودن زمان کافی برای رسوبگذاری تدریجی است [۲۲].

حالت توده‌ای این رخساره، جورشدگی ضعیف و نبود ذرات دانه ریز پرکننده نشانه دبی سیلاب بالا و تأمین رسوبات دانه درشت کافی و نزدیکی به منشأ است. این رخساره مربوط به کف کانال یا پایین‌ترین بخش سدهای رسوبی است و معمولاً در رودخانه‌های بریده بریده با بستر گراولی تشکیل می‌شود [۱۵ و ۲۱]. رخساره Gcm بطور عمده در بخش‌هایی که کانال‌های فرعی دارای رسوبات دانه‌درشت نشأت گرفته از سازند تیرگان با لیتولوژی سخت شناسایی گردیده است. این رخساره به طرف بالا به رخساره‌های ریزدانه تر همانند رخساره ماسه‌ای (SM) و گلی (Fm) تبدیل می‌گردد (شکل‌های ۱۲C-D).

### رخساره‌های ماسه‌ای:

#### رخساره ماسه‌ای Sm (ماسه با طبقه‌بندی توده‌ای)

رخساره Sm از ذرات در اندازه ماسه تشکیل شده و بدون لایه‌بندی و ساختمان رسوبی است و حالت توده‌ای دارد. حالت توده‌ای آن ممکن است حاصل فروریختن دیواره کانال در اثر نیروی گرانش، آشفستگی زیستی و یا بر اثر رسوبگذاری سریع و نبودن زمان لازم برای تشکیل لایه‌بندی باشد [۱۵، ۲۴ و ۳۰]. گرچه تشکیل

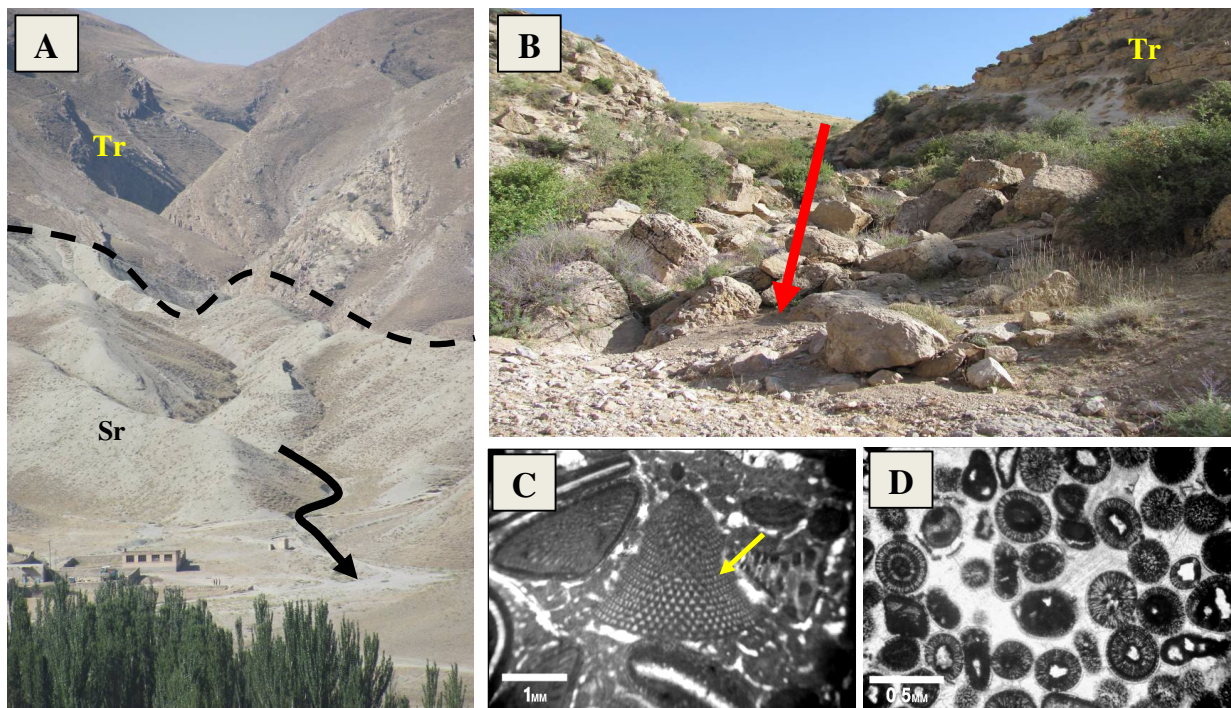
### رخساره گلی Fm (گل توده‌ای)

رخساره Fm از رسوبات در اندازه سلیت متوسط و ریز تا رس تشکیل شده که در برخی بخش‌ها همراه با رسوبات ماسه‌ای و گراولی تناوب دارد (شکل‌های B-۱۲A). این رخساره ممکن است در اثر رسوبگذاری سریع و پائین رفتن سطح آب و قطع شدن ارتباط کانال‌ها ایجاد شود. همچنین این رخساره می‌تواند از طریق رسوبگذاری در دشت سیلابی بر جای گذاشته شده باشد [۲۲]. همچنین مایال [۲۳] بر این اعتقاد است که این رخساره در کانال‌های متروکه و دشت‌های سیلابی در سرعت‌های بسیار پایین جریان آب و در اثر رسوبگذاری ذرات معلق تشکیل شده است. در کانال زیرحوضه زیرآبه ضخامت این رخساره از چند میلی‌متر تا چندین متر تغییر می‌کند و فاقد ساختار رسوبی خاصی است. در برخی قسمت‌ها حاوی ریشه گیاهان و ترک‌های گلی است. اکثر ساختمان‌های رسوبی اولیه در این رخساره بر اثر فعالیت‌های زیستی گیاهان از بین رفته است و طبقات حالت توده‌ای به خود می‌گیرند.

رخساره‌های ماسه‌ای می‌تواند حاصل جریان‌های کششی - تعلیقی به فرم جهشی باشد [۱۰ و ۳۱]. این رخساره در رودخانه یدک بطور پراکنده به چشم می‌خورد و بعضاً حاوی ذراتی در اندازه پیل است. این رخساره نیز در رودخانه زیرآبه با تشکیل میان لایه‌های بسیار ریز با رخساره‌های گلی که نشان‌دهنده تغییرات انرژی جریان بسیار کوتاه و گذرا است به طور پراکنده تناوب دارد (شکل‌های C-۱۲A). دلیل وجود این نوع رخساره‌ها را می‌توان به منشاء گرفتن رسوبات از سازند سیلیسی آواری شورپچه دانست (شکل ۲).

### رخساره‌های گلی:

رخساره‌های گلی بطور عمده در زیرحوضه زیرآبه نهشته شده است. شیب کم، وجود کانال‌های ماندری، انرژی کم و همچنین منشأ رسوبات که سازندهای نرم‌فرسا همچون سرچشمه و سنگانه می‌باشند، از عوامل موثر در تشکیل این رخساره می‌باشد (شکل‌های A-C ۹؛ ۹؛ ۱۱A). حضور اشکال زمین ریخت‌شناسی همچون زمین لغزش و واریزه، خندق و فرسایش شیبی از دیگر عوامل موثر در تشکیل این رخساره‌ها می‌باشد (شکل‌های ۹ و ۱۰).



شکل ۱۱. (A) کانال فرعی وارد شده به رودخانه زیرآبه که از سازند نرم فرسای سرچشمه (Sr) عبور می‌نماید. (B) کانال فرعی وارد شده به رودخانه یدک که از سازند سخت فرسای تیرگان (Tr) عبور می‌نماید. گراول‌های تخریب شده به عنوان منشأ رسوبات این روخانه نیز مشهود است. (C) تصاویر میکروسکوپی از گراول‌های رودخانه یدک، پکستون بایوکلستی حاوی اربیتولین (C) و گرینستون ائیددار (D) مربوط به سازند تیرگان.

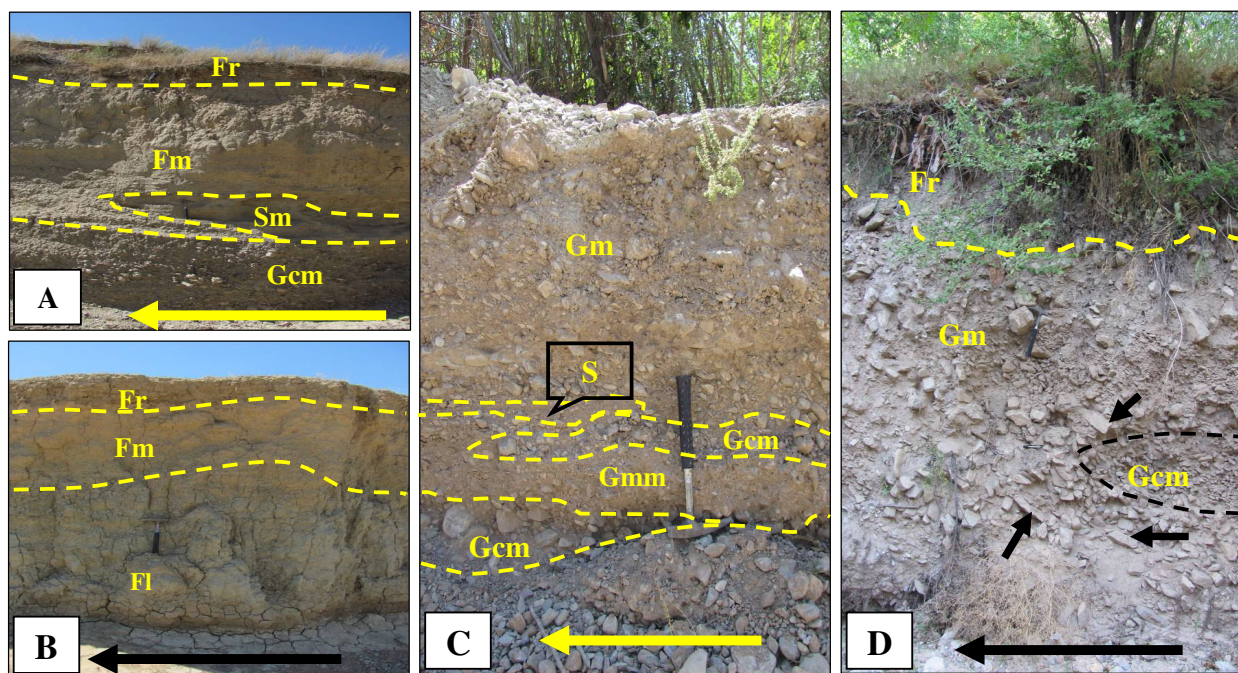
تناوب دارد (شکل‌های ۱۲A-B). این رخسار در رودخانه یدک کمتر شناسایی شده که حاصل نبود سازندهای نرم فرسا و شیب زیاد این رودخانه است.

#### رخساره گلی Fr (گل دارای ریشه گیاهان)

این رخساره در بخش‌های فوقانی دیواره کانال رودخانه زیرآبه تشکیل شده و معرف طبقات گلی حاوی ریشه گیاهان است. اندازه دانه‌ها اغلب در حد سیلت است و دارای ساختارهای رسوبی لامیناسیون می‌باشد. آثار ساختمان‌های رسوبی اولیه نیز بر اثر فعالیت‌های زیستی گیاهان همراه با آشفستگی از بین رفته است و طبقات حالت توده‌ای به خود گرفته‌اند (شکل‌های ۱۲A-B-D).

#### رخساره گلی FI (گل لامیناسیون‌دار)

دانه‌های تشکیل‌دهنده این رخساره از نظر خصوصیات بافتی در اندازه‌های سیلت و رس بوده و میزان سیلت نسبتاً فراوان‌تر است. لامیناسیون‌های مسطح و مورب و ریپل‌مارک‌ها از مهم‌ترین ساختارهای رسوبی این رخساره به شمار می‌روند که اغلب در رسوبات گلی در اندازه سیلت مشاهده می‌شوند. علاوه بر این می‌توان به ترک‌های گلی اشاره کرد که در گل‌سنگ‌های رسی دیده می‌شوند. این رخساره در کانال‌های متروکه و دشت‌های سیلابی در سرعت‌های بسیار پائین جریان آب و در اثر رسوبگذاری ذرات معلق به وجود می‌آید [۲۳]. این رخساره در بسیاری از بخش‌های رودخانه زیرآبه مشاهده گردیده است که با رخساره‌های ماسه‌ای و ندرتا گراولی



شکل ۱۲. (A) رخساره‌های گلی FI، Fm و Fr ابتدای رودخانه زیرآبه که با رخساره‌های رسوبی Gcm و Sm تناوب دارد. (B) رخساره‌های گلی در بخش‌های پایین دست رودخانه زیرآبه، که فاقد رسوبات دانه درشت‌اند. (C - D) رخساره‌های گراولی Gmm و Gcm، ماسه‌ای Sm و گلی Fr در بخش‌های مختلف رودخانه یدک، فابریک ایمبریکاسیون در رسوبات دانه درشت قابل مشاهده است (پیکان‌های کوتاه) جهت توضیح بیش‌تر به متن رجوع شود. در تمامی تصاویر پیکان جهت جریان، و خطوط منقطع مرز رخساره‌ها را نشان می‌دهد.

## نتیجه‌گیری

۱- حوضه آبریز سد تبارک جزء حوضه‌های متوسط محسوب شده و با توجه به مشخصات فیزیوگرافی، این حوضه از نوع کشیده محسوب می‌گردد. از این رو مدت زمان سیلابی بودن رودخانه‌ها در هنگام بارش‌های طولانی است و مقدار دبی و جریان خروجی حوضه در مواقع بارش زیاد است. با در نظر گرفتن ارتفاع منطقه، حوضه سد تبارک جزء حوضه‌های پرشیب کوهستانی به شمار می‌آید.

۲- چین‌خوردگی‌های شدید و فعالیت‌های تکتونیکی بالا و هم‌چنین گسترش زیاد سازند صخره‌ساز تیرگان از دلایل عمده شیب بالای این حوضه است که توام با میزان بالای تراکم شبکه رودخانه و هم‌چنین خصوصیات فیزیوگرافی باعث تولید انرژی بالا در هنگام بارندگی می‌گردد که در فرسایش و حمل رسوب تاثیر بسزایی دارند.

۳- در حوضه آبریز تبارک به دلیل تنوع سنگ‌شناسی، فعالیت‌های تکتونیکی، آب و هوای نیمه‌خشک و وجود باران‌های فصلی، پدیده‌های زمین‌ریخت‌شناسی زیادی همانند فرسایش شیاری، زمین لغزش، خندق، مخروطه افکنه و واریزه ایجاد شده است. طرح شبکه زهکشی این حوضه عمدتاً از نوع داربستی و دندریتی می‌باشد که ناشی از تأثیر فرآیندهای فرسایش و تکتونیک بر حوضه است. از میان پدیده‌های زمین‌ریخت‌شناسی، نوع خندق و شیاری بیش‌ترین میزان رسوب را تولید می‌کنند.

۴- رخساره‌های رسوبی تشکیل شده شامل رخساره‌های گراولی، ماسه‌ای و گلی است که در تشکیل آن‌ها سنگ منشأ، لیتولوژی در برگیرنده کانال و فیزیوگرافی و زمین ریخت‌شناسی حوضه نقش اصلی را به عهده دارند.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان از داوران محترم جهت پیشنهادات ارزنده شان که موجب بهبود این نوشتار گردیده است قدردانی می‌نمایند.

## منابع

- [۱] آقباتی، ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، انتشارات دایره سبز، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات کشور، ۵۸۶ ص.
- [۲] احمدی، ح (۱۳۸۵) ژئومورفولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۸۸ ص.
- [۳] افشار حرب، ع (۱۳۷۳) زمین‌شناسی کپه‌داغ، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۱۱، ۲۷۶ ص.
- [۴] ضیائی، ح. ا (۱۳۸۰) اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا، ۵۴۲ ص.
- [۵] علایی طالقانی، م (۱۳۸۱) ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس تهران، ۴۰۴ ص.
- [۶] علیزاده، ا (۱۳۸۵) اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۸۰۸ ص.
- [۷] قائمی، ف (۱۳۸۳) نقشه چهارگوش زمین‌شناسی قوچان (۱/۱۰۰۰۰۰)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [8] Alabyan, A.M., Chalov, R.S (1998) Types of river channel patterns and their natural controls, *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol: 23, p: 467-474.
- [9] Berberian, M., King, G.C.P (1981) Towards a palaeogeography and tectonic evolution of Iran: *Canadian Jour. Earth Sci.*, Vol: 18, p: 210-265.
- [10] Blair, T.C., McPherson, J.G (1999) Grain size textural classification of coarse sedimentary particles, *Journal of Sedimentary Research*, Vol: 69, p: 6-19.
- [11] Bloom, A.L (2002) *Geomorphology - A Systematic Analysis of late Cenozoic Landforms*, Prentice-Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi, 482 p.
- [12] Burbank, D.W., Anderson, R.S (2001) *Tectonic Geomorphology*, Blackwell, Oxford, UK., 420 p.
- [13] Casasnova, J.A.M., Ramos, M.C., Poesen, J (2004) Assessment of sidewall erosion in large gullies using multi-temporal DEMs and logistic regression analysis, *Geomorphology*, Vol: 58, p: 305-321.
- [14] De Barry, P.A (2004) *Watersheds: Processes Assessment and Management*, John Wiley and Sons Inc., 700 p.
- [15] Deynoux, M., Iner, C.A., Mondoc, O., Karab, A., VyVkoglu, M., Manatschala, G (2005) Sevim Tuzeu Facies architecture and depositional evolution of alluvial fan to fan-delta complexes in the tectonically active Miocene, ay basin, Isparta Angle, Turkey, *Sedimentary Geology*, Vol: 173, p: 315 – 343.
- [16] Dunham, R.J (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture: in W.E. Ham, ed., *Classification of Carbonate Rocks-A symposium*: Am., Assoc,

- downstream fining along a wandering channel, *Sedimentology*, Vol: 57, p: 232-251.
- [32] Thorn, C.R., Hey, R.D., Newsan, N.D (1996) *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, John Wiley and Sons, Springer-Verlag, Berlin, p: 376.
- [33] Twidal, C.R (2004) River pattern and their meaning, *Earth Science Review*, Vol: 67, p: 159-218.
- Petroleum Geologists Mem., Vol: 1, p: 108-121.
- [17] Folk, R.L (1980) *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, p: 182
- [18] Goudie, A.S (2006) *Encyclopedia of Geomorphology*, Routledge Ltd., p: 1156
- [19] Harden, C.P (2006) Human impacts on headwater fluvial systems in the northern and central Andes, *Geomorphology*, Vol: 70, p: 249-263.
- [20] Kopp, M.L (1970) Odiadonal nykh sdvigakh na Severo – Zapadnom Kopet-Dagh, *Doklady Akad Nauk S.S.S.R.*, Vol: 194, p: 163-166.
- [21] Kostic, B., Becht, A., Aigner, T (2005) Sedimentary architecture of a Quaternary gravel delta (SW-Germany): Implications for hydrostratigraphy, *Sedimentary Geology*, Vol: 181, p: 143-171.
- [22] Madej, M.A., Sutherland, D.G., Lisle, T.E., Pryor, P (2009) Channel responses to varying sediment input: A flume experiment modeled after Redwood creek, California, *Geomorphology*, Vol: 103, p: 507-519.
- [23] Miall, A.D (1996) *The Geology of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*, Springer-Verlag, Berlin, p: 583.
- [24] Miall, A.D (2000) *Principle of Sedimentary Basin Analysis*, Springer-Verlag, p: 668.
- [25] Miall, A.D (2006) *The Geology of Fluvial Deposits-Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*, Springer-Verlag, Berlin, 4<sup>th</sup> printing, p: 582.
- [26] Parkner, T., Page, M., Marden, M., Marutani, T (2007) Gully systems under undisturbed indigenous forest, East Coast Region, New Zealand, *Geomorphology*, Vol: 84, p: 241-253.
- [27] Schumm, S.A (1981) Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications, *SEPM Special Publication*, Vol: 31, p: 19-29.
- [28] Schumm, S.A (1987) River Responses, *The Geology of North America*, p: 221-240.
- [29] Selley, R.C (2002) *Applied Sedimentology*, Academic Press, California, USA., p: 540.
- [30] Siddiqui, A., Robert, A (2010) Thresholds of erosion and sediment movement in bedrock channels. *Geomorphology*, Vol: 118, p: 301-313.
- [31] Rice, S.P., Church, M (2010) Grain-size sorting within river basin relation to