

بررسی نقش عوامل انسانی در تغییرات مورفولوژیکی رودخانه دره رود

محمد شهبازی بیله سوار^۱، سعید حبیبی آلاگوز^۲، بهرام صاحبقرانی^۳ و فرهاد الماسپور^۴

۱، ۲، ۳ - کارشناس ارشد مهندسی رودخانه، شرکت مهندسین مشاور آذربولاق تبریز

۴ - کارشناس ارشد GIS، شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی

m_shahbazi_b@yahoo.com

خلاصه

رودخانه‌ها سهم بسیار مهمی در تأمین آب مورد نیاز به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دارند. عوامل طبیعی و انسانی باعث ایجاد تغییرات گسترده‌ای در رخت رودخانه می‌شود که خود این امر می‌تواند عواقب و تهدیدات جدی به‌خصوص در فصول سیلابی ایجاد نماید. در این مطالعه به کمک عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و فن آوری سنجش از دور مورفولوژی رودخانه دره رود در بازه‌ای به طول ۶۶ کیلومتر مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعات انجام یافته نشان داد در بخش اعظمی از بازه مورد مطالعه تغییرات مورفولوژیکی گسترده‌ای توسط کشاورزان منطقه بر رخت طبیعی رودخانه تحمیل شده و کاربری‌های گذشته در مقیاس وسیعی تغییر یافته است.

کلمات کلیدی: مورفولوژی رودخانه، بستر و حریم رودخانه، سنجش از دور، دره رود.

۱. مقدمه

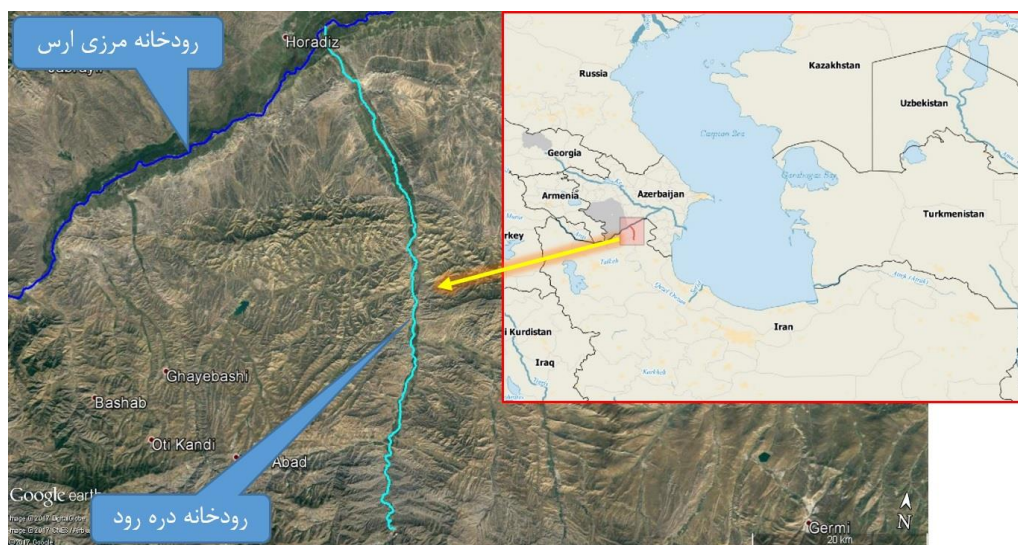
ریخت‌شناسی رودخانه علم شناخت سیستم رودخانه از نظر شکل و فرم کلی، ابعاد و هندسه هیدرولیکی، راستا و پروفیل طولی بستر و نیز روند و مکانیزم تغییرات آن می‌باشد. مطالعه ریخت‌شناسی برای درک شرایط کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی رودخانه در آینده ضروری است و تنها از این طریق می‌توان عکس‌العمل طبیعی آن را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های اصلاح مسیر و تثبیت کناره‌ها پیش‌بینی نمود [۱]. به‌منظور ارائه اطلاعات مناسبی از وضعیت رفتاری رودخانه‌ها لازم است از معیارهای کمی مهندسی استفاده نمود. علاوه بر عوامل طبیعی، تغییرات ایجاد شده توسط عوامل انسانی مانند احداث سازه‌های تقاطعی (شامل پل‌ها، بندهای انحرافی، سدها و غیره)، احداث سازه‌های طولی (شامل دایک‌های حفاظتی، دیواره‌سازی در سواحل رودخانه و غیره)، اشعاب نهرها از مسیر جریان رودخانه‌ها و همچنین تجاوز به بستر و حریم رودخانه‌ها، سبب ایجاد تغییر در ریخت طبیعی رودخانه شده و به تبع آن رفتار هیدرولیکی رودخانه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغییر در ساختار ریخت‌شناختی رودخانه‌ها سبب افزایش ریسک خطرات ناشی از جریانات سیلابی می‌گردد. تغییر در مجرای رودخانه از طریق دبی شکل‌دهنده به مجرا (دبی مقطع پر یا دبی لبریز) و تغییرات رسوبی اعمال می‌شود [۲]. در خصوص بررسی ریخت طبیعی و همچنین نقش فعالیت‌های انسانی بر تغییرات در ساختار ریخت‌شناختی رودخانه‌ها تحقیقات فراوانی صورت گرفته است. از جمله بیاتی خطیبی (۱۳۸۷) به بررسی نحوه تأثیر سد سهند بر تغییر مورفولوژی بستر جریان رودخانه قرقو، ویژگی‌های فرسایشی و رسوب زایی آن پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان داد که بخش‌های بالادست حوضه از نظر فرسایش در وضعیت نسبتاً بحرانی قرار دارند و فعالیت‌های فرآیندهای مختلف فرسایشی و وقوع لغزش‌های نسبتاً بزرگ در کناره دره‌ها و در نزدیکی سد سهند، رسوبات زیادی را وارد آبراهه‌ها می‌کند که بعد از آنگیری سد، این رسوبات در پشت سد نهشته خواهند شد [۳]. سیفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه پلرود در پایین‌دست سد، قبل و بعد از احداث سد در مقیاس کوتاه‌مدت پرداختند. نتایج نشان داد که در حالت وجود سد، فرسایش بیشتری در رودخانه ایجاد می‌شود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که این فرسایش تا فاصله ۱۰ کیلومتری از محور سد در پایاب مشخص‌تر بوده و در فواصل دورتر تغییرات بستر رودخانه در دو حالت وجود و عدم وجود سد تقریباً مشابه بوده و شدت این تغییرات بسیار کم است [۴]. عاشوری و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تغییر مورفولوژی بستر رودخانه پیش و پس از احداث سد با استفاده از HEC-RAS و GIS در پایین‌دست سد ستارخان اهر پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از کاهش میزان رسوب حمل شده پس از احداث سد، کاهش میزان دبی و ثبات تقریبی بستر رودخانه، به دلیل جلوگیری از جریان یافتن سیلاب‌های بزرگ بوده است [۵]. یوسفی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی اثر پوشش گیاهی بر ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی بخش شریانی رودخانه تالار پرداخته‌اند. این مطالعه نشان داد که در طی

دوره تحقیق، پوشش نگهدارنده طبیعی رودخانه تغییرات زیادی داشته و حدود ۹۶ درصد آن از بین رفته است [۶]. خالقی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی نقش انسان در تغییرات مورفولوژی رودخانه لبقوان چای پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که در تغییرات مجرای رودخانه لبقوان، همراه با عوامل طبیعی، نقش عوامل انسانی (کانالیزه کردن مجرا و تغییر کاربری حریم رودخانه) تأثیر بسزایی داشته است [۷]. گردون و مینت می پر (۲۰۰۶) تأثیرات سد و کاربری اراضی را روی تغییرات پایین دست مورفولوژی مجرا و گیاهان کناره در یک سیستم کشاورزی آبراهه‌ای در کالیفرنای شمالی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد عملیات سدسازی و الگوهای کاربری اراضی منجر به تغییرات زمانی و مکانی بر مورفولوژی مجرا و پوشش گیاهی کناره رودخانه شده است [۸]. یمانی (۲۰۱۱) به بررسی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر پایداری ۴۰ کیلومتر از کرانه‌های رودخانه اترک پرداختند و با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در یک دوره زمانی به مدت ۴۴ سال مشخص نمودند که در اثر تغییرات کاربری اراضی اطراف رودخانه، فرسایش کرانه‌های رودخانه افزایش یافته است [۹]. وو و همکاران (۲۰۱۲) چارچوبی کلی برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی سرعت پاسخ مورفولوژیکی به آشفتگی‌های سیستم رودخانه‌ای توسعه دادند. این مدل‌ها ویژگی‌های رفتاری سیستم‌های رودخانه‌ای کلرادو و رودخانه زرد را در طی زمان نشان دادند که همچنین قسمتی از این آشفتگی‌ها یعنی رسوب گذاری در مجرا و کاهش مساحت و دبی مقطع پر در اثر مداخلات انسانی مانند سدسازی، تغییرات کاربری اراضی و برداشت آب جهت مصارف کشاورزی و شهری بوده است [۱۰]. الکسویسکی و همکاران (۲۰۱۳) به تجزیه و تحلیل تغییرات مجرای رودخانه‌های بزرگ روسیه در اثر عوامل طبیعی و انسانی پرداختند. نتایج نشان داد که در این رودخانه‌ها عمدتاً به مداخلات انسانی حساس بوده‌اند. به طوری که در طی ۱۰۰ سال گذشته عوامل طبیعی کنترل‌کننده تغییرات بوده اما در برخی از بازه‌ها مداخلات انسانی مانند ساخت سازه‌های ذخیره آب نظیر سدسازی بر مورفودینامیک رودخانه تأثیرگذار بوده است. هدف از این تحقیق مطالعه پارامترهای مؤثر در ریخت‌شناسی رودخانه دره رود و بررسی تأثیر فعالیت‌های انسانی بالخصوص تأثیر تجاوزات گسترده کشاورزان بر روی مورفولوژی رودخانه دره رود واقع در استان اردبیل در بازه‌ای به طول حدود ۶۶ کیلومتر به کمک عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره و سنجش از دور می‌باشد [۱۱].

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده

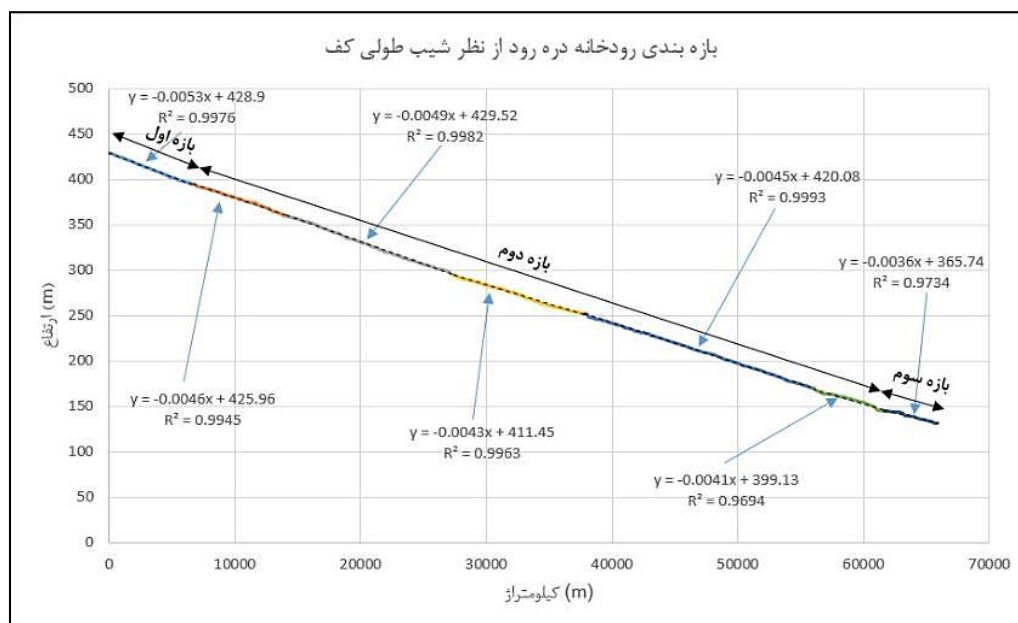
رودخانه دره رود یکی از سرشاخه‌های اصلی رودخانه مرزی ارس در سمت ایران می‌باشد. این رودخانه در مختصات (۷۱۹۰۰۱، ۴۲۶۹۷۳۸) از به هم پیوستن دو رودخانه قره‌سو و اهر چای در مجاورت روستای معروف به دوشنور تشکیل شده و بعد از طی مسافت حدود ۱۳۶ کیلومتر در پایین دست سد انحرافی میل و مغان به رودخانه مرزی ارس ملحق می‌گردد [۱۲]. رودخانه دره رود طول‌ترین رودخانه استان اردبیل بوده که در مسیر منتهی به رودخانه ارس از روستاهای بسیاری عبور می‌کند. سد مخزنی عمارت در حدود ۶۶ کیلومتری بالادست شهر اصلاندوز و در مختصات (۷۱۹۸۴۵، ۴۳۱۷۱۲۵) بر روی این رودخانه در حال احداث است و همچنین سد انحرافی دیک داش نیز در اراضی روستای دیک داش در حدود ۳۱/۸ کیلومتری سد مخزنی عمارت در حال مطالعه می‌باشد. وجود خاک حاصلخیز و شرایط ویژه دمایی در این منطقه امکان انجام عملیات کشت و زرع متناوب و سودآور را برای روستاییان و ساکنین اطراف رودخانه فراهم آورده است. حال آنکه پتانسیل بالای کشاورزی، تمایل دخل و تصرف کشاورزان را به رودخانه افزایش داده و باعث ایجاد و گسترش زمین‌های کشاورزی حتی در داخل بستر رودخانه شده است. برای بررسی وضعیت ریخت‌شناختی رودخانه دره رود مجموعه نقشه‌های موجود برای بازه مطالعاتی از شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل دریافت گردید. نقشه‌ها علاوه بر ارائه دید مناسب از وضعیت رودخانه، برای انجام محاسبات شیب عمومی طولی رودخانه و همچنین برای تعیین دقیق مقدار ضرایب پیچانرودی رودخانه بکار گرفته شد. به علاوه مجموعه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه جهت بررسی تغییرات مسیر رودخانه و بستر موجود در سال‌های گذشته جمع‌آوری گردید. در این مطالعه برای ارائه نتایج دقیق تمام طول مسیر رودخانه (حدوداً ۶۶ کیلومتر) به مدت ۵ روز به صورت قدم به قدم پیمایش صحرایی گردید. در شکل ۱ نقشه‌ای از محدوده مورد مطالعه ارائه شده است.



شکل ۱ - نقشه‌ای از محدوده مورد مطالعه

۳. نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی

بر اساس نقشه‌های موجود شیب طولی رودخانه در محدوده مورد مطالعه مطابق شکل ۲ در بازه بالادست رودخانه در حدود ۰/۰۰۵ و در پایین‌دست (در محدوده مصب ورودی به رودخانه ارس) معادل ۰/۰۰۳ محاسبه گردید. بنابراین می‌توان تغییرات شیب طولی رودخانه را در کل محدوده مطالعاتی در حد کم تلقی نمود. این شیب سبب گشته که رودخانه در اغلب مسیر خود به تعادل رسیده و در محدوده بازه مطالعاتی، فرسایش رودخانه در بستر و کناره‌ها قابل توجه نباشد.



شکل ۲ - شیب طولی رودخانه دره رود در محدوده مطالعاتی

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، رودخانه دره رود را می‌توان بر اساس شیب طولی به سه بازه اصلی تقسیم‌بندی نمود. در جدول ۱ نیز به نحوه بازه‌بندی رودخانه دره رود بر اساس شیب طولی آن ارائه شده است.

جدول ۱ - بازه بندی رودخانه دره رود بر اساس شیب طولی رودخانه

رودخانه	شماره بازه	زیر بازه	طول (L) کیلومتر	رابطه خطی بین طول و ارتفاع	شیب دو سر آبراهه	ضریب تعیین R^2
دره رود	۱	-	۶/۷ - ۰	$H = -0.005 * L + 428.9$	۰/۰۰۵	۰/۹۹۷
	۲	اول	۱۴/۱ - ۶/۷	$H = -0.004 * L + 425.96$	۰/۰۰۴	۰/۹۹۵
		دوم	۲۷/۴ - ۱۴/۱	$H = -0.004 * L + 429.52$	۰/۰۰۴	۰/۹۹۸
		سوم	۳۷/۸ - ۲۷/۴	$H = -0.004 * L + 411.45$	۰/۰۰۴	۰/۹۹۶
		چهارم	۵۵/۹ - ۳۷/۸	$H = -0.004 * L + 420.08$	۰/۰۰۴	۰/۹۹۹
		پنجم	۶۱/۵ - ۵۵/۹	$H = -0.004 * L + 399.13$	۰/۰۰۴	۰/۹۷۰
	۳	-	۶۵/۸ - ۶۱/۵	$H = -0.003 * L + 365.74$	۰/۰۰۳	۰/۹۷۳

بازدیدهای میدانی صورت گرفته و همچنین بررسی مقاطع عرضی این رودخانه نیز نشان می‌دهد که شکل مقاطع این رودخانه در بخش اعظمی از بازه مطالعاتی به حالت U می‌باشد. مشخصات مذکور نشانگر آن است که رودخانه دره رود را می‌توان از منظر درجه تکوین در ردیف رودخانه‌های بالغ طبقه‌بندی نمود. ضریب پیچشی رودخانه (میزان پیچش در کل رودخانه مثلاً در بازه مطالعاتی ۶۶ کیلومتری) از نسبت طول کل راستای رودخانه به طول دره‌ای که رودخانه در آن جریان دارد بدست می‌آید. متوسط درجه پیچانرودی رودخانه دره رود در حد فاصل پایین‌دست سد عمارت تا محل اتصال آن به رودخانه ارس برابر با ۱/۱۴ می‌باشد که با توجه به مطالب فوق الذکر، می‌توان این رودخانه را در کل بازه مطالعاتی در رده رودخانه‌های تقریباً مستقیم قرار داد. جزئیات مربوط به درجه پیچانرودی و فراوانی پیچ‌های رودخانه دره رود نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ - درجه پیچانرودی و فراوانی مناندرهای رودخانه دره رود در محدوده طرح مطالعاتی

طول مجموع (متر)	تعیین درجه پیچانرودی			
	درصد فراوانی	فراوانی	نسبت خمیدگی	درجه پیچانرودی
۱۱۴۴۷/۱۹	۴۰/۴۴	۵۵	۱/۰۵	مستقیم
۲۰۱۲۷/۲۸	۵۲/۹۴	۷۲	۱/۲۵ - ۱/۰۵	سینوسی (پیچانرود کم)
۳۱۹۱/۶۶	۵/۱۵	۷	۱/۵ - ۱/۲۵	پیچانرودی متوسط
۱۱۰۱/۷۴	۱/۴۷	۲	> ۱/۵	پیچانرودی شدید

رودخانه‌ی دره رود را می‌توان در تمام طول بازه مورد مطالعه در رده رودخانه‌های دشتی طبقه‌بندی نمود. عرض بستر فعال رودخانه به‌عنوان یکی از موارد مهم ریخت‌شناختی رودخانه از جهت تعیین شکل هندسی مجرای جریان می‌باشد. مطابق بازه‌بندی انجام‌شده در بخش شیب طولی رودخانه دره رود، ۳ بازه اصلی در طول محدوده مطالعاتی تعیین شده است. همچنین بازه دوم نیز به پنج زیر بازه تقسیم‌بندی گردیده است. بر این اساس با استفاده از داده‌های برداشت شده در بازدیدهای میدانی و اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در این پیمایش‌ها، عرض بستر فعال رودخانه دره رود در تمام طول محدوده مورد مطالعه برداشته شده و نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳ - تغییرات عرض بستر فعال رودخانه دره رود در طول محدوده مورد مطالعه

میانگین عرض (m)	حداقل عرض (m)	حداکثر عرض (m)	
۴۸/۱	۲۳/۹	۸۶/۶	بازه اول
۶۸/۶	۳۲/۰	۲۷۵/۵	بازه دوم - زیر بازه اول
۸۵/۴	۲۹/۰	۲۰۲/۲	بازه دوم - زیر بازه دوم
۷۰/۹	۳۸/۲	۱۳۸/۸	بازه دوم - زیر بازه سوم
۸۳/۲	۳۵/۸	۱۶۲/۳	بازه دوم - زیر بازه چهارم
۷۵/۱	۳۷/۸	۱۶۶/۹	بازه دوم - زیر بازه پنجم
۱۴۰/۸	۳۹/۴	۴۷۶/۸*	بازه سوم

* انتهای بازه سوم دلتای ورودی رودخانه دره رود به رودخانه ارس می‌باشد. در نتیجه رقم حداکثری ارائه شده در جدول، مربوط به دلتای رودخانه بوده که احتمالاً در بستر ارس نیز قرار خواهد گرفت.

برای بررسی میزان تغییرات در بستر فعال یا مشهود یا آبی و بستر سیلابی رودخانه دره رود، از مقایسه عکس‌های هوایی موجود با تصاویر ماهواره‌ای جمع‌آوری شده استفاده گردید. منظور از بستر فعال، بستری است که در زمان عکس‌برداری و یا تصویربرداری دارای آب بوده و یا آثار گذر آب در زمان بسیار نزدیک بر روی عکس و یا تصویر دیده می‌شود. منظور از بستر سیلابی بستری است که آثار عبور و یا گذر آب در آن بر روی عکس و یا تصویر دیده می‌شود و در زمان عکس‌برداری و یا تصویربرداری تغییر کاربری داده نشده است. در شکل ۳ نمونه‌ای از بسترهای فعال و سیلابی مورد نظر در عکس هوایی و تصویر ماهواره‌ای ارائه شده است.



الف- بستر سیلابی و مشهود بر روی تصویر ماهواره‌ای در وضعیت موجود ب- بستر سیلابی و مشهود بر روی عکس هوایی در وضعیت قدیم
شکل ۳ - نمونه‌ای از بستر سیلابی و مشهود رودخانه

هر چند تصویر ماهواره‌ای استفاده شده دارای دقت لازم نمی‌باشد لیکن برای استنباط کلی از شرایط گذشته بستر رودخانه و تغییرات اتفاق افتاده مفید می‌باشد. به منظور مطالعه تغییرات مورفولوژیکی رودخانه دره رود، محدوده مورد مطالعه به پنج بازه تقسیم گردید که مشخصات هر بازه و منابع داده‌ای استفاده شده در جدول ۴ ارائه شده است. برای استخراج وضعیت مورفولوژی رودخانه در شرایط حاضر، از تصاویر ماهواره‌ای استخراجی از گوگل ارث استفاده گردید. تصاویر موجود در این سیستم برای محدوده مورد مطالعه مربوط به سال ۲۰۱۲ میلادی می‌باشد. عکس‌های هوایی استفاده شده در این مطالعه دارای مقیاس اسمی ۱:۲۰۰۰۰ می‌باشد. با استفاده از این عکس‌ها، تهیه نقشه‌های حریم و بستر در مقیاس ۱:۵۰۰۰ امکان‌پذیر می‌باشد. برای همین سعی گردید به منظور تطبیق نقشه‌های حاصل از تفسیر عکس‌های هوایی با شرایط موجود بستر رودخانه و استخراج تغییرات مورفولوژیکی اتفاق افتاده، عملیات زمین مرجع سازی عکس‌های هوایی با تعداد نقاط کنترل زمینی بیشتر از ۶ مورد و با استفاده از روابط ریاضی غیرخطی و با کمترین خطا صورت گیرد. پس از آماده‌سازی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای مورد نیاز، با استفاده از عناصر و کلیدهای تفسیر چشمی (بافت، تن، رنگ، شکل، ارتباط بین عناصر، اندازه و ...) شکل بستر رودخانه برای وضعیت قدیم و فعلی استخراج گردید.

جدول ۴ - بازه‌های مورد مطالعه و منابع داده‌ای استفاده شده در هر بازه برای استخراج وضعیت مورفولوژی رودخانه در وضعیت قدیم

ردیف	شماره بازه	طول بازه به کیلومتر	مختصات شروع بازه		مختصات انتهای بازه		منابع داده‌ای استفاده شده	
			x (utm)	y(utm)	x (utm)	y(utm)	وضعیت قدیم	وضعیت جدید
۱	اول	24	719851	4317300	720112	4335858	عکس‌های هوایی	تصاویر ماهواره‌ای
۲	دوم	8.2	720112	4335858	718833	4343142	تصاویر ماهواره‌ای	تصاویر ماهواره‌ای
۳	سوم	15.2	718833	4343142	715237	4355859	عکس‌های هوایی	تصاویر ماهواره‌ای
۴	چهارم	2.6	715237	4355859	714329	4357923	تصاویر ماهواره‌ای	تصاویر ماهواره‌ای
۵	پنجم	17	714329	4357923	705928	4370468	عکس‌های هوایی	تصاویر ماهواره‌ای

با بررسی عکس‌ها و تصاویر ماهواره‌ای در بازه‌های مختلف و با در نظر گرفتن وضع موجود رودخانه دره رود در هر یک از پنج بازه‌ی مشخص شده، تغییرات رودخانه دره رود به شرح زیر برای هر بازه تعیین گردید.

- در بازه اول محدوده و مساحت بستر شامل بستر فعال و سیلابی در وضعیت قدیم برابر با $809/3$ هکتار بوده که در وضعیت فعلی به $204/7$ هکتار رسیده است. یعنی حدود ۷۵ درصد از بستر رودخانه در بازه زمانی مورد مطالعه تبدیل به کاربری‌های دیگر شده است. در نتیجه عرض بستر رودخانه نسبت به وضعیت قدیم خیلی کم شده است. بستر فعال رودخانه در وضعیت قدیم عمدتاً در این بازه به صورت شریانی بوده ولی در شرایط فعلی از حالت شریانی خارج شده است. جابجایی بستر جدید در خارج از بستر قدیم خیلی کم بوده و عمده جابجایی بسترها در وضعیت جدید در داخل و محدوده بستر سیلابی قدیم صورت گرفته است.
- در بازه دوم به لحاظ این که برای استخراج شرایط مورفولوژیکی قدیم از تصویر ماهواره‌ای با دقت پایین استفاده شده است در نتیجه امکان تفکیک و استخراج بستر فعال و سیلابی مقدور نبوده و فقط در قالب بستر سیلابی استخراج گردیده است. در این بازه محدوده و مساحت بستر شامل بستر فعال و سیلابی در وضعیت قدیم قابل تفکیک نبوده و در مجموع برابر با 102 هکتار بوده که در وضعیت فعلی به $64/53$ هکتار رسیده است. یعنی حدود ۳۷ درصد از بستر رودخانه در بازه زمانی مورد مطالعه تبدیل به کاربری‌های دیگر شده است. در نتیجه عرض بستر رودخانه نسبت به وضعیت قدیم خیلی کم شده است.
- در بازه سوم محدوده و مساحت بستر شامل بستر فعال و سیلابی در وضعیت قدیم برابر با 702 هکتار بوده که در وضعیت فعلی به 82 هکتار رسیده است. یعنی حدود ۸۸ درصد از بستر رودخانه در بازه زمانی مورد مطالعه تبدیل به کاربری‌های دیگر شده است. در نتیجه عرض بستر رودخانه نسبت به وضعیت قدیم خیلی کم شده است. بستر فعال رودخانه در وضعیت قدیم عمدتاً در این بازه به صورت شریانی بوده ولی در شرایط فعلی از حالت شریانی خارج شده است. در حالت کلی در این بازه، در وضعیت قدیم به لحاظ وارد شدن رودخانه به دره‌ای عریض، بستر رودخانه وسیع بوده به گونه‌ای که حد بستر فعال و سیلابی قابل تفکیک نمی‌باشد.
- در بازه چهارم نیز به لحاظ این که برای استخراج شرایط مورفولوژیکی قدیم از تصویر ماهواره‌ای با دقت پایین استفاده شده است؛ در نتیجه امکان تفکیک و استخراج بستر فعال و سیلابی مقدور نبوده و فقط در قالب بستر سیلابی استخراج گردیده است. در این بازه نیز عرض بستر رودخانه در وضعیت قدیم بیشتر بوده و بستر به صورت شریانی بوده است لیکن در شرایط فعلی عرض بستر کم شده و از حالت شریانی خارج شده است. در این بازه محدوده و مساحت بستر شامل بستر فعال و سیلابی در وضعیت قدیم قابل تفکیک نبوده و در مجموع برابر با $122/7$ هکتار بوده که در وضعیت فعلی به $25/6$ هکتار رسیده است. یعنی حدود ۸۰ درصد از بستر رودخانه در بازه زمانی مورد مطالعه تبدیل به کاربری‌های دیگر شده است. در نتیجه عرض بستر رودخانه نسبت به وضعیت قدیم خیلی کم شده است.
- در بازه پنجم محدوده و مساحت بستر شامل بستر فعال و سیلابی در وضعیت قدیم برابر با $1432/2$ هکتار بوده که در وضعیت فعلی به $107/5$ هکتار رسیده است. یعنی حدود ۹۲/۵ درصد از بستر رودخانه در بازه زمانی مورد مطالعه تبدیل به کاربری‌های دیگر شده است. در نتیجه عرض بستر رودخانه نسبت به وضعیت قدیم خیلی کم شده است. بستر فعال رودخانه در وضعیت قدیم عمدتاً در این بازه به صورت شریانی بوده ولی در شرایط فعلی از حالت شریانی خارج شده است. در حالت کلی در این بازه، رودخانه به دلیل جریان در سطوح باز و کم شیب، در وضعیت قدیم وسیع و به صورت شریانی بوده ولی در حال حاضر به دلیل تغییر کاربری اراضی و توسعه زمین‌های زراعی در این قسمت از رودخانه تبدیل به بستر کم عرض شده است.

۴. نتیجه‌گیری کلی

با بررسی عکس‌ها و تصاویر ماهواره‌ای در بازه‌های مختلف و با در نظر گرفتن وضع موجود رودخانه دره رود در هر یک از پنج بازه‌ی مورد مطالعه مشخص گردید که بخش اعظمی از رودخانه در اثر فعالیت‌های کشاورزی از حالت طبیعی خود خارج شده است. به طوریکه در مجموع ۶۶ کیلومتر از بازه مورد مطالعه در مجموع حدود ۱۵۳۵ هکتار معادل با $56/8$ درصد از رودخانه دستخوش تغییرات اساسی گردیده که این تغییرات می‌تواند تهدیدات جدی و مخاطرات قابل توجهی در فصول سیلابی ایجاد نماید. با توجه به تغییرات صورت گرفته ضرورت دارد که مدیریت رودخانه معطوف به جلوگیری از دخل و تصرف بی‌رویه در کل محدوده مطالعاتی گردد. با توجه به اینکه این مطالعه اولین مطالعه کلی در این زمینه می‌باشد توصیه می‌شود با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای با مقیاس‌های ریزتر سهم هریک از فعالیت‌های انسانی در تغییرات ایجاد شده به شکل جزئی‌تری مطالعه گردد.

۵. قدردانی

بدین وسیله نویسندگان این پژوهش بر خود وظیفه می‌دانند از زحمات کارشناسان محترم دفتر مهندسی رودخانه و آرشو فنی شرکت آب منطقه‌ای اردبیل به خاطر در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات مرتبط با منطقه مورد مطالعه، تقدیر و تشکر نمایند.

۶. مراجع

۱. شهیازی بیل‌سوار، م. (۱۳۹۴). پهنه‌بندی سیلاب رودخانه (مطالعه موردی: رودخانه باراندوز)، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
2. Christner, Jr.T.W. (2009). An assessment of land use impacts on channel morphology in a western Minnesota watershed, ProQuest, Ph.D thesis. Faculty of the Graduate School. the University of Minnesota. Atluri, S.N. and Shen, S. (2002). The Meshless Local Petrov–Galerkin (MLPG) Method, Tech Science Press, USA.
۳. بیاتی خطیبی، م. (۱۳۸۷). بررسی نحوه تأثیر سد سهند بر تغییر مورفولوژی بستر جریان رودخانه قرقو، ویژگی‌های فرسایشی و رسوب زایی آن مطالعه موردی: حوضه قرقو چای دامنه‌های شرقی کوهستان سهند (شمال غرب ایران)، نشریه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، بهار و تابستان ۱۳۸۷، ۱۹۹–۲۲۰.
۴. سیفی‌زاده، م.، عمادی، ع. و فضل‌اولی، ر. (۱۳۹۲). تغییرات مورفولوژی رودخانه پلرود در پایین‌دست سد، قبل و بعد از احداث سد در مقیاس کوتاه‌مدت، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره دوازدهم، تابستان ۱۳۹۲، ۵۹–۷۰.
۵. عاشوری، م.، رضایی مقدم، م. ح. و پیری، ز. (۱۳۹۲). بررسی تغییر مورفولوژی بستر رودخانه پیش و پس از احداث سد با استفاده از HEC-RAS و GIS (مطالعه‌ی موردی: منطقه پایین‌دست سد ستارخان اهر)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ۸۷–۱۰۰.
۶. یوسفی، ص.، مرادی، ح. ر.، تلوری، ع. و وفاخواه، م. (۱۳۹۳). اثر پوشش گیاهی بر ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی بخش شریانی رودخانه تالار، اکوهیدرولوژی، دوره ۱، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۳، ۹۹–۱۱۰.
۷. خالقی، س.، روستایی، ش.، خورشید دوست، ع. م.، رضایی مقدم، م. ح. و قربانی، م. ع. (۱۳۹۵). بررسی نقش انسان در تغییرات مورفولوژی رودخانه ليقوان چای، فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۵۵، پاییز ۱۳۹۵، ۱۱۱–۱۳۵.
8. Gordon, E. and Meentemeyer, R. K. (2006). Effect of dam operation and land use on stream channel morphology and riparian vegetation, *Geomorphology*, 82: 412-429.
9. Yamani, M. (2011). The effect of human activities on river bank stability (Case Study: Atrak River), *American Journal of Environmental Sciences*, 7 (3): 244-247.
10. Wu, B., Zheng, S. and Reginald Thorne, C. (2012). A general framework for using the rate law to simulate morphological response to disturbance in the fluvial system, *Progress in Physical Geography*, 36(5): 575–597.
11. Alexeevsky, N. I., Chalov, R. S., Berkovich, K. M. and Chalov, S. R. (2013). Channel changes in largest Russian rivers: natural and anthropogenic effects, *International Journal of River Basin Management*, 11 (2): 175-191.
۱۲. مهندسین مشاور آذربولاق تبریز. (۱۳۹۵). گزارش مطالعات ریخت‌شناسی طرح تأثیر احداث سد عمارت بر ساماندهی رودخانه دره رود، شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل.