



ارزیابی وضعیت مورفولوژی رودخانه سیمره و تعیین کاربری‌های متناسب با آن

چکیده

رودخانه‌ها در کنار تأثیرات مثبتی که در مناطق دارند، دارای مخاطراتی نیز هستند که در صورت عدم توجه به آن‌ها می‌توانند خسارات زیادی را به وجود آورند. بر این اساس در این تحقیق به ارزیابی وضعیت هندسی رودخانه سیمره و تعیین کاربری مناسب مناطق حاشیه رودخانه بر اساس وضعیت مورفولوژی منطقه پرداخته شده است. در این تحقیق به منظور بررسی تغییرات رودخانه از عکس‌های هوایی سال ۱۳۶۰ و تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۷ استفاده شده است. مطابق با اهداف مورد نظر ابتدا با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS و AutoCAD به بررسی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه و سپس با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP به پهنه بندی نواحی مناسب برای توسعه کاربری‌های سکونتگاهی، کشاورزی و فضای سبز پرداخته شده است. نتایج حاصل از بررسی وضعیت مورفولوژی رودخانه بیانگر این است بازه دوم نسبت به بازه اول پیچان رودی‌تر است و در مجموع رودخانه در طول زمان به سمت پیچان‌رودی شدن تمایل داشته است. همچنین بررسی میزان جابجایی صورت گرفته بیانگر این است که باز اول با ۳۲/۶۶ کیلومتر طول به طور میانگین ۱۷/۲ متر جابجایی داشته است و همچنین بازه دوم با ۲۷/۱۷ کیلومتر طول به طور میانگین ۱۷/۲ متر جابجایی داشته است. به علاوه، نتایج حاصل از پهنه‌بندی مناطق حاشیه‌ای رودخانه بیانگر تناسب بیش‌تر حاشیه غربی رودخانه جهت کاربری‌های سکونتگاهی، اراضی کشاورزی و فضای سبز است.

کلمات کلیدی: رودخانه، سیمره، مورفولوژی، کاربری اراضی

۱-مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان بستر حیات و آغاز کننده اغلب تمدن‌های بزرگ بسیار مورد توجه هستند (Wang et al, 2022). رودخانه‌ها برای تامین آب کشاورزی، صنعت، حمل و نقل و ... مورد استفاده هستند، اما خطراتی همچون فرسایش، سیل و .. را نیز به دنبال دارند (Wrightt & Crosato, 2013). تهدیدات رودخانه‌ای همواره خسارات زیادی را به شهرها وارد کرده است (Wang et al, 2015 & Martins et al, 2023). تاثیر انسان در رودخانه بدون داشتن اطلاعات کافی سبب فرسایش کانال رودخانه می‌شود (Thorne, 2002 & Young Shin, 2014). فرسایش کناری و جابجایی مرزهای رودخانه هر ساله سطح زیادی از اراضی مسکونی و تاسیسات ساحلی را در معرض تخریب و نابودی قرار می‌دهد. در واقع، رودخانه‌ها سیستمی پویا بوده و همواره برای رسیدن به تعادل بستر در مسیر خود برداشت، حمل و رسوب گذاری می‌کنند. به همین دلیل مشخصه‌های مورفولوژیکی آن‌ها به‌طور پیوسته در طول زمان تغییر می‌کند (امانی، ۱۳۹۵). تغییرات الگوی هندسی رودخانه، ناپایداری بستر و فرسایش سواحل رودخانه موجب خسارات به اراضی کشاورزی، تاسیسات مجاور سواحل مجاور رودخانه و ... می‌شود (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به اینکه تغییرات مورفولوژی رودخانه تاثیر مهمی بر مناطق مجاور رودخانه دارد، بنابراین بررسی وضعیت ژئومورفولوژی رودخانه‌ها و تعیین کاربری‌های متناسب با آن، بسیاری حائز اهمیت است (بوش و دویون^۱، ۲۰۲۳). در واقع، مطالعات ژئومورفولوژی از مهم‌ترین مباحث مهندسی رودخانه می باشد که به بیان شکل هندسی، فرم بستر، پروفیل طولی آبراهه، مقاطع عرضی، تغییر شکل‌ها و تغییر مکان رودخانه در طول زمان می‌پردازد. جهت شناسایی و تحلیل مورفولوژی رودخانه، آشنایی با این مباحث از اهمیت بالایی برخوردار است. عدم توجه به این علم در مدیریت و ساماندهی حوضه‌های رودخانه‌ای موجب فرسایش بسیار شدید، تخریب و نابودی خواهد شد (برنا^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به این تاثیرات مخرب، عدم توجه به این علم در مدیریت و ساماندهی حوضه‌های رودخانه‌ای موجب فرسایش بسیار شدید، تخریب و نابودی بسیاری از مناطق مسکونی خواهد شد (رستمی و همکاران، ۱۳۸۷). در ایران نیز در طی سال‌های اخیر شاهد خسارات زیادی ناشی از تغییرات رودخانه‌ها بوده‌ایم. یکی از رودخانه‌هایی که بسیار مورد توجه است، رودخانه سیمره است که به دلیل مورفولوژی خاصی که دارد می‌تواند در آینده سبب ایجاد مخاطرات زیادی شود، با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به بررسی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه سیمره و ارزیابی و تعیین کاربری‌های متناسب با وضعیت این رودخانه پرداخته شده است.

1Bush & Doyon

2Brenna

در ارتباط با موضوع مورد مطالعه، تحقیقات مختلفی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به دن رویالی^۱ (۲۰۱۳) اشاره کرد که نشان داده است آثار هیدروژئومورفیک کاربری زمین تأثیرات مهمی در سیستم رودخانه در تمام مقیاس‌ها دارد. بلتی^۲ و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی وضعیت هیدروژئومورفولوژی رودخانه با استفاده از روش‌های میدانی و سنجش از دوری پرداختند. کومار و جایاکومار^۳ (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات ژئومورفولوژیکی رودخانه کریشنا در هند پرداختند. دل تانگو^۴ و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی وضعیت کیفیت هیدروژئومورفولوژی و نقش نقش پوشش زمین در تغییرات آن پرداخته‌اند. میترا^۵ و همکاران (۲۰۲۳) به ارزیابی وضعیت هیدروژئومورفولوژیکی زیرحوضه‌های رودخانه ماهاندا در بنگال غربی پرداختند. یمانی و حسین‌زاده (۱۳۸۵) هیدرودینامیک رودخانه‌های تالار و بابل و نقش آن در ناپایداری و تغییر مشخصات هندسی آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. مقصودی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی خرم آباد با استفاده از GIS و RS پرداختند. یمانی و شرفی (۱۳۹۰) ژئومورفولوژی و عوامل موثر در فرسایش کناری رودخانه هررود لرستان را مورد ارزیابی قرار دادند. فتحیان و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی ارتباط کاربری اراضی با روند جریان رودخانه‌ها در زیرحوضه‌های شرق دریاچه ارومیه پرداختند. مقصودی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی هیدرودینامیک و پایداری رودخانه قشلاق و تأثیر آن در توسعه شهری سنجند پرداختند. یمانی و همکاران (۱۳۹۷) به پهنه‌بندی کاربری اراضی مسیر آبراهه قشلاق بر اساس عوامل مخاطره‌ساز از سد وحدت تا سد ژاوه پرداختند. کوزه‌گر کالجی (۱۴۰۱) به تحلیل فضایی آسیب‌پذیری کاربری‌های اراضی شهر راز استان خراسان شمالی با تأکید بر سیلاب پرداختند. در راستای تحقیقات پیشین صورت گرفته، هدف از تحقیق حاضر ارزیابی وضعیت هندسی رودخانه مورد مطالعه و تعیین کاربری مناسب مناطق حاشیه رودخانه بر اساس وضعیت مورفولوژی منطقه است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

رودخانه مورد مطالعه از نظر سیاسی در بین دو استان ایلام و لرستان و در بین شهرستان‌های دره شهر (ایلام)، کوهدشت و پلدختر (لرستان) قرار دارد. بازه مورد مطالعه از خروجی سد سیمره شروع شده و تا خروجی حوضه در پایین دست روستای آرمو ادامه دارد. این محدوده از نظر ژئومورفولوژی در زون زاگرس

1. Dan Royalli

2. Belletti

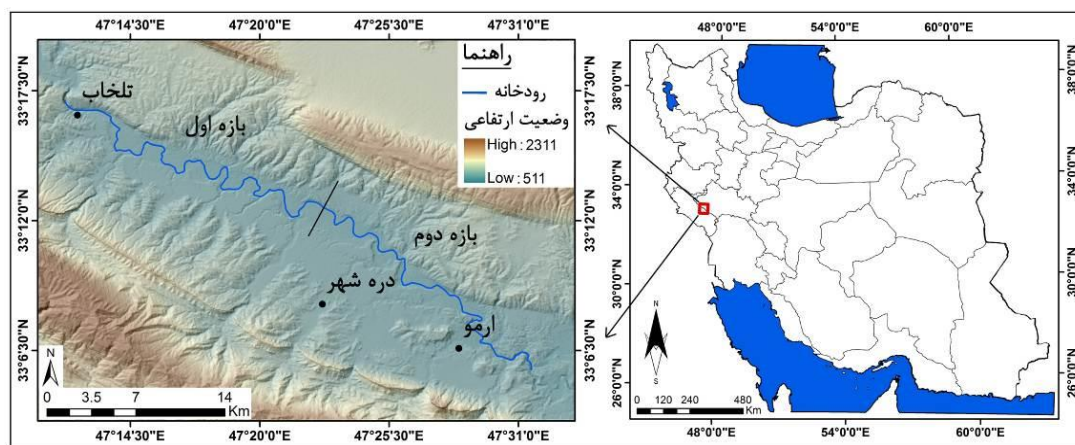
3.

Kumar & Jayakumar

4. DelTánago

5. Mitra

چین خورده قرار دارد و از نظر اقلیمی نیز دارای میانگین دمایی حدود ۲۳ درجه و بارش سالانه حدود ۳۷۵ میلی متر است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۴). در این تحقیق به منظور بررسی دقیق تر، بازه مورد مطالعه خود به دو بازه تقسیم شده است. در شکل ۱ موقعیت رودخانه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل (۱): نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی

۲-۲- روش تحقیق

تحقیق حاضر بر مبنای روش های توصیفی-تحلیلی و نرم افزاری استوار بوده است. داده های مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل عکس هوایی محدوده مطالعاتی سال ۱۳۶۰ و نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ مربوط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تصویر گوگل ارثی محدوده مطالعاتی در سال ۱۳۹۷ و DEM ۳۰ متر SRTM و همچنین اطلاعات کتابخانه ای می باشد. ابزارهای به کار گرفته شده در تحقیق نیز شامل نرم افزار گوگل ارث (به منظور ترسیم نقشه مسیر رودخانه در سال ۱۳۹۷ و بررسی وضعیت کلی منطقه)، نرم افزار ARCGIS (برای تهیه لایه های اطلاعاتی و نقشه های نهایی)، Auto Cad (برای محاسبه های هندسی رودخانه) و همچنین Excel (برای انجام محاسبات و ترسیم نمودارها) می باشد. تحقیق حاضر در دو مرحله انجام شده است که در ادامه به تشریح هر کدام از آنها پرداخته شده است:

-ارزیابی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه: به منظور بررسی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه ابتدا عکس های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۶۰ را اسکن کرده سپس با استفاده از نقاط و پدیده های ثابت (نظیر پل، روستا و غیره) ژئورفرنس شده و مسیر رودخانه بر روی این عکس ها دیجیتایز گردید. سپس تصاویر ماهواره ای را نیز به همین منوال ژئورفرنس کرده و مسیر رودخانه را دیجیتایز کرده و تغییرات مکانی را در فاصله زمانی

مشخص اندازه‌گیری کرده سپس با مقایسه‌های به دست آمده برای بازه مورد مطالعه به بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه در بازه زمانی مورد مطالعه پرداخته شده است. در مرحله دوم با استفاده از مسیر رقومی شده رودخانه بر روی عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و با روش برازش قوس دوایر با حلقه‌های پیچان رودی کار بررسی انجام شده و سپس در محیط نرم افزاری اتوکد، با استفاده از ترسیم دوایر، تحلیل‌های کمی های هندسی میانگین طول موج، میانگین زاویه مرکزی پیچان‌رود، میانگین شعاع دایره و میانگین عرض رودخانه بالیخ‌لوجای در دو دوره زمانی اندازه‌گیری شده و مقایسه آماری بین آن‌ها صورت گرفته است. با انجام این کار امکان محاسبه مشخصات هندسی پلان رودخانه که برای تشخیص الگوی رود به کار می‌رود، فراهم شده است. همچنین با استفاده از مسیرهای ترسیمی، تغییرات مکانی مسیر رودخانه در گذشته و حال مشخص و نسبت به هم مقایسه شده‌اند.

تعیین کاربری اراضی: پس از ارزیابی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه به‌منظور تعیین کاربری اراضی محیط اطراف رودخانه از ۵ پارامتر استفاده شده است. پارامترهای مذکور شامل مورفولوژی رودخانه، فاصله از رودخانه، شیب، جهت شیب و ارتفاع می‌باشد که به‌منظور تعیین نواحی مناسب برای کاربری‌های سکونتگاهی، اراضی کشاورزی و همچنین اراضی فضای سبز استفاده شده است. برای تعیین نواحی مناسب برای هر کاربری از مدل تلفیقی منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. روش کار به این صورت است که ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر تهیه شده است. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از گامای فازی و با روش خطی مستقیم و خطی معکوس، لایه‌های اطلاعاتی به‌صورت استاندارد شده و قابل مقایسه در آمده‌اند. با توجه به اینکه ارزش و اهمیت پارامترها در تعیین هر کدام از کاربری‌ها متفاوت است، به‌منظور وزن‌دهی‌ها برای هر کاربری، از نظر کارشناسان مربوطه (۵ متخصص ژئومورفولوژی که با توجه به شناخت از منطقه انتخاب شده‌اند) استفاده شده است و وزن هر پارامتر برای هر کاربری تعیین شده است. سپس به‌منظور تعیین نقشه‌های نهایی برای هر کاربری، ابتدا وزن‌های بدست آمده از طریق مدل AHP بر روی لایه‌ها اعمال شده و در نهایت لایه‌ها با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی (در این بخش از عملگر گامای فازی استفاده شده است) و AHP با هم تلفیق و ترکیب شده و نقشه‌های نهایی حاصل شده است.

۳- بحث و نتایج

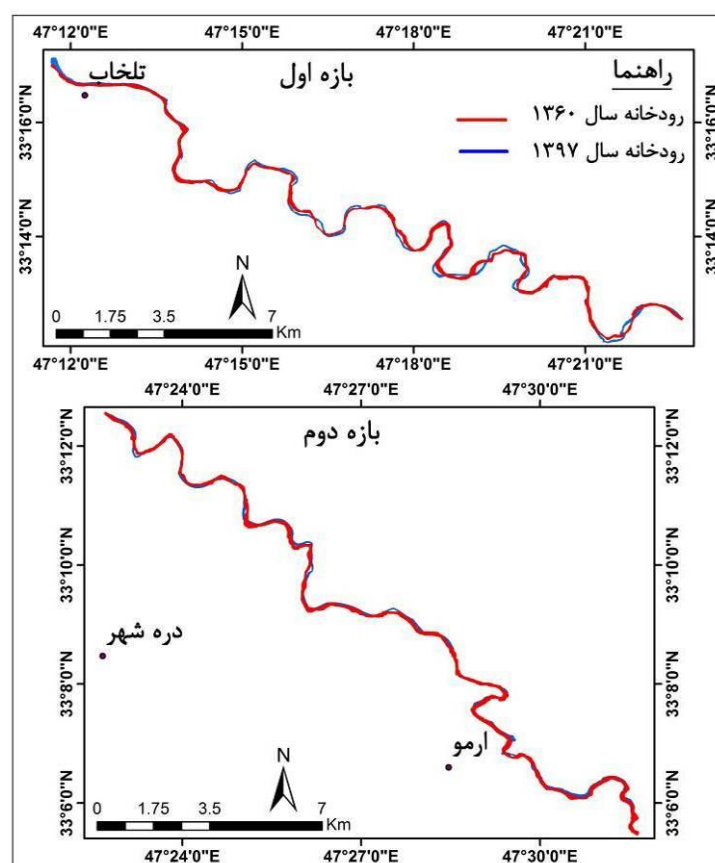
۳-۱- مورفولوژی رودخانه مورد مطالعه

در این تحقیق به‌منظور بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه مورد مطالعه، ابتدا میزان جابجایی رودخانه در دو بازه زمانی مورد مطالعه بررسی شده است و سپس پارامترهای هندسی رودخانه شامل میانگین زاویه مرکزی، میانگین طول موج، میانگین شعاع دایره و میانگین عرض رودخانه مورد بررسی قرار گرفته شده است. **بررسی تغییرات مکانی رودخانه از سال ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۷:** همانطور که گفته شد به‌منظور افزایش دقت، رودخانه مورد مطالعه به ۲ بازه تقسیم شده است. بازه اول از خروجی سد سیمره تا روستای جعفرآباد و بازه دوم از روستای جعفرآباد تا محل تلاقی رودخانه سیمره به رودخانه ۲۰ می‌باشد. به‌منظور بررسی میزان تغییرات مکانی، از تصاویر هوایی سال ۱۳۶۰ و همچنین تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۷ استفاده شده است. نتایج ارزیابی میزان جابجایی مکانی در جدول ۱ نشان داده شده است که بر اساس آن، باز اول با ۳۲/۶۶ کیلومتر طول به طور میانگین ۳۳/۳ متر جابجایی داشته است و همچنین بازه دوم با ۲۷/۱۷ کیلومتر طول به

طور میانگین ۱۷/۲ متر جابجایی داشته است. در شکل ۲ مسیر رودخانه در سال‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۹۷ نشان داده شده است.

جدول (۱): میانگین تغییرات رودخانه در طی سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۷

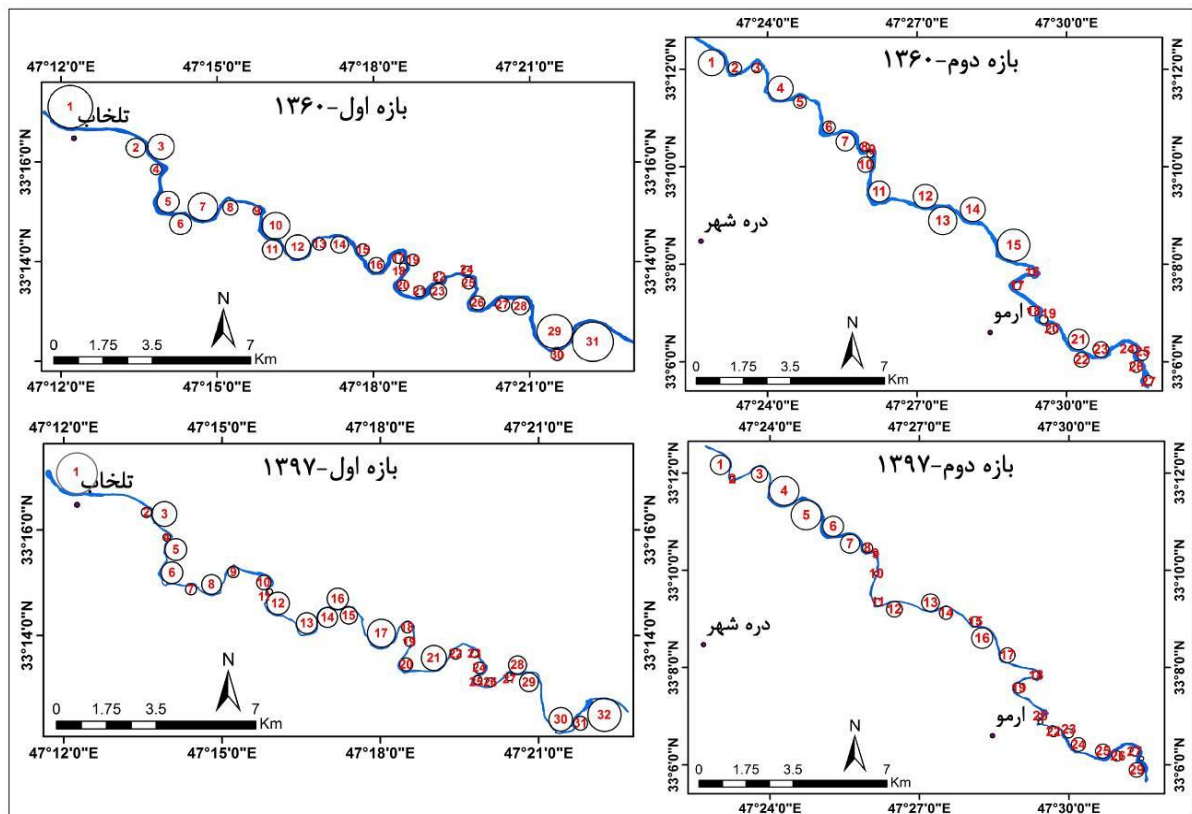
محدوده	بازه اول	باز دوم
طول (کیلومتر)	۳۲/۶۶	۲۷/۱۷
میانگین تغییرات (متر)	۳۳/۳	۱۷/۲



شکل (۲): مسیر رودخانه در سال‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۹۷

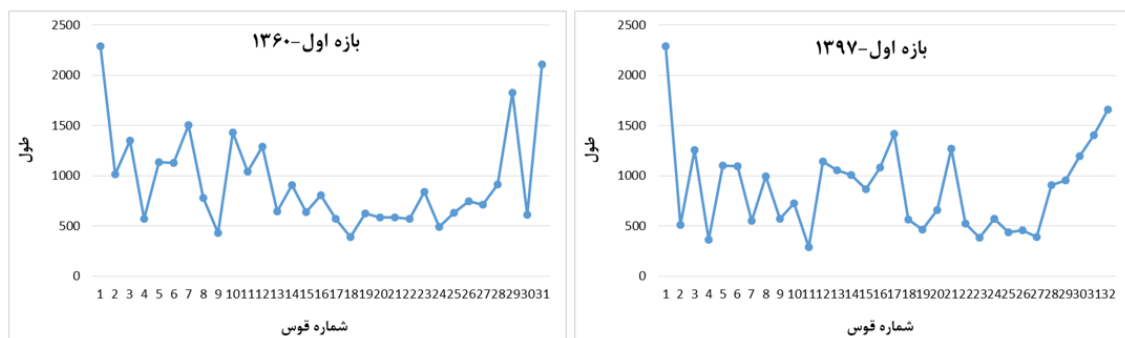
-تعداد پیچان رودها- طول موج و طول دره: طول موج و طول دره دو اصلی در طبقه‌بندی رودخانه و تعیین ضریب خمیدگی رودخانه‌ها هستند و معمولاً بین این دو همبستگی بالایی وجود دارد. برای به دست

آوردن طول موج روی نقشه محور مسیر رودخانه ابتدا نقاط عطف یا نقاط تغییر انحنای محور رودخانه با دقت زیاد مشخص شده و هر دو نقاط مربوط به یک قوس به یکدیگر متصل شده است و طول پاره خط ترسیم شده (وتر مقابل به قوس محور رودخانه) با استفاده از نرم افزار اتوکد اندازه‌گیری شده است. این طول معادل نصف طول موج هر قوس رودخانه می‌باشد. سپس مقدار طول موج برای هر قوس و مقدار میانگین حسابی آن برای بازه‌های رودخانه محاسبه شده است. در شکل ۳ دوایر مماس بر قوس‌های پیچان رودی در ۲ بازه مورد مطالعه نشان داده شده است.

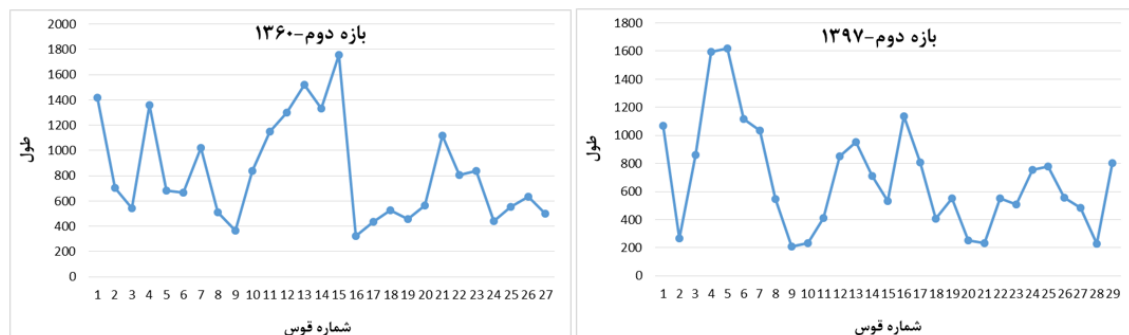


شکل (۳): دوایر مماس بر قوس‌های پیچان رودی سال ۱۳۶۰ و ۱۳۹۷

جهت به دست آوردن طول دره نیز نقطه عطف یک قوس تا نقطه عطف قوس بعدی در روی مسیر محور رودخانه مشخص و با استفاده از نرم افزار اتوکد برای هر قوس اندازه‌گیری شده است. بر روی مسیر پیچان رودی بازه ۱ برای سال ۱۳۶۰ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۳۱ و ۳۲ و برای بازه ۲ نیز به ترتیب ۲۷ و ۲۹ قوس ترسیم شده است. محاسبه مقدار میانگین حسابی طول موج (L) در بازه اول برای سال‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۹۴۱ و ۸۸۰ متر می‌باشد. در این بازه بیش‌ترین طول موج در سال ۱۳۶۰ مربوط به قوس شماره ۱ با ۲۲۸۷ متر است و بیش‌ترین طول موج در سال ۱۳۹۷ مربوط به قوس شماره ۱ با ۲۲۹۰ متر می‌باشد. در بازه دوم نیز میانگین حسابی طول موج (L) در بازه اول برای سال‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۸۲۸ و ۶۹۲ متر می‌باشد. بیش‌ترین طول موج در سال ۱۳۶۰ مربوط به قوس شماره ۱۵ با ۱۷۵۸ متر است و بیش‌ترین طول موج در سال ۱۳۹۷ مربوط به قوس شماره ۵ با ۱۶۱۸ متر می‌باشد. در شکل ۴ و ۵ به ترتیب نمودار محاسبات طول موج در بازه اول و دوم نشان داده شده است.



شکل (۴): نمودار محاسبات طول موج (متر) در بازه اول



شکل (۵): نمودار محاسبات طول موج (متر) در بازه دوم

-زاویه مرکزی کورنایس: کورنایس برای بیان توسعه و پیشرفت پیچان رودی شدن رودخانه‌های آبرفتی و تمایز آن‌ها از یکدیگر از معیار زاویه مرکزی استفاده نموده است (تلوری، ۱۳۷۳). زاویه مرکزی به عنوان معیاری برای تقسیم‌بندی و شناسایی میزان توسعه پیچان رودی یک رودخانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین صورت که اگر از مرکز دایره مماس بر قوس‌ها دو شعاع به نقاط عطف دوایر با دره رودخانه ترسیم شود، به زاویه ایجاد شده زاویه مرکزی و شعاع مماس بر دایره قوس‌ها شعاع دایره گفته می‌شود. در این تحقیق به منظور محاسبه زاویه مرکزی کورنایس از رابطه ۱ استفاده شده است:

$$A=180L/R\pi$$

رابطه ۱:

در این رابطه A: زاویه مرکزی، L: طول قوس و R: شعاع خمیدگی است. در جدول ۲ نتایج محاسبه زاویه کورنایس نشان داده شده است.

جدول (۲): میانگین زاویه مرکزی کورنایس (درجه)

بازه	بازه اول-۱۳۶۰	بازه دوم-۱۳۶۰	بازه اول-۱۳۹۷	بازه دوم-۱۳۹۷
میانگین زاویه (درجه)	۱۱۳/۲۶	۱۳۵/۴	۱۱۷/۰۷	۱۴۱/۲

-شعاع قوس‌های پیچان رود: محاسبات مربوط به شعاع قوس‌های پیچان رودی بازه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. در بازه اول سال ۱۳۶۰ بیش‌ترین شعاع مربوط به قوس شماره ۱ می‌باشد که حدود ۱۱۴۶ متر شعاع داد و میانگین شعاع این بازه در مجموع ۴۷۰/۹ متر می‌باشد. در بازه دوم سال ۱۳۶۰ بیش‌ترین شعاع مربوط به قوس شماره ۱۵ می‌باشد که ۸۷۹ متر می‌باشد و میانگین شعاع این بازه ۴۱۴/۲ متر می‌باشد. در بازه اول و دوم ۱۳۹۷ نیز بالاترین شعاع به ترتیب مربوط به قوس شماره ۱ و ۵ با ۱۱۴۵ و ۸۰۹ متر می‌باشد و همچنین میانگین شعاع در این بازه‌ها به ترتیب ۴۴۰/۳ و ۳۴۵/۹ متر می‌باشد. در جدول ۳ محاسبات مربوط به شعاع قوس‌ها نشان داده شده است.

جدول (۳): میانگین شعاع (متر)

بازه	بازه اول-۱۳۶۰	بازه دوم-۱۳۶۰	بازه اول-۱۳۹۷	بازه دوم-۱۳۹۷
میانگین شعاع (متر)	۴۶۶/۹	۴۱۶/۲	۴۳۸/۳	۴۳۵/۹

- عرض رودخانه در رأس قوس‌ها: برای بدست آوردن عرض رودخانه در رأس قوس‌ها، سواحل رودخانه بر روی تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا در محیط نرم افزاری Arc GIS رقومی شده و سپس عرض رودخانه برای هر قوس اندازه‌گیری شده است. محاسبات صورت گرفته بیانگر این است که بیش‌ترین میزان عرض رودخانه در بازه اول سال ۱۳۶۰ در راس قوس شماره ۵ قرار دارد که ۱۳۸ متر عرض داد و در بازه دوم سال ۱۳۶۰ نیز بیش‌ترین میزان عرض رودخانه در راس قوس شماره ۱۱ می‌باشد که ۱۵۵ متر عرض دارد. همچنین بیش‌ترین میزان عرض رودخانه در بازه اول سال ۱۳۹۷ در راس قوس شماره ۳۲ قرار دارد که ۱۴۷ متر عرض دارد و در بازه دوم همین سال نیز بیش‌ترین میزان عرض رودخانه در راس قوس شماره ۲۰ قرار دارد که ۱۷۱ متر عرض دارد. در جدول ۴ محاسبات مربوط به عرض رودخانه در راس قوس‌ها نشان داده شده است.

جدول (۴): محاسبات عرض رودخانه در راس قوس‌ها (متر)

بازه	بازه اول-۱۳۶۰	بازه دوم-۱۳۶۰	بازه اول-۱۳۹۷	بازه دوم-۱۳۹۷
میانگین عرض (متر)	۷۷/۳	۷۲/۶	۸۲/۷	۷۹/۲

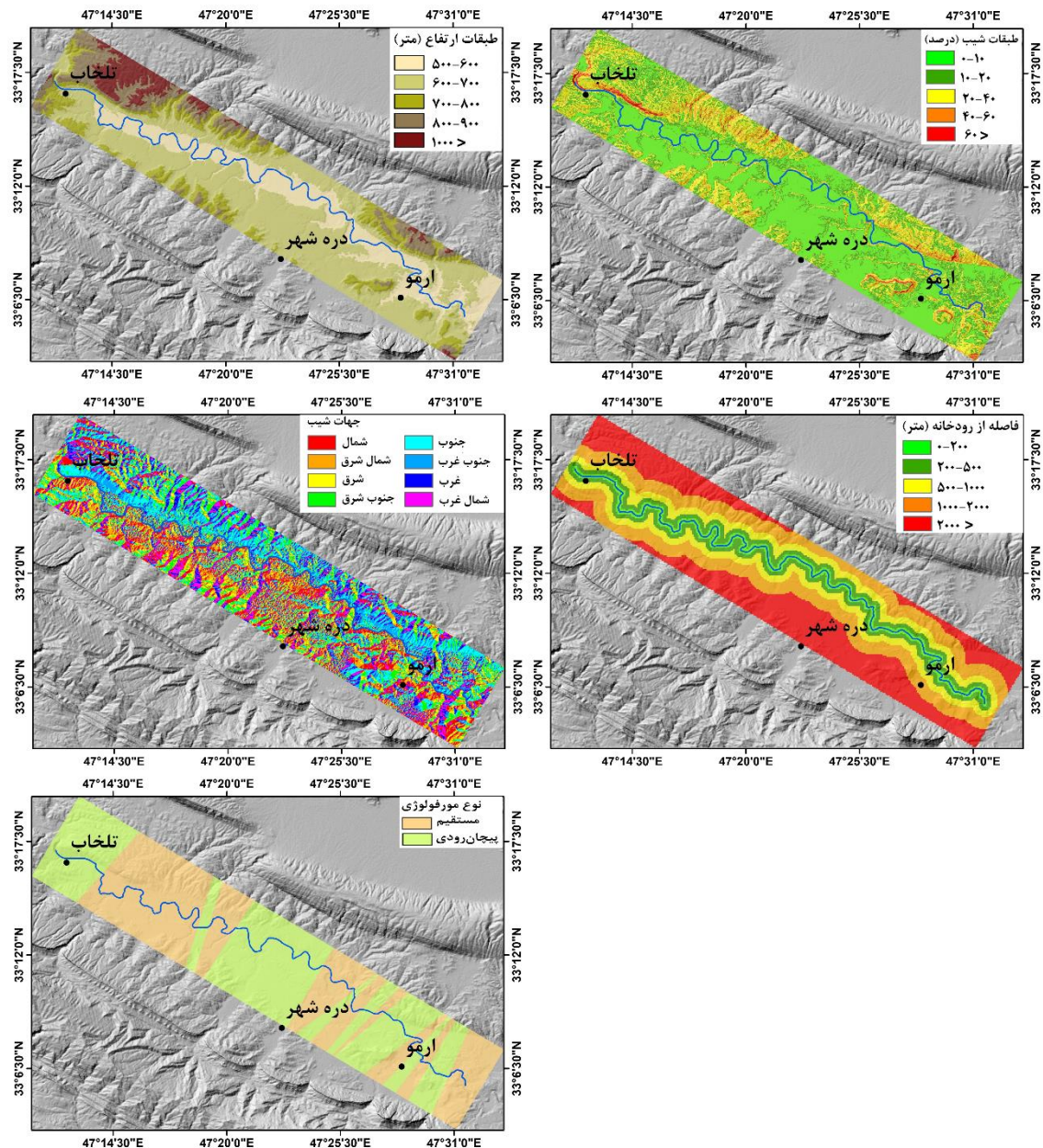
-**ارزیابی های هندسی رودخانه:** در جدول ۵ نتایج کلی محاسبات هندسی رودخانه نشان داده شده است. نتایج حاصله بیانگر این است که میانگین زاویه مرکزی در بازه دوم نسبت به بازه اول بیش تر است، بنابراین در بازه دوم توسعه پیچان رودی بیش تر بوده است و این نسبت در سال ۱۳۹۷ بیش تر از ۱۳۶۰ بوده است. همچنین اندازه گیری مقادیر طول موج نیز بیانگر این است که بازه اول دارای طول موج های بزرگ تری است که نشان از افزایش فاصله طول موج ها در این بازه و تمایل رودخانه به مستقیم شدن دارد. از نظر میانگین شعاع دایره نیز بازه اول شعاع بزرگ تری نسبت به بازه دوم دارد که بیانگر تمایل بیش تر این بازه به مستقیم شده دارد و این میزان در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۶۰ کم تر بوده است و در مجموع می توان گفت که بازه دوم نسبت به بازه اول پیچان رودی تر است و همچنین و در مجموع رودخانه در طول زمان به سمت پیچان رودی شدن تمایل داشته است.

جدول (۵): های هندسی رودخانه مورد مطالعه

۱۳۹۷		۱۳۶۰		های هندسی
بازه دوم	بازه اول	بازه دوم	بازه اول	
۱۴۱/۲	۱۱۷/۰۷	۱۳۵/۴	۱۱۳/۲۶	میانگین زاویه مرکزی (درجه)
۶۹۲	۸۸۰	۸۲۸	۹۴۱	میانگین طول موج (متر)
۴۳۵/۹	۴۳۸/۳	۴۱۶/۲	۴۶۶/۹	میانگین شعاع دایره (متر)
۷۹/۲	۸۲/۷	۷۲/۶	۷۷/۳	میانگین عرض رودخانه

۲-۳- تعیین کاربری اراضی

یکی دیگر از اهداف پژوهش حاضر، تعیین کاربری اراضی متناسب با وضعیت مورفولوژیکی رودخانه است. در این پژوهش به منظور تعیین کاربری اراضی مناسب در مجاور رودخانه از پارامترهای ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه و مورفولوژی رودخانه استفاده شده است. به منظور تعیین کاربری های مناسب، ابتدا نقشه پارامترهای مورد نظر تهیه شده است (شکل ۶). پس از تهیه پارامترهای مورد نظر، با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP، مناطق مستعد جهت توسعه کاربری های سکونتگاهی، کشاورزی و فضاهای سبز تهیه شده است. در ادامه به تشریح نحوه تعیین نواحی مناسب برای هر کاربری پرداخته شده است:



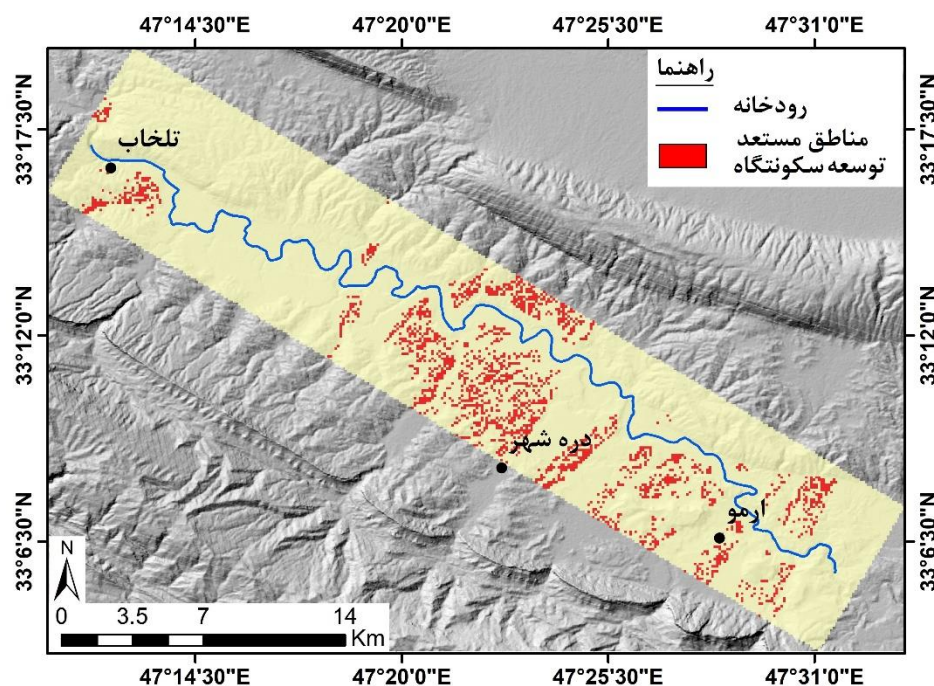
شکل (۶): نقشه پارامترهای مورد استفاده

-تعیین نواحی مناسب برای توسعه سکونتگاه‌ها: در تعیین مکان مناسب برای نواحی سکونتگاهی عوامل مختلفی نقش دارند، در این تحقیق با توجه به اهداف مورد نظر، ۵ عامل مورفولوژی و فاصله از رودخانه، شیب، جهت شیب و ارتفاع در نظر گرفته شده است. به منظور تعیین نواحی مناسب برای توسعه سکونتگاه‌ها، ابتدا لایه‌های مورد نظر با استفاده منطق فازی استانداردسازی شده‌اند. به منظور فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی، به طبقات با فاصله بیش از ۲۰۰ متری از رودخانه، مناطق با شیب کمتر از ۱۵ درصد، مناطق با ارتفاع کمتر از ۸۰۰ متر، جهات شیب جنوبی و شرقی و همچنین مناطق با شکل رودخانه مستقیم، ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق نزدیک به رودخانه، مرتفع، پرشیب، جهات شیب شمالی و غربی و همچنین مناطق با شکل رودخانه پیچان‌رودی، ارزش نزدیک به صفر داده شده است. پس از استانداردسازی لایه‌ها، با استفاده از مدل AHP و

نظر کارشناسان مربوطه (۵ متخصص ژئومورفولوژی) لایه‌ها وزن‌دهی شده‌اند و سپس در وزن‌های بدست آمده بر روی لایه‌ها اعمال شده است و در نهایت با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی (گامای فازی) و AHP نقشه نهایی حاصل شده است. در جدول ۶ وزن نهایی هر کدام از لایه که توسط مدل AHP بدست آمده، نشان داده شده است. در شکل ۷ نقشه نواحی متناسب برای توسعه کاربری سکونتگاهی نشان داده شده است.

جدول (۶): وزن معیارها برای تعیین نواحی مناسب برای توسعه سکونتگاه‌ها با استفاده از مدل AHP

پارامتر	مورفولوژی رودخانه	فاصله از رودخانه (متر)	شیب	جهت شیب	ارتفاع
ویژگی	مستقیم	بیش از ۲۰۰	کمتر از ۱۵ درصد	جهت جنوبی و شرقی	کمتر از ۸۰۰ متر
وزن	۰/۲۴۴	۰/۲۲۳	۰/۲۳۱	۰/۱۷۹	۰/۱۲۳



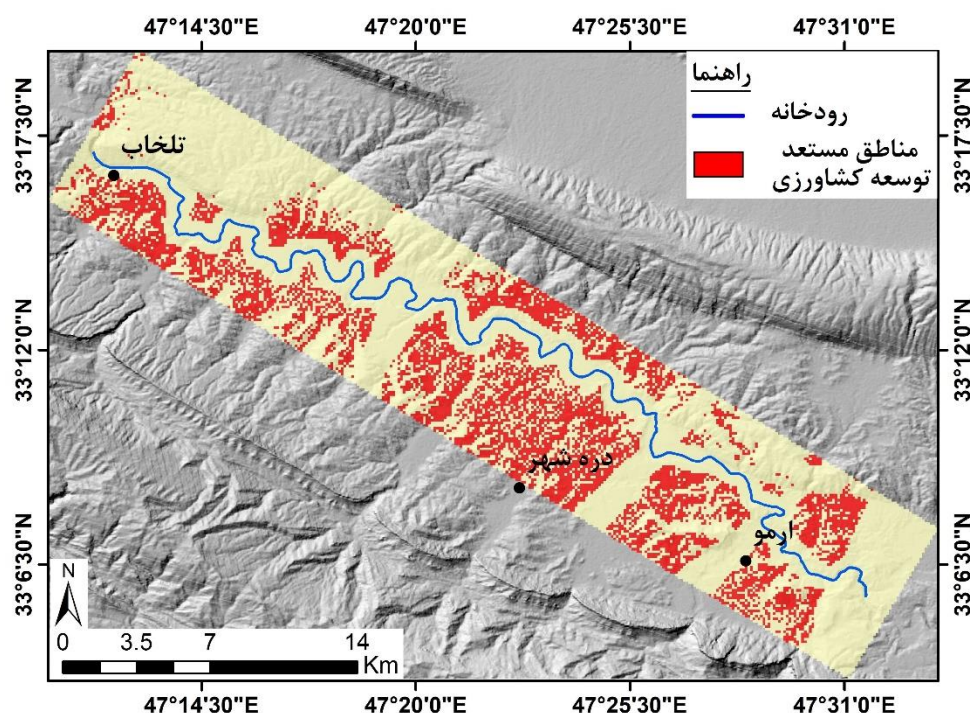
شکل (۷): نقشه نواحی مناسب برای توسعه نواحی سکونتگاهی با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP

-تعیین نواحی متناسب برای توسعه اراضی کشاورزی: در ایران همواره شاهد خسارات به اراضی کشاورزی در مجاورت رودخانه‌ها بوده‌ایم. در واقع توجه به پارامترهای ژئومورفولوژی و مورفولوژی و فاصله از

رودخانه در تعیین مناطق مستعد برای اراضی کشاورزی بسیار ضروری است. در این تحقیق به منظور تعیین نواحی مناسب برای توسعه اراضی کشاورزی از ۵ پارامتر استفاده شده است. به منظور فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی، به طبقات با فاصله بیش از ۵۰ متری از رودخانه، مناطق با شیب کم‌تر از ۳۰ درصد، مناطق با ارتفاع کم‌تر از ۱۰۰۰ متر، جهات شیب جنوبی و شرقی و همچنین مناطق با شکل رودخانه مستقیم و شبه پیچان-رودی، ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از رودخانه، مرتفع، پرشیب، جهات شیب شمالی و غربی و همچنین مناطق با شکل رودخانه پیچان‌رودی، ارزش نزدیک به صفر داده شده است. پارامترها همانند کاربری قبلی بر اساس نظر کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) وزندهی شده است و سپس در وزن‌های بدست آمده بر روی لایه‌ها اعمال شده است و در نهایت با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی (گامای فازی) و AHP نقشه نهایی حاصل شده است. در جدول ۷ وزن نهایی هر کدام از لایه‌ها که توسط مدل AHP بدست آمده، نشان داده شده است. در شکل ۸ نیز نقشه نواحی مناسب برای توسعه اراضی کشاورزی نشان داده شده است.

جدول (۷): وزن معیارها برای تعیین نواحی مناسب برای توسعه اراضی کشاورزی با استفاده از مدل AHP

پارامتر	مورفولوژی رودخانه	فاصله از رودخانه (متر)	شیب	جهت شیب	ارتفاع
ویژگی	مستقیم و شبه پیچان رودی	بیش از ۵۰	کم‌تر از ۳۰ درصد	جهت جنوبی و شرقی	کم‌تر از ۱۰۰۰ متر
وزن	۰/۲۵۷	۰/۲۲۱	۰/۲۴۲	۰/۱۴۳	۰/۱۳۷



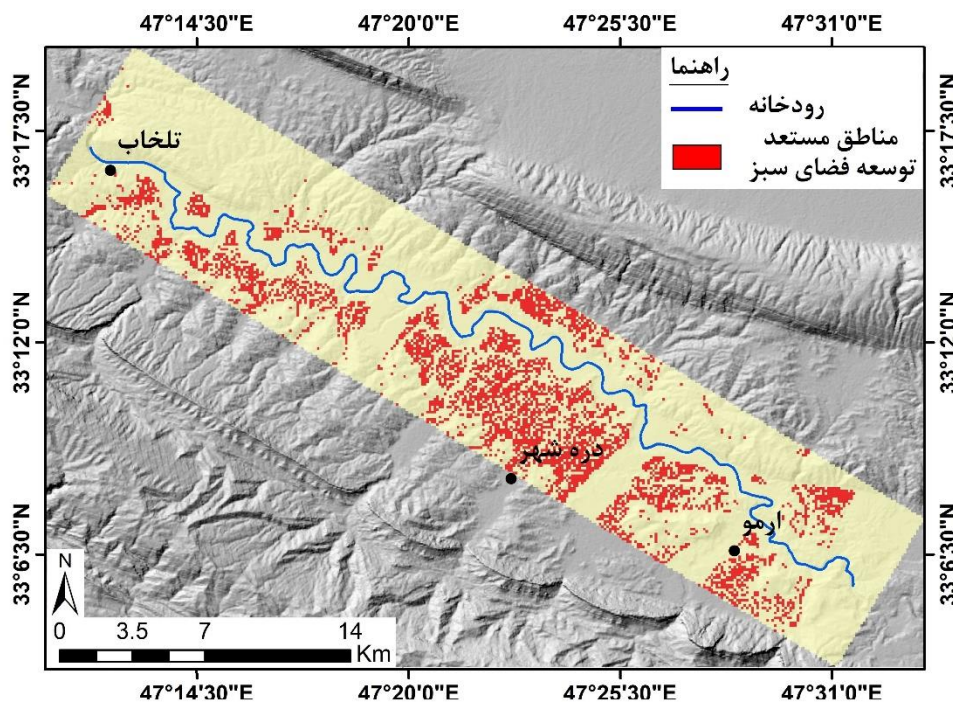
شکل (۸): نقشه نواحی مناسب برای توسعه اراضی کشاورزی با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP

-تعیین نواحی متناسب برای توسعه فضاهای سبز: یکی از کاربری‌هایی که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، کاربری فضای سبز است که در کنار بهبود وضعیت چشم‌انداز شهرها و روستاها، در توسعه و

رونق گردشگری و ... نیز نقش مهمی دارند. در این تحقیق به منظور تعیین نواحی مناسب برای توسعه کاربری فضای سبز، همانند کاربری‌های قبلی از مدل تلفیقی منطق فازی (گامای فازی) و AHP همچنین ۵ پارامتر استفاده شده است. به منظور فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی، به طبقات با فاصله بیش از ۱۰۰ متری از رودخانه، مناطق با شیب کم‌تر از ۱۰ درصد، مناطق با ارتفاع کم‌تر از ۸۰۰ متر، جهات شیب جنوبی و شرقی و همچنین مناطق با شکل رودخانه مستقیم و شبه پیچان‌رودی، ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق نزدیک به رودخانه، مرتفع، پرشیب، جهات شیب شمالی و غربی و همچنین مناطق با شکل رودخانه پیچان‌رودی، ارزش نزدیک به صفر داده شده است. مراحل تهیه این کاربری نیز همانند کاربری‌های قبلی بوده است. در جدول ۸ وزن نهایی هر کدام از لایه‌ها که توسط مدل AHP بدست آمده، نشان داده شده است. در شکل ۹ نیز نقشه نواحی مناسب برای توسعه فضاهای سبز نشان داده شده است.

جدول (۸): وزن معیارها برای تعیین نواحی مناسب برای توسعه فضاهای سبز با استفاده از مدل AHP

پارامتر	مورفولوژی رودخانه	فاصله از رودخانه (متر)	شیب	جهت شیب	ارتفاع
ویژگی	مستقیم و شبه پیچان‌رودی	بیش از ۱۰۰	کم‌تر از ۱۰ درصد	جهت جنوبی و شرقی	کم‌تر از ۸۰۰ متر
وزن	۰/۲۳۳	۰/۲۰۱	۰/۲۳۹	۰/۱۵۸	۰/۱۶۹



شکل (۹): نقشه نواحی مناسب برای توسعه فضاهای سبز با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نقش و اهمیت رودخانه‌ها، در طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی در مورد آن‌ها صورت گرفته است. اغلب مطالعات صورت گرفته در مورد مورفولوژی، تغییرات و مخاطرات ناشی از آن بوده است. در این تحقیق نیز به بررسی وضعیت رودخانه سیمره پرداخته شده است. بر خلاف بسیاری از تحقیقات پیشین که صرفاً به بررسی یک موضوع از جمله وضعیت هندسی رودخانه پرداخته شده است، در این تحقیق علاوه بر بررسی تغییرات صورت گرفته و وضعیت مورفولوژیکی و هندسی رودخانه، با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP به پهنه‌بندی مناطق مستعد جهت کاربری‌های سکونتگاهی، اراضی کشاورزی و فضای سبز پرداخته شده است. نتایج حاصل از بررسی وضعیت مورفولوژی رودخانه بیانگر این است بازه دوم نسبت به بازه اول پیچان رودی‌تر است و در مجموع رودخانه در طول زمان به سمت پیچان‌رودی شدن تمایل داشته است. در واقع بررسی‌های هندسی رودخانه بیانگر این است که میانگین زاویه مرکزی در بازه دوم نسبت به بازه اول بیش‌تر است که بیانگر این است که در بازه دوم توسعه پیچان رودی بیش‌تر بوده است و این نسبت در سال ۱۳۹۷ بیش‌تر از ۱۳۶۰ بوده است. همچنین اندازه‌گیری مقادیر طول موج نیز بیانگر این است که بازه اول دارای طول موج‌های بزرگ‌تری است که نشان از افزایش فاصله طول موج‌ها در این بازه و تمایل رودخانه به مستقیم شدن دارد. از نظر میانگین شعاع دایره نیز بازه اول شعاع بزرگ‌تری نسبت به بازه دوم دارد که بیانگر تمایل بیش‌تر این بازه به مستقیم شده دارد و این میزان در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۶۰ کم‌تر بوده است. همچنین بررسی میزان جابجایی صورت گرفته بیانگر این است که باز اول با ۳۲/۶۶ کیلومتر طول به طور میانگین ۳۳/۳ متر جابجایی داشته است و همچنین بازه دوم با ۲۷/۱۷ کیلومتر طول به طور میانگین ۱۷/۲ متر جابجایی داشته است. در این تحقیق علاوه بر بررسی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه، به پهنه‌بندی مناطق حاشیه‌ای رودخانه جهت کاربری‌های مختلف پرداخته شده است. با توجه به معیارهایی که به‌منظور پهنه

بندی در نظر گرفته شده است، بخش‌هایی از حاشیه رودخانه در مناطق میانی بازه مطالعاتی بخصوص مناطق واقع در حاشیه دره شهر جهت توسعه اراضی سکونتگاهی تناسب لازم را دارند. در واقع این مناطق عمدتاً دور از پیچان‌رودها، با فاصله مناسب از رودخانه و دارای ارتفاع، شیب و جهت شیب مناسبی هستند. همچنین مناطق مناسب جهت کاربری فضای سبز و اراضی کشاورزی نیز مشخص شده است که به توجه به وضعیت هندسی رودخانه و ژئومورفولوژی محدوده مطالعاتی، بیش‌تر مناطق مناسب در حاشیه غربی رودخانه مورد مطالعه قرار دارند. لازم به ذکر است که در نقشه‌های تهیه شده، همپوشانی وجود دارد یعنی بعضی از مناطق مناسب برای هر ۳ نوع کاربری هستند ولی با توجه به محدودیت و حساسیتی که کاربری نواحی سکونتگاهی دارد، این مناطق باید به کاربری نواحی سکونتگاهی اختصاص داده شود.

References

1. Amani, K. (2014), Hydrodynamics of Qeshlaq River with the aim of determining land use development limits in Sanandaj city. Master's thesis, University of Tehran, Faculty of Geography. **(In Persian)**
2. Belletti, B., Bussetini, M., Comiti, F., Rinaldi, M., Gurnell, A., Luca, N., Vezza, P., 2017. Characterising physical habitats and fluvial hydromorphology: A new system for the survey and classification of river geomorphic units. *Geomorphology* 283, 143–157.
3. Brenna, A., Surian, N & Mao, L. (2021). Alteration of gravel-bed river morphodynamics in response to multiple anthropogenic disturbances: Insights from the sediment-starved Parma River (northern Italy). *Geomorphology*, 389.
4. Bush, j., & Doyon, A. (2023). Planning a just nature-based city: Listening for the voice of an urban river. *Environmental Science & Policy*, 143, 55-63.
5. DelTánago, M, G., Martínez-Fernández, V., Aguiar, F.C., Bertoldi, W., Dufour, S., de Jalón, D.G., Garófano-Gómez, V., Mandzukovski, D., Rodríguez-González, P.M., 2021. *Journal of Environmental Management* 292.
6. Fathian, F., Merid, S & Saleh, A. (2012). Evaluation of land use changes using remote sensing technology and its relationship with river flow (case study: eastern sub-basins of Urmia Lake). *Water and soil magazine*, 27(3), 642-655. **(In Persian)**
7. Kozehgarkaleji, L., Rahmati, N & Esmaeilzadeh Koaki, A. (2023). Spatial analysis of vulnerability of land uses against floods (case study: Raz city, North Khorasan province). *Sustainable development of the geographical environment*, 4 (6), 157-144. **(In Persian)**
8. Kumar, A.U & Jayakumar, K.V. (2020). Hydrological alterations due to anthropogenic activities in Krishna River Basin, India. *Ecological Indicators*, 108.
9. Maqsoodi, M., Nayeri, H & Amani, K. (2016). Hydrodynamics and stability of Qeshlaq River and its impact on the urban development of Sanandaj. *Quantitative Geomorphology Research*, 5(2), 66-81. **(In Persian)**
10. Maqsoodi, M., Sharfi, S & Maggi, Y. (2018). The process of changes in the morphological pattern of Khorram Abad River using GIS, RS and Auto Cad. *Modares of Human Sciences - Planning and Space Planning*, 14(3), 275-294. **(In Persian)**

11. Maqsoodi, M., Sharfi, S., Yamani, M & Zamanzadeh, S. (2014). The formation of Simre Dam Lake and its effect on the settlement pattern of ancient sites. *Iran Quaternary Quarterly*, 2(2), 93-107. **(In Persian)**
12. Martins C.C., Adams, J.K., Yang, H., Shchetnikov, A.A., Domenico, M.D., Rose, N.L., Mackay, A.W., 2023. Earthquake, floods and changing land use history: A 200-year overview of environmental changes in Selenga River basin as indicated by n-alkanes and related proxies in sediments from shallow lakes. *Science of the Total Environment* 873.
13. Mitra, S., Chatterjee, A., Kumar, D., Datta, D., Tamang, L., 2023. Assessing the hydromorphological condition of the Sub-Himalayan Mahananda-Balason system using the hydromorphological quality Index. *Advances in Space Research* 71(3), 1397-1417.
14. Rezaei Moghadam, M., Tharvati, M & Asghari Saraskanroud, S. (2013), Investigating changes in the geometrical shape of the Qezal Ozen River with an emphasis on geomorphic and geological factors. *Geography and environmental planning*, 23 (2), 1-14. **(In Persian)**
15. Rojalli, Dan., 2013, The Hydro Geomorphic Impact of Land Use in Small Headwater, *Earth Systems And Environmental Sciences*, 13. 28-47
16. Rostami, A., Akbarpoursaraskanroud, M & Asghari-Saraskanroud, S. (2009). Severe erosion in Ortasso river basin (Hashtrod) as a result of neglecting the science of geomorphology. the first national conference on the place of geomorphology studies in the science of land use and environmental management, Tehran. **(In Persian)**
17. Taluri, A. (2011). Understanding river side erosion in sedimentary plains. Research Institute of Forests and Pastures, Tehran. **(In Persian)**
18. Thorne, C, R (2002), Geomorphic analysis of large alluvial rivers, *J, Geomorphology*, Vol 44, No 5, 203-219
19. Wang, S., Li, G., Feng, C., Xu, W., Wang, X., Nie, Q., Gao, X., Liu, Q., 2023. River system changes and locust breeding area evolution in the Qin-Jin region of the Yellow River Basin during the Ming and Qing dynasties and their disaster effects. *Science of the Total Environment* 880.
20. Wang, X., Yang, H., Shi, M., Zhou, D., & Zhang, Z. (2015). Managing stakeholders' conflicts for water reallocation from agriculture to industry in the Heihe River Basin in Northwest China. *Science of The Total Environment*, 505, 823-832.
21. Wrightt N, Crosato, A, (2013), The Hydrodynamics and Morphodynamics of Rivers, *Journal of Hydrology*
22. Yamani, M & Mohammad Mehdi, H. (2001). Investigation of the meandering pattern of the Talar River using curvature coefficient and central angle indices. *Geographical research*, 19(2), 144-154. **(In Persian)**
23. Yamani, M & Sharfi, S. (2018). Geomorphology and effective factors in the erosion of Harroud River in Lorestan province. *Journal of Geography and Environmental Planning*, 23 (1), 15-32. **(In Persian)**
24. Yamani, M., Maqsodi, M., Nayeri, H & Amani, K. (2017). land use zoning along the Qeshlaq waterway based on risk factors from Vahdat Dam to Xhaveh Dam. *Quantitative Geomorphology Research*, 7 (1), 90-105. **(In Persian)**
25. Young Shin Lim. a, Jin Kwan Kim.b, Jong Wook Kim.a, Sei Sun Hong. B. a(2014), Evaluation of suspended-sediment sources in the Yeongsan River using Cs-137 after major human impacts, *Quaternary International* 344 .64e74

Assessing the morphological condition of the Saimareh river and determining appropriate landuses for it

Abstract

Rivers besides the positive effects of the rivers in the areas, there are also risks that, if not paid attention to them, can cause a lot of damage. Accordingly, in this research, the geometric status of the river studied and the proper use of the marginal areas of the river are determined based on the morphology of the region. In this research, the aerial photographs of 1360 and satellite imagery of 1397 have been used to investigate river changes. In accordance with the objectives, using ARCGIS and Auto Cat software, the first step was to investigate the morphological status of the river and then using the fuzzy logic and AHP combination model to zoning the areas suitable for the development of residential, agricultural and green spaces. The results of the survey of the morphology of the river indicate that the second period is closer to the first period than the Meander River, and the river in general has tended towards the Meander over time. Also, the study of the displacement rate indicates that the first open with 32.66 km long has an average of 33.3 meters, and the second interval with 27.17 km long has an average of 17.2 meters displacement. In addition, the results of zoning of the marginal areas of the river indicate the proportion of the western margin of the river for the use of residential, agricultural lands and green spaces.

Keywords: River, Saimareh, Morphology, Land use