جغرافیا (نشریه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران)
دوره جدید، سال چهارم، شماره ۱۰ و ۱۱ پاییز و زمستان ۱۳۸۵

اثرات احداث سد بر هیدرودینامیک و تغییرات بستر رودخانه میناب

محمد مهدی حسین زاده [۱]
احمد نوحه‌گر [۲]

چکیده

با احداث سد میزان تولید، ذخیره و حمل رسوب در سیستم تغییر نموده که این امر موجب تغییر فرسایش و در نتیجه تغییر مورفولوژی کانال در دوره های کوتاه مدت و بلندمدت می گردد. این امر همچنین موجب تغییر خصائص مورفولوژیکی کف بستر و دیواره و در نتیجه انتقال میزان آب و بالطبع افت و بالاآمدگی بستر و گسترش مناطق سیلگیر در پیرامون رودخانه می گردد، که می‌توان تمام موارد فوق را برآیند تحولات ریخت شناسی و مورفولوژیکی به حساب آورد.

در این راستا از منابع اسنادی موجود، نمونه گیری از رسوبات کف بستر(۳۰نمونه رسوبی) و آزمایش دانه سنجی و میکروسکوبی آنها، نقشه ها ، نرم افزارهای رایانه ای و به ویژه بررسی های میدانی استفاده شده است و نتایج بررسی به صورت روابط ریاضی ارائه گردید.

نتایج بیانگر این می باشد که با احداث سد میناب و تغیر رژیم آبی رودخانه، منجر به تغییرات زیاد در وضعیت رسوب از نظر نوع و مقدار شده است. این تغییرات، عملکرد فرسایشی رودخانه میناب را تغییر داده و حاصل آن تحول ریخت شناسی رودخانه (نیمرخ طولی و عرضی، الگو و پلان رود) بوده است.

واژه های کلیدی: **رودخانه میناب، سد میناب، ریخت شناسی رود، دینامیک رسوب، جلگه میناب، مورفومتری کانال**

---

۱. استادیار دانشکده علوم زمین- دانشگاه شهید بهشتی
۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری- دانشگاه هرمزگان

مقدمه:

مدیریت رودخانه یعنی، بهبود بخشی سطح و ایجاد سازگاری بین فعالیتهای انسان و سیستم طبیعی در این ساختار آبرفتی فعال است. سازگاری در صورتی میسر می‌گردد که فرآیند عملکرد سیستم شناخته شده باشد. بنابراین اصول‌مدیریت رودخانه و ابزار آن محصول شناخت همه جانبه سیستم آبرفتی رودخانه می‌باشد(شویدی۱۳۷۸).

چون از جهت ژئومورفولوژیکی یک سیستم رودخانه‌ای به صورت سیستم کنش - واکنش عمل می‌کند و تغییردر یک قسمت آن می‌تواند بر قسمتهای دیگر تأثیر بگذارد، پس مدیریت آن در مفهوم«برنامه‌ریزی برای کل حوضه»می‌تواند به بهترین وجه قابل درک و اجرا باشد(چورلی،۱۳۷۹).تغییرات اقلیمی، تغییرات تکتونیکی و.....، از جمله عوامل طبیعی هستند که می توانند تغییراتی را در نیمرخ طولی ، عرضی و به طور کلی در بستر جریان رودخانه ها و همچنین در شیب‌های مشرف به دره‌ها به وجود آورند. در سال های اخیر، فعالیت‌های انسانی از جمله سدها نیز تغییرات عمده‌ای را در طول مسیر رودخانه و در نهایت در کل حوضه پدید آوردند.بروز تغییراتی ، از قبیل کاهش در شیب نیمرخ طولی رودخانه و کاهش در اندازه‌ی مواد و بار رسوبی رودخانه‌ها و همچنین افزایش در عمق بستر و افزایش در پیچانرودی رودخانه(مارتسون و همکاران، ۲۰۰۵) از جمله این تغییرات هستند(بیاتی خطیبی،۱۳۸۷). با وجود تاثیرات مثبت احداث سد در پیشرفت تمدن‌های اولیه و مزایای متعددی که این سازه آبی برای جوامع بشری دارد، اما احداث آنها منجر به عدم تعادل در سیستم طبیعی رودخانه می شود. امروزه با افزایش تعداد سدها بر روی رودخانه‌ها، تغییرات ایجاد شده در سیستم رودخانه‌ای افزایش یافته و در بعضی موارد نیز به مرحله بحرانی رسیده است.

به دنبال افزایش پیامدهای ناشی از احداث سد بر روی مورفولوژی رودخانه‌ها ، مطالعات متعددی در نقاط مختلف دنیا در این ارتباط انجام گرفته است که در این بین می توان به مطالعات افرادی چون موریس و فان (۱۹۹۷)، بارو(۱۹۸۱) و لمان و ویلیام(۱۹۸۴) اشاره کرد. نتایج مطالعات آنها نشان می دهد که اثرات ناشی از احداث سد در مناطق نیمه خشک به مراتب بیشتر از سایر منلاطق می باشد(آزانون و همکاران،۲۰۰۵). بررسی های چانسون(۲۰۰۵)، فاستا(۲۰۰۵) و گراف(۲۰۰۵) نشان داد که در مناطق نیمه خشک به دلیل واکنش‌های زمانی کوتاه‌مدت رودخانه برای انطباق باشرایط جدید، تغییرات در بستر رودخانه‌ها سریع تر خواهد بود(براند،۲۰۰۰)(به نقل از بیانی خطیبی،۱۳۸۷). در ایران نیز می‌توان به

مطالعه بیانی خطیبی(۱۳۷۸) اشاره کرد که به بررسی نحوه تاثیر سد سهند بر تغییر مورفولوژی رودخانه قرنقو به صورت کیفی پرداخته و نتیجه گرفتند که احداث سد تغییرات سریع، آشفتگی های عمده‌ای در بستر و دامنه‌های مشرف به دره‌ی اصلی پدید آورده است که در کوتاه مدت و دراز مدت می تواند تغییرات عمده دیگری نیز در محیط در پی داشته باشد.

در طرح های توسعه و عمران مرتبط با بهره برداری های گوناگون از شبکه انهار از قبیل سدها و شبکه های آبیاری، دینامیک رسوب اهمیت و جایگاه خاصی دارد . معمولا مشکلات مرتبط با رسوب با ارائه راه حل های مکانیکی که مستلزم صرف هزینه های بسیار زیادی می باشد، مرتفع شده و توجه کمتری به پیامدهای ریخت شناسی و ژئومورفولوژیکی حاصل از دخالت انسان در سیستم های رودخانه ای که منجر به تغییر سیستم رودخانه و در نتیجه تغییر دینامیک رسوب می گردد، شده است.براساس شواهد موجود بیشتر مهندسین هیدرولیک و مهار سیلاب جهت انجام طرح های خود به درک مفاهیم دینامیک رسوب و فرسایش و انتقال آن نیاز وافری داشته و محققین این مقاله معتقدند که حل مسائل مرتبط با رسوب می تواند آنها را در دستیابی به هدف خود تسریع نماید(بهادری،۱۳۷۴).

با احداث سد میناب میزان تولید، ذخیره و حمل رسوب در سیستم تغییر نموده که این امر موجب تغییر فرسایش و در نتیجه تغییر مورفولوژی کانال در دوره های کوتاه مدت و بلندمدت می گردد. این امر همچنین موجب تغییر خصائص مورفولوژیکی کف بستر و دیواره و در نتیجه انتقال میزان آب و بالطبع افت و بالاآمدگی بستر و گسترش مناطق سیلگیر در پیرامون رودخانه می گردد، که می توان تمام موارد فوق را برآیند تحولات ریخت شناسی و مورفولوژیکی به حساب آورد.

در این مقاله توجه و تأکید بر سهمی است که ارزیابی ژئومورفولوژیکی رود میناب در مدیریت آن می‌تواند داشته باشد. اشکال مجاری رود، بویژه آنهایی که در بستر آبرفتی قرار دارند با فرآیندهای رودخانه میناب رابطه دارند، و این فرآیندها خود واکنش‌های خاصی درمجرای رودخانه بوجود می‌آورند .بنابراین سعی می شود با هدف شناسایی تاثیرات احداث سد بر روی تغییرات دینامیک رسوب و هیدرولیک جریان ، داده‌های رسوب مربوط به قبل و بعد از احداث سد جمع آوری شود. همچنین آثار این تغییرات بر مورفولوژی رودخانه میناب مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

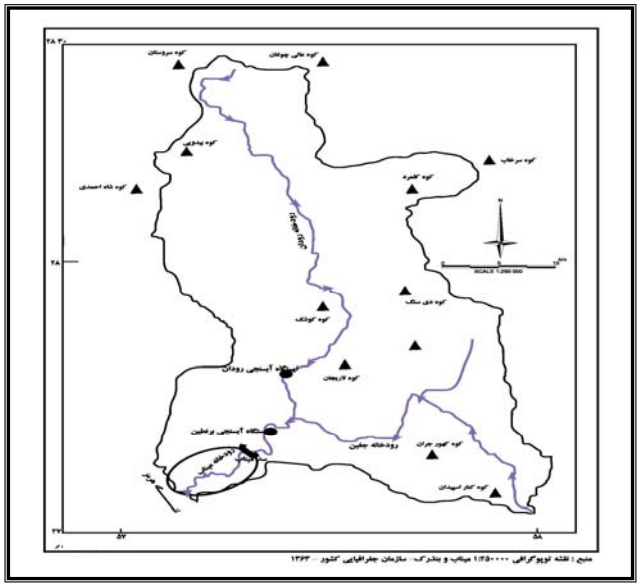
محدوده مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه بخشی از بستر رود میناب از پایین دست سد تا کیلومتر ۱۷ آن به طرف مصب رودخانه میباشد. بدیهی است که بیشتر مطالعات صورت گرفته حد فاصل پل میناب یعنی از کیلومتر ۴ تا کیلومتر۱۷ سد میباشد.

رودخانه میناب در جلگه میناب و حدودا در فاصله ۹۵ کیلومتری مشرق بندر عباس جریان دارد. این رودخانه‌پس از عبور از اراضی حاصلخیز جلگه میناب و آبیاری این اراضی در نهایت به تنگه هرمز می‌ریزد. بمنظور تنظیم آب رودخانه جهت توسعه و افزایش سطح زیر کشت محصولات و استفاده از سیستم‌های جدیدآبیاری و همچنین محافظت مناطق زیر کشت در مقابل سیلابها و خطرات ناشی از ارتباط آبهای شور زیر زمینی با سطح خاک و در نهایت تأمین آب مشروب بندرعباس، مطالعات اولیه احداث سد مخزنی میناب بر روی این رودخانه‌از سال ۱۳۴۴ آغاز گردید و به سال ۱۳۶۲ عملیات اجرایی و ساخت آن به پایان رسید .این سد در یک دره نسبتاعریض در ۳ کیلومتری بالا دست شهر میناب ساخته شده است(نوحه‌کر، ۱۳۸۰).

نواحی کوهستانی و بلند در خارج از منطقه مورد مطالعه قرار گرفته و سرشاخه‌های رودخانه‌های مختلف‌حوضه آبریز میناب از جمله رودان و جغین از این بلندیها سرچشمه می‌گیرند(شکل ۱).

شکل ۱: موقعیت عمومی حوضه آبریز میناب و ارتفاعات



پهنه کوهستانی حاشیه‌ای بخش بلندیهای شمالی و شمالشرقی میناب را تشکیل می‌دهد. جنس‌رخنمونهای این منطقه از جهت فرسایش و رسوب زایی متفاوت است. پاره‌ای از جنس مارن، سنگهای سیلتی، ماسه‌سنگهای فرسایش‌پذیر و افزایش دهنده‌رسوب بویژه در بارندگیهای سیل آسا می‌باشد(مهندسین مشاور لار، ۱۳۷۴)(شکل ۲).

دلتای میناب، دلتایی پهن و پوشیده از مواد ریزدانه سیلت، رس و ماسه بوده و آبراهه‌ها و کانالهای آبیاری‌در آن حفر شده‌اند. سیلابهای میناب تغذیه کننده اصلی دلتا بوده و پس از هر سیلاب گل و لای حاصلخیزی در پهنه‌دشت بجای می‌ماند.

شرایط رودخانه میناب در پایاب سد، به گونه‌ای است که به هنگام بارانهای سیل آسا، روان‌آبها از بلندیهای شمالی و شرقی با شدت به سوی رودخانه هدایت می‌گردند. جنس لایه‌ها از رسوبهای آبرفتی‌کواترنر، سازندهای سخت ترشیاری و آمیزه رنگین است. اکثر رخنمونهای بجای مانده، متشکل از تناوبی از ماسه‌سنگ دارای تراکم متوسط تا ضعیف، بندرت سخت و ریزدانه و دارای تخلخل زیاد می‌باشد. کنگلومرا با دانه بندی‌ریز تا بسیار درشت همراه با سیمان ماسه‌ای، سیلتی و آهکی است. این لایه‌ها از جهت استحکام و مقاومت دربرابرفرسایش و هوازدگی رفتاری متفاوت بروز می‌دهند. در زمان بارندگی و جاری شدن سیل این توده‌ها به سرعت وارد جریان سیلاب گردیده از آبراهه‌های کوچک به‌نهرها و نهایتا به رودخانه میناب ختم می‌گردند. توده‌های مزبور یکی از سرچشمه‌های رسوبگذاری بستر رودخانه‌میناب به حساب می‌آید. افزون بر سستی لایه‌ها در برابر فرآیند فرسایش شکل ساختمانی رخنمون‌ها به گونه‌ای است‌که علاوه بر شتاب و سرعت بخشیدن به روان آبها، سطوح لایه بندی گسترش زیادی در برابر دریافت باران داشته، لذا میزان جاری شدن روان آبها افزایش بیشتری می‌یابد و مقدار کمتری آب باران به داخل لایه‌ها نفوذ می‌کند. تقریبا دراثنای بارانهای سیل‌آسا نفوذ آب بر سطح سازندهای زمین‌شناسی بسیار کم است و از سوی دیگر شیب زیاد لایه‌ها فرصت کافی برای نفوذ آب را نمی‌دهد.بارندگی‌های فصلی هر بار لایه‌های مارن، مادستون وسیلتستون و شیل شسته و هر بار چگالی سیلاب راافزایش می‌دهد(نوحه‌گر،۱۳۸۰).

پس از توقف بارندگی تابش شدید آفتاب لایه‌های کاملا خیس و گل شده را با سرعت خشک نموده، وزش‌بادهای گرم به میزان فرسایش افزوده و ایجاد درز و ترک و شکاف در لایه‌های مارنی و رسی می‌نماید. این درزها به‌صورت شبکه‌ای بهم پیوسته و زمینه هدایت آب را به

لایه‌های زیرین فراهم می‌آورد که پس از آغاز بارندگی بر پهنه‌این ترکها، رسوبهای تخریبی ریزدانه به سرعت به حالت خمیری غلیظ درآمده و با افزایش چگالی جریان از توان‌فرسایش ویرانگری بر خوردار می‌شود. بطور کلی، ویژگی زمین‌شناسی سراب و پایاب سد میناب از جهت‌پیکرشناسی زمین و زمین‌شناسی ساختمانی و جنس لایه‌ها، شرایط اقلیمی، آفتاب سوزان و بادهای با سرعت زیاد،بارندگیهای موسمی و غیره، همه در راستای رسوب زایی، تخریب دیواره‌های رودخانه میناب و هجوم بیشتر سیلاب‌به دلتا و تأسیسات کشاورزی، مسکونی و صنعتی می‌گردد.

جهت مطالعه بهتر رودخانه میناب و براساس خصوصیات ژئومورفولوژیکی، جهت مطالعه رسوبات، رودخانه میناب به سه بخش تقسیم و رسوب شناسی آن در هر بخش بطور مجزا مطالعه شده است (شکل ۳).

بخش اول شامل محدوده سد تا پل میناب(کیلومتر ۱)می‌باشد . در این محدودهء ذرات عمدتاً درشت دانه شامل ۲۰ درصد قلوه سنگ ، ۶۰ درصد شن و ۲۰ د رصد ماسه می‌باشد . در این منطقه به لحاظ بیرون زدگی لایه‌های کنگلومرا از کنار رودخانه، تقریباً ۵۰ د رصد بستر از جنس غیر فرسایشی می باشد.

بخش دوم : این بخش از پل میناب تا روستای گورزانگ را شامل می شود. در این محدوده از میزان درشتی ذرات کاسته شده اما همچنان ذرات قلوه سنگ و شن به ترتیب با ۱۰و ۶۵ درصد از کل ذرات ، بخش عمده مصالح بستر را تشکیل می دهند و ماسه با ۲۵ درصد بخش کمی را شامل می‌شود.

بخش سوم :این بخش از روستای گورزانگ تا تنگه هرمز را در بر می گیرد. در این منطقه ذرات ریزتر شده بطوریکه نسبت ذرات قلوه سنگ ، شن و ماسه به کل ذرات به ترتیب برابر ۱۰، ۶۰و ۳۰درصد می باشد .هرچه به سمت دریا نزدیکتر می شویم، از درصد رسوب های درشت دانه کاسته و به درصد رسوب های ریزدانه افزوده می گردد.

مواد و روشها

داده های مورد نیاز برای انجام تحقیق از منابع مختلف جمع آوری شده و جهت جمع بندی و طبقه بندی داده ها از نرم افزارهای جغرافیایی به ویژه سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. از آنجا که در این تحقیق تغییرات دینامیک رسوب پس از احداث سد میناب و

نقش آن بر ریخت شناسی رودخانه میناب هدف اصلی تحقیق بوده ، لذا داده ها در بازه های زمانی قبل و بعد از احداث سد جمع آوری و مورد مقایسه قرار گرفت. در مرحله بعد با روش میدانی برای منشاءیابی رسوب های رودخانه میناب، ۳۰ نمونه رسوبی در فواصل مناسب در هر یک از بخش رود(بخش های سه گانه) ، از داخل رودخانه برداشت و مورد آزمایش میکروسکپی قرار گرفت(شکل ۴). در پایان با توجه به داده های جمع آوری شده، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتایج به صورت نمودارها، نقشه ها، روابط آماری و تفسیر نتایج ارائه گردیده است.

مورفولوژی رودخانه میناب و ویژگی های آن

شکل هندسی رودخانه میناب از محل سد تا دریای عمان یکسان نبوده و هر بخش از آن شرایط متفاوتی با بخشهای دیگر از نظر مورفولوژی را نشان می‌دهد.

مورفولوژی رودخانه میناب از محل سد تا پل شهر میناب: طول این قسمت حدود ۴/۵ کیلومتر وشیب بستر در آن نسبتا تند بوده و حدود ۳ در هزار می‌باشد. در این فاصله سنگ کف متشکل از لایه‌های سنگی شامل‌کنگلومرا همراه با میان لایه‌های مارن، شیل و شیل مارنی است. این لایه‌ها دارای مقاومت و پایداری و فرسایش‌پذیری متفاوت هستند. وجود یک پشته رسوبی در وسط رودخانه و احداث باغهای جدید در بستر متروک رودخانه‌موجب انحراف آب به کناره راست رودخانه شده و یک مئاندر جوان در حال شکل‌گیری است. این تحول به علت‌احداث سد و کاهش انتقال رسوب به پایین دست و برداشت‌های مصالح شن و ماسه از شدت بالائی برخوردار است.بارندگی و جریان آب میان لایه‌های مارنی و شیل ـ مارنی را به سرعت شسته و لایه‌های سخت و مقاوم را بصورت‌دیواره‌های سنگی کوتاهتر در برابر جریان سیلاب و. رودخانه بوجود آورده است.

مورفولوژی رودخانه میناب از پل شهر میناب تا روستای گورزانگ:این بخش از بستر رودخانه دچار شدیدترین فرسایش گردیده است. تنش برشی بستر در این فاصله مخصوصا بین پل میناب تا روستای نصیرایی زیادبوده و به همین دلیل مواد تشکیل دهنده بستر دچار فرسایش شدید شده و بستر پهن گردیده است. شکل هندسی‌رودخانه از پل تا روستای فخرآباد مئاندر بزرگی در سمت راست ایجاد نموده است. بستر رودخانه بعد از پل به یک‌بستر رسوبگذار تبدیل گردیده است. مهمترین پدیده مورفولوژی در این بخش از رودخانه مئاندر

می‌باشد.پارامتر دیگری که ایجاب می نماید وضعیت ریخت شناسی رودخانه میناب بررسی شود، برداشت شن و ماسه (مصالح رودخانه) است . این عامل نیز جهت تغییر فرم رودخانه بعد از احداث سد تأثیر زیادی در تغییر مورفولوژی بستر و کناره های رودخانه داشته است.علاوه بر دوعامل ذکر شده(مئاندر و برداشت خارج از ضابطه مصالح) عامل دیگری بنام سیلاب را بعنوان عامل سوم جهت تغییردر فرم رودخانه باید درنظرگرفت تاثیرآن می تواند دو عامل قبلی را کنترل نموده بطوریکه ازیک طرف باعث افزایش فرسایش و ازطرف دیگر باعث رسوب‌گذاری گردد .بنابر این از این طریق در تغییر شکل بستر و کناره های رودخانه نقش ایفا می کند.

مورفولوژی رودخانه میناب از روستای گورزانگ تا تنگه هرمز: بین روستای گورزانگ تا روستای تمبک، رودخانه تشکیل مئاندر داده است. نهشته‌های این نواحی تا فاصله حدود ۳۰۰ متری ساحل شرقی رودخانه متشکل ازماسه ـ سیلت، و شن می‌باشد. دانه بندی رسوبها از مشرق به مغرب رودخانه تفاوت چشمگیر دارد. اندازه ذرات درسمت مغرب افزایش می‌یابد. این تغییرات دانه بندی بیانگر شدت بیشتر سیلاب در سمت راست رودخانه است. پهنه‌رودخانه در این نواحی در بیشتر مناطق پوشش نسبتا انبوه بوته‌های گز است. از این محدوده (روستای تمبک) تا تنگه‌هرمز رودخانه در بستری از مواد ریزدانه سیلتی ـ رسی جریان دارد. در جنوب شرقی روستای مازع، رودخانه چندشاخه می‌گردد. عامل مؤثر بر شکل هندسی و مورفولژی رودخانه در نبودن جریان دایمی رودخانه میناب، جزر و مددریا می‌باشد. به دلیل تغییرات جریانهای دریایی این بخش از رودخانه میناب شکل و سیمای ثابتی نداشته و نمی‌توان‌حد و حدودآنرابصورت ثابت تعیین نمود. رودخانه دراین بخش حالت انشعابی پیدا کرده است. ویژگی توپوگرافی‌نواحی بالادست در این ناحیه نیز حاکم است. بعنوان نمونه پدیده شریانی‌شدن، فرسایش کناره‌ها و غیره وجوددارد.

اثرات احداث سد میناب بر دینامیک رسوب رودخانه میناب

آنچه که از نظر ژئومورفولوژی اهمیت دارد تغییراتی است که در عملکرد فرآیندهای سایشی در پایین دست رودخانه بعد از احداث سد رخ می دهد. تسریع در فعالیت فرآیندهای فرسایشی بعد از احداث سد و تغییر در آرایش جریان رودخانه در آبراهه‌ی اصلی در پایین دست، از جمله تغییراتی است که پیامدهای بعدی نیز همراه خواهد داشت(بیانی خطیبی،۱۳۸۷). در این بخش آثار احداث سد میناب که بطور عمده در اثر تغییر پایداری و تعادل طبیعی رودخانه بوجود آمده‌را مورد بررسی قرار می دهیم.

تعادل طبیعی رودخانه و عوامل مؤثر برآن

رودخانه میناب سیستمی آبرفتی است که مواد فرسایش یافته را از سرآب حوضه‌های آبریز کوچک به طرف‌پایاب خود حمل می‌کند و نقش اصلی را در فرآیند حمل و ایجاد محیط رسوب گذاری بعهده دارد. رفتار رودخانه‌میناب، بخصوص وقتی وارد دشت آبرفتی می‌شود، بسیار پیچیده و گاهی غیر قابل پیش بینی است. زیرا در این منطقه(علیای دلتا و قاعده دلتا) علاوه بر تغییر سطح آزاد جریان که در اثر تغییر سرعت جریان اتفاق می‌افتد، ویژگی‌های‌هندسی مقاطع (عرضی) در اثر تغییر جریان، نیز تحت اثر عوامل مختلف تغییر می‌کند . در این رابطه اجزای تشکیل دهنده رودخانه را به صورت زیر می‌توان نشان داد(جدول ۱). این مجموعه خود تحت تأثیر دو گروه عوامل متغیر قرار دارد(جدول ۲)

جدول ۱ : اجزای تشکیل دهنده رودخانه موثر بر ویژگی‌های‌هندسی

اجزای رودخانه میناب	جامد	بستر جریان
		بارکف که با حرکت خود شکل بستر را بوجود می‌آورد.
	سیال	جامد (بار معلق و مواد حمل شونده)
		محلول

جدول ۲ : عوامل موثر بر اجزای تشکیل دهنده رودخانه

عوامل متغیر	متغیرهای مستقل	گذر حجمی، جریان، بار کف، بار معلق اندازه ذرات حمل شونده، اندازه ذرات جداره
	متغیر وابسته	عرض، عمق، شیب کف، قوس‌های رودخانه و...

زمانی که بین عوامل متغیر تعادل نسبی بوجود آمد، اجزای رودخانه نیز به تعادل نسبی می‌رسند و شکل مجرارا بوجود می‌آورند. در میان متغیرهای مستقل رودخانه، دبی جریان و دبی رسوبها بیشترین تغییرات را دارند و سایرعوامل تا حدودی ثابت هستند و به مرور زمان به نوعی ثبات نسبی می‌رسند.

نتیجه ساده و در عین حال مهمی که از مطالب بالا حاصل می‌شود این است که تغییر هر کدام از متغیرهای‌مستقل منجر به تغییر متغیرهای وابسته و نهایتا تغییر شکل هندسی مقطع منتهی شود. با احداث سد مخزنی میناب دراین رودخانه، چند تغییر اساسی در رژیم جریان پایین دست و بالا دست آن بوجود آمده است که عبارتند از کاهش‌دبی جریان در پایین دست در فصل‌های پرآبی و شدت آن در فصل‌های کم آبی، کاهش قابل توجه غلظت مواد معلق ومواد بستر در پایین دست، ته نشینی مواد معلق و افزایش تراز بستر رودخانه در بالا دست سد، تغییر کاربری بستر رود،کاهش آبهای زیرزمینی و پایین افتادن تراز آن نسبت به قبل از احداث سد میناب، رشد بیش از پیش پوشش گیاهی دربستر رودخانه در پایین دست مخصوصا در بخش پایانی دلتای میناب و...

این تغییرات به نوعی تعادل طبیعی رودخانه میناب را دگرگون ساخته،و بر روی ویژگی‌های هندسی،ژئومورفولوژیکی و جریان آب تأثیر گذاشته است. وجه مشخص بروز این تغییرات در پایین دست ایجاد رسوب‌گذاری و یا فرسایش در بخش‌هایی از رودخانه، جابجایی مئاندرها، کف کنی (گود افتادگی) و تخریب دیواره‌های‌رودخانه‌است . تغییراتی که در بالا دست سد بوجود آمده‌است، بیشتر تحت تأثیر افزایش تراز کف رودخانه قرار دارد زیرا سطح اساس رودخانه میناب در بالا دست آن، سد میناب می‌باشد.

نوع و میزان رسوبهای خروجی از سد میناب

از پارامترهای موءثر برنحوه و میزان رسوبگذاری یا فرسایش ، دانه‌بندی ذرات تشکیل دهنده بستر رودخانه می‌باشد . مواد تشکیل دهندهء بستر رود میناب ازمحل سد به دریا، تدریجاً کوچکتر می‌شود. شکل ۵ نشان دهنده دانه‌بندی رسوبهای رودخانه میناب در دوره‌های مختلف زمانی بوده و مشخصات هر یک از منحنی ها از نظر زمانی و مکانی به شرح ذیل می‌باشد (وزارت نیرو،۱۳۷۶).

۱. رسوبهای آبرفت قدیم میناب (نمونه‌برداری از بستر در مرحله مطالعات سد میناب ۱۳۴۴)- منحنی ۱
۲. رسوبهای آبرفت جدید میناب (نمونه‌برداری از بستر در مرحله مطالعات سد میناب ۱۳۴۴) - منحنی ۲
۳. رسوبهای ریزدانه بستر مخزن سد میناب (نمونه‌برداری ۱۳۶۳) - منحنی ۳

۴. رسوبهای کناره‌های مخزن سد میناب (نمونه‌برداری سال ۱۳۶۳) - منحنی ۴
۵. رسوبهای درشت مخزن سد میناب (نمونه‌برداری ۱۳۶۳) - منحنی ۵
۶. رسوبهای بستر مخزن میناب - نمونه دست نخورده (نمونه‌برداری ۱۳۷۱) - منحنی ۶
۷. رسوبهای بستر مخزن میناب - نمونه دست نخورده (نمونه‌برداری ۱۳۷۱) - منحنی ۷

بعد از احداث سد میناب و آغاز و بهره‌برداری از آن با توجه به سیاست‌های بهره‌برداری از آب ذخیره شده دردریاچه سد میناب، مقدار زیادی از جریان ورودی به دریاچه سد ذخیره شده و بالطبع رسوبهای ورودی به آن نیزبطور کامل در مخزن سد به تله می‌افتند. این عامل می‌تواند تأثیر زیادی بر وضعیت طبیعی رودخانه در پایین‌دست هم به لحاظ طبیعی و هم زیست محیطی داشته باشد. در جریان چهار سیل بزرگ و جریان سرریزی در طول‌دوره بهره‌برداری از سد (سالهای ۱۳۶۹، ۱۳۷۰، ۱۳۷۱، ۱۳۷۴) بعلت پر بودن نسبی مخزن هنگام وقوع سیل‌های‌فوق لزوما بخشی از جریان ورودی بطور مستقیم بوسیله سرریزهای سد به پایین دست منتقل شده‌اند که در این حالت‌راندمان تله اندازی مخزن با راندمان محاسبه شده برای دبی متوسط روزانه متفاوت است(وزارت نیرو،۱۳۷۸). هدف از بررسی این بخش،تعیین اندازه ذرات خروجی و میزان آنها در جریان سیل‌ها می‌باشد. نتیجه این بررسی‌ها پاسخ به این پرسش است که‌مورفولوژی رودخانه میناب در پایین دست سد بعد از بهره‌برداری از آن دچار چه تحولاتی گردیده و این تحولات‌چگونه توانسته است، بر نوع بهره‌برداری از بستر رودخانه و اطراف آن مؤثر باشد؟ ما بایستی با بررسیهای منطقی به‌این پرسش اساسی پاسخ دهیم که آیا بستر رودخانه میناب در پایین دست سد از رسوبهای بالا دست تغذیه خواهندشد یا خیر؟

با توجه به عدم اندازه‌گیری دبی رسوبهای خروجی از سد به ناچار از روش‌های غیر مستقیم برای پاسخ به این‌سؤالات استفاده خواهد شد. البته با تشریح وضعیت بستر و کناره‌های رودخانه و با استفاده از مدل HEC-6 تا حدی‌وضعیت بستر رودخانه مورد بررسی قرارگرفت.

در بحث تجزیه و تحلیل مورفولژی رودخانه به لحاظ فرسایش و رسوبگذاری، از داده‌های مدلHEC-6 در رودخانه میناب ، استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز دراین مدل عبارتند از مقاطع عرضی رودخانه در نقاط مختلف، مشخصات دانه بندی رسوبهای ورودی از بالادست ودبی آن، دانه بندی ذرات تشکیل دهنده بستر رودخانه، دبی رودخانه وز مان تداوم آن.

برای بررسی پدیده فرسایش ورسوبگذاری در رودخانه میناب بعد از سد، از دانه بندی رسوبهای بستر استفاده گردید. نتایج بررسی مدل نشان‌می‌دهد که عمق فرسایش با ارتفاع رسوبگذاری در نیمرخ عرضی مشخص و با یک آبدهی معین برای روابط مختلف‌حمل رسوب با همدیگر متفاوت است. نتایج این بخش از بررسیها برای آبدهی ۷۰۰۰ متر مکعب در ثانیه نشان‌می‌دهد که حداکثر عمق فرسایش در نزدیکی سد اتفاق می‌افتد و میزان آن نزدیک ۱۵۰ سانتیمتر است. در حالی که حداکثر رسوبگذاری از محل شریانی شدن رودخانه بوقوع می‌پیوندد و میزان آن حدود ۱۲ سانتیمتر است.

یکی از روش‌های غیر مستقیم و متداول برای اندازه‌گیری رسوب، مقایسه زمان نگهداشت مخزن یا زمان لازم‌برای ته نشینی ذره با قطر مورد نظر می‌باشد. در این حالت سرعت سقوط ذرات با قطرهای مختلف با کمک منحنی هایی که براساس معادله استوکس برای سقوط ذرات منفرد ارائه شده تعیین و با در نظر گرفتن حداکثرعمق مخزن سد میناب برابر ۴۵ متر، زمان لازم برای ته نشینی ذرات با قطرهای متفاوت بدست آمده است.

جداول ۳ و ۴ به ترتیب قطرهای متفاوت و دبی‌های مختلف ورودی در شرایط پر بودن دریاچه سد ومحاسبه زمان نگهداشت مخزن و نتایج آنرا نشان می‌دهند.

جدول شماره ۳: سرعت سقوط ذرات با قطرهای مختلف

قطرذره(میلیمتر)	/۰۰۴	۰/۱	/۱	۱	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
سرعت ته نشینی(سانتیمتر برثانیه)	۰/۰۰۱۷	۰/۰۱	۱	۱۰	۳۷	۴۵	۵۲	۶۰
زمان لازم برای ته نشینی (ساعت)	۷۵۳	۱۲۵	۱/۲۵	۰/۱۲۵	/۳۴	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۱

منبع: تحقیقات منابع آب - وزارت نیرو (تماب)

جدول ۴: تغییر اندازه ذرات خروجی از سد میناب با توجه به دبی جریان ورودی

دبی ورودی(مترمکعب بر ثانیه)	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰
حداقل قطر ذره قابل ته نشینی در مخزن(میلیمتر)	۰/۰۰۴	۰/۵۵	۰/۰۷۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵	۰/۰۴۰

منبع: تحقیقات منابع آب - وزارت نیرو (تماب)

قابل ذکر است محاسبات مربوط به روش اخیر برای ذرات ریزدانه معتبر بوده و در این روش فرض به‌تله‌اندازی صد در صد ذرات درشت‌تر از سیلت است. باتوجه به نتایج بدست آمده ملاحظه می‌شود که در جریان‌سیلابها، بخش زیادی از ذرات ریز شامل: سیلت و رس می‌توانند از مخزن خارج شوند بطوریکه راندمان تله اندازی‌مخزن در جریان سیل بهمن ۱۳۷۱ معادل ۳۸ درصد بدست آمده است.

احداث سد و تغییر پایداری رودخانه میناب

تغییرات در فرآیندهای فرسایشی و تنظیمات در بستر رودخانه توسط محققین در مناطق مختلف(کروپ،۲۰۰۵) گزارش شده است. تغییر در میزان فرسایش در پایین دست سد در بستر رودخانه ها، به طور متوسط ۳۰ میلی متر در سال و حداکثر به طور محلی ۵۰۰ میلی متر در سال گزارش شده است(پیتز،۲۰۰۵). ای میزان در رودخانه‌هایی که کناره های بستر آنها از فرسایش پذیری بالایی برخوردار می باشد، در حداکثر است(بیانی خطیبی،۱۳۸۷).

همچنین تغییر کاربری بستر رودخانه پس از احداث سد از عوامل مؤثر در تغییر پایداری رودخانه به حساب می‌آید. این‌موضوع در پایین دست سدهایی مثل سد میناب که در مسیر رودخانه فصلی احداث شده از اهمیت ویژه‌ای برخورداراست. در زیر به پاره‌ای از این موارد اشاره می‌شود.

الف)احداث سد و تشدید فرسایش بستر

از دیدگاه تحلیلی چنانچه میزان برآورد رسوب در مقطعی از رودخانه کمتر از حد پتانسیل انتقال و یا ظرفیت‌حمل آن باشد، وقوع فرسایش را می‌توان انتظار داشت(یمانی،۱۳۸۵). قبلا بیان شد که در اثر احداث سد تا حدود ۹۴ درصدرسوبها در زمان سیلابی و در زمان غیر سیلابی تا حدود صددرصد رسوبی در پشت دریاچه سد میناب به تله می‌افتد.این بدان معناست که آب بدون بار رسوبی از دریچه‌های سد تخلیه شده و آب زلال توانایی فرسایش و حمل رسوب‌در پایین دست سد را دارد و از این طریق فرسایش بستر و حتی کناره‌های آن افزایش پیدا می‌کند. براساس‌بررسی‌هایی که از مقاطع عرضی بعد از سد انجام شد، بیشترین فرسایش در بستر رودخانه میناب بعد از سد، متعلق به مقاطع نزدیک به سد بود که نشان دهنده فرسایش در اثر احداث سد می‌باشد.

دانه بندی: بر اساس نمونه های برداشت شده ، که به روش الک کردن و هیدرومتری مورد بررسی قرار گرفت نمونه های ریز دانه دارای قطری معادل ۲۰-۲ میکرون بوده در حالیکه نمونه های درشت دانه که مربوط به بخش های بالایی رودخانه می باشد ، بین ۲/ تا بیش از ۲۰ سانتی متر می باشد . از آزمایشهای فوق چنین نتیجه گرفته می شود دانه رسوبها مشخص کننده مسافت ومیزان حمل ونقل و انرژی جریان می باشد. بر این اساس می توان گفت رسوبهای درشت دانه از سازندها و واحد های مقاوم تر به وجود آمده اند، و رسوب های ریز دانه نیز از سنگ های فرسایش پذیر تری حاصل شده اند . بیشتر رسوب ها از واحد های سنگی در محدوده موردمطالعه تشکیل شده وتنها بخش اندکی از رسوب‌ها از واحدهای سنگی بخش‌های بالاتر حوضه شکل گرفته است.

تخلخل : نسبت حجم حفرات موجود در یک رسوب ، به حجم کل رسوب را گویند ، که بر حسب درصد بیان می گردد. این مقدار در رسوب های مورد ازمایش قرار گرفته بین ۶۷-۶۱ درصد بدست آمده است .

منشایابی رسوب‌های رودخانه میناب: از برداشت‌رسوب‌های نمونه‌گیری شده، نتیجه‌گیری می شود که؛ حدود۴۴٪ آن آهک و مارن ۲۰٪ ماسه سنگ ۳۶٪ دیگر از واحد های غیر رسوبی منشا گرفته اند . نتایج مطالعات نشان می دهد که منشا اصلی رسوب های پائین دست رودخانه را واحد مکران دانسته ، که متشکل از مارن ماسه سنگ و کنگلومرای میناب می‌باشد. سیلابی بودن رودخانه میناب و ناپایداری کناره‌های آن به علت سخت بودن جنس رسوبها، کمبود بار معلق به‌علت احداث سد، تند بودن شیب رودخانه مخصوصا در واحد آبراهه باعث می‌شود که موقع فروکش کردن سیل،رسوبهای حمل شده که از کناره‌های فرسایش‌پذیر برداشته شده در پایین دست ته نشین شده و جزایر متعددی راتشکیل دهد. فرسایش‌پذیربودن سواحل رودخانه میناب و کمبود رسوبهای حمل شده نیز باعث گردیده که رودخانه‌حالت ناپایداری بخود گرفته و به همین علت خط القعر جریان در این رودخانه مرتب تغییر نماید. در اثر ایجاد سیلابهای‌استثنایی مواد مختلف از جمله گل و لای، در کنار بستر رودخانه انباشته شده و همین انباشته شدن رسوبهای ریز دانه‌و سایر مواد حمل شده از بالادست مقدمه‌ای برای ایجاد مئاندر می‌باشد. مئاندربزرگ رودخانه میناب که دربخش فرسایش رودخانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت سبب تغییر شیب شده و بدنبال آن تغییراتی در مسیر و مشخصات هندسی

رودخانه‌میناب ایجاد شده است. مئاندرهای ایجاد شده با توجه به شرایط هیدرولیکی رودخانه و بافت و مقاومت ساحل درتمام مسیر یکسان نیست و با توجه به شرایط فوق فرق می‌کند.

ب)تغییر اندازه ذرات حمل شده ناشی از برداشت مصالح

برداشت مصالح از بستر رودخانه، باعث تغییر ظرفیت حمل رودخانه در محل چاله‌های برداشت ناشی از آن‌خواهد شد(شویدی،۱۳۷۸). جریان آب به پایین دست سد میناب، بعد از احداث آن به کلی قطع گردیده و فقط در زمان بارانهای سیل‌آسا و طغیانهای استثنایی، از طریق سرریزها و تخلیه کننده‌های تحتانی، آب وارد بستر رودخانه می‌شود. بخشی ازرسوبهای حمل شده با جریان آب هنگام ورود به چاله ته نشین شده و جریان خروجی از چاله‌ها رسوبهای کمتری را با خود حمل نموده و از نظر دانه‌بندی نیز این رسوبها تغییر می‌نمایند، بطوریکه رسوبهای درشت دانه در اولین چاله گیر افتاده و در اثر تغییرشیب امکان انتقال به پایین دست را نمی‌یابند .لذا رسوبهای ریزدانه به پایین منتقل می‌شوند که علاوه بر تغییرات کمی در رسوبها، بستر رودخانه با تغییرات‌کیفی از نظر رسوب گذاری نیز مواجه خواهد شد. تبعات این وضعیت این خواهد بود که تمامی رسوبهای درشت‌شامل شن و ماسه در چاله ته نشین شده و رسوبهای خروجی، شامل ماسه ریز، سیلت و رس خواهند بود. این عامل‌میتواند فرسایش بستر و کناره‌ها در پایین دست را بهمراه داشته باشد، زیرا جریان آب، برای تأمین با رسوبی مورد نیازخود، کناره‌ها و بستر رودخانه را فرسایش داده و رسوبهای لازم را با خود به پایین دست حمل می‌نماید. برای‌جلوگیری از این کار، علاوه بر رعایت فواصل لازم بین چاله‌های برداشت، مقدار بار تعیین شده برای برداشت مصالح‌را نیز بایستی در نظر گرفت.

نتیجه گیری(تغییرات رسوب شناسی و مرفومتری کانال ناشی از احداث سد)

با کاهش دبی رسوب و افزایش قدرت آب، محدوده بالا دست رودخانه دچار فرسایش شدیدی شده که این امر علاوه بر تدارک رسوب موجب افت بستر رودخانه و افزایش شیب کناره ها و تسریع حرکت مواد بر روی دامنه شده که خود میزان مواد تخریبی کف بستر را افزایش و زمینه مناسبی جهت انتقال رسوبات زیادی را به مناطق پایاب رودخانه به ویژه در مواقع سیلاب های حاصل از سرریز سد میناب شده است.

با افزایش ارتفاع کناره ها و شیب آنها فرآیندهای رسوبی تغییر می نمایند. این امر به ویژه در حدفاصل سد میناب تا پل میناب به وضوع نمایان است. بطوریکه یکی از ویژگی های مورفولوژیکی رودخانه میناب در این بخش ، کناره هایی پر شیب که فعالانه در حال فرسایش می باشند است. بتدریج با کاهش ارتفاع کناره ها و در نتیجه شیب آنها عملکرد فرآیندهای فرسایش کاوشی کندتر می گردد ولی هنوز کناره ها بصورت ناپایدار می باشند.

با احداث سد میناب میزان دبی رسوب(QS) کاهش یافته است. رابطه شماره ۲ ارتباط متقابل متغیرهای دبی رسوب و سایر مولفه های ژئومورفولوژیکی را نشان می دهد.

$Qs^{-} \sim W^{-} d^{+} F^{-} L^{-} S^{-} P^{+}$ رابطه شماره ۲

میزان بار رسوبی با پهنا (**W**)، طول موج مئاندر (**L**)، نسبت عمق/ پهنا(**F**) رابطه عکس دارد. بعبارتی با کاهش بار رسوبی در نتیجه احداث سد، پهنای رودخانه میناب در قسمت علیای رودخانه میناب (بویژه سد تا پل میناب) کاهش و پشته های میانرودی و جزیره ای و شیب کناره ها توسعه و افزایش یافته است.بررسی های میدانی و مشاهده شواهد ژئومورفولوژیکی و تدقیق آنها با موقعیت فرآیندهای محلی صحت نتایج مذکور را تائید و گواهی بر نقش ژئومورفولوژی رودخانه ای در شناخت هر چه بهتر تغییرات رودخانه و مدیریت آنها می باشد. همچنین همانطور که در رابطه و جدول ذیل مشخص شده با کاهش بار رسوبی شیب کانال رودخانه میناب افزایش یافته که در پروفیل طولی رودخانه بوضوح مشاهده می گردد(شکل ۷). احداث سد میناب علاوه بر کاهش دبی رسوب موجب کاهش دبی پایه رودخانه میناب شده که نتایج ژئومورفولوژیکی مترتب بر این امر در رابطه شماره ۳ مشخص شده است.

$Q^{-} Qs^{-} \sim W^{-} d^{-/+} F^{-} L^{-} S^{-/+} P^{+}$ رابطه شماره ۳

در پایین دست سد میناب، رواناب(دبی)، بدلیل تقلیل شیب و تعریض بستر رودخانه و افزایش پوشش گیاهی که موجب نفوذ آب در زمین می گردد، کاهش می یابد. سایر تغییرات مورفولوژیکی در رابطه 4 مشخص شده است.

$Q^{-} Qs^{+} \sim W^{-/+} d^{-} F^{+} L^{-/+} S^{+} P^{-}$ رابطه شماره ۴

همانطور که در جدول شماره ۵ آمده است ویژگی های مورفولوژیکی حوضه بطور سیستماتیک بر یکدیگر تاثیر گذاشته و یکدیگر را تغییر می دهند. با توجه به تغییرات حاصل از احداث سد و قطع دبی پایه و همچنین با در نظر گرفتن برداشت های بی رویه و بدون مطالعه مصالح (شن و ماسه) از بستر رودخانه میناب این کنش و واکنش به صورتی پویا موجب تغییر چشم اندازهای رودخانه ای در رودخانه میناب می شود که میتوان با توجه به روابط تجربی موجود (جدول ۵) نتایج کیفی مورفولوژیکی این امر را پیش بینی و جهت اتخاذ سیاست های درست و بهینه در زمینه بهره برداری از رودخانه میناب بکار بست.

جدول ۵ : پیش بینی کیفی واکنش ریخت شناسی به تغییرات حوضه در رودخانه میناب

افزایش رواناب(دبی) :	**کاهش رواناب(دبی) :**
بعنوان مثال ؛ ناشی از افزایش بارش $Q^{+} \sim W^{+} d^{+} F^{+} L^{+} S^{-}$ افزایش دبی رسوب به تنهای : بعنوان مثال ؛ ناشی از فعالیت های عمرانی / چرای بی رویه $Qs^{+} \sim W^{+} d^{-} F^{+} L^{+} S^{+} P^{-}$ افزایش دبی آب و رسوب : بعنوان مثال ؛ جنگل کاری / افزایش حالت توفانی $Q^{+} Qs^{+} \sim W^{+} d^{-/+} F^{-} L^{-} S^{-/+} P^{+}$ افزایش رواناب و کاهش بار رسوبی بعنوان مثال ؛ شهر نشینی (بعد از عمران) $Q^{+} Qs^{+} \sim W^{-/+} d^{+} F^{-} L^{-/+} S^{-} P^{+}$	بعنوان مثال ؛ ناشی از کاهش بارش / احداث سد $d^{-} F^{-} L^{-} S^{+-} \sim W^{-} Q$ کاهش دبی رسوب : بعنوان مثال ؛ احداث سد / ناشی از انجام عملیات حفاظت خاک / تقویت خاک های مزروعی $Qs^{-} \sim W^{-} d^{+} F^{-} L^{-} S^{-} P^{+}$ کاهش دبی آب و رسوب : بعنوان مثال ؛ ناشی از احداث سد $d^{-/+} F^{-} L^{-} S^{-/+} P^{+-} \sim W^{-} Qs^{-} Q$ کاهش رواناب و افزایش بار رسوبی بعنوان مثال ؛ نفوذ آب / کاهش بارش $F^{+} L^{-/+} S^{+} P^{--} Qs^{+} \sim W^{-/+} d^{-} Q$

علائم اختصاری				
Q = رواناب W= پهنای رودخانه	Qs= بار رسوبی D= عمق	F= عمق/پهنا (نسبت) S= شیب کانال	L= طول موج مئاندر P= سینوسیته	

به طور کلی با توجه به آنچه که بیان شد ، می توان گفت که سیستم های رودخانه‌ای، سیستم بسیارحساسی هستندکه در مقابل بی تعادلی ایجاد شده پاسخ می دهند و در نیمرخ طولی آنها تغییراتی درجهت رسیدن به تعادل مجدد رخ می‌دهد. براساس مطالعه به عمل آمده، رودخانه میناب نیز از این امر مستثنی نبوده و احداث سد در مسیر این رودخانه ، تغییرات عمده‌ایی را در دینامیک رسوب و جریان آب و متعاقب آن بر مورفولوژی بستر به همراه داشته است.

منابع

۱. بهادری، فیروز، فرسایش بستر رودخانه‌ها، انجمن هیدرولیک ایران، مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی سال ۱۳۷۴

۲. بهادری، فیروز، کنترل فرسایش رودخانه، انجمن هیدرولیک ایران، ۱۳۷۴، کتابخانه مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی

۳. بیانی خطیبی،مریم، ۱۳۸۷، بررسی نحوه‌ی تاثیر سد سهند بر تغییر مورفولوژی بستر جریان رودخانه‌ی قرنقو، بر ویژگی های فرسایشی و رسوب‌زایی آن، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، بهار و تابستان

۴. چورلی، ریچارد جی(۱۳۷۹)، ژئومورفولوژی، ترجمه احمد معتمد، جلد سوم، سمت.

۵. خسرو تهرانی ، خسرو ،چینه شناس ایران ، انتشارات دانشگاه تهران ، ۱۳۶۷

۶. درویش زاده ، علی ، زمین شناسی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور ، ۱۳۷۶

۷. رفاهی ، حسینقلی ،فرسایش آبی و کنترل آن ، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۷۸

۸. سازمان زمین شناسی و اکتشافات کشور ، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰

۹. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ، ۱۳۷۷، نقشه های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ و ۲۵۰۰۰۰ : ۱ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۱۰. شویدی، رامین، بررسی تغییرات نیمرخ طولی بستررودخانه متأثر ازبرداشت مصالح ـ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه هیدرولیک ـ دانشکده عمران،دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی، اردیبهشت ۱۳۷۸.

۱۱. مهندسین مشاور لار، گزارش مطالعات زمین‌شناسی، جلد سوم، مطالعات مرحله یک، ساماندهی رودخانه میناب سال ۱۳۷۴.

۱۲. نوحه گر ، احمد ، تحولات ژئومورفولژی حوضه آبریز جغین ، پایانامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه تهران ، ۱۳۷۶

۱۳. نوحه گر ، احمد، ژئومورفولوژی رودخانه میناب و مدیریت آن ، پایان نامه دکتری ، بهمن ماه ۱۳۸۰

۱۴. وزارت نیرو ، آمار دبی رسوب سد میناب ، ۱۳۷۶

۱۵. وزارت نیرو ، بررسی سیلاب های رودخانه های استان هرمزگان ، ۷۸-۱۳۷۱

۱۶. وزارت نیرو ، سالنامه ها و آمار نامه های جریان آب و بارندگی ، ۱۳۷۸-۱۳۴۱

۱۷. یمانی، مجتبی و محمد مهدی حسین زاده، هیدرودینامیک رود خانه های تالار و بابل و نقش آن در ناپایداری، و تغییر مشخّصات هندسی آنها ، پژوهش های جغرافیایی – شماره ۵۵، بهـار ۱۳۸۵

۱۸. یمانی، مجتبی، ژئومورفولوژی ساحلی، پایان نامه دوره دکتری، اسفند ماه ۱۳۷۵

19. Church, M A 1992 Channel morphology & typology, in Calow, P & Petts, GE (Eds) The river handbook; hydrological and ecological principles, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 126 – 143.

20. Azanon,j.,g,Antonito.V,Pena and j,M.Carrillo(2005)Late quaternary large scale rotational slides induced by river incision.Geomorphology.69:152-168