

اثر ویژگی‌های فیزیکی حوزه آبخیز بر خصوصیات رسوب شناسی و ریخت‌سنجی رسوبات بستر در جهت پایاب: مطالعه موردی از حوزه قلعه‌سر در استان مازندران

فاطمه آدینه، کارشناس ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

عطاءالله کاویان، استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری*

قربان وهاب زاده، استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

عبدالواحد خالدی درویشان، دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

عوامل زمین‌شناسی و رسوب‌شناسی در تغییرات اندازه مواد بستر در جهت پایین‌دست رودخانه موثر هستند و می‌توان در جهت شناخت فرآیندهای هیدرولوژی حوزه آبخیز و همچنین در طراحی سازه‌های هیدرولیکی و مدیریت مخازن استفاده نمود. به همین منظور این پژوهش در حوزه آبخیز قلعه‌سر با طول رودخانه اصلی ۲۴ کیلومتر در حوزه آبخیز قلعه سر در استان مازندران انجام گرفت. در این پژوهش، پس از شناسایی منطقه مورد نظر، رسوبات از ۱۱ مقطع در طول آبراهه اصلی در جهت پایین‌دست رودخانه به روش ترکیبی نمونه برداری شد. سپس خصوصیات ریخت‌سنجی رسوبات بستر با استفاده از روش الک و دستگاه گراولومتر و در نهایت با استفاده از نرم افزار GRADISTAT تعیین شد. همچنین خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز در محیط نرم افزار Arc/GIS 9.2 بدست آمد. در نهایت به منظور تعیین موثرترین ویژگی‌های فیزیکی حوزه بر خصوصیات ریخت‌سنجی رسوبات بستر، جهت تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد. نتایج رگرسیونی دو متغیره نشان داد که بهترین مدل بدست آمده بین فاکتور D_{50} با آبراهه رتبه-۱ و در رگرسیون چند متغیره بین فاکتور D_{50} با فاصله از بالادست بوده است.

واژه‌های کلیدی: رسوب بار بستر، تغییرات در جهت پایاب، خصوصیات مورفومتريک، مازندران، ایران

مقدمه

پایین‌دست رودخانه فاکتور مهمی در کنترل مورفومتری کانال و هیدرولیک رودخانه می‌باشد (Surian 2002). میزان تغییرات در اندازه مواد بستر برای استحکام و انتقال رسوبات در جهت پایین‌دست رودخانه دارای اهمیت می‌باشد (Petts et al. 2000). برخی از محققان تشخیص دادند که اندازه ذرات در بستر رودخانه تحت تأثیر شیب است (Taylor 1851؛ Thomas 1995؛ Nino 2002؛ Davis؛ Mackin 1948؛ 1899؛ موسوی‌حرمی و همکاران ۱۳۸۱؛ احمدی و همکاران ۱۳۸۲) و مشاهدات کیفی روی ریزشوندگی ذرات پایین‌دست نشان می‌دهد سائیدگی ذرات نیازمند فاصله طی شده از بالادست می‌باشد. تحقیقات نشان داد که فاصله از بالادست که یکی از ویژگی‌های فیزیکی حوزه آبخیز می‌باشد، فاکتور موثری در کنترل متغیرهای ریخت‌سنجی رسوبات بستر می‌باشد (Mackin 1948؛ Pizzuto 1995؛ Demir 2003؛ Surian 2002؛ خالدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ 2001؛ Clifford). همچنین مطالعات نشان داد که توزیع اندازه بار بستر به شیب، شدت جریان، حمل و نقل انتخابی ذرات متأثر از شرایط هیدرولیکی، بستگی دارد (Nino 2002؛ Whitaker and Potts 2007؛ Muskatirovic 2007؛ موسوی‌حرمی و همکاران ۱۳۸۱).

سوابق تحقیق نشان می‌دهد در ایران اثر ویژگی‌های فیزیکی حوزه‌ها بر خصوصیات رسوب‌شناسی و تغییرات ریخت‌سنجی رسوبات بستر کمتر مورد توجه قرار گرفته است و بیشتر متخصصین زمین‌شناسی و رسوب‌شناسی در خصوص نرخ ریزشوندگی ذرات بستر در جهت پایاب مطالعاتی را به انجام رساندند و این در حالیست که طراحی سازه‌های هیدرولیکی و مدیریت منابع آب و رسوب بویژه در مخازن سدها وابسته به

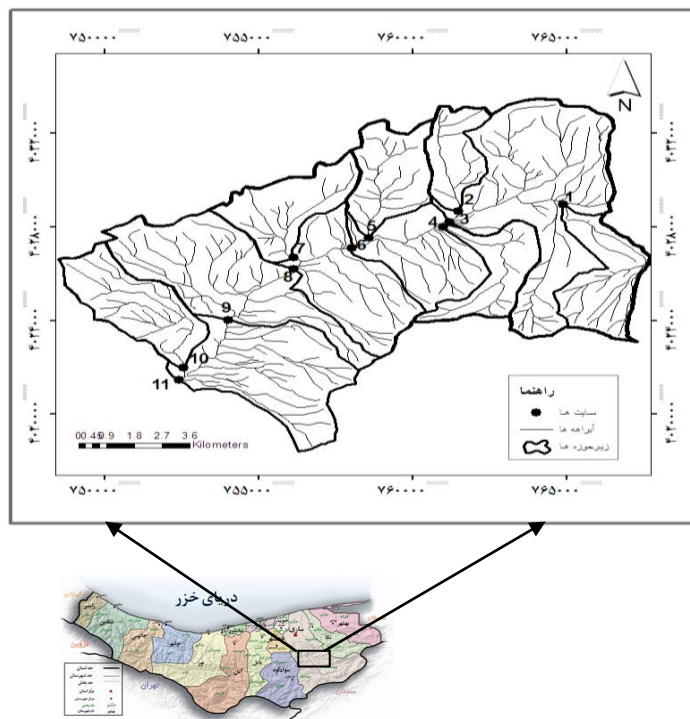
رودخانه‌ها مهمترین عامل انتقال ذرات و رسوبات مختلف از خشکی به ساحل دریاچه و دریاها و از آنجا به اعماق دریاها و اقیانوس‌ها هستند (Morgan 2005؛ Surian 2002). در واقع رودخانه‌ها مهمترین سیستم‌های زهکشی آب در سطح زمین بوده و در ایجاد فرسایش و انتقال رسوب نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند. جنس سنگ‌ها، فعالیت‌های تکتونیکی، ساختارهای زمین‌شناسی و آب و هوا از عواملی هستند که در تشکیل رودخانه و بار رسوبی حاصل از آن تأثیر می‌گذارد (Sear and Newson 2003؛ Vendenbergh 2003؛ Di Giuli et al. 2003). علاوه بر این، شیب متفاوت بستر در طول رودخانه، جنس، اندازه و شکل رسوبات، وضعیت متفاوت شکل کانال، ورود سرشاخه‌های جدید به مسیر اصلی و دخالت انسان در سیتیم طبیعی رودخانه‌ها از عوامل مؤثر در تغییر وضعیت بافت رسوبی و شرایط حاکم بر فرآیندهای رودخانه‌ای می‌باشد (Gomez 2001؛ موسوی‌حرمی و همکاران ۱۳۸۱؛ LePera 2001 and SorrisoValvo). رسوبات بار بستر جزئی از رسوبات داخل رودخانه‌ای می‌باشند (رفاهی ۱۳۷۸). از طرف دیگر خصوصیات مختلف شکل، ابعاد و پارامترهای آمارهای این رسوبات مستقیماً منعکس‌کننده شرایط جریان سیلابی است که آنها رادر یک مقطع مشخص با خصوصیات هیدرولوژیکی معین رسوب داده است (صادقی و همکاران ۱۳۸۶). در واقع آنالیز توزیع اندازه مواد بستر، اصول ابتدایی دانش زمین‌شناسی، ریخت‌سنجی، اکولوژی و رسوب‌شناسی می‌باشد که برای روش‌های استاندارد تحلیلی استفاده می‌شود (۲۰۰۹ Shirazi et al.). تغییرات در اندازه مواد بستر در جهت

منطقه مورد بررسی با خط الرس‌های تیز و روند شرقی و غربی مشخص می‌شود. ۳ عامل زمین ساخت (تکتونیک)، فرسایش و لیتولوژی سازندهای زمین شناسی، ریخت‌سنجی منطقه را تشکیل داده‌اند. بدلیل جوان بودن فازهای کوهزایی البرز از جمله در این منطقه، عامل زمین ساخت از دو عامل دیگر مهم‌تر است. به عبارت دیگر ژئومورفولوژی عمومی منطقه تابع ساختارهای زمین‌شناسی بوده بطوریکه رخنمون‌های سنگی بدلیل رانده شدن مکرر ورقه‌ها از شمال به جنوب بر روی هم دارای بلندی زیاد و نزدیک به هم می‌باشند. دره‌ها غالباً دارای دیواره بلند و پر شیبی می‌باشند. دره‌ها و دشت‌ها معمولاً در امتداد گسل‌ها و هم راستا با محور چین خوردگی منطقه است. علاوه بر زمین ساخت، شیب دیواره دره‌ها با جنس لیتولوژی هماهنگ بوده و معمولاً U و V شکل را می‌سازند. در بیشتر نقاط، دره‌ها و خط الرس‌ها موازی یکدیگرند. علاوه بر مطالب فوق، بدلیل تغییرات ارتفاع زیاد منطقه و بارندگی قابل توجه در بعضی نقاط، فرسایش نیز نقش اساسی در ایجاد دره‌ها و کاهش ارتفاع برجستگی‌ها ایفا می‌کند. دره‌های V شکل تحت تاثیر فرسایش بخصوص در روی سازندهای نرم‌تری بخصوص شمشک بوجود آمده‌اند که براحتی توسط عوامل فرسایش به پایین دست حوضه منتقل می‌شوند.

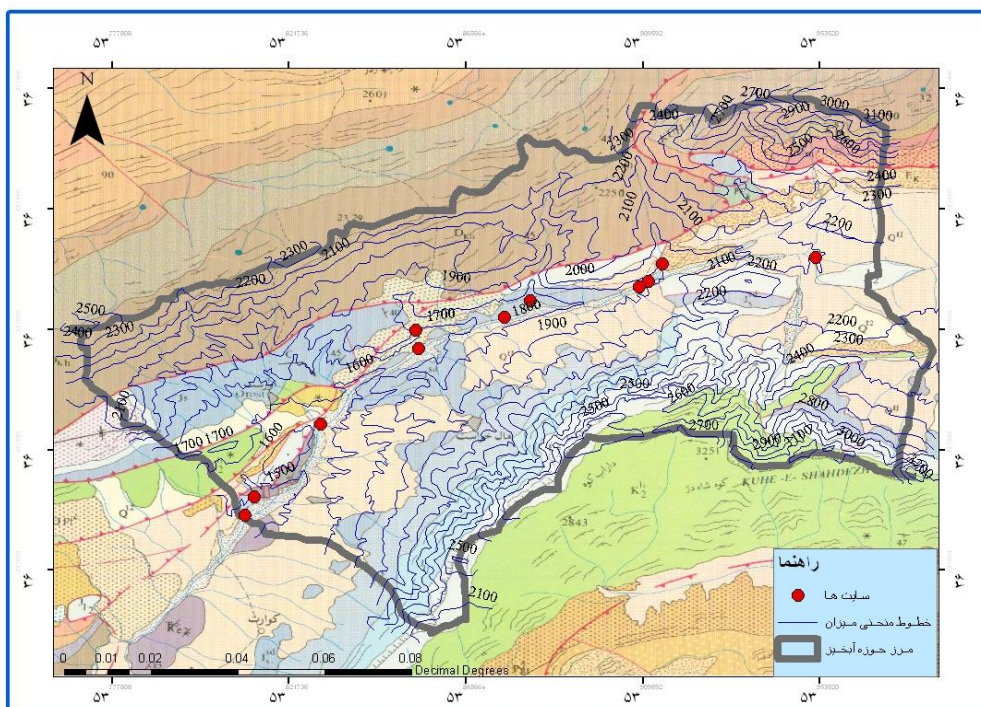
انجام این تحقیقات می‌باشد، لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر خصوصیات فیزیکی آبخیز بر خصوصیات رسوب شناسی و ریخت سنجی رسوبات بستر در حوزه آبخیز قلعه‌سر مازندران انجام گرفت.

زمین شناسی و موقعیت جغرافیایی

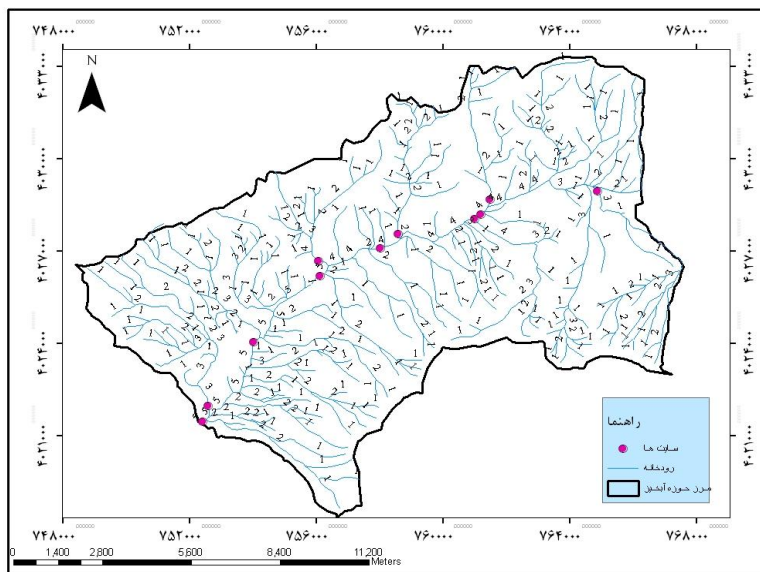
به منظور بررسی تغییرات خصوصیات شکل مواد بستر، حوزه آبخیز قلعه‌سر ساری در استان مازندران با مساحت ۱۵۰/۲۵ کیلومتر مربع و با طول آبراهه اصلی ۲۴ کیلومتر و در محدوده جغرافیایی $30^{\circ} 48' 53''$ تا $36^{\circ} 06' 58''$ طول شرقی و $18^{\circ} 00' 36''$ تا $20^{\circ} 20' 36''$ عرض شمالی انتخاب گردید (شکل ۱). سازندهای زمین شناسی منطقه شامل سازند کرج، مبارک، خوش‌بیلاق، میلا و سازند کهار در بالادست حوزه و سازندهای لار، خوش-بیلاق و شمشک در پایین دست حوزه می‌باشند (شکل ۲) و همچنین دارای اقلیم نیمه خشک، متوسط بارندگی سالانه ۴۳/۱۶۲ میلی‌متر، محیط ۲۴ کیلومتر و شیب ۵ درصد می‌باشد. رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه با توجه با شیب نسبتاً بالا عمدتاً دارای رسوبات کف می‌باشند. رودخانه اصلی (شکل ۳) منطقه دارای جریان غیردایمی و در بیشتر ایام سال دارای جریان بوده ولی آبراهه‌های فرعی (شکل ۳) عمدتاً دارای جریان موقتی می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت مقاطع نمونه‌برداری درحوزه مورد مطالعه در استان مازندران



شکل ۲- نقشه وضعیت زمین‌شناسی به‌مراه خطوط تراز توپوگرافی در منطقه مورد مطالعه



شکل ۳- نقشه رتبه بندی آبراه‌ها در منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

نمونه‌برداری رسوبات بستر

برای بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز بر مورفومتری رسوبات بستر رودخانه، ضمن رتبه بندی آبراه‌ها به روش استرالر (مهدوی ۱۳۷۸) ۱۱ مقطع در مسیر آبراه اصلی و فرعی حوزه آبخیز قلعه‌سر به صورت ارائه شده در شکل (۴) انتخاب گردید که مقطع ۱ در ورودی (بالادست) و مقطع ۱۱ در خروجی (پایین دست) حوزه واقع شده است (شکل ۱). برداشت نمونه‌ها

به صورت ترکیبی (Fripp and Diplas 1993) انجام گرفت. به این صورت که در هر مقطع روی عرض رودخانه ترانسکت (نوار عرضی) زده شد و بسته به عرض رودخانه در هر ۱/۵ تا ۲ متر از هر مقطع بصورت تصادفی انتخاب گردید. برداشت رسوبات بستر در هر نقطه در پلاتی با عرض و طول ۵۰ سانتیمتر و در عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتیمتر صورت گرفت (صادقی و همکاران ۱۳۸۶).



شکل ۴- نمایی از رودخانه مورد برداشت و قرار دادن پلات ۵۰ سانتی متری بر روی مقطع جهت نمونه‌برداری

برآوردهای پارامترهای ریخت‌سنجی رسوبات بستر

در آزمایشگاه نمونه‌ها با آب اکسیژنه مخلوط شد تا مواد آلی آن از بین برود (ارزانی ۱۳۸۹؛ Leeder 1988). نمونه‌های شسته شده با آب اکسیژنه در آون در دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شد (صادقی و همکاران ۱۳۸۶). نمونه‌های خشک شده به مدت ۱۵ دقیقه الک شد (Rodriguez and Uriarte 2009). همچنین نمونه‌های بزرگتر از ۳/۸۱ سانتی‌متر با استفاده از دستگاه گراولومتر (صادقی و همکاران ۱۳۸۶) برای بدست آوردن سه قطر بزرگ، متوسط و کوچک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. دستگاه گراولومتر در واقع شابلونی است به صورت یک خط‌کش که از فلز و چوب ساخته شده که پس از قرارگیری هر قطعه رسوب در داخل دستگاه، اندازه‌گیری همزمان قطر بزرگ، متوسط و کوچک ذرات با سرعت عمل بالا میسر می‌گردد. پس از اندازه‌گیری سه قطر و با اندازه‌گیری شعاع کوچکترین دایره گوشه‌های ذره و با استفاده از روابط ۱ الی ۵ به ترتیب شامل پارامترهای گردش‌دگی، عامل شکل، قطر ظاهری، کرویت و نسبت پهنی استخراج گردید (شفاعی بجستانی ۱۳۷۳).

$$RC = \frac{r^2}{a \times b \times c}$$

رابطه (۱): پارامتر گردش‌دگی

r: شعاع کوچکترین دایره گوشه‌ها در نمای ذره، a: قطر بزرگ، b: قطر متوسط، c: قطر کوچک

در این رابطه برای بدست آوردن r (که شعاع کوچکترین دایره گوشه‌ها در نمای ذره می‌باشد) برای هر مقطع ابتدا ۵۰ درصد ذرات نمونه به صورت تصادفی انتخاب گردید و شکل ذره با استفاده از الک کردن بر روی یک صفحه کاملاً سیاه رسم شده و با استفاده از کولیس شعاع کوچکترین دایره گوشه‌ها در تصویر افقی ذره رسوبی بدست آمد (صادقی و همکاران ۱۳۸۶).

$$SF = \frac{c}{\sqrt{a \times b}}$$

رابطه (۲): پارامتر عامل شکل

a: قطر بزرگ، b: قطر متوسط، c: قطر کوچک

$$Nd = \frac{b}{k}$$

رابطه (۳): پارامتر قطر ظاهری

b: قطر متوسط، K: مقادیر ثابت ماکویک

$$S = \frac{Nd}{a}$$

رابطه (۴): پارامتر کرویت

a: قطر بزرگ، Nd: قطر ظاهری

$$w = \frac{a + b}{2 \times c}$$

رابطه (۵): پارامتر نسبت پهنی

a: قطر بزرگ، b: قطر متوسط، c: قطر کوچک

روش تعیین پارامترهای فیزیوگرافی هر یک از مقاطع:

با لحاظ نمودن هر یک از مقاطع به عنوان خروجی حوزه آبخیز بالادست هر یک از مقاطع بسته شد. سپس برای هر یک از حوزه‌ها مشخصات فیزیوگرافی شامل مساحت، محیط، تراکم آبراهه‌ها، فاصله از بالادست و شیب آبراهه، رتبه‌بندی آبراهه (Demir 2003)، خالدی و همکاران (۱۳۸۷) محاسبه گردید. کلیه این مراحل در محیط نرم افزار Arc/GIS 9.2 انجام گرفت.

روش تجزیه تحلیل داده‌ها

کلیه داده‌های بدست آمده از دانه‌بندی و گراولومتر، به منظور تهیه بانک اطلاعاتی وارد محیط نرم افزار Excel گردید. جهت تعیین برخی آمارهای ریخت‌سنجی از نرم‌افزار GRADISTAT استفاده شد (Blott and 2001 Pye؛ خالدی و همکاران ۱۳۸۷). وجود اختلاف معنی‌دار بین پارامترهای استخراج شده بین ۱۱ مقطع فرعی و اصلی با استفاده از آزمون t مستقل بررسی شد و در نهایت همبستگی بر مبنای ۸ مقطع انجام شد، بدین صورت که از بین ۱۱ مقطع، ۳ مقطع ۱، ۵، ۱۰ به صورت تصادفی حذف شدند و روابط دو و چند متغیره موجود در بین آنها استخراج گردید (بی همتا و زارع

در نهایت با توجه به شاخص خطای نسبی و ضریب تبیین مدل، بهترین مدل ارائه گردید.

نتایج

خلاصه آماری برخی ویژگی‌های ریخت‌سنجی مواد بستر و ویژگی‌های فیزیکی در ۱۱ مقطع از رودخانه اصلی مورد تحقیق در جدول (۱) آورده شده است.

چاهوکی، (۱۳۸۹). برای اعتبارسنجی مدل، از ۳ مقطع حذف شده برای بدست آوردن شاخص خطای نسبی استفاده گردید (مصطفی‌زاده و همکاران ۱۳۸۸).

$$RE = \left| \frac{Q_i - P_i}{Q_i} \right| \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن: RE=خطای نسبی، Qi= داده مشاهداتی، Pi= داده برآوردی

جدول ۱- خلاصه آماری برخی ویژگی‌های ریخت‌سنجی مواد بستر و ویژگی‌های فیزیکی در منطقه مورد مطالعه

حدافل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	
۴/۵۷	۲۰۰/۸۵	۶۳/۵۴	۷۰/۲۱	۰/۹۵	-۰/۴۴	آبراهه رتبه ۱ (km)
۴/۵	۸۸/۵۷	۲۸/۱۴	۲۹/۵۱	۱/۰۵	-۰/۰۵	آبراهه رتبه ۲ (km)
۱۲/۴۵	۳۶۵/۴۴	۱۱۵/۰۵	۱۲۸/۸۳	۰/۹۹	-۰/۴۴	مجموع طول کل آبراهه
۶/۲۷	۱۵۰/۲۵	۴۹/۳۴	۵۲/۸۲	۰/۹۲	-۰/۶۲	مساحت (km ²)
۵/۰۵	۲/۶۴	۲/۱۵	۰/۳۴	-۰/۵۷	-۰/۴۸	تراکم آبراهه (km/km ²)
۵/۰۴	۲۴/۳۰۴	۱۱/۶۲	۶/۹۴	۰/۷۸	-۰/۸۸	فاصله از بالادست (km)
۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۲	-۰/۵۸	-۰/۹۵	شیب
۱۲	۶۴	۲۹/۲۷	۱۹/۱۳	۰/۷۲	-۱/۰۴	محیط (km)
۰/۱	۰/۶۵	۰/۵۱	۰/۱۴	-۲/۴۵	۷/۰۶	عامل شکل
۰/۱	۰/۶۵	۰/۵۲	۰/۱۴	-۲/۹	۹/۱۲	کرویت
۲/۴۴	۳۲	۲۱/۱۶	۷/۸۲	-۱/۱	۲/۹۶	نسبت پهنی
۲/۰۲	۳/۴۸	۰/۷۸	۰/۹۹	۲/۲۹	۶/۰۱	گردشدگی
۱/۶۷	۱۲/۴۴	۸/۰۶	۳/۳۷	-۰/۹۸	۰/۳۲	میانگین (mm)
۲/۱۱	۵/۲۹	۳/۹۳	۱/۰۱	-۰/۳	-۰/۵	جورشدهگی
-۲/۱۸	۰/۷۵	-۰/۶۸	۰/۷۴	-۰/۲۱	۱/۶۶	چولگی
۰/۴۱	۱/۴۶	۰/۷۹	۰/۴۱	۰/۶	-۱/۵۲	کشیدگی
۰/۲	۱/۵۵	۰/۷۵	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۱۹	D ₁₀ -mm
۰/۹۶	۱۸/۳۱	۱۰/۱	۵/۱۲	-۰/۳۳	۰/۰۰۶	D ₅₀ -mm
۱۶/۳۶	۵۸۹/۶۹	۱۶۱/۸۴	۱۶۷/۹۸	۱/۸۷	۳/۹۴	D ₉₀ mm
۲/۲	۱۰/۱	۷/۹۵	۲/۱۶	-۲/۰۴	۵/۳۴	قطر بزرگ cm
۱/۶	۷/۵	۵/۹۶	۱/۶	-۲/۲۱	۶/۱۵	قطر متوسط cm
۱	۵/۱	۳/۷۶	۱/۰۳	-۱/۹۷	۵/۷۴	قطر کوچک cm

مشخصات ریخت‌سنجی رسوبات بستر مورد ارزیابی قرار گرفت.

در جدول ۲ برخی ویژگی‌های فیزیوگرافی بالادست هر یک از مقاطع به منظور درک بهتر اثر این ویژگی‌ها بر

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیوگرافی حوزه آبخیز بالادست هر یک از مقاطع نمونه‌برداری رسوبات‌بستر

زیرحوزه‌ها	طول آبراهه‌های با رتبه‌های مختلف		مساحت حوزه بالادست هر مقطع (km ²)	تراکم آبراهه (km/km ²)	فاصله از بالادست (km)	شیب آبراهه‌ها (‰)
	رتبه ۱ (km)	رتبه ۲ (km)				
۱	۱۳/۵۱۱	۷/۸۰۲	۱۶	۲/۶۴	۷/۶۲۱	۱۰
۲	۶/۸۰۷	۵/۶۴۹	۱۲	۱/۹۸	۵/۳۶۸	۱۲
۳	۶۱/۵۵۲	۲۵/۷۳۲	۳۴	۲/۲۴	۱۱/۶۲۱	۸
۴	۴/۵۷	۴/۵۰۱	۱۳	۱/۷۳	۷/۱۴۸	۱۲
۵	۱۲/۷۴۵	۵/۱۴۴	۱۳	۱/۸۸	۵/۲۰۹	۱۲
۶	۹۶/۱۰۲	۳۹/۹۴	۳۹	۲/۱۵	۱۵/۴۷۹	۷
۷	۸/۳۴۱	۴/۸۶۷	۱۵	۱/۵۲	۵/۰۴۷	۱۳
۸	۱۲۳/۸۵	۵۴/۰۵	۴۷	۲/۴۱	۱۷/۸۲	۷
۹	۱۵۵/۹۵	۶۴/۴۸	۵۴	۲/۴	۲۱/۰۷۱	۶
۱۰	۱۴/۷۱۴	۸/۸۴۸	۱۵	۲/۳۳	۷/۲۳۵	۱۴
۱۱	۲۰۰/۸۵	۸۸/۵۷	۶۴	۲/۴۳	۲۴/۳۰۴	۵

با توجه به جدول (۲) شیب آبراهه‌ها از محل ۱ تا ۱۱ روند کاهشی داشته است. همچنین جدول در جدول ۳ پارامترهای ریخت‌سنجی رسوبات‌بستر در هر یک از مقاطع مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول ۳- ویژگی ریخت‌سنجی رسوبات‌بستر هر یک از مقاطع نمونه‌برداری در رودخانه

جدول ۳- ویژگی ریخت‌سنجی رسوبات‌بستر هر یک از مقاطع نمونه‌برداری در رودخانه

مقاطع (cm)	C (cm)	B (cm)	A (cm)	D ₉₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	کشیدگی (میکرو متر)	چولگی (میکرو متر)	جورشدگی (میکرو متر)	میانگین ضریب گرد شدگی (mm)	نسبت پهنی	کروی بودن	عامل شکل
۱	۳/۹	۵/۶۹	۶/۹۳	۳۲/۹۷	۸/۳۲	۰/۸۵	۱/۱۷۱	-۰/۲۵۱	۴/۲۹۹	۷/۲۰۲	۱/۰۴	۱۸/۴۴	۰/۶۵
۲	۴/۴۵	۷/۵	۱۰/۱۵	۱۹/۷۸	۰/۹۶	۰/۶۳	۱/۴۶۲	۰/۷۵۶	۳/۷۴۵	۱/۶۷۳	۰/۲۲	۳۲	۰/۵
۳	۳/۶۹	۵/۵۱	۷/۹۹	۱۲۴/۴۱	۹/۳۶	۰/۸۲	۰/۶۳۶	-۰/۶۲۷	۴/۰۸۵	۹/۶۰۱	۰/۵	۱۸/۵۱	۰/۵۷
۴	۴/۱۸	۵/۹۵	۷/۵۴	۱۱۳/۹۴	۱۰/۵۷	۱/۵۵	۰/۴۲۸	-۰/۶۴۷	۳/۲۴۷	۱۲/۴۴۱	۰/۱۵	۲۰/۲۴	۰/۶۳
۵	۳/۷۵	۵/۸۷	۸/۵۴	۸۴/۵۳	۱۰/۶۱	۱/۰۴	۰/۷۵۱	-۰/۴۶۵	۳/۹۳۸	۹/۴۲۸	۰/۱۱	۲۰/۰۷	۰/۵۴
۶	۴/۶	۶/۸۷	۹/۲۳	۳۱۰/۸۲	۱۶/۱۳	۱/۰۲	۰/۴۲۵	-۱/۴۷۶	۲/۶۳۹	۹/۸۶	۱/۱۲	۲۶/۶۴	۰/۵۹
۷	۰/۵۱	۱/۰۱	۱/۵۱	۱۶/۳۶	۳/۰۲	۰/۲	۱/۳۵۳	-۰/۲۵۷	۵/۲۹۹	۲/۴۴۷	۰/۰۱	۱/۰۲	۰/۱
۸	۳/۸	۷/۰۱	۹/۴۸	۲۰۱/۸۲	۱۲/۵۱	۰/۶۱	۰/۴۳۳	-۱/۰۶۴	۳/۶۷۶	۹/۷۴۶	۳/۴۸	۲۳/۵۹	۰/۴۷
۹	۳/۵۱	۶/۲۳	۸/۲۷	۸۳/۸۵	۱۳/۷۵	۰/۴۱	۱/۱۷۳	-۰/۵۲۱	۵/۰۳	۱۱/۲۳	۰/۴۹	۱۹/۷۵	۰/۵
۱۰	۳/۷۶	۶/۳۳	۷/۷۱	۲۰۲/۱۳	۸/۶۵	۰/۲۴	۰/۴۹۲	-۰/۸۲۴	۵/۱۶۸	۷/۰۲۲	۰/۲۶	۲۰/۵۲	۰/۵۲
۱۱	۵/۱۱	۷/۴۷	۹/۹۶	۵۸۹/۶۹	۱۸/۳۱	۰/۹۸	۰/۴۱۸	-۲/۱۸۹	۲/۱۱۸	۸/۰۷۸	۱/۲۳	۳۰/۶	۰/۶

A= قطر بزرگ = B= قطر متوسط = C= قطر کوچک

نتایج حاصل از مقایسه میانگین پارامترهای مرتبط با ویژگی‌های ریخت‌سنجی و فیزیوگرافی با استفاده از آزمون T-مستقل بین مقاطع اصلی و فرعی در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴- مقایسه آماری ویژگی‌های ریخت‌سنجی و فیزیکی در بین ۱۱ مقطع اصلی و فرعی

میانگین در مقاطع اصلی	میانگین در مقاطع فرعی	F مقدار	معنی داری	
۱/۰۸	۹/۴۳	۸/۸۲	۰/۰۱۶	آبراهه رتبه ۱ (km)
۴۶/۷۶	۵/۸۰	۹/۴۵	۰/۰۱۳	آبراهه رتبه ۲ (km)
۱/۹۶	۱۷/۰۸	۱۳/۰۷	۰/۰۰۶	مجموع طول کل آبراهه
۸۳/۰۰۵	۸/۹۴	۱۰/۳۹۹	۰/۰۱	مساحت (km) ۲
۲/۳۷	۱/۸۸	۱/۰۷	۰/۳۲۷	تراکم آبراهه 2 km/km
۱۶/۳۱	۶/۰۰۱	۶/۷۷	۰/۰۲۹	فاصله از بالادست (km)
۰/۰۹	۰/۱۳	۲/۸۵	۰/۱۲۵	شیب (۰/۰)
۴۲/۳۳	۱۳/۶۰	۷/۴۴	۰/۰۲۳	محیط (km)
۰/۵۶	۰/۴۵	۲/۷۶۳	۰/۱۳۱	عامل شکل
۰/۵۶	۰/۴۸	۵/۸۹	۰/۰۳۸	کرویت
۲۲/۹۲	۱۹/۰۵	۰/۶۶۷	۰/۴۳۵	نسبت پهنی
۱/۳۱	۰/۱۵	۳/۴۶	۰/۰۹۶	گردشدگی
۱۲/۹۸	۸/۱۸	۰/۴۱۶	۰/۵۳۵	میانگین (mm)
۶/۸۷	۶/۹۲	۲/۷۳	۰/۱۳۲	جورشدگی
-۰/۱۵	-۰/۰۷	۲/۵۸	۰/۱۴۲	چولگی
۱/۱۹	۱/۱۵	۲/۹۸	۰/۱۱	کشیدگی
۰/۸۲	۰/۷	۵/۳۹	۰/۰۴	D10-mm
۱۳/۲	۷/۷۹	۰/۰۷	۰/۷۸۹	D50-mm
۱/۱۳	۹۵/۹۴	۰/۰۰	۰/۹۹۹	D90mm
۸/۵۸	۷/۲	۱/۷۳	۰/۲۲	قطر بزرگ cm
۶/۴۱	۵/۴۲	۲/۱۴	۰/۱۷	قطر متوسط cm
۴/۰۸	۳/۳۹	۱/۴۷	۰/۲۵۶	قطر کوچک cm

پارامترهای ریخت‌سنجی

پارامترهای ریخت‌سنجی

ذرات دارای اختلاف معنی‌دار بین مقاطع اصلی و فرعی می‌باشد

نتایج حاصل از همبستگی بین پارامترهای ریخت‌سنجی و فیزیکی حوزه با آزمون پیرسون در جدل (۵) ارائه شده است.

باتوجه به جدول (۴)، در بین پارامترهای فیزیکی شاخص آبراهه رتبه ۱، رتبه ۲، مجموع طول کل آبراهه، مساحت، فاصله از بالادست و محیط، دارای اختلاف معنی‌دار بین مقاطع اصلی و فرعی می‌باشند. همچنین در بین پارامترهای ریخت‌سنجی شاخص کرویت و D_{10}

جدول ۵- همبستگی بین ویژگی‌های ریخت‌سنجی و فیزیکی در ۱۱ مقطع اصلی و فرعی

شیب آبراهه	فاصله از بالادست	تراکم آبراهه	مساحت	مجموع طول کل آبراهه‌ها	آبراهه رتبه ۲	آبراهه رتبه ۱		
۰/۱۶۹	۰/۲۴۴	۰/۵۶۸	۰/۱۶۲	۰/۱۶۸	۰/۱۸۳	۰/۱۷۸	ضریب همبستگی	عامل شکل
۰/۶۱۹	۰/۴۶۹	۰/۰۶۸	۰/۶۳۵	۰/۶۲	۰/۵۹۱	۰/۶۰۱	سطح معنی داری	
-۰/۰۹۵	۰/۲۳۸	۰/۵۹۷	۰/۱۶۵	۰/۱۷۶	۰/۱۸۵	۰/۱۷۸	ضریب همبستگی	کروی بودن
۰/۷۸۱	۰/۴۸۱	۰/۰۵۲	۰/۶۲۷	۰/۶۰۵	۰/۵۸۵	۰/۶۰۱	سطح معنی داری	
-۰/۲۸۴	۰/۴۱	۰/۴۴۵	۰/۳۸۹	۰/۳۹۳	۰/۴۱۶	۰/۳۹۹	ضریب همبستگی	نسبت پهنی
۰/۳۹۷	۰/۲۱	۰/۱۷۱	۰/۲۳۸	۰/۲۳۲	۰/۲۰۴	۰/۲۲۴	سطح معنی داری	
-۰/۵۳۳	۰/۵۵	۰/۵۲۷	۰/۵۴	۰/۵۴۶	۰/۵۳۵	۰/۵۲۶	ضریب همبستگی	گردش‌دگی
۰/۰۹۲	۰/۰۸	۰/۰۹۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۲	۰/۰۹	۰/۰۹۶	سطح معنی داری	
-۰/۷۴۸	۰/۷۳۰	۰/۳۱۳	۰/۷۰۸	۰/۶۹۸	۰/۷۱۶	۰/۷۱۱	ضریب همبستگی	میانگین
۰/۰۳۳	۰/۰۴	۰/۳۴۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۳۱	۰/۰۱۴	سطح معنی داری	
۰/۱۸۰	-۰/۰۷۱	۰/۷۴۴	-۰/۰۸۹	-۰/۰۹۴	-۰/۰۹۷	-۰/۰۹۴	ضریب همبستگی	جورش‌دگی
۰/۵۹۷	۰/۸۳۶	۰/۰۳۴	۰/۷۹۵	۰/۷۸۴	۰/۷۷۶	۰/۷۸۳	سطح معنی داری	
۰/۵۶۰	-۰/۵۰۴	-۰/۳۲۳	-۰/۵۲۳	-۰/۵۱۸	-۰/۴۹۸	-۰/۵۲۵	ضریب همبستگی	چولگی
۰/۰۷۳	۰/۱۱۴	۰/۳۳۲	۰/۰۹۹	۰/۱۰۳	۰/۱۱۹	۰/۰۹۸	سطح معنی داری	
-۰/۳۰۰	۰/۳۰۵	۰/۱۳۳	۰/۳۳۲	۰/۳۴	۰/۳۲۱	۰/۳۳۹	ضریب همبستگی	کشیدگی
۰/۳۷۰	۰/۳۶۳	۰/۶۹۷	۰/۳۱۸	۰/۳۰۶	۰/۳۳۶	۰/۳۰۸	سطح معنی داری	
-۰/۱۶۰	۰/۱۰۱	۰/۰۸۱	۰/۰۵۳	۰/۰۵۱	۰/۰۶۸	۰/۰۵۹	ضریب همبستگی	D10-mm
-۰/۶۳۸	۰/۷۶۷	۰/۷۵۷	۰/۸۷۷	۰/۸۸۱	۰/۸۴۲	۰/۸۶۳	سطح معنی داری	
-۰/۸۷۷	۰/۸۸۱	۰/۸۳۱	۰/۸۴۱	۰/۸۲۹	۰/۸۴۲	۰/۸۴۲	ضریب همبستگی	D50-mm
۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	سطح معنی داری	
۰/۰۸۶	-۰/۰۰۹	۰/۸۴۸	-۰/۰۵۱	-۰/۰۶۸	-۰/۰۷۲	-۰/۰۶۱	ضریب همبستگی	D90mm
۰/۸۰۱	۰/۹۸۰	۰/۰۶۵	۰/۸۸۱	۰/۸۴۴	۰/۸۳۴	۰/۸۵۹	سطح معنی داری	
-۰/۳۲۸	۰/۴۵۹	۰/۷۳۹	۰/۴۳۶	۰/۴۴	۰/۴۵۲	۰/۴۴۶	ضریب همبستگی	A-cm
۰/۳۲۵	۰/۱۵۶	۰/۰۳۶	۰/۱۸	۰/۱۷۵	۰/۱۶۳	۰/۱۷	سطح معنی داری	
-۰/۳۰۶	۰/۴۵۲	۰/۷۰۹	۰/۴۱۴	۰/۴۲۲	۰/۴۳۴	۰/۴۲۲	ضریب همبستگی	B-cm
۰/۳۶۰	۰/۱۶۳	۰/۰۴۹	۰/۲۰۶	۰/۱۹۶	۰/۱۸۲	۰/۱۹۶	سطح معنی داری	
-۰/۳۲۴	۰/۴۲۳	۰/۵۳۱	۰/۳۷۴	۰/۳۷۸	۰/۴۰۲	۰/۳۸۷	ضریب همبستگی	C-cm
۰/۳۳۱	۰/۱۹۵	۰/۰۹۳	۰/۲۵۸	۰/۲۵۲	۰/۲۲	۰/۲۳۹	سطح معنی داری	

مدل‌های بدست آمده همراه با ضریب تبیین و شاخص خطای نسبی در جداول ۶، ۷، ۸ و ۹ ارائه شده است.

در نهایت مدل‌سازی (مدل‌های دو و چند متغیره) بر مبنای داده‌های مشاهداتی ۸ مقطع صورت گرفت و برای اعتبار سنجی مدل، از داده‌های ۳ مقطع باقیمانده استفاده گردید.

جدول ۶- روابط رگرسیونی دومتغیره (متغیر وابسته D_{50})

شماره رابطه	ER	ضریب تبیین	D_{50} ۱۰	D_{50} ۵	D_{50} ۱	Sig	رابطه
۱	۰/۳۴	۰/۶۸۷	۶/۰۴	۵/۹۱	۵/۹۶	۰/۰۱۱	$D_{50} = 0/060 + 0/067 R_1$
۲	۰/۳۳	۰/۶۷۸	۶/۲۶	۵/۶۸	۶/۱۰	۰/۰۱۲	$D_{50} = 4/878 + 0/158 R_2$
۳	۰/۳۳	۰/۶۶۷	۶/۱۵	۵/۸۳	۶/۱۲	۰/۰۱۳	$D_{50} = 0/195 + 0/036 SL$
۴	۰/۳۶	۰/۶۹۲	۵/۸۰	۵/۶۳	۵/۶۶	۰/۰۱۰	$D_{50} = 4/785 + 0/090 Am$
۵	۰/۳۶	۰/۷۶۲	۶/۰۹	۴/۶۴	۶/۳۷	۰/۰۰۵	$D_{50} = 0/901 + 0/718 Du$
۶	۰/۴۳	۰/۷۴۴	۱/۷۶	۵/۱۲	۸/۴۷	۰/۰۰۶	$D_{50} = 25/264 - 1/679 Ss$
۷	۰/۳۹	۰/۶۹۸	۵/۵۷	۵/۰۶	۵/۸۲	۰/۰۱۰	$D_{50} = 1/766 + 0/254 mb$

R_1 = آبراهه رتبه ۱، R_2 = آبراهه رتبه ۲، SL = مجموع طول کل آبراهه‌ها، Am = مساحت، Du = فاصله از بالادست، Ss = شیب آبراهه، mb = محیط حوزه

جدول ۷- روابط رگرسیونی دومتغیره (متغیر وابسته D_{90})

شماره رابطه	RE	ضریب تبیین	D_{90} ۱۰	D_{90} ۵	D_{90} ۱	Sig	رابطه
۱	۰/۲	۰/۵۶۱	۵۳/۳۵	۴۹/۵۹	۵۱/۰۵	۰/۰۳۲	$D_{90} = 25/216 + 1/913 R_1$
۲	۰/۲۴	۰/۵۹۴	۵۵/۶۰	۳۸/۲۶	۵۰/۷۱	۰/۰۲۵	$D_{90} = 14/193 + 4/681 R_2$
۳	۰/۱۳	۰/۵۳۷	۵۷/۴۰	۴۸/۴۴	۵۶/۸۰	۰/۰۳۹	$D_{90} = 30/203 + 1/020 SL$
۴	۰/۲۸	۰/۵۴۹	۴۸/۹۴	۴۳/۹۶	۴۴/۹۲	۰/۰۳۶	$D_{90} = 19/893 + 2/542 Am$
۵	۰/۱۸	۰/۵۴۸	۶۲/۵۸	۲۳/۶۷	۷۰/۰۰۱	۰/۰۳۶	$D_{90} = -76/379 + 19/208 Du$

جدول ۸- روابط رگرسیونی چندمتغیره (متغیر وابسته D_{90})

شماره رابطه	RE	ضریب تبیین	D_{90} ۱۰	D_{90} ۵	D_{90} ۱	Sig	رابطه
۱	۰/۲۴	۰/۵۹۴	۵۵/۶۰	۳۸/۲۶	۵۰/۷۱	۰/۰۲۵	$D_{90} = 14/193 + 4/681 R_2$
۲	۰/۲	۰/۹۱۰	۱۱۱/۴۱	۵/۳۱	۵۸/۵۴	۰/۰۰۲	$D_{90} = -73/181 + 57/274 R_2 - 12/081 SL$

جدول ۹- روابط رگرسیونی چندمتغیره (متغیر وابسته D_{50})

شماره رابطه	RE	ضریب تبیین	D_{50} ۱۰	D_{50} ۵	D_{50} ۱	Sig	رابطه
۱	۰/۳۶	۰/۷۶۲	۶/۰۹	۴/۶۴	۶/۳۷	۰/۰۰۵	$D_{50} = ۰/۹۰۱ + ۰/۷۱۸ Du$
۲	۰/۳۳	۰/۹۰۸	۷/۰۴	۱/۸	۸/۳۴	۰/۰۰۳	$D_{50} = -۱۲/۲۹۰ + ۳/۱۵۹ Du - ۰/۱۳۲SL$

بحث

با بررسی زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه مشخص گردید لیتولوژی‌ها نقش اساسی در ایجاد ریخت‌شناسی (فرسایش) دیفرانسیلی در حوضه مورد مطالعه دارند. بطوریکه سازندهای سخت حاوی سلیس، خوش‌ییلاق و سازندهای کربناته مقاوم در برابر عوامل هوازدگی مثل لار و تیز کوه (شکل ۲) به عنوان خط‌الرس‌های حوزه را تشکیل می‌دهند. که بطور مشخص بخش شمالی حوزه توسط سازند خوش‌ییلاق و بخش‌های جنوبی حوزه توسط دو سازند لار و تیزکوه محدود می‌شوند. نزدیک شدن خطوط در روی این سازندها که مبین شیب زیاد است، بخوبی در نقشه دیده می‌شود.

نتایج آزمون T-Test در پارامترهای فیزیکی بین مقاطع اصلی و فرعی (جدول ۴) نشان داد که پارامترهای طول آبراهه رتبه ۱، طول آبراهه رتبه ۲، مجموع طول کل آبراهه، مساحت، فاصله از بالادست و محیط دارای اختلاف معنی‌دار بین مقاطع اصلی و فرعی می‌باشند که این به دلیل تغییرات شیب سطح حوزه و همچنین شیب آبراهه‌ها از بالادست به پایین‌دست و از مناطق مرزی به سمت مناطق داخلی حوزه، امری طبیعی است، که طبق این نتایج میانگین طول آبراهه رتبه ۱ در مقاطع فرعی بیشتر از مقاطع اصلی می‌باشد که این به دلیل افزایش آبراهه رتبه ۱ در مقاطع فرعی نسبت به مقاطع اصلی

است ولی در آبراهه رتبه ۲ میانگین در مقاطع اصلی بیشتر از مقاطع فرعی می‌باشد که می‌تواند به این دلیل باشد که آبراهه رتبه ۲ تنها در مقاطع اصلی وجود دارد در نتیجه تأثیر این مقاطع بیشتر است. این نتایج با یافته‌های صادقی و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت دارد.

در پارامترهای مساحت، فاصله از بالادست و محیط میانگین مقاطع اصلی بیشتر از مقاطع فرعی می‌باشد که از این قانون که در مقاطع اصلی تأثیر این پارامترها بیشتر می‌باشد تبعیت می‌کند.

همچنین نتایج آزمون T-Test در پارامترهای ریخت‌سنجی نشان داد که شاخص کرویت و D_{10} ذرات دارای اختلاف معنی‌دار بین مقاطع اصلی و فرعی می‌باشد که به دلیل اختلاف فاصله حمل از سراب بین مقاطع آبراهه اصلی و آبراهه‌های فرعی است، که طبق این نتایج در پارامترهای کرویت و D_{10} ذرات تأثیر میانگین در مقاطع اصلی بیشتر از مقاطع فرعی می‌باشد که بیانگر این موضوع است که کرویت و D_{10} ذرات از بالادست به سمت پایین‌دست در مقاطع اصلی به دلیل مسافت طولانی افزایش یافته می‌یابد و در نتیجه تأثیر این مقاطع بیشتر خواهد شد. Gomez 2001 و Demir 2003 نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

با توجه به نتایج همبستگی بین پارامترهای ریخت‌سنجی و فیزیکی در ۸ مقطع، پارامترهای مساحت و فاصله طی

آبراهه در یک حوزه آبخیز، بار رسوبی در اندازه‌های مختلف افزایش، در نتیجه پارامتر جورشدگی کاهش می‌یابد.

معیار تعیین بهترین مدل، پایین‌تر بودن میزان شاخص خطای نسبی و بالاتر بودن ضریب تبیین می‌باشد. بهترین رابطه رگرسیونی در بخش روابط دومتغیره بین شاخص ریخت‌سنجی و فیزیکی، در جدول (۶) رابطه بین D_{50} ذرات با فاصله از بالادست و در (جدول ۷) D_{90} با آبراهه رتبه ۲ بهترین مدل‌های رگرسیونی ۲ متغیره را ارائه نمودند و در مدل‌های رگرسیونی چند متغیره (جدول ۸ و ۹) بین D_{90} با آبراهه رتبه ۲ و مجموع طول آبراهه‌ها و D_{50} با فاصله از بالادست و مجموع طول آبراهه‌ها می‌باشد.

نظر به اینکه از جریان این رودخانه برای آبیاری اراضی کشاورزی پایین دست استفاده می‌گردد و با توجه به طراحی و اجرای ایستگاه پخش سیلاب در همین منطقه میتوان از نتایج این تحقیق در طراحی سازه‌های هیدرولیکی و آبخیزداری و نیز پروژه‌های مدیریت منابع آب با لحاظ نمودن نتایج این تحقیق استفاده نمود.

جمع بندی و پیشنهاد

در این تحقیق اثر مشخصات فیزیکی حوزه آبخیز بر پارامترهای ریخت سنجی رسوبات بستر رودخانه قلعه سر در حوزه آبخیز تجن ساری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این بررسی مویید تاثیرپذیری مولفه‌های ریخت سنجی رسوبات بستر آبراهه‌ها از پارامترهای فیزیوگرافی حوزه آبخیز بالادست خود می‌باشد. از آنجایی که اندازه و شکل رسوبات بستر در مفهوم انتقال رسوبات از

شده از بالادست با شاخص‌های کرویت و گردشدگی ذرات رابطه‌ای مستقیم داشته است یعنی با افزایش مساحت و فاصله طی شده از بالادست در هر یک از مقاطع کرویت و گردشدگی افزایش یافته است که با نتایج خالدی و همکاران (۱۳۸۷)؛ Clifford 2001؛ Surian 2002؛ Demir 2003 تطابق دارد. با توجه به نتایج بدست آمده تراکم آبراهه‌ها با میانگین قطرذرات رابطه مستقیم داشته که با نتایج خالدی و همکاران (۱۳۸۷) همخوانی داشته است. طبق این نتایج D_{50} با مجموع طول آبراهه رتبه ۱، مجموع طول آبراهه رتبه ۲، مجموع طول آبراهه‌های ۱ و ۲، مساحت، فاصله از بالادست، شیب آبراهه و تراکم آبراهه همبستگی معنی‌دار و مستقیمی را در سطح ۹۵ درصد نشان داد.

قطر بزرگ و متوسط ذرات با پارامتر تراکم آبراهه همبستگی مستقیم و معنی‌داری را نشان داد که در واقع این همبستگی نشان‌دهنده این می‌باشد که با افزایش تراکم آبراهه در یک حوزه آبخیز، بار رسوبی بیشتر می‌شود در نتیجه تعداد ابعاد سه‌گانه در اندازه‌های مختلف افزایش می‌یابد.

متوسط اندازه ذرات با فاصله از بالادست همبستگی مستقیم و معنی‌داری را نشان داد یعنی از بالادست به سمت پایین‌دست حوزه پارامتر متوسط اندازه ذرات افزایش می‌یابد. همچنین متوسط اندازه ذرات با شیب همبستگی معنی‌دار و معکوسی را نشان داد، یعنی با افزایش شیب پارامتر متوسط اندازه ذرات کاهش می‌یابد.

همچنین طبق این نتایج، همبستگی بین پارامترهای جورشدگی و تراکم آبراهه معنی‌دار و معکوس می‌باشد که در واقع به این مفهوم می‌باشد که با افزایش تراکم

ریخت سنجی رسوبات بستر در حوزه آبخیز واز
مازندران: مجله تحقیقات منابع آب، ش. (۱)، ص ۷۵-
۷۸.

۵- رفاهی.ح.، ۱۳۷۸، فرسایش آبی و کنترل آن: انتشارات
دانشگاه تهران، چاپ دوم، ص ۳۴۵.

۶- شفاعی بجستانی م.، ۱۳۷۳، هیدرولیک رسوب:
انتشارات دانشگاه شهید چمران: اهواز. ص ۴۳۸.

۷- صادقی، ح.، ع.، خالدی، م. وفاخواه و ل. غلامی،
۱۳۸۶، بررسی ویژگی های ریخت سنجی رسوبات بستر
در جهت پایاب رودخانه در حوزه آبخیز واز مازندران:
مجله دانشکده منابع طبیعی ایران، ش ۴، ص ۱۱۸۵-
۱۱۹۷.

۸- مصطفی زاده، ر.، ع. بهره مند، و ا. سعدالدین،
۱۳۸۸، شبیه سازی هیدروگراف رواناب مستقیم با مدل
هیدروگراف واحد لحظه ای کلارک: مجله پژوهش‌های
حفاظت آب و خاک. جلد شانزدهم، ش ۳، ص ۱۰۵-
۱۲۲.

۹- موسوی حرمی، ر.، ا.، محبوبی، م. غفوری، و م.
خانه باد ۱۳۸۱، مطالعات رسوب شناسی و نرخ
ریزشوندگی به طرف پایین دست حوضه آبریز بند
گلستان. جنوب غربی مشهد: مجله علوم دانشگاه تهران.
ص ۸۷-۱۱۷.

۱۰- مهدوی، محمد، ۱۳۷۸، هیدرولوژی کاربردی:
انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۰۱.

11- Blott, S., J and K., Pye, 2001, Gradistat: A
grain size distribution and statistics package for
the analysis of unconsolidated sediments: Earth
Surface Processes and Landforms, v. 26, p. 1237-
1248.

12-. Clifford, N. J., 2001, Conservation and the
River Channel Environment. In: A. Warren 2 J. R.

موضوعات مهم قابل بحث می باشد، بنابراین توجه بیشتر
به امر شناسایی ریخت سنجی رسوبات بستر رودخانه
بخصوص در رودخانه هایی که سدهای مخزنی یا
اصلاحی روی آنها احداث شده است می تواند منجر به
فهم بیشتر از فرایند انتقال رسوب و توزیع مکانی آن
گشته و به مدیریت مناسب رودخانه ها و مخازن سدها
کمک نماید.

توزیع مکانی ریخت سنجی رسوبات بستر و نرخ ریز
شوندگی آنها در جهت پایاب، تاثیر پذیری شکل و نرخ
ریز شوندگی رسوبات بستر از ورود شاخه‌های فرعی و
تعیین توزیع مکانی نسبت بار معلق به بستر از جمله
مواردی است که در تحقیقات بعدی می تواند مورد
ارزیابی قرار گیرد.

با توجه به نتایج بدست آمده و نیز اهمیت و ضرورت
استفاده از مدل‌ها در تخمین متغیرهای مورد نیاز در حوزه
آبخیز، پیشنهادهای زیر مطرح می گردند.

منابع

- ۱- احمدی، ع.، ر.، موسوی حرمی، ا.، محبوبی و ع.
رئیس، ۱۳۸۲، مطالعات رسوب‌شناسی و بررسی منشأ
رسوبات رودخانه خشک شیراز: پایان‌نامه کارشناسی
ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۱۰۲.
- ۲- ارزانی، ن.، ۱۳۸۹، آزمایشگاه رسوب شناسی:
انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ اول، ص ۱۵۱.
- ۳- بی همتا، م. ر.، و م. زارع چاهوکی، ۱۳۸۹، اصول
آمار در علوم منابع طبیعی: انتشارات دانشگاه تهران، ص
۳۰۰.
- ۴- خالدی، ع.، ح. صادقی، م. وفاخواه، و ل. غلامی،
۱۳۸۷، شناسایی موثرترین ویژگی‌های فیزیکی حوزه در

- in Chilean rivers: *Journal of Hydraulic Engineering*, v. 128(10), p. 934-941.
- 24- Petts, G.E., A.M., Gurnell, A.J., Gerrard, D.M., Hannah, B., Hansford, I., Morrisey, P.J., Edwards, J., Kollmann, J.V., Ward, K., Tockner, and B.P.G., Smith, 2000, Longitudinal variations in exposed riverine sediments: a context for the ecology of the Fiume Tagliamento, Italy. *Aquat. Conserv: Mar. Freshwater Ecosyst*, v. 10, p. 249–266.
- 25- Pizzuto, J.E., 1995, Downstream fining in a network of gravel-bedded Rivers: *Water Resource Research*, v. 31, p. 753-759.
- 26- Rodriguez, G. and Uriarte, A., 2009, Laser Diffraction and Dry-Sieving Grain Size Analyses Undertaken on Fine- and Medium-Grained Sandy Marine Sediments: A Note: *Journal of Coastal Research*. v. 25(1), p. 257-264.
- 27- Sear, D.A. and M. D., Newson, 2003, Environmental change in river channels: a neglected element, towards geomorphological typologies, standards: *The Science of Total Environment*, v. 310, p. 17-23.
- 28- Shirazi, M., M.J., Faustini, and R.P., Kaufmann, 2009, Streambed gravel sampling and frequency base conversion: A solution to data set sharing: *Water Resources Research*, v. 45, W01414, doi:10.1029/2007WR006151.
- 29- Surian, N., 2002, Downstream Variation in Grain Size Along an Alpine River: analysis of Controls and Processes: *Geomorphology*, v. 43, p. 137– 149.
- 30-Taylor, T. J., 1851, *An Enquiry Into the Operation of Running Streams and Tidal Waters, With a View to Determine Their Principles of Action; and an Application of Those Principles to Improvement of the River Tyne*, London.
- French (Eds) *Habitat Conservation*: John Wiley and Sons, Ltd, 356: p. 68-104.
- 13- Davis, W.M., 1899, The geographical cycle, *Geographical Journal*, v. 14, p. 481-504.
- 14- Demir, T. , 2003, Downstream Changes in Bed Material Size and Shape Characteristics in a Small upland Stream, Cwm Trewern, in South Wales: *Bulletin of Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University, Yerbilimleri*, v. 28, p. 33-47.
- 15- Di Giuli, A., A., Ceriani, E., Ghia, and F., Zueca, 2003, composition of modern stream sand derived from sedimentary source rocks in a temperate climate (Northern Apennines, Italy): *Sedimentary Geology*, v. 138, p. 145-161.
- 16- Fripp, J.B. and P., Diplas 1993, Surface Sampling in Gravel Stream: *Journal of Hydraulic Engineering*, v. 119(4), p. 473-490.
- 17-Gomez, B., 2001, Downstream Fining in a Rapidly Aggrading Gravel Bed River: *Water Resources Research*, v. 37 (6), p. 1813-1823.
- 18- Leeder M.R., 1988, *Sedimentology: Process and Product* Fletcher & Son Ltd 344PP.
- 19- Le Pera, E., and M., Sorriso-Valvo, 2000, Weathering, erosion and sediment composition in a high gradient river Calabria Italy: *Earth Sur. Pro. Landform*, v. 25, p. 277-299.
- 20- Mackin, J.H., 1948, Concept of the graded river: *Geological Society of America Bulletin*, 59, 463-512.
- 21- Morgan, R.P.C., 2005, *Soil Erosion and conservation*: Blackwell Publications, 304 p.
- 22- Muskatirovic, J., 2007, Analysis of bedload transport characteristics of Idaho streams and rivers: *Earth Surface Processes and Landforms*, v. (33), p. 1757-1768.
- 23- Nino, Y., 2002, Simple Model for Downstream Variation of Median Sediment Size

33- Whitaker, A. and C., Potts. 2007, Coarse bed load transport in an alluvial gravel bed stream. Dupuger Creek. Montana: Earth Surface Processes and Landforms, v. (13), p.1984-2004.

31-Thomas, E. L., 1995, Particle size variations between bed load and bed material in natural gravel bed channels: Water Resources research, v. 31(4), p. 1107-1118.

32- Vendenberghe, J., 2003, Climate forcing of fluvia system development: a evolution of ideas: Quaternary Sciences Review, v. 22, p. 2053-2060.