پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال سوم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۳
صص. ۱۴۳-۱۳۰

طبقه بندی هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با مدل روزگن

صدیقه لایقی* – کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی
امیر کرم– استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۱۰ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۱۰/۲۷

چکیده

به منظور پیش بینی تغییرات هیدروژئوموفولوژیک رودخانه جاجرود، در جهت احیای رود و اقدامات مدیریتی به سامان از سیستم طبقه بندی مورفولوژیکی(کمی و کیفی)روزگن بهره گرفته شده است. در این پژوهش ۲۳کیلومتر از رودخانه جاجرود، حدفاصل سد لتیان و سد ماملو مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داد بخش اعظم بازه مطالعاتی دارای الگویDA است و بخش کمی از رودخانه دارای الگویB با وضعیت بسیار نامطلوبی است. در قسمتهایی با الگوی جریان D3 تغییر در دبی رودخانه به نفع آن نمی باشد و بایستی تدابیر مدیریتی مناسب مانند مقاوم سازی کناره های رودخانه انجام گیرد. مناسب تر است در قسمتهایی با الگوی جریان D4 ، مدیریت مناسبی در خصوص عدم استفاده از برداشت مصالح، عدم اجازه احداث حوضچه های پرورش ماهی سنتی در داخل بستر رودخانه و کنترل کاربری اراضی حاشیه صورت گیرد. تاثیر کنترلی پوشش گیاهی بر الگوی جریانهای D , C , DA , E بسیار بیشتر از الگوی B است. تغذیه رسوبی در الگوهای جریانی C5 , D4 , D5 , C4 , C6 زیاد تا خیلی زیاد می باشد. لذا با انجام اقدامات کنترلی در بالادست رودخانه و عملیات آبخیزداری در کناره ها مانند احداث گابیون، کنترل پوشش کناره ها و اصلاح خاک تا حد زیادی میزان می توان تخریب را کاهش داد.

واژگان کلیدی: هیدروژئومورفولوژی، مدل روزگن، ژئومورفولوژی رودخانه ای و جاجرود

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۴۲۹۱۸۶۴ E-mail: layeghi.2013@gmail.com

مقدمه

رودخانه‌ها دایماً در حال تغییر و تحول می‌باشند. تغییر و دگرگونی مستمر از اصول حاکم بر هر رودخانه‌ای است. همگام با حرکت و جاری شدن آب ونشست رسوب در بستر آن، تغییر و جابجایی در سایر مشخصات هندسی رودخانه شروع می شود. کارهای مهندسی رودخانه برای تغییرات دبی رود، دبی رسوب، مسیر رودخانه، عمق آبراهه، پهنه سیل‌گیر و کیفیت آب مورد نیاز می‌باشد. دگرگون‌شدن شرایط پایدار رودخانه، فعل و انفعالات جدید و تغییرات متوالی را در مشخصه‌های فیزیکی رودخانه در پی خواهد داشت. مهم‌ترین نقش مطالعات مورفولوژی درچنین رودخانه‌هایی، تعیین کمی و کیفی عکس‌العمل رودخانه و پیش‌بینی روند تغییرات آینده رود می‌باشد(مطالعات ریخت شناسی رودخانه ها، نشریه ۵۹۲).

در ایران همه ساله پهنه‌های وسیعی از اراضی مرغوب و حاصلخیز سواحل رودخانه‌ها و مسیل‌ها بر اثر عبور جریان‌های سیلابی فرسایش یافته و تخریب می‌شوند. تداوم فرسایش کناره‌ای هر ساله موجب تخریب اراضی کشاورزی، تأسیسات ساحلی، پل‌ها و اماکن مسکونی و عمومی می‌شود. بنابراین جهت سازماندهی و مدیریت رودخانه و کنترل فرسایش و شناخت وضعیت کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی آن درآینده، بررسی مورفولوژی رودخانه ها ضروری است. البته می توان با بررسی عکس‌العمل طبیعی رودخانه، تغییرات طبیعی یا تغییرات ناشی از اقدامات و اجرای طرح‌ها و اصلاح مسیر و حفاظت و تثبیت دیواره‌ها را در آینده پیش‌بینی نمود(شریفی اسدی،۱۳۹۰: ۳).

یکی از روش‌هایی که در بررسی رودخانه‌ها استفاده می شود، طبقه‌بندی رودخانه است. هدف اصلی از طبقه-بندی رودخانه، ساده‌سازی فرایندهای هیدرولیکی و رسوب‌شناسی و در نهایت پیش‌بینی رفتار رودخانه است. تاکنون رودخانه‌ها از دیدگاه‌های مختلفی طبقه‌بندی شده اند که از جمله مبانی این طبقه‌بندی‌ها می‌توان به توپوگرافی، شیب، دبی جریان، سن رودخانه و الگو در پلان اشاره کرد(مطالعات ریخت شناسی رودخانه ها، نشریه ۵۹۲). در پژوهش حاضر سیستم طبقه‌بندی رودخانه از دیدگاهی متفاوت با سایر طبقه‌بندی‌های متداول ارائه شده است. این طبقه‌بندی توسط محقق آمریکایی به نام روزگن۱(۱۹۹۴) به جامعه مهندسی رودخانه ارائه شده است. روزگن منطق طبقه‌بندی رودخانه‌ها را از حالت صرفاً توصیفی خارج کرده و ضمن بهره‌گیری از مباحث کیفی، معیارهای کمی مهندسی را نیز لحاظ نموده است. لذا با این منطق پیش‌بینی رفتار رودخانه‌ها به صورت مناسب‌تری امکان‌پذیر خواهد شد. روش روزگن کامل-ترین و جامع‌ترین روش ارائه شده تا کنون بوده و دربرگیرنده بسیاری از خصوصیات سیستم‌های قبلی است.

مبانی نظری

اولین طبقه‌بندی به رسمیت شناخته شده توسط دیویس۲ در سال ۱۸۹۹ انجام گرفته است. دیویس رودخانه‌ها را بر اساس مرحله تکامل و تعدیل آنها به سه دسته جوان، بالغ و پیر تقسیم‌بندی کرد. لئوپولد و ولمن۳(۱۹۵۷) بر اساس ضریب سینوزیته و نسبت عرض به عمق، شکل رودخانه‌های آبرفتی را به سه دسته مستقیم، مئاندری و شریانی تقسیم کرده است. یک کلاسه‌بندی توصیفی توسط شوم۴(۱۹۶۳) بر اساس دو فاکتور پایداری مسیر رودخانه و انتقال رسوب ارائه شده است. طبقه‌بندی بعدی توسط کالبرتسون و همکاران۵(۱۹۶۷) بر اساس رسوبگذاری، پوشش گیاهی، شکل

[1] Rosgen
[2] Davis
[3] Leopold & Wolman
[4] Schumm
[5] Culbertson et al

مسیر، ارتفاع کناره‌ها، خاکریزها و نوع سیلابدشت‌ها ارائه شده است. ترنبری۱ (۱۹۶۹) بر اساس اشکال مختلف دره، الگوهای رودخانه را به پیشین رود (antecedent) ،رونهاد(superpose)رودخانه عادی (consequent) و میان رود(subsequent) طبقه بندی کرد. معیارهایی که برای طبقه بندی های فوق به کار رفته بر اساس خصوصیات کیفی ژئومورفیکی بنا شده است. این موضوع موجب تناقض بین سیستم های طبقه بندی می شود. خان۲(۱۹۷۱) طبقه‌بندی کمی را برای رودخانه‌های با بستر ماسه‌ای (شنی) و بر مبنای پارامترهای سینوزیته، شیب و الگوی آبراهه ارائه کرده است. برای پوشش طیف وسیع‌تری از مورفولوژی جریان، یک طرح طبقه‌بندی توصیفی بر روی رودخانه‌های کانادا توسط کلرهالز و همکاران۳(۱۹۷۲، ۱۹۷۶)، گالای و همکاران۴(۱۹۷۳) و مولارد۵(۱۹۷۳) توسعه و بسط داده شده است. نتیجه فعالیت محققان کانادایی توضیح و تفسیرکاملی از اشکال آبرفتی رودخانه است .طبقه بندی نانسون و کروک ۶ (۱۹۹۲) به منظورتشریح دشت های سیلابی می باشد که شامل اندازه ذرات ،مورفولوژی آبراهه و مواد کنار رودخانه است . چرچ و رود۷(۱۹۸۳) با استفاده از اطلاعات گردآوری شده از رودخانه‌های متعدد آبرفتی کمک به دسته‌بندی دشت‌های سیلابی کرده اند. پیکاپ۸(۱۹۸۴) برای نشان دادن ارتباط نوع و مقدار رسوب به بررسی خصوصیات مورفولوژیکی رودخانه‌های آبرفتی از قبیل نوع، جنس رسوب و اندازه ذرات رسوب را پرداخته است. سلبی۹(۱۹۸۵) رابطه بین فرم و شیب رودخانه‌های آبرفتی و نوع و جنس رسوب و اندازه ذرات رسوب را نشان داده است. روزگن (۱۹۹۴) روش طبقه-بندی خود را در سال ۱۹۹۴ ارائه کرده وتلاش نموده منطق طبقه‌بندی رودخانه‌ها را از لحاظ توصیفی خارج کند و براساس ویژگیهای مورفولوژیکی رودخانه ارائه دهد. حتی پژوهش‌های جدیدتر در این زمینه گودی (۲۰۰۴)، کاستیج (۲۰۰۵) و گارد (۲۰۰۵) بیشتر در یک قالب رده‌بندی ارائه شده است. هم اکنون در آمریکا ، کانادا، استرالیا و در کشور های پیشرفته دیگر دنیا در بسیاری از پروژه های آبخیزداری،پرورش و حفاظت از آبزیان و... از این طبقه بندی استفاده می کنند. روزگن، لئوپولد،ولمن، مونتگمری و بافینگتون را می توان با عنوان استادان مورفولوژی رودخانه در دنیا نام برد (مطالعات ریخت شناسی رودخانه ها، نشریه ۵۹۲).

در ایران مطالعات کمتری به نسبت دنیا در زمینه طبقه بندی رودخانه ها انجام گرفته است. کتاب اصول مقدماتی مهندسی و ساماندهی رودخانه تألیف دکتر عبدالرسول تلوری (۱۳۸۳)، نشریه‌های وزارت نیرو شامل راهنمای فرسایش و حفاظت رودخانه (دی ماه۱۳۸۳)، راهنمای مطالعات ریخت‌شناسی رودخانه‌ها (۱۳۹۱) و راهنمای شکل هندسی مقطع و راستای رودخانه (۱۳۹۲) در این راستا تهیه شده است. مقالات از جمله، آصف‌پور (۱۳۸۵) با عنوان مروری بر روش‌های مختلف طبقه‌بندی رودخانه‌ها و کاربرد آنها برای رودخانه‌های کارون و دز، طالبی و بایزیدی (۱۳۸۷) در بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه سبزکوه با استفاده از طبقه بندی روزگن، خطیبی (۱۳۸۸) در ارزیابی سطوح مختلف طبقه‌بندی رودخانه‌ها وکاربرد آنها برای رودخانه سفیدرود، حسام‌زاده (۱۳۸۹) با عنوان شناخت نوع رودخانه خررود (استان قزوین) بر اساس فرم و شکل هندسی کانال،کرم‌الهی (۱۳۸۹) باعنوان بررسی ریخت‌شناسی رودخانه خمیگان با استفاده از طبقه-بندی روزگن ، خدابخش و حسام‌زاده (۱۳۹۰) با عنوان شناخت الگوی کانال رودخانه خررود براساس شاخص‌های ریخت‌شناسی و رسوب‌شناسی، مطالعه موردی حوضه‌آبریز لاویج رود توسط رضا اسمائیلی (۱۳۹۰) ، تغییرات مورفولوژی رودخانه مرزی هیرمند در روابط سیاسی ایران و افغانستان توسط مرجان بدیعی (۱۳۹۰) ، ارزیابی مورفولوژی مجرای

---

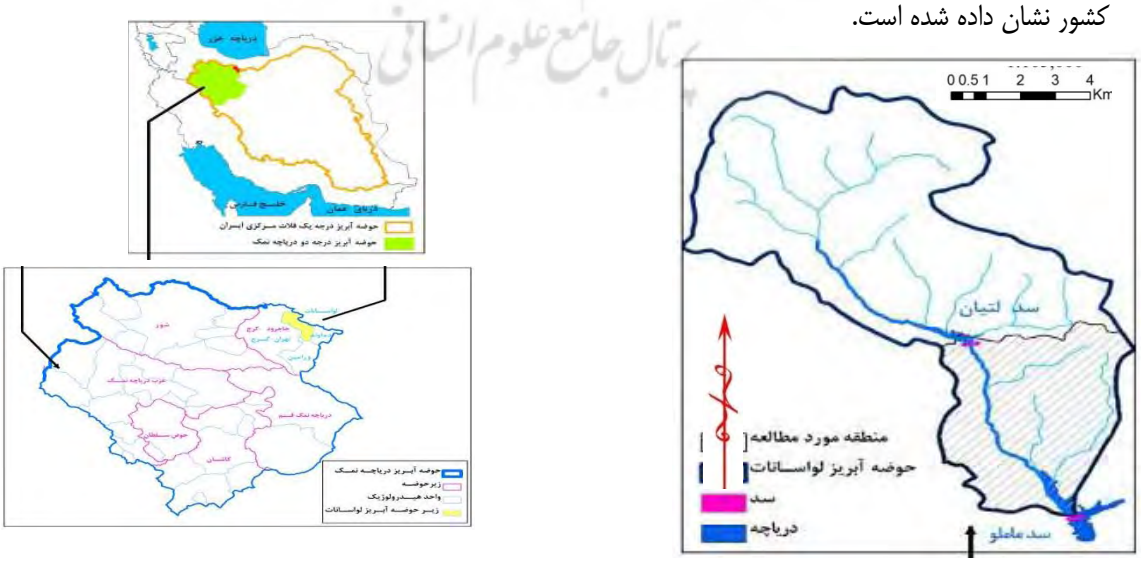
[1] Khan
[2] Khan
[3] Kellerhals et al
[4] Galay et al
[5] Mollard
[4] Nanson & Crook
[5] Church & Rood
[8] Pichup
[9] Sebly

رودخانه لیقوان با روش طبقه‌بندی روزگن (۱۳۹۲) توسط روستایی، خورشیددوست و خالقی، حسین زاده، اسماعیلی و متولی(۱۳۸۴) طبقه بندی بر روی رودخانه بابل و تالار در محدوده جنگلی ساحلی و در نهایت بررسی برآورد شاخص فرسایش کناری روزگن در رودخانه ها با استفاده از مدل (Hec-Ras) توسط پامساری ، پاشاکی و کاویان فر(۱۳۹۰) بر روی رودخانه خرسان صورت گرفته است .

تلاش های اولیه برای شیوه طبقه بندی روزگن از سال ۱۹۷۳آغاز گردید ونسخه اولیه آن در سال ۱۹۸۵ به جامعه علمی معرفی شد. طبقه بندی روزگن شامل چهار سطح است. سطح I شامل ویژگی های ژئومورفیکی رودخانه است . سطح IIشامل بررسی مورفولوژیکی است که با استفاده از فاکتور های به دست آمده از سطحI وهمچنین اندازه ذرات تشکیل دهنده آبراهه به دست می آید. سطحIII بر وضعیت رودخانه مشتمل بر پوشش رودکنار ،الگوهای رسوبی ،الگوهای مئاندری ،رژیم جریان،فرسایش پذیری رودکنار،وجود ووقوع جریان های واریزه ای ، زیست ماهیان تاکید می کند. سطح IVشامل بررسی فاکتورهای موثر بر مورفولوژی رودخانه و روابط آنها با یکدیگر است. این سطح از طریق محاسبات و بررسی های مستقیم انتقال رسوب ،نرخ فرسایش حاشیه رودخانه ،فرآیند های تشکیل و تخریب ، داده های زیستی مثل بایومس ماهیان ،حشرات آبزی،ارزیابی پوشش حاشیه رودخانه مورد ارزیابی قرار می گیرد. این طبقه‌بندی تنها در تعداد اندکی از رودخانه‌های ایران انجام شده است(مطالعات ریخت شناسی رودخانه ها، نشریه ۵۹۲).

مشخصات منطقه مورد مطالعه:

جاجرود رودخانه دایمی است که در سه حوضه آبریز لواسانات، دماوند و ورامین واقع شده است. این حوضه از شمال به حوضه آبریز رودخانه لار ،از جنوب به دشت (اراضی بیابانی) ورامین و رودخانه شور و از شرق به حوضه آبریز حبله رود و از غرب به حوضه های تهران و رودخانه کرج محدود گردیده است. منطقه مورد مطالعه با وسعت ۲۸۷کیلو متر مربع در طول جغرافیایی ' ۳۹- ° ۵۱ تا ' ۵۱ - ° ۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی '۳۶-° ۳۵ تا '۴۹-° ۳۵ شمالی واقع شده است. بازه مورد مطالعه بخشی از حوضه آبریز لواسانات است که در جنوب شرق شهر تهران قرار گرفته است و در حدفاصل دو سد لتیان در شمال و سد ماملو در جنوب منطقه واقع شده است. از سر شاخه های مهم رودخانه جاجرود می توان از آب میگون، آب آهار و رودخانه لوارک که قبل از سد لتیان به هم پیوسته و در پائین دست رودخانه دماوند با سر شاخه هائی مانند ایرا وکریتون در محل سد ماملو به جاجرود ملحق و در جهت جنوب طی مسیر می دهد و پائین تر از روستای حمامک در دشت ورامین پخش می گردد. در تصویر ۱موقعیت منطقه مورد مطالعه درتقسیمات حوضه آبریز کشور نشان داده شده است.



تصویر۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه درتقسیمات حوضه آبریز کشور

بخش وسیعی از منطقه مورد مطالعه در طبقه ارتفاعی ۱۶۵۰تا ۱۷۵۰ متر، با شیب ۱۰ تا ۲۵ درصد در تیپ کوهستان و تپه ماهوری همراه با سازندهای حساس واقع شده است. رودخانه جاجرود زهکش اصلی منطقه با رژیم برفی – بارانی از ارتفاعات شمشک در سلسله جبال البرز سرچشمه گرفته است . رودخانه در اقلیم نیمه خشک سرد واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه در منطقه در حدود ۲۶۵/۴ میلیمتر است که که رژیم مدیترانه ای را تداعی می کند. حداقل و حداکثر دما درمنطقه ۱۳- تا ۴۳ می باشد. سرعت باد غالب ۰/۸ متربرثانیه در ایستگاه لتیان و جهت باد غالب غربی می باشد.

کوههای واقع در منطقه به صورت نوارهائی در شمال و بخشهائی در میانه منطقه مورد مطالعه واقع شده است. کوهها عمدتاً از نظر پوشش خاکی فقیر می باشند. کوههای واقع در نیمه شمالی دارای رخنمونهای سنگی زیاد به صورت توده سنگی و رشته کوههای بخش میانی علیرغم عدم وجود رخنمونهای سنگی زیاد به دلیل وجود لایه‌های مارنی، نمکی و گچی از پوشش گیاهی بسیار کمی برخوردار هستند.

روند رخداد فرسایش آبی خاک در آنها زیاد تا خیلی زیاد است به گونه‌ای که در برخی از اراضی می‌توان چهره اراضی مخروبه (Bad Land) یا بدبوم را نیز مشاهده نمود.

رودخانه جاجرود از لحاظ ریخت شناسی در دشت های رسوبی رسی در انتهای حوضه زهکشی جاجرود و مخروط افکنه آن قرار گرفته است. دارای بافت خیلی سنگین و زهکشی نامناسب می باشد. در فصول بارندگی گاهاً حالت ماندابی به خود می‌گیرند و بر روی مسیل های متعدد آبی به صورت شاخه‌شاخه مشاهده می‌شود.کابری فعلی این اراضی بایر و چراگاه اتفاقی با پوشش درختچه‌ای و مرتعی گیاهان رطوبت پسند است.

در حاشیه رودخانه جاجرود لندفرم های کوهستانهای نسبتاً مرتفع با کاربری بایر، اراضی کوهستانی کم ارتفاع با کاربری مرتع، تپه‌های کم ارتفاع با کاربری بایر و تراس‌های آبرفتی کوچک و محدود بین کوهی با کاربری زراعی و باغی دیده می شود.

دراراضی کوهستان نسبتاً مرتفع واقع در حاشیه سد لتیان و سد ماملو، دامنه‌های نامنظم که سنگ بستر آنها از سنگ‌های آهکی لایه لایه ژوراسیک و کرتاسه تشکیل شده است مشاهده می شود. این اراضی دارای نفوذ پذیری کم بوده و به دلیل لایه بندی و شرایط اقلیمی در آنها امکان تشکیل کارست فراهم نشده، از این رو تاثیر چندانی در تغذیه آبخوانها ندارند.

در اراضی کوهستانی کم ارتفاع واقع در ابتدای جریان رودخانه ، دامنه‌های منظم که روند ارتفاعات در آن ها شرقی- غربی بوده و دامنه‌ها دارای پوشش خاکی کم عمق سنگلاخی می باشند دیده می شود. سنگ بستر این اراضی از رسوبات پالئوسن شامل کنگلومرا و ماسه‌سنگ و مادستون (گل سنگ) با سیمان ضعیف تشکیل شده به همین دلیل سنگ بستر آن به عوامل فرساینده حساس بوده و آثار فرسایش موجود بر روی دامنه‌های این اراضی به شکل آبکندهای متعدد دیده می شود.

در تپه‌های کم ارتفاع واقع در اواسط رودخانه، دامنه‌های نسبتاً منظم و خط الراس‌های خطی شکل در منطقه دیده می شوند همراه با سنگ بستر کنگلومرای با سیمان مقاوم به همراه ماسه‌سنگ قرمز رنگ می باشد. فرایند غالب بر روی این اراضی هوازدگی فیزیکی است که حاصل آن به صورت واریزه‌های درشت دانه در کف دره‌ها و درز و شکست سنگ‌ها تجمع یافته است . اراضی این واحد تاثیر چندانی در نفوذ پذیری منابع آب به دلیل کم ترآوایی خود ندارند هرچند به دلیل عدم انحلال تاثیری بر کیفیت منابع آب نیز ندارند و در این اراضی چرای اتفاقی مشاهده می‌شود .

تراس‌های آبرفتی دارای خاک‌های نیمه عمیق تا عمیق بافت سنگین می‌باشند که در سرتاسر مسیر در کناره های رودخانه جاجرود به وفور دیده می شوند. واریزه های بادبزنی شکل سنگریزه دار در قطعات کوچک در شمال و بصورت یک پهنه بزرگ در میانه حوضه آبخیز مستقر شده‌اند که اغلب دارای پوشش مرتعی و چراگاه فصلی دام می باشند.

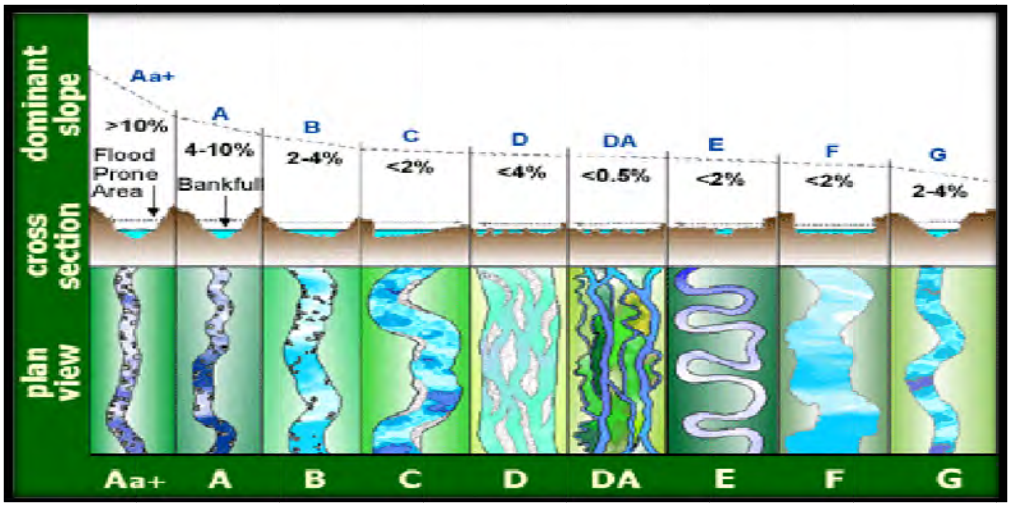
وجود زه‌آب در منطقه و به بیانی مناسبتر فاضلاب‌ها در بسیاری از قسمت های رودخانه جاجرود، باعث تخریب هرچه بیشتر پوشش گیاهی موجود در بستر و حاشیه رودخانه گشته است. البته رخداد فرسایش کناره‌ای در منطقه در بیشتر سواحل رودخانه با حجم وسیع دیده می شود.

روش تحقیق

اطلاعات و یافته‌های مورد نیاز این پژوهش به صورت کتابخانه‌ای و عملیات میدانی جمع‌آوری شده است. در این بررسی به کتاب‌ها و منابع علمی معتبر که در کتابخانه‌ها و آرشیو ادارات و سازمانهای دولتی موجود بود، رجوع شده است.

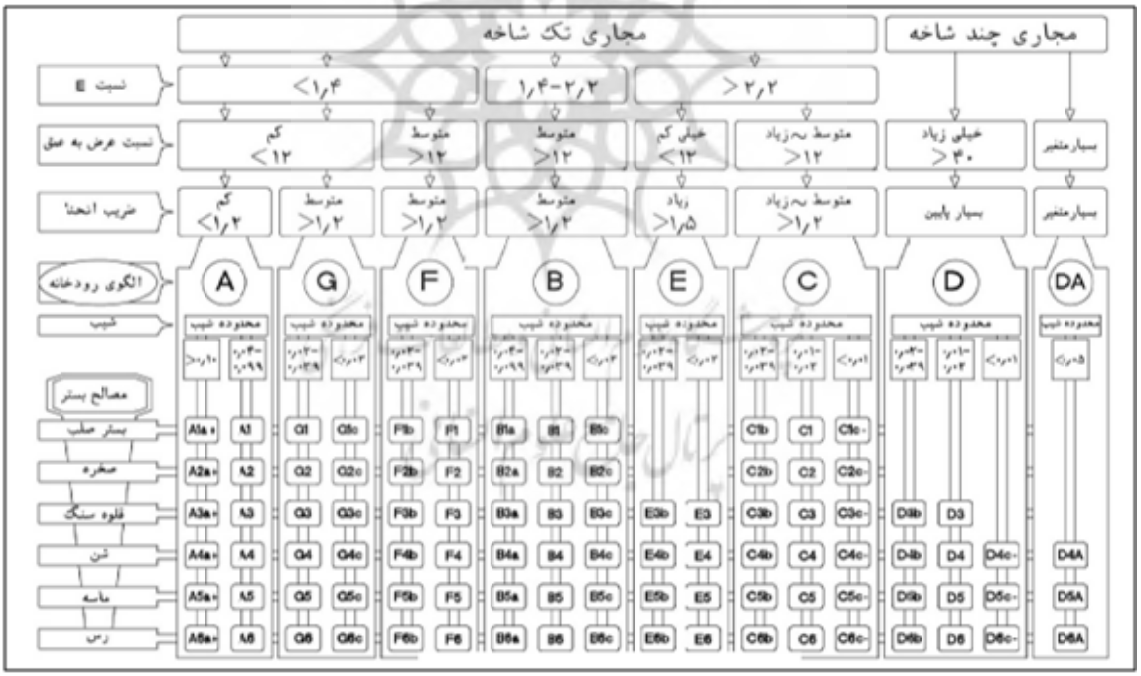
برای مطالعات محیطی، از تصاویر رقومی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ سازمان تصویر برداری کشور و ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی ، سازمان زمین شناسی کشور و ۱:۵۰۰۰۰قابلیت اراضی، موسسه تحقیقات آب و خاک کشور و تصاویر رقومی سالهای ۲۰۰۰ ، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۴ گوگل ارث و منابع آماری، جمعیتی از مرکز آمار ایران و گزارشات شرکت مدیریت منابع آب، شرکت سهامی آب منطقه ای تهران برای تهیه حوضه های آبریز و اطلاعات منابع آب سطحی و زیرزمینی استفاده گردید. برای تکمیل اطلاعات منطقه، به بازدید میدانی و عکسبرداری از منطقه پیرامون رودخانه جاجرود پرداخته شده است. در ۱۸ مقطع از بازه رودخانه نیز پروفیل عرضی زده شد. همچنین در بازه هایی مقادیری از رسوبات اطراف رودخانه برداشت شد و اندازه آنها با الک و تلق نمونه درمحل اندازه گیری گردید. در تصاویر ۲، ۳و۴ میله مدرج برای اندازه گیری عمق و سطح آب و تلق نمونه و الک برای تعیین اندازه مصالح بستر نشان داده شده است.

تصاویر ۲، ۳ و ۴ : میله مدرج برای اندازه گیری عمق و سطح آب و تلق نمونه و الک برای تعیین اندازه مصالح بستر در سطح یک مدل روزگن، آمار آبدهی و مشخصات ایستگاه های آب سنجی، آمار رسوب دهی و مشخصات ایستگاه های رسوب سنجی، آمار و اطلاعات مواد رسوبی، نقشه های توپوگرافی، عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای، زمین شناسی، زمین ریخت شناسی، اطلاعات فیزیوگرافی رودخانه و مشخصات هندسی مسیر، مطالعات هواشناسی، هیدرولوژی و اطلاعات حاصل از بازدیدها و مطالعات صحرایی از منطقه مورد مطالعه به تفصیل بررسی گردید. در تصویر شماره ۵ طبقه‌بندی رودخانه در سطح یک مدل روزگن به تصویر درآمده است.



تصویر شماره ۵ : طبقه‌بندی رودخانه در سطح یک مدل روزگن

در سطح دوم مدل روزگن، پارامترهای سینوزیته، نسبت عرض به عمق، شاخص گود افتادگی، شیب منطقه، بده جریان، مواد بستر وکناره، شیب طولی، بار رسوب رودخانه، پوشش گیاهی، زبری بستر، شرایط زمین شناسی منطقه و اقدامات انسانی در نقاطی که پروفیل عرضی و طولی زده شده ، محاسبه و گردآوری گردید. در تصویر شماره۶ کلید تقسیم‌بندی رودخانه‌ها در سطح دوم مدل روزگن ارائه شده است.

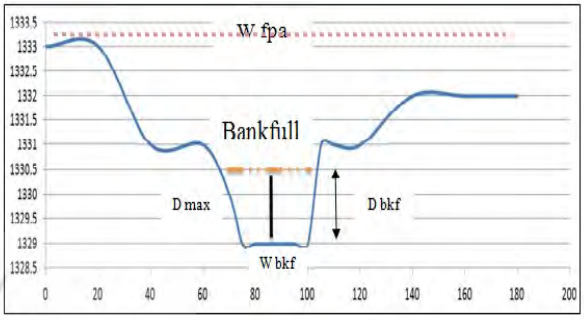


تصویر شماره۶ : کلید تقسیم‌بندی رودخانه‌ها در سطح دوم مدل روزگن

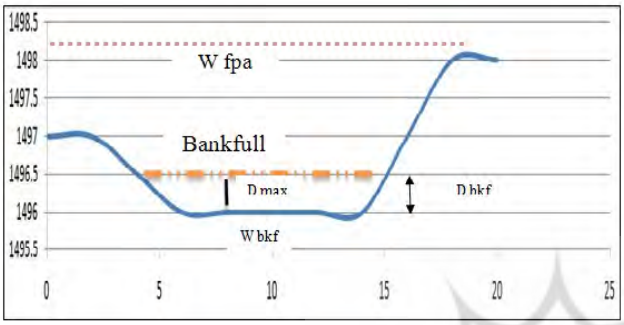
در سطح سوم مدل روزگن، پارامترهای وضعیت موجود یا حالت جریان رودخانه از جهت پایداری، قابلیت به روز رفتار عکس العملی رودخانه توصیف شده است. در این سطح عوامل میدانی بیش تری مانند پوشش گیاهی، پایداری آبراهه، فرسایش کناری و وجود تلاطم و آشفتگی جریان رودخانه مورد ارزیابی قرار گرفته است. عوامل تاثیر گذار بر وضعیت رودخانه از جمله پوشش رودکنار، الگوهای رسوبی، الگوهای مئاندری، رژیم جریان، فرسایش پذیری رودکنار، وجود و وقوع جریان های واریزه ای، زیست ماهیان نیز در این سطح تاکید می شود.

بحث و یافته ها

در این پژوهش ۵ تیپ B, C, D , DA , E در سطح یک مدل روزگن حاصل شده است. با توجه به ریز جزئیات برداشت شده از محیط طی عملیات میدانی ۲۱ زیر تیپ از سطح دوم روزگن هم شناسایی شده است. در سطح سوم روزگن هم با برداشت های میدانی کاملتر به کاربردهای روزگن به اختصار اشاره شده است. در تصاویر ۷ و ۸ نمونه ای از پروفیل عرضی در دو مقطع از بازه رودخانه نمایش داده شده است. در تصاویر ۹ تا ۱۴ نمایی از ویژگی های منطقه مورد مطالعه به تصویر درآمده است.



تصویر ۷ : نمونه ای از الگوی پیچان رود



تصویر ۸ : نمونه ای از الگوی تسریانی

تصاویر شماره ۹و ۱۰ : وضعیت دانه بندی رسوبات (رس، ماسه و شن) در پایین دست رودخانه

تصاویر شماره ۱۱و ۱۲ : وضعیت دانه بندی رسوبات (شن، قلوه سنگ و صخره) در بالا دست رودخانه

تصاویر شماره ۱۳و ۱۴ : وضعیت آب شستگی پوشش گیاهی درون رودخانه و انباشته شدن آلودگی ها پای آنها

از دیدگاه روزگن طبقه بندی رودخانه ها دارای کاربردهایی مانند، ارزیابی الگوهـای رودخانـه، وضـعیت آبزیـان، مقاومـت جریان، هندسه رودخانه و هیدرولیک جریان، ارتباط سرعت و تنش برشی بستر، تخمـین تـنش برشـی بحرانـی، روابـط رسوبی و تفاسیر مدیریتی است.

وضعیت اغلب مراتع حوضه، بخصوص مراتع اطراف و نزدیک آبادی ها از پتانسیل اکولوژیکی خود فاصـله گرفتـه اسـت. این وضعیت حاصل مدیریت نامناسب است که طی سالیان متمادی بر مراتع حوضه وارد شده اسـت. عـواملی چـون ورود زود هنگام دام به مرتع، چرای مفرط و طولانی مدت، بوته کنی، توزیع نامطلوب منابع آب شـرب دام از جملـه مهمتـرین عوامل تخریب و تضعیف مراتع حوضه می باشد.

در کنار این عوامل باید به وجود تاسیسات و واحدهای صنعتی و نظامی وگسترش شهرها و منـاطق مسـکونی و آلـودگی های ناشی از آنها و همچنین محدویت‌های طبیعی چون میزان بارندگی کم در این چند سال اخیر و بیرونزدگی سنگی که باعث کاهش توان اکولوژیکی منطقه شده است اشاره کرد.

تصاویر شماره ۱۵و ۱۶ : نمایی از واحدهای صنعتی و آلودگی های حاصل از آنها درحاشیه رودخانه جاجرود

حوضچه های پروش ماهی در داخل بستر رودخانه سبب کاهش شیب بالادست، افـزایش نسـبت عـرض بـه عمـق، کاهش اندازه متوسط قطر ذرات و کاهش قدرت حمل رسوب می شوند. در نتیجه رودخانه در بالادست این حوضـچه ها شروع به رسوبگذاری نموده و باعث کاهش شیب، افزایش ضریب مارپیچی، در نتیجه حرکت عرضی رودخانـه مـی

شود. فرسایش کناره ها به مرور زمان افزایش می یابد. الگوی رودخانه در نهایت تغییرمی کند و موجب عدم تعادل خواهد شد. این عدم تعادل در طولانی مدت موجب از بین رفتن محل زندگی آبزیان بومی در داخل رودخانه می شود.

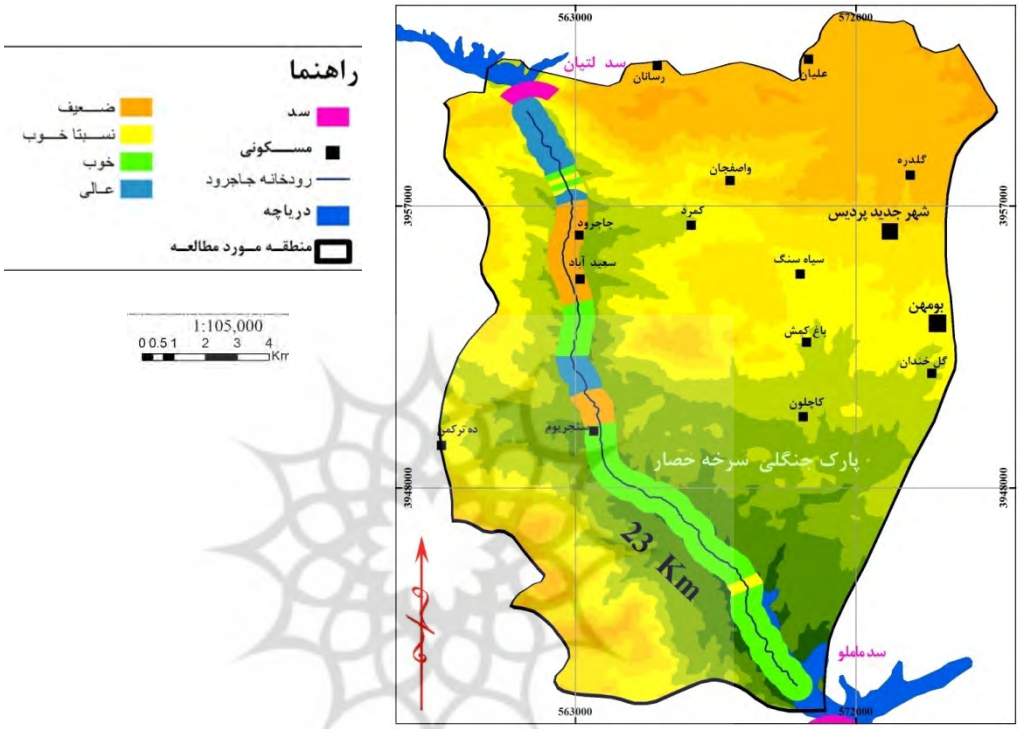
تصاویر شماره ۱۷و۱۸ : نمایی از حوضچه های پرورش ماهی و تلمبه خانه سازمان آب درحاشیه رودخانه جاجرود

نسبت بار کف به بار کل رسوبی نیز با نوع رودخانه ها در ارتباط است. بعنوان مثال برای رودخانه های تیپ نوع C4 که دارای شیب تندی هستند، برازش بیشتر است. در صورتیکه این منحنی برای رودخانه نوع D5, D4 که رودخانه های عمدتاً با بار کف زیاد هستند این نسبت بیش از 75 درصد می رسد. تفاسیر مدیریتی انواع رودخانه را بر حسب حساسیت نسبت به تغییر، پتانسیل احیاء، آورد رسوبی، اثر کنترل پوشش گیاهی و پتانسیل فرسایش پذیری سواحل مورد ارزیابی قرار می دهند. توانایی پیش بینی رفتار رودخانهجاجرود با توجه به شکل ظاهری و استخراج اطلاعات از انواع رودخانه های مشابه، با استفاده از اطلاعات تفسیری در جدول شماره ۱ بیان شده است.

جدول شماره ۱ : تفاسیر مدیریتی الگوهای رودخانه (روزگن ، ۱۹۹۸)

الگوی جریان	درجه حساسیت به آشفتگی	پتانسیل احیاء	تغذیه رسوبی	پتانسیل فرسایش کناره ها	تاثیر کنترلی پوشش گیاهی
B2	خیلی کم	عالی	خیلی کم	خیلی کم	ناچیز
B3	کم	عالی	کم	کم	متوسط
B4	متوسط	عالی	متوسط	کم	متوسط
B5	متوسط	عالی	متوسط	متوسط	متوسط
B6	متوسط	عالی	متوسط	کم	متوسط
C4	خیلی زیاد	خوب	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد
C5	خیلی زیاد	نسبتا خوب	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد
C6	خیلی زیاد	خوب	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
D4	خیلی زیاد	ضعیف	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط
D5	خیلی زیاد	ضعیف	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط
DA4	متوسط	خوب	خیلی کم	کم	خیلی زیاد
DA5	متوسط	خوب	کم	خیلی کم	خیلی زیاد
E5	خیلی زیاد	خوب	متوسط	متوسط	خیلی زیاد
E6	خیلی زیاد	خوب	کم	متوسط	خیلی زیاد

همانطور که در جدول شماره ۱ مشاهده می شود منظور از درجه حساسیت به آشفتگی یعنی آشفتگی ناشی از افزایش حجم و زمان جریان و یا افزایش رسوبات می باشد که متاسفانه بخش بیشتر بازه مورد مطالعه نسبت به این آشفتگی حساس است. این قسمت از الگوی جریان **D4** بیشتر تحت تأثیر این آشفتگی است. این قسمت از رودخانه داری تغذیه رسوبی زیاد است یعنی بار کف و بار معلق که از جنس بستر و کناره رودخانه می باشند خیلی زیاد و همچنین پتانسیل فرسایش کناره ها نیز خیلی زیاد است.



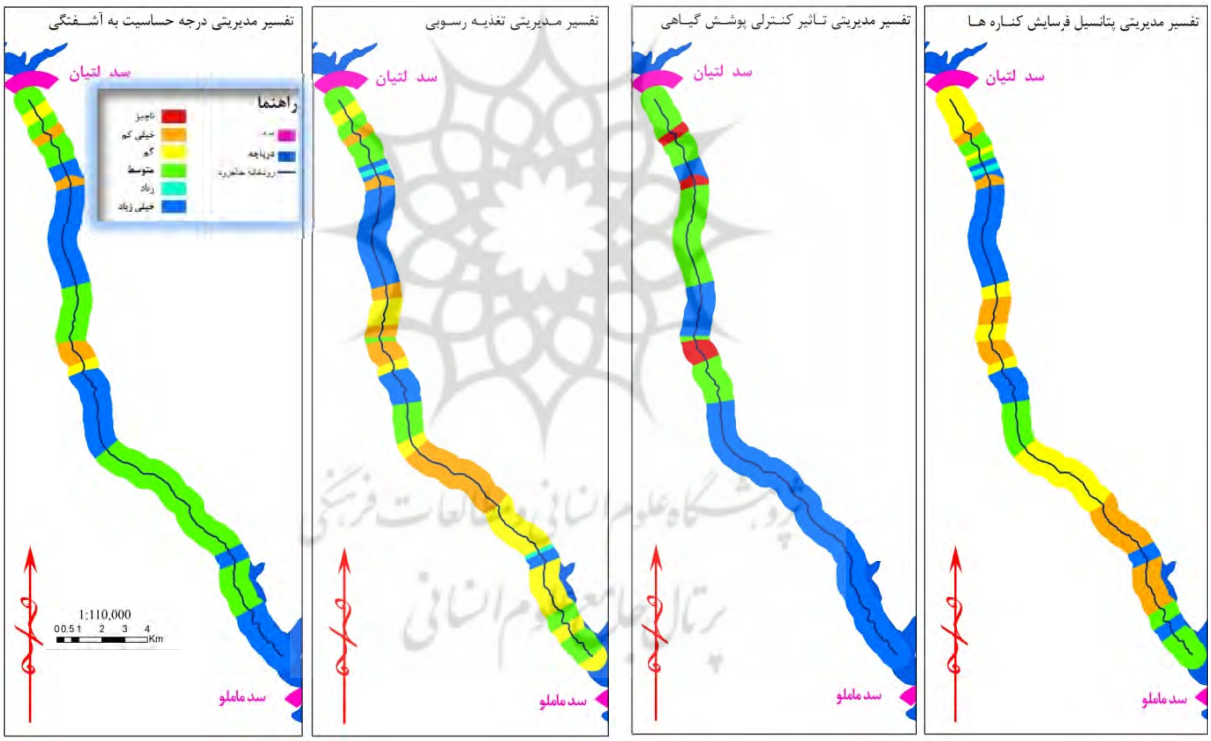
تصویر ۱۹: وضعیت نهایی رودخانه در طبقه بندی روزگن

پتانسیل احیاء رودخانه در 2 کیلومتر بالادست عالی و در 4 کیلومتر پایین دست ضعیف می باشد. مؤثرترین طرح برای پایداری دراز مدت برای احیاء رودخانه در این قسمت، طرحی است که بر خلاف تمایل اصلی روخانه نباشد و این طرح بیشتر الگوی D3 را شامل می شود همچنین این قسمت از جریان نسبت به افزایش رسوب و تغییر در دبی جریان حساسیت خیلی زیادی دارد که با بیشتر شدن تغذیه رسوبی این حساسیت بالا رفته و باعث ناپایدار شده الگوی رودخانه و تغییر مورفولوژیکی شدید آن می شود. سرعت جریان آب در رودخانه جاجرود در بازه های که نوع رودخانه DA و D می باشد و بصورت مجاری چند شاخه ای هستند، آرام و بطئی است. در نوع B که بصورت مجاری تک شاخه ای است، تند وآنی است. در نوع C و E نیزکه بصورت مجاری تک شاخه ای است، آهسته و پیوسته است. وضعیت نهایی رودخانه در طبقه بندی روزگن در تصویر ۱۹ نشان داده شده است.

نتیجه گیری

کاربرد تفاسیرمدیریتی بر اساس نوع رودخانه استوار می باشد. بنابراین می تواند برای تنظیم راهنماهای مدیریت حوضه آبریز و اطراف رودخانه که شامل فعالیتهایی چون کاربری اراضی حاشیه و برداشت شن و ماسه است و نیز راهنماهای مدیریت ساحلی، مدیریت واریزه، مدیریت سیلاب دشت، آنالیز اثرات تجمعی، تنظیم جریان از سدهای مخزنی و انحرافی و ... به کار رود. همچنین در ارزیابی اثرات بالقوه و تحلیل ریسک و جهت گیری مدیریت سیستم نوع رودخانه نیز مثمر ثمر می باشد.

در قسمتهایی با الگوی جریان D3 تغییر در دبی رودخانه به نفع آن نمی باشد و بایستی تدابیر مدیریتی مناسب برای احیاء این قسمت از روخانه با مقاوم سازی کناره های رودخانه انجام داد. در قسمتهایی با الگـوی جریـان D4 ، بهتره مدیریت مناسبی در خصوص عدم استفاده از برداشت مصالح، عدم اجازه احداث حوضچه هـای پـرورش مـاهی سنتی در داخل بستر رودخانه و کنترل کاربری اراضی حاشیه صورت گیرد. تاثیر کنترلی که پوشش گیـاهی بـر الگـوی جریانهای E , DA , C , Dمی گذارد بسیار بیشتراست، بطوریکه در صورت اسـتفاده از پوشـش مناسـب مـی تـوان پایداری مجرا را بیشتر و پتانسیل فرسایش پذیری سواحل را کاهش و کناره های سواحل را مقاوم سازیم. تغذیـه رسـوبی در الگوهای جریانی C6 , C4 , D5 , D4 , C5 زیاد تا خیلی زیاد می باشد و نسبت بارکف و بار معلق بستر و کناره ها زیاد است و به همان نسبت ریسک پذیری رودخانه در آن قسمت ها بیشتر می باشد. لذا با انجام اقـدامات کنترلـی در بالادست رودخانه و عملیات آبخیزداری در کناره ها با احداث گابیون، کنترل پوشش کناره ها و اصلاح خاک تا حد زیادی این امر را می توان کاهش داد. در تصاویر ۲۰،۲۱،۲۲ و ۲۳: تفاسیر مدیریتی مدل روزگن حاصل از پژوهش حاضر در بازه های مختلف رودخانه جاجرود به نمایش در آمده است.



تصاویر ۲۰،۲۱،۲۲ و ۲۳: تفاسیر مدیریتی روزگن در بازه های مختلف رودخانه

اعمال مدیریت صحیح با توجه به آثار گونه های مرغوب در عرصه های مورد بررسی و گذشـته از آن امکـان وارد کـردن گونه های جدید سازگار در عرصه های مذکور با انجام عملیات حمایتی وجود دارد تا بدین وسیله میزان فرسـایش خـاک بویژه فرسایش کنار رودخانه و انباشت رسوبات داخل رودخانه کاهش یابد. وجود رودخانه جاجرود در این منطقه از امکانات بالقوه منطقه محسوب میگردد که میتوان با فعالیت‌های خاص گردشگری مانند ساحل گـردی از ایـن پتانسـیل بـه نحـو احسن بهره جست.

منابع و ماخذ

- متدولوژی ارزیابی گزارشات مطالعات توجیهی آبخیزداری، کمیته فنی، دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها، معاونت آبخیزداری وزارت جهاد سازندگی، ۱۳۷۹
- آب و توسعه پایدار، مهندسین مشاور. ۱۳۸۹. مطالعات بهنگام سازی بیلان منابع آب حوزه آبریز دریاچه نمک (اطلس منابع آب). جلد سوم، گزارشهای آب سطحی و آب زیرزمینی. شرکت آب منطقه ای تهران، معاونت مطالعات پایه منابع آب.
- آبادگران عصرنو، مهندسین مشاور معماری و شهرسازی. ۱۳۸۹. طرح ساماندهی مبدأ ورودی جنوب شرق شهر تهران (ورودی گرمسار– تهران). مطالعات وضع موجود محیط زیست. سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران.
- جاماب، مهندسین مشاور.۱۳۸۴. مطالعات برنامه جامع سازگاری با اقلیم. وضعیت موجود و آینده منابع آب. حوضه آبریز دریاچه نمک. جلدهای اول و دوم.
- بوم آباد، مهندسین مشاور. ۱۳۸۰. مطالعه طرح مدیریت زیست محیطی منطقه جاجرود. سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر زیستگاهها و امور مناطق.
- تاک سبز، مهندسین مشاور منابع طبیعی، ۱۳۸۹. مطالعات توجیهی آبخیزداری و منابع طبیعی تجدید شونده حوزه آبخیز سد ماملو. جلدهای هوا و اقلیم، هیدرولوژی، محیط زیست، مرتعداری و جنگل.
- جاماب، مهندسین مشاور.۱۳۸۴. اطلاعات رقومی حوضه‌های آبریز، زیر حوضه‌ها و واحدهای هیدرولوژیک ایران.
- سازمان مدیریت منابع آب ایران، دفتر مطالعات پایه منابع آب. آمار و اطلاعات و تصویر های رقومی مربوط به منابع آب سطحی و زیرزمینی واحد هیدرولوژیک تهران– کرج.
- شرکت تحقیقات منابع آب (تماب). ۱۳۸۶. اطلاعات رقومی حوضه‌های آبریز، زیر حوضه‌ها و واحدهای هیدرولوژیک ایران.
- رفاهی، حسینقلی، فرسایش آبی و کنترل آن ، دانشگاه تهران ، ۲۲۹۸ ، ۱۳۷۵.
- شکوئی، مسعود، برنامه ریزی استفاده از سرزمین، (برای تدریس در دوره کارشناسی ارشد)، تهران ، ۱۳۷۶.
- احمدی، حسن، ژئومرفولوژی کاربردی، جلد ۱، (فرسایش آبی)، دانشگاه تهران ، ۱۹۵۴ (چاپ دوم)، ۱۳۷۴.
- علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، بنیاد فرهنگی رضوی، ۱۳۶۸.
- مخدوم، مجید، شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۲۰۳، تهران ۱۳۷۲.
- موسسه تحقیقات خاک و آب کشور ، نقشه منابع و قابلیت اراضی استان تهران، در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ به صورت اسکن.

- *Rosgen, D.L., (1994), "A classification of natural rivers, " In: EISEVIER.*
- *Rosgen, D.L., (1985), "A stream classification system. In: Riparian Ecosystem and their Management, "*
- *First North American Riparian Conference, Rocky Mountain Forest and Rosgen Experiment station, RM-۱۲۰*
- *Rosgen, D.L., (1980), "An approach to water resources evaluation of non-point Silvicultural sources, "*
- *USEPA (U. S. Environmental Protection Agency), Chap, VI, Total potential sediment, EPA-Athens, GA, pp 39-41.*
- *Wiliams, G. P. and Rosgen, D.L., (1989), "Measured total sediment loads (suspended loads and bed loads)*
- *Barenes,H.H. , (1967)," Roughness Characteristics of Natural Channels " ,U.S. Geological Survey Water-Supply*
- *Bradley,C., and Smith, D.G.(1984), " Meandering Channel response to Altered Flow Regime:Milk River, Alberta and Montana" , Water Resources Research, Vol.20,No.12,pp.(1913-1920)*
- *Brice, J.C., (1982), "Stream Channel Stability Assessment", Report Fhwa/Rd-82/021, U.S.Departement of Transportation Federal Highway Adminstration.*
- *Chanson,Hubert,1999,"The Hydraulics of Open Channel Flow", John Wiley & Sons Inc.*

- *Chang, H.H., (1996)," FLUVIAL-12 Users Manual" , USA*
- *Chow, V.T., (1964), " Handbook of Applied Hydrology" , Mc.Graw Hill Pub. Co. , New york.*
- *Chow,V.T. , (1959)," Open Channel Hydraulics ",McGraw-Hill book company*
- *David L. Rosgen, (1994), A Classification of Natural Rivers, Catena, Elsevier,*
- *Danish Hydraulic Institute, (1993), "MIKE11, Version 3.01 Users Manual."*
- *DHI, MIKE21C, River Morphology, A Short Description*
- *French,Richard, (1987)," Open-Channel Hydraulics ", McGraw-Hill book company*
- *Garde, R.J, Ranga Raju, K.G, (1985), Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems.2nd Ed. New York, Jhon Wiley.*
- *Gary j. Brierley & Kirstie A. Fryirs,2005, "Geomorphology and River Management" Blackwell Publishing.*
- *Gray,D.H , and Leiser, A.T, (1982), " Bio-Technical slope Protection and Erosion Control", Van Nostrand Reinhold Company inc., New York.*
- *Henderson,F.M.(1966), " Open Channel Flow" Mac-Millan Pub.co.,*
- *Hey,R.D,(1982) " Gravel- Bed Rivers" , John Wiley and Sons ltd.,Chichester, England, 87Sp.*
- *Hey,R.D., (1986)," River Response to Hydraulic Structures", UNESCO, Paris*
- *H.H.CHANG, FLUVIAL-12,Mathematical Model For Erodible Channels,User Manual, 1998.*
- *Jansen.Petal, 1979, Principle of River Engineering , Pitman*
- *Jansen,p-ph., (1983), Principle of River Engineering, Pitman, Pub.co., London*
- *J.J.Vander Zwaard, 1986, Applied River Hydraulics, IHE, Delft, Netherlands*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی