



فصلنامه علوم محیطی، دوره بیستم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

۱۶۲-۱۴۳

مقاله پژوهشی

برنامه‌ریزی و طراحی چشم انداز رودخانه‌های شهری با رویکرد محیط زیستی (مطالعه موردی: رود دره فرحزاد تهران)

زهرا صدر اعظم نوری^۱، جعفر نوری^{۲*}، فرح حبیب^۳ و مجتبی رفیعیان^۴

^۱ گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت عمومی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

^۳ گروه شهرسازی، دانشکده عمران، معماری و هنر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۴ گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۴

صدر اعظم نوری، ز، ج. نوری، ف. حبیب و م. رفیعیان. ۱۴۰۱. برنامه‌ریزی و طراحی چشم انداز رودخانه‌های شهری با رویکرد محیط زیستی (مطالعه موردی: رود دره فرحزاد تهران). فصلنامه علوم محیطی. ۲۰(۴): ۱۴۳-۱۶۲.

سابقه و هدف: رودخانه‌های شهری کریدورهای طبیعی هستند که چشم انداز مفرحی را برای شهرها فراهم نموده و از نظر محیط زیستی، اجتماعی و فرهنگی نقش مهمی را در زندگی شهری بازی می‌کنند. در حال حاضر به سبب توسعه بی‌رویه و عدم توجه به مباحث محیط زیستی در مدیریت و برنامه‌ریزی کالبدی شهر، ساختار و کارکرد این عناصر مهم از بین رفته و تبدیل به کانال‌های جمع‌آوری آب سطحی یا گنداب‌رو شده‌اند. در شهر تهران به منظور بهبود کیفیت محیط زیست شهری پروژه‌هایی برای احیا و ساماندهی رودخانه‌های شهری مطرح شده است. از نقاط ضعف پروژه‌های مدیریت شهری نگاه تک بعدی به توسعه و حتی احیا است. اگرچه قابلیت بازگشت رودخانه به حالت اولیه از آن سلب شده است، راهکارهایی وجود دارد که می‌تواند تا حدودی شرایط را برای رودخانه جهت دستیابی به پایداری اکولوژیکی فراهم نماید. هدف اصلی این مطالعه بکارگیری روش‌های مهندسی و مدیریتی به صورت تلفیقی و در نظر گرفتن ابعاد مختلف مدیریتی جهت یافتن راه حل‌های کاربردی است تا از این طریق طراحی چشم انداز پیرامون یک رودخانه به عنوان ابزاری برای احیای رودخانه و بازگرداندن آن از یک عنصر مخرب و سیل‌خیز به عارضه طبیعی مهم و در عین حال خدمات‌رسان در شهر استفاده شود. البته در صورتی که مولفه‌های کلیدی اعم از اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی - فرهنگی، کالبدی و اجرایی و شاخص‌های زیرمجموعه آنها را به صورت یکپارچه مد نظر قرار دهد. به منظور کاربردی نمودن این روش‌ها و ارایه نتایج عینی، رودخانه فرحزاد به عنوان نمونه موردی انتخاب شد.

مواد و روش‌ها: برای نمایش و طبقه‌بندی شاخص‌های پایداری اکولوژیکی و مدیریت زیستگاه از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل مساحی رودخانه شهری (URS) استفاده شد. ابتدا محدوده رودخانه در ۸ گستره ۵۰ متری تفکیک و سپس شاخص‌های اولیه شامل مواد و مصالح، عوارض زیستگاه و پوشش گیاهی با یکدیگر ترکیب شدند و خصوصیات هر گستره تعیین شد. با استفاده از تحلیل خوشه‌ای مقادیر عددی برای شاخص‌های اولیه در نرم افزار SPSS تعریف و مطابق با تفاوت‌ها و شباهت‌های میان آنها دسته‌بندی شد. بدین ترتیب گستره‌ها

* Corresponding Author: *Email Address*. nourijafar@ut.ac.ir

<http://dx.doi.org/10.52547/envs.2022.1175>

<http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1401.20.4.13.8>

در طبقات مختلف از خیلی خوب تا خیلی فقیر رده‌بندی شدند.

نتایج و بحث: در مجموع محدوده رودخانه فرحزاد در ۴ طبقه کیفی خیلی خوب، خوب، متوسط و زیرمتوسط از نظر طراحی چشم انداز پهنه‌بندی شد. در بخش شمالی که در حوضه آبریز کن واقع شده، حدود ۳۲ درصد از گستره رودخانه فرحزاد در محدوده خیلی خوب از نظر شاخص‌های محیط زیستی قرار گرفت. محدوده خیلی خوب در بازه ابتدای مسیر و قسمت‌های کوهستانی قرار داشت. در ادامه به دلیل فضای سبز پیرامونی و درختان دستکاشت باغی، حدود ۱۱ درصد در طبقه خوب شناخته شد. محدوده‌های خیلی خوب و خوب حاکی از امکان طراحی برای ساماندهی اراضی و احیای رودخانه در این بخش‌ها است. حدود ۱۲ درصد از گستره رودخانه در سطح ضعیف طبقه‌بندی شده و مابقی مربوط به سطح متوسط است. در قسمت جنوبی مسیر که گستره در حوضه آبریز مرکزی قرار دارد کلاً در طبقه ضعیف ارزیابی شد که احتمالاً با تغییرات جزئی بتوان کاربری‌های مناسب را به تدریج تعریف و چشم انداز آتی را بر این پایه طراحی نمود.

نتیجه‌گیری: در نهایت بهترین کاربری برای دستیابی به چشم انداز مناسب در گستره رود دره فرحزاد، گردشگری پایدار با رویکرد ساماندهی رود دره تشخیص داده شد که در بخش‌های شمالی رودخانه و محله‌هایی که اطراف آنها فضای سبز دارد، قابل اجرا است. در ادامه مسیر پس از سیل برگردان غرب که دستخوش توسعه شهری است، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق بر مبنای یک رویکرد جامع نگر و چند جانبه برای حفاظت از رودخانه و در صورت امکان تلاش برای بازسازی آن است.

واژه‌های کلیدی: خوشه‌بندی، رود دره فرحزاد، شاخص‌های محیط زیستی، کاربری اراضی، مساحی رودخانه شهری.

مقدمه

برای حفاظت و احیا باید به سرعت برای باقی نگهداشتن و حفاظت مستمر رودخانه‌ها شروع شود (Razzaghi Asl and Khoshghadam, 2016) زیرا تهران شهر رود دره‌هاست (Jahani and Barghjelveh, 2021) و رود دره‌های شهری به عنوان عناصر اکولوژیکی همیشه نقش کلیدی در ایجاد ارتباطات چند جانبه میان فضاهاى شهری انسان ساز و طبیعت هستند (Harvey and Gooseff, 2015). رود دره‌های شهری نقش مهمی را در تامین منابع آب شیرین، کریدورهای سبز و آبی طبیعی، تعدیل هوا و اقلیم، فضاهاى باز سبز شهری، تنوع زیستی، پارکها، محیط‌های تفریحی و مکان‌هایی برای خدمات عمومی بازی می‌کنند (Ostrowski and Falkowski, 2020). از طرف دیگر مولفه‌های کلیدی در مدیریت یکپارچه رودخانه‌های شهری، شامل زیست بوم (اکولوژی)، کالبدی (چشم انداز)، اجتماعی - فرهنگی، اقتصادی فاکتورهای اجرایی هستند (Sadrazam Nouri et al., 2021). طبق بررسی‌های اخیر، نه تنها کیفیت محیط زیست رود دره‌های شهر تهران بهبود نیافته است، بلکه نقش منفی

شهرها بایستی از محیط طبیعی گسترده باشند. اما طبیعت قوانینی دارد که باید در ساختن شهر و طراحی شهری رعایت شود و در واقع شبکه‌ای از بخش‌های زنده و غیر زنده شهر را شامل می‌شود (Boori et al., 2015). در طول سال‌های اخیر، شهر تهران برای احیای رود دره‌های شهری شروع به کار نموده است (Andik and Sarang, 2017). این حرکت بسیار عالی می‌تواند کیفیت و کمیت محیط زیست شهر تهران را بهبود بخشد که در حال حاضر در شرایط خطرناک و بحرانی قرار دارد (Zahraeipour and Jafarpour, 2021). اما ای کاش برنامه‌ریزان، طراحان و سایر تصمیم‌گیرندگان به تمام جوانب احیا و بازسازی به ویژه به اصول محیط زیستی و اکولوژیکی مانند ارتباطات میان اجزا، هیدرولوژی فراگیر، طراحی رقابتی، دخالت کنترل شده و بررسی مناطق بافر و سایر موارد مشابه توجه می‌نمودند (Abshirini, and Koch, 2016). رود دره‌های شهریبخش نادیده گرفته شده در چشم انداز شهر تهران محسوب می‌شوند و سیمای از بین رفته‌ای دارند (Barghjelveh et al., 2015). برنامه‌ریزی

این محیط‌ها نه تنها به عنوان مسیرهای میکرومقیاس چشم انداز بررسی می‌شوند بلکه به واسطه گستردگی و حضور کریدور هیدرولیکی نیز مورد توجه هستند (Hurlimann and Elizabeth, 2018). شهرها بر حسب میزان دسترسی به پتانسیل‌های تفریحی شهری، بهره‌برداری‌های مختلف از شهر و عملکردشان اهمیت دارند (Ebrahimi and Mahmoudzadeh, 2017). بنابراین کریدور رود دره شهری در تهران، مسیرهای طبیعی باقی مانده در میانه شهر و مسیرهای انسان ساخت سبز در شرق و غرب به عنوان عناصر اصلی ساختاری در سیستم اکولوژیکی این شهر محسوب می‌شوند (Bahrami et al., 2019). بر اساس نتایج حاصل از تحقیق Kurwadkar et al. (2020) رویکرد اکولوژیکی و یکپارچه در مدیریت شهری بسیار مهم است و علاوه بر موضوعات شهری و توسعه شهر بایستی به ساختار طبیعی و عملکرد اکولوژیکی آن نیز توجه نمود (Kurwadkar et al., 2020). در واقع، چشم انداز شهر ترکیبی از عناصر شهری انسان ساخت در میان عناصر طبیعی شهر است که بستر شهر را تشکیل داده‌اند (Laghai and Gilani, 2014). از این رو رویکرد مدیریتی یکپارچه در شهر تهران مورد نیاز است که به تمام ابعاد پنج‌گانه فوق به صورت یکپارچه و فراگیر و جامع توجه نماید (Bratley and Ghoneim, 2018). هدف رویکرد اکولوژیکی در مدیریت شهری اعم از برنامه‌ریزی شهری، چشم انداز و مدیریت منابع آب این است که شهرها به جای کاهش خدمات اکوسیستمی و از بین رفتن آنها، برای ارتقا و بهبود وضعیت محیط زیست طراحی و برنامه‌ریزی شوند (Lotfi and Mousazadeh, 2020). این پیشنهادات در بسترهای جدید تحقیقاتی در زمینه چشم‌انداز و برنامه‌ریزی شهری با روش‌های مختلف مهندسی چشم انداز و منابع آب ارایه شده است (Wang et al., 2020). در تحقیقی که توسط Yi

را در شهر بازی می‌کنند (Bahrami et al., 2019). تهران به عنوان پایتخت ایران و یک کلانشهر، توسعه بی‌رویه سریع شهرنشینی را به ویژه در سه دهه گذشته تجربه کرده است (Kamanroudi Kojuri et al., 2020). این شهر بیشتر از ۱۲ میلیون ساکن دارد و با انواع آلاینده‌های محیط زیستی آلوده شده است و ساختار اکولوژیکی آن تخریب‌های متعددی را تجربه کرده است (Karimi et al., 2018)؛ به نحوی که امروز تهران تعداد زیادی از این کریدورهای طبیعی را به واسطه توسعه سریع از دست داده است (Abshirini and Koch, 2016). ساختمان‌های شهری نیز باعث از بین رفتن تدریجی ساختار طبیعی شهر شده‌اند که در کریدورهای اکولوژیکی و نزدیک به منابع آبی قرار دارند (Harvey and Gooseff, 2015). به دلیل همزمانی با رشد پیش‌بینی نشده، شکل‌گیری پارک‌ها و فضای سبز عمومی پیرامون آنها، قادر به احیای این شبکه اکولوژیکی پیچیده نمی‌باشد (Zahraeipour and Jafarpoor, 2021) و با توجه به وسعت کم و نبود یکپارچگی، کارایی کمی را نشان داده‌اند (Harvey and Gooseff, 2015) و به علاوه اغلب فضاهای سبز به صورت پراکنده، روی تپه‌ها و یا زمین‌های بدون منابع آب و خاک مناسب ساخته شده‌اند (Kamanroudi Kojuri et al., 2020). در حالیکه همیشه کمبود منابع آب در این شهر مطرح است و آب مورد نیاز اغلب از مناطق اطراف تامین می‌شود، این مسئله عاملی برای تخریب چشم انداز طبیعی نیز هست. بنابراین کریدورهای سبز جدید ساخته شده از جمله در محدوده رودخانه فرحزاد قادر نبوده‌اند که عملکردهای اکولوژیکی مناسبی در این شهر داشته باشند (Andik and Sarang, 2017)؛ در حالیکه گستره سبز پیرامون روددره‌ها از نظر اکولوژیکی پیشینه بالایی دارند و ارزش‌های آنها بر حسب وسعتشان سنجیده می‌شود (Habib et al., 2014).

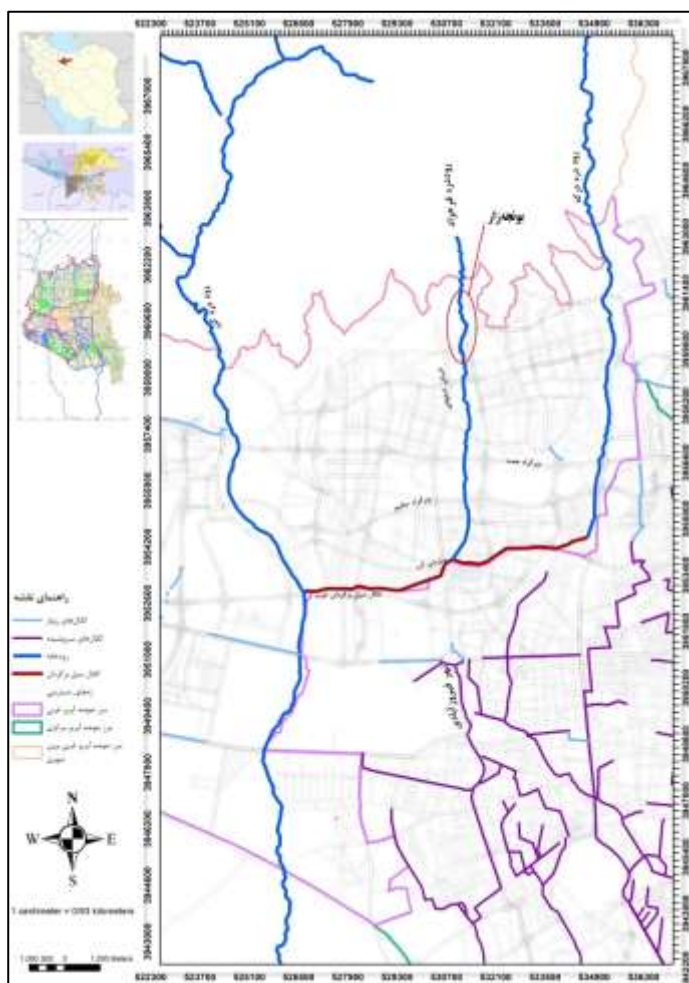
مدیریتی برای رودخانه‌های شهری، احیای آن است که این امر نیز در صورتی که اصولی به آن پرداخته نشود، ممکن است منجر به تخریب رودخانه شود (Allam and Jones, 2018). تحقیق دیگری توسط Shafaghat *et al.* (2019) در مورد ارزیابی احیای رودخانه‌های شهری با استفاده از مدل فرایند تحلیلی شبکه انجام شد تا از این طریق اثرات منفی محیط زیستی بر رودخانه در برنامه‌ریزی شهری و احیای رودخانه کاهش یابد. هدف اصلی در این تحقیق تمرین یک مدل مدیریتی یکپارچه با در نظر گرفتن جنبه‌های مدیریتی در برنامه‌ریزی و طراحی چشم‌انداز مبتنی بر مسائل اکولوژیکی رود دره و محیط پیرامون آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه موردی

از میان هفت رود دره شهری تهران (Sadrazam Nouri *et al.*, 2021)، رود دره فرحزاد به عنوان مطالعه موردی انتخاب شده است. این رود در دامنه جنوبی البرز، با امتداد شمالی - جنوبی و شمال غرب شهر تهران قرار دارد (Andik and Sarang, 2017). حوضه آبریز رودخانه فرحزاد با وسعتی معادل ۳۱۰۰ هکتار به صورت باریک و نسبتاً پرشیب می‌باشد (Sadrazam Nouri *et al.*, 2021). متوسط رسوب سالیانه حدود ۸ میلیون مترمکعب و متوسط سالانه دبی معادل ۰/۲۳ مترمکعب در ثانیه است (Jahani and Barghjelveh, 2021). امتداد آن در حوضه آبریز مرکزی تهران قرار داشته ولی در حال حاضر به سبب سرپوشیده شدن کامل حذف شده و تبدیل به کانال بتنی به نام فیروزآبادی شده است. این امر یکی از مشکلات و چالش‌های محیط زیستی این رود دره است (Jahani and Barghjelveh, 2021). شکل (۱) موقعیت این رودخانه را در شهر تهران نشان می‌دهد.

(2017) *et al.* با موضوع اثرات تغییر زمین بر روی خدمات اکوسیستمی در حوضه آبریز رودخانه San Antonio در تگزاس آمریکا از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۰ انجام شد، از روش تلفیقی مساحی رودخانه شهری (URS)^۱ و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۲ و روش تخمین خدمات اکوسیستم جهت برآورد کمی خدمات اکوسیستمی و تعیین کاربری‌های سازگار استفاده شد. نتایج این مطالعه مشخص نمود که نگاه صرف به مسائل اکوسیستم بدون در نظر گرفتن ارزش‌های چشم انداز شهری، منجر به نتیجه گیری نادرست می‌شود. در حالیکه فضای باز و فضای سبز شهری، اثر مثبتی در توزیع خدمات اکوسیستمی رودخانه دارند. بنابراین با بکارگیری طراحی مناسب شهری می‌توان اکوسیستم‌ها را احیا نمود (Yi *et al.*, 2017). مدیریت یکپارچه رود دره‌های شهری برای احیای آنها نیز موثر است که در این خصوص عموماً از مدل‌های مدیریتی مفهومی و تلفیقی با GIS استفاده شده است (Sadrazam Nouri *et al.*, 2021; Boori *et al.*, 2015). در تحقیقی که توسط Mishra *et al.* (2018) در رودخانه Kali هند انجام شد، جهت تعیین آلودگی رودخانه از روش خوشه‌ای و نرم افزار تحلیل آماری SPSS استفاده گردید و نشان داد آب رودخانه مذکور به شدت آلوده است و آلاینده‌های فلزات سنگین برای گونه‌های گیاهی و جانوری تهدید هستند. جهت ارزیابی کمی، تعیین خوشه‌های نمونه برداری و تعیین پارامترهای کیفی آب، از روش طبقه‌بندی خوشه‌ای سلسله مراتبی (HCA)^۳ و تحلیل اجزای اصلی (PCA)^۴ با نرم افزار SPSS استفاده نمودند و خروجی حاصل از HCA کیفیت آب مشابهی را برای ایستگاه‌ها و در دو دسته طبقه بندی نمود و PCA به ترتیب بالغ بر ۹۷ و ۹۴ درصد از تغییرات دمایی و فضایی را در رودخانه نتیجه‌گیری نمود (Mishra *et al.*, 2018). بر اساس تحقیقات پیشین انجام شده، مهمترین راهکار



شکل ۱- نقشه موقعیت رود دره فرحزاد در تهران و امتداد آن (Andik and Sarang, 2017)
 Fig. 1- Map of Farahzad River Valley location and its root in Tehran

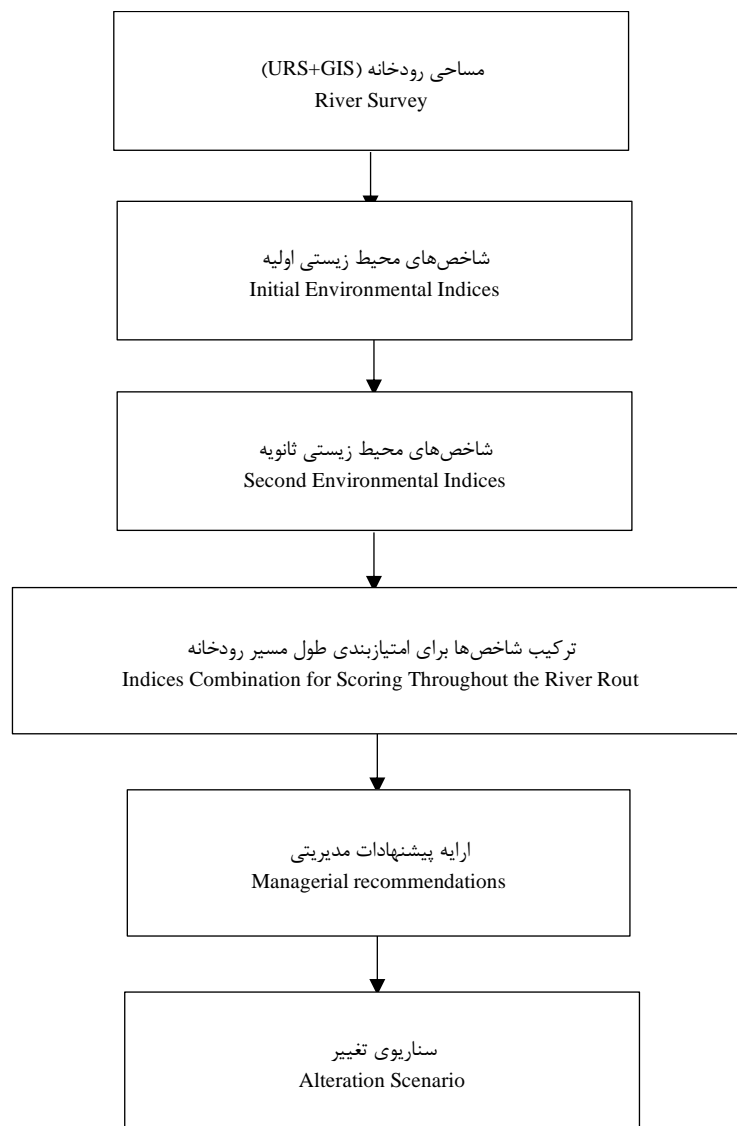
روش شناسی مطالعه

به طور کلی، روش مورد استفاده در این مطالعه تلفیقی از روش‌های مهندسی و مدیریتی است و نتایج در هر مرحله داده‌های ورودی برای مرحله بعد را فراهم می‌کند. روش مرسوم در بررسی چشم‌انداز پیرامون رود دره شهری، روش مساحی رودخانه‌ای (URS) شناخته شده است که به جزئیات توجه دارد و به راحتی با نرم افزارهای کاربردی مانند سنسجس از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی تلفیق می‌شود (Bürgi et al., 2010). به علاوه، در مساحی رودخانه شهری، نتایج مربوط به مساحی زیستگاهی رودخانه^۵ (RHS) به عنوان اطلاعات پایه شناخته می‌شود (Vo et al., 2019). اگرچه روش مهندسی مساحی رودخانه شهری (URS) قابلیت مساحی تعداد زیادی از مقاطع

طبیعی و مهندسی با حساسیت بالا در ثبت تغییرات را دارد و عموماً در شهرسازی و طراحی چشم‌انداز کاربرد دارد از این روش برای تحلیل وضعیت کاربری پیرامون و سازگاری آن‌ها با شرایط رود دره استفاده شد. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نیز ابزاری کاربردی به منظور نمایش کاربری اراضی در مسیر رودخانه و نتایج مدل مساحی رودخانه است (Rafieian et al., 2013). در واقع، تلفیق این دو، اطلاعات مکانی و فضایی را به صورت عینی در اختیار برنامه‌ریزان شهری قرار می‌دهد (Bratley and Ghoneim, 2018). به منظور شناسایی وضعیت موضوعات اکولوژیکی بررسی‌های میدانی، نمونه‌برداری و آنالیز آزمایشگاهی (با همکاری آزمایشگاه معتمد محیط زیست) انجام شد. از آن جایی که بیشترین حجم کار در سطح گستره‌های رودخانه

تدقیق و سپس موارد منطبق بر شرایط جغرافیایی رودخانه به آن اضافه شد و دسته‌ای نیز حذف شدند. در شکل (۲) سلسله مراتب شاخص‌ها ترسیم شده است.

است (Sadrazam Nouri *et al.*, 2021) در این مطالعه نیز بر اساس موقعیت جغرافیایی رودخانه فرحزاد، ابتدا شاخص‌های شاخص‌های تاثیر گذار در پایداری زیستگاه



شکل ۲- شاخص‌های گستره رودخانه (Rafieian *et al.*, 2013)

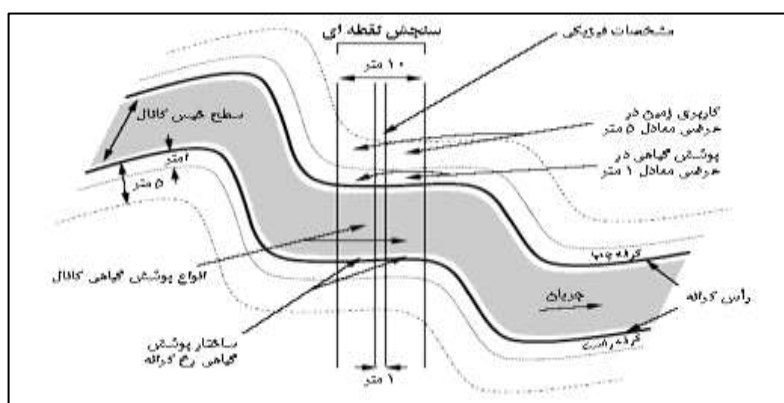
Fig. 2- River Stretch Indices

(صفر)، تجزیه پذیر زیستی (۱)، شبکه باز (۲) و سخت (۳) تعلق گرفته است. جهت امتیاز دهی شاخص عوارض زیستگاه به صورت یکپارچه نوع جریان و شمار انواع جریان را شامل تعداد انواع زیستگاه‌های داخل کانال، شامل (ریخت شناسی، بندآب، خیزآب و برکه) و هیدرولیکی (نوع جریان) را مشخص می‌نماید. نوع جریان غالب بر اساس میزان تغییر سرعت جریان، در طیفی از نوع سریع تر جریان

شاخص‌های محیط زیستی اولیه شامل مشخصه‌های «مواد و مصالح»، «عوارض زیستگاه» و «ساختار گیاهی و زیست توده» می‌باشد. برای محاسبه شاخص مواد و مصالح از نسبت تعداد سنجش‌های نقطه‌ای با مواد و مصالح غیرمتحرک به کل سنجش‌های نقطه‌ای استفاده می‌شود. مطابق با معیارهای تعیین شده در مدل مساحی رودخانه، برای حفاظت از کرانه امتیازهای به معیارهای فاقد حفاظت

تا کلاسترهای بزرگ با اجزای نامتشابه تشکیل می‌گردد (Mishra *et al.*, 2018). البته این فرآیند می‌تواند به طور مستقیم و یا غیرمستقیم به وسیله عوامل مختلف در سطوح بالاتر همچون سطح زیرحوزه‌ها شامل کیفیت آب و خصوصیات جریان آب محدود شود (Kamanroudi Kojouri *et al.*, 2020). همچنین کاربری اراضی در اطراف رودخانه و میزان زمین در دسترس می‌تواند بسیاری از اقدامات مورد نظر را محدود کند که سنجش آن‌ها می‌تواند اهداف مدیریتی اتخاذ شده در سطوح گسترده‌های رودخانه را از حالت بالقوه به بالفعل تبدیل کند (Linke *et al.*, 2019). بزرگترین واحدهای مورد سنجش در این روش، گستره‌هایی به طول ۵۰۰ متر از رودخانه هستند که سناریوهای مدیریتی بر اساس این واحدها ارائه می‌گردد (Lotfi and Mousazadeh, 2020) که برای سنجش دقیق هر گستره، در این تحقیق هر گستره به ۱۰ واحد ۵۰ متری تقسیم و در طول هر واحد، برداشت میدانی آغاز شد. در ابتدا نقشه‌های رقومی منطقه مورد بررسی تهیه و محل آغاز برداشت بر اساس نقشه‌های موجود، از بالاترین بخش بالادست رودخانه (محلی با نام یونجه زار) انتخاب شد. نقشه این محدوده به ۸ گستره ۵۰ متری تقسیم و پارامترهای محیطی، در طی این ۵۰ مترها سنجیده شدند. در شکل (۳) چگونگی تقسیم‌بندی واحدهای ۵۰ متری به واحدهای کوچکتر نشان داده شده است (Vo *et al.*, 2019).

(با ارزش عددی ۱)، جریان بی نظم (۲)، جریان موجی (۳)، جریان ملایم (۴)، بالارونده (۵)، جریان ناچیز (۶)، نوع جریان کندتر (۷) تا کانال خشک (با ارزش عددی ۱۰) طبقه‌بندی می‌شود. نحوه امتیازدهی شاخص سهم کلی درختان و زیست توده نیز به این صورت است که برای محدوده‌های بدون پوشش درختی (امتیاز ۰)، با پوشش پراکنده یا محدود در یک جا (امتیاز ۱)، با فواصل منطقی (۲)، توده‌های درختی اتفاقی (۳)، نسبتاً پیوسته (۴) و پیوسته (۵) در نظر گرفته می‌شود (Habib *et al.*, 2014). برای طبقه‌بندی گستره‌های مختلف رودخانه شاخص‌های محیط زیستی اولیه، طی یک تجزیه و تحلیل آماری تبدیل به شاخص‌های ثانویه می‌گردند (Razzaghi Asl and Khoshghadam, 2016). با توجه به اینکه ماهیت هر یک از شاخص‌های اولیه متفاوت می‌باشد، نمی‌توان آنها را به لحاظ عددی با یکدیگر ترکیب نمود. از این رو نیاز به تحلیلی می‌باشد که قابلیت دسته بندی شاخص‌های زیست محیطی اولیه هر یک از گروه‌های مواد و مصالح، زیستگاه فیزیکی و پوشش گیاهی را در درون هر گروه داشته باشد. بدین منظور روش آنالیز خوشه‌ای، نرم افزار تحلیل آماری SPSS و تحلیل گرافیکی آن در قالب نمودار دندروگرام^۶ کاربردی است (Mishra *et al.*, 2018) و سلسله مراتبی از خوشه‌ها از خوشه‌های کوچک با اجزای بسیار مشابه



شکل ۳- چگونگی تقسیم بندی واحدهای ۵۰ متری (Vo *et al.*, 2019)

Fig. 3- The manner of stretch division to 50 meters unites

تغییرات رودخانه و کرانه آن در طی این ۸ گستره برداشت شد.

سپس طی برداشت میدانی در هر واحد، فرم‌های مربوطه مطابق با شکل شماره (۳) تکمیل شد و

فرم (الف)

فرم (ب)

شکل ۴- فرم‌های بررسی میدانی در روش مساحی رودخانه شهری (Rafeiean et al., 2013)
Fig. 4 – URS Field Survey forms

نتایج و بحث

این محدوده نسبت به نقاط پایین دست از کیفیت بالاتری برخوردار است و می‌تواند به عنوان پتانسیلی برای بازسازی و احیای شرایط رودخانه و یا تعریف کاربری‌های سازگار با محیط زیست طبیعی رودخانه باشد. همچنین طی پیمایش میدانی، برای هر گستره ۵۰ متری در مسیر رودخانه، فرم‌های دوگانه مساحی رودخانه تکمیل شد. به منظور جمع‌بندی و تحلیل فرم‌های تکمیل شده، با استفاده از روش خوشه‌ای، مولفه‌های مدیریتی و شاخص‌های هر مولفه دسته‌بندی شد. همانطور که ملاحظه می‌شود گذر از گستره‌های شماره ۳ و ۵ با یک جهش ارتفاعی همراه است که نشان می‌دهد دو گستره در این میان، قابل برداشت نبوده است و یا اینکه اطلاعات آن در محاسبات آماری از انحراف معیار بالایی برخوردار بوده است.

در مطالعه حاضر شاخص‌های محیط زیستی در هر گستره با تکمیل چک لیست تحلیل و اطلاعات ثبت شد. به عنوان نمونه در این مقاله نتایج یکی از گستره‌های مسیر رودخانه به نام محدوده یونجه‌زار ارائه شده است. در این محدوده رودخانه در محدوده کوهستانی جریان دارد. البته ارتفاع محدوده در رنج کاربری گردشگری است و سپس به تدریج در انتها با محدوده شهری و سکونتی تطابق می‌یابد. طبق بررسی صورت گرفته در گستره ۵۰۰ متری ابتدای رودخانه فرحزاد به نام منطقه یونجه‌زار، از نظر کاربری اراضی و قابلیت دسترسی در برداشت میدانی به ۸ گستره ۵۰ متری به شرح جدول شماره (۱) تقسیم شد. طبق اطلاعات جمع‌آوری شده از نمونه‌برداری و آنالیز آزمایشگاهی، کیفیت آب رودخانه در

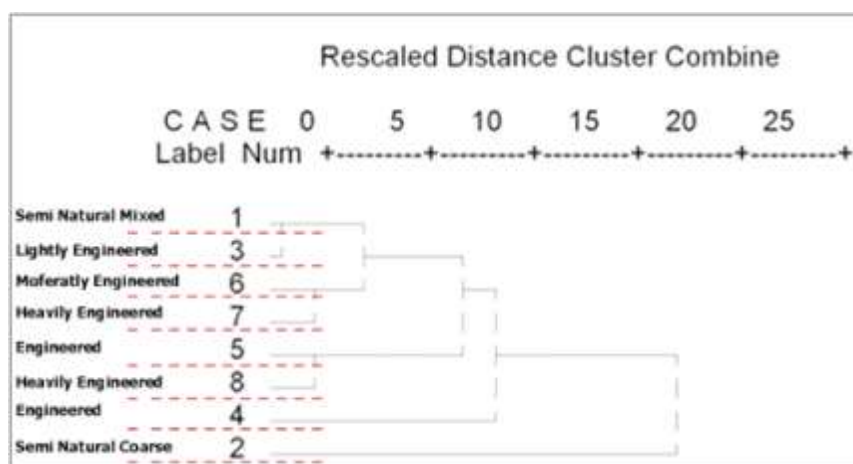
جدول ۱- موقعیت گستره‌های برداشت شده رودخانه فرحزاد

Table 1. Location and condition of surveyed stretches of Farahzad River

شماره گستره Number of Stretch	موقعیت جغرافیایی براساس UTM Geographical Coordinates in terms of UTM
1	میان ۳۹۶۱۴۸۴.۵ و ۵۳۰۷۹۸.۴ با ارتفاع ۱۹۶۰ متر و ۳۹۶۱۴۳۹.۱ و ۵۳۰۷۸۸.۵ با ارتفاع ۱۹۲۰ متر Between Y 3961484.5, X 530798.4, 1960 meter in Height, and Y 3961439.1, X 530788.5, 1920 meter in Height,
2	میان ۳۹۶۱۴۳۹.۱ و ۵۳۰۷۸۸.۵ با ارتفاع ۱۹۲۰ متر و ۳۹۶۱۳۹۲.۴ و ۵۳۰۸۰۳.۲ با ارتفاع ۱۸۶۱ متر Between Y 3961439.1, X 530788.5, 1920 meter in Height, and Y 3961392.4, X 530803.2, 1861 meter in Height,
3	میان ۳۹۶۱۳۹۲.۴ و ۵۳۰۸۰۳.۲ با ارتفاع ۱۸۶۱ متر و ۳۹۶۱۳۵۳.۴ و ۵۳۰۸۳۳.۱ با ارتفاع ۱۸۱۰ متر Between Y 3961392.4, X 530803.2, 1861 meter in Height, and Y 3961353.4, X 530833.1, 1810 meter in Height,
4	میان ۳۹۶۱۳۰۳.۹ و ۵۳۰۸۲۶.۴ با ارتفاع ۱۸۳۰ متر و ۳۹۶۱۲۵۹.۹ و ۵۳۰۸۰۵.۲ با ارتفاع ۱۸۰۰ متر Between Y 3961303.9, X 530826.4, 1830 meter in Height, and Y 3961259.9, X 530805.2, 1800 meter in Height,
5	میان ۳۹۶۱۲۵۹.۹ و ۵۳۰۸۰۵.۲ با ارتفاع ۱۸۰۰ متر و ۳۹۶۱۲۱۱.۹ و ۵۳۰۷۹۴.۰ با ارتفاع ۱۷۸۰ متر Between Y 3961259.9, X 530805.2, 1800 meter in Height, and Y 3961211.9, X 530794.0, 1780 meter in Height,
6	میان ۳۹۶۱۱۱۳.۱ و ۵۳۰۷۹۶.۸ با ارتفاع ۱۸۰۲ متر و ۳۹۶۱۰۶۳.۶ و ۵۳۰۷۹۰.۰ با ارتفاع ۱۷۴۴ متر Between Y 3961113.3, X 530796.8, 1802 meter in Height, and Y 3961063.6, X 530790.0, 1674 meter in Height,
7	میان ۳۹۶۱۰۶۳.۶ و ۵۳۰۷۹۰.۰ با ارتفاع ۱۷۴۴ متر و ۳۹۶۱۰۱۴.۹ و ۵۳۰۷۷۸.۰ با ارتفاع ۱۶۲۲ متر Between Y 3961063.6, X 530790.0, 1674 meter in Height, and Y 3961014.9, X 530778.7, 1622 meter in Height
8	میان ۳۹۶۱۰۱۴.۹ و ۵۳۰۷۷۸.۰ با ارتفاع ۱۶۲۲ متر و ۳۹۶۰۹۱۷.۱ و ۵۳۰۷۵۷.۶ با ارتفاع ۱۶۰۷ متر Between Y 3961014.9, X 530778.7, 1622 meter in Height, 1622 meter in Height, and Y 3960917.1, X 530757.6, 1607 meter in Height

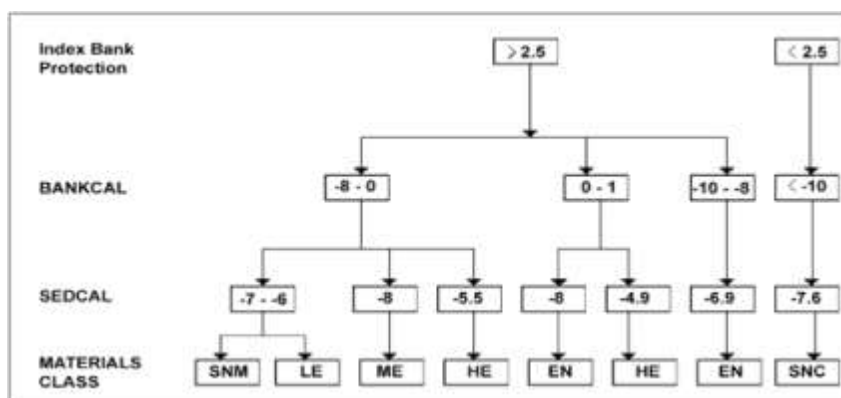
داده شدند. خروجی تحلیل خوشه‌ای، تعداد دسته‌ها یا خوشه-ها می‌باشد که با استفاده از آن‌ها مشخص شد که هر نمونه در کدام دسته قرار گرفته است. همچنین در این تحلیل، نمودار سلسله مراتبی ترسیم شد که امکان تفسیر خوشه‌ها را فراهم می‌کند. با مقایسه مقادیر عددی هر خوشه در سطوح متفاوت می‌توان ماهیت هر دسته را معلوم نمود. با توجه به محاسبات پیچیده و طولانی بودن آنالیز خوشه‌ای، آنالیز خوشه‌ای مربوط به شاخص‌های مواد و مصالح به عنوان نمونه ارائه شده است. شاخص‌های اولیه‌ای که در آنالیز خوشه‌ای مواد و مصالح به کار گرفته شده‌اند معرف میزان حفاظت و مقاوم سازی کرانه‌ها و مواد و مصالح طبیعی بستر و کرانه است که می‌تواند میزان پتانسیل رودخانه برای تغییرات مدیریتی در آینده را مشخص نماید. شش گروه متناسب با ترکیب داده‌ها در این بخش بدست آمد که در ادامه تشریح می‌شود. به عنوان نمونه، دندروگرام آنالیز خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های مواد و مصالح در شکل (۵) نشان داده شده است.

شاخص‌های محیط زیستی اولیه مورد بررسی در این تحقیق شامل مواد و مصالح، عوارض زیستگاه و پوشش گیاهی با استفاده از روش خوشه‌ای در هر گستره بررسی و کمی سازی شد. با توجه به اینکه ماهیت هر یک از شاخص‌های اولیه متفاوت می‌باشد، نمی‌توان آن‌ها را به لحاظ عددی با یکدیگر ترکیب نمود. از این رو با استفاده از تحلیل خوشه‌ای که قابلیت دسته‌بندی شاخص‌های محیط زیستی اولیه هر یک از گروه-های مواد و مصالح، زیستگاه فیزیکی و پوشش گیاهی را در درون هر گروه دارد، تمام مقادیر عددی برای هر شاخص اولیه در نرم افزار SPSS تعریف شد و با توجه به تفاوت‌ها و شباهت‌های میان مقادیر شاخص‌ها، نمونه‌ها (هر گستره ۵۰۰ متر) دسته بندی شد. در تحلیل خوشه‌ای نیز از روش تحلیلی نقطه ثقل استفاده شد. در واقع به گونه‌ای نمونه‌ها دسته‌بندی شد که بیشترین تشابهات عددی میان مقادیر شاخص‌ها در آن برقرار باشد. به این ترتیب گستره‌هایی که مشابهت مقادیر آنها در شاخص‌های هر یک از سه گروه مواد و مصالح، زیستگاه فیزیکی و پوشش گیاهی بیشترین می‌باشد در یک خوشه قرار



شکل ۵ - دندروگرام آنالیز خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های مواد و مصالح
Fig. 5 - Dendrogram of Cluster analysis in terms of material indices

در مرحله بعد، فلوجارت استخراج طبقات مختلف مواد و مصالح (شاخص‌های محیط زیستی ثانویه) از کلاسترهای مربوط به شاخص‌های اولیه مواد و مصالح تهیه شد که در شکل (۶) نشان داده شده است.



شکل ۶- فلوجارت استخراج طبقات مختلف مواد و مصالح از کلاسترهای مربوط به شاخص‌های اولیه
Fig. 6- Flowchart of material classification first indices cluster

طبقات مختلف مواد و مصالح به تفکیک گستره‌ها و توضیح شاخص‌های اولیه مرتبط با طبقات مختلف مواد و مصالح در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲- طبقات مواد و مصالح به تفکیک گستره‌ها

Table 2. Material classes and description in terms of stretches

توضیح شاخص‌های اولیه مرتبط با طبقات مختلف مواد و مصالح First indices description related to various materials	نام طبقات Name of classes	طبقات مواد و مصالح Material classes	شماره گستره Number of Stretch
نسبت کمی از حفاظت کرانه، SEDCAL میکس که بیشتر هویت قلوه سنگی دارد و BANKCAL درشت دانه‌تر Quantified ratio of river coast protection, Mixed SEDCAL with stone grain. more Coarse grain BANKCAL	SEMI-NATURAL (MIXED): SNM	SNM	1
نسبت کمی از حفاظت کرانه، SEDCAL درشت دانه‌تر و BANKCAL درشت دانه‌تر Quantified ratio of river coast protection, more Coarse grain soil texture SEDCAL. more Coarse grain BANKCAL	SEMI-NATURAL (COARSE): SNC	SNC	2

ادامه جدول ۲- طبقات مواد و مصالح به تفکیک گستره ها
Table 2. Cont. Material classes and description in terms of stretches

توضیح شاخص‌های اولیه مرتبط با طبقات مختلف مواد و مصالح First indices description related to various materials	نام طبقات Name of classes	طبقات مواد و مصالح Material classes	شماره گستره Number of Stretch
حفاظت متوسط، SEDCAL میکس که بیشتر هویت سنگ‌ریزه- ای دارد و BANKCAL ریز دانه Moderate conservation, Mixed SEDCAL with stone grain. Fine grain BANKCAL	LIGHTLY ENGINEERED: LE	LE	3
حفاظت متوسط کرانه، SEDCAL درشت دانه و BANKCAL بسیار ریز دانه با هویت غالب خاکی Moderate conservation, Coarse grain SEDCAL, very fine grain BANKCAL with mostly soil features	ENGINEERED: EN	EN	4
نسبت زیاد از حفاظت سخت کرانه، BANKCAL ریز دانه و SEDCAL درشت دانه Fairly high severity conservation of coast, Fine grain BANKCAL, coarse grain SEDCAL	MODERATELY ENGINEERED: ME	ME	5
نسبت بالای حفاظت سخت کرانه و زیرلایه غیر متحرک Fairly high severity conservation of coast, and non-movable sub-layer	HEAVILY ENGINEERED: HE	HE	6
		HE	7
		HE	8

۸ گستره رودخانه فرحزاد، مجموع امتیازهای این سه بخش مواد و مصالح، زیستگاه فیزیکی و پوشش گیاهی بدست آمد و بدین ترتیب گستره‌ها در طبقات مختلفی از خیلی خوب تا خیلی فقیر رده بندی شدند. امتیازهای نهایی هر یک از شاخص‌های سه گروه فوق و طبقات نهایی گستره‌های رودخانه فرحزاد در جدول (۳) نشان داده شده است.

این مراحل برای دو پارامتر دیگر شاخص‌های اولیه زیستی شامل مواد و مصالح، عوارض زیستگاه و پوشش گیاهی نیز انجام شد. پس از انجام آنالیز خوشه‌ای برای تمام شاخص‌ها، در این سطح می‌بایست هر کدام از شاخص‌های ثانویه این سه گروه کمی‌سازی شوند. بنابراین امتیازهایی برای هر یک از شاخص‌ها در نظر گرفته شد و به منظور طبقه بندی نهایی

جدول ۳- امتیازات و طبقات نهایی گستره‌های رودخانه فرحزاد براساس شاخص‌ها
Table 3. Final scores and classes of Farahzad River Stretches in terms of the indices

شماره گستره Number of Stretch	مواد و مصالح Materials		زیستگاه فیزیکی Physical Habitat		پوشش گیاهی Flora		امتیاز نهایی Final Score	طبقات گستره‌ها Stretch Classes
	نام طبقه Class name	امتیاز Score	نام طبقه Class name	امتیاز Score	نام طبقه Class name	امتیاز Score		
1	SNM (semi-natural mixed)	1	SNA (semi-natural active)	1	HHC1 (High vegetated High complexity)	1	4	خیلی خوب Excellent
2	SNC (semi-natural coarse)	2	SNA (semi-natural active)	1	MMC (moderate vegetated moderate complexity)	3	5	خوب Good
3	LE (lightly engineered)	3	UA (uniform active)	4	LMC (low vegetated moderate complexity)	5	11	متوسط Moderate
4	EN (engineered)	4	UA (uniform active)	4	LMC (low vegetated moderate complexity)	5	13	زیر متوسط Less than Moderate
5	EN (engineered)	4	SNS (semi-natural stable)	3	LHC (low vegetated high complexity)	4	11	متوسط Moderate
6	ME (moderately engineered)	5	RC (recovering)	2	LLC (low vegetated low complexity)	6	12	زیر متوسط Less than Moderate
7	HE (Heavily engineered)	6	UM (uniform moderately active)	5	HHC2 (High vegetated moderate complexity)	2	12	زیر متوسط Less than Moderate
8	HE (Heavily engineered)	6	US (uniform stable)	6	HHC2 (High vegetated moderate complexity)	2	13	زیر متوسط Less than Moderate

بر اساس کاربری‌های اراضی پیرامون رودخانه فرحزاد، مسیر به سه بازه تقسیم بندی شده است:

بازه یک: محدوده ابتدای مسیر در منطقه کوهستان و از پل خوشمرام تا پل آبشار

بازه دو: از پل آبشار تا پل بزرگراه حکیم و مسیر تفرجگاهی پیاده روی باغ خاطره (سوته دلان)،

بازه ۳: از پل بزرگراه حکیم تا سیل برگردان غرب، از سیل برگردان غرب تا میدان جی

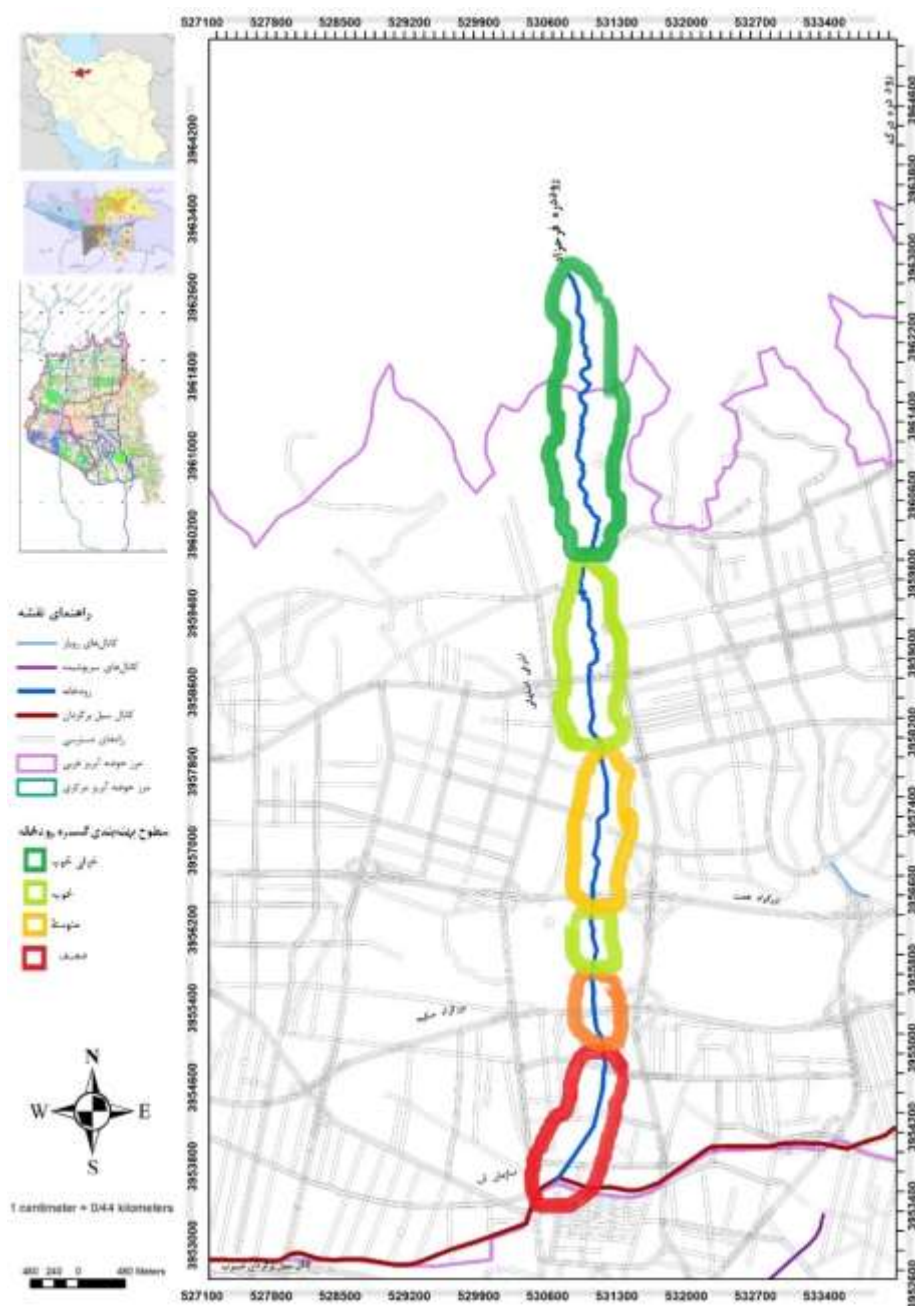
با توجه به نتایج بدست آمده، محدوده رودخانه فرحزاد در ۴ طبقه کیفی از نظر وضعیت محیط زیستی و چشم انداز طبقه‌بندی شد. محدوده‌های خیلی خوب و خوب حاکی از امکان طراحی برای ساماندهی اراضی و احیای رودخانه در این بخش‌ها است. گرچه امکان بازگرداندن محیط به شرایط طبیعی به طور کامل وجود ندارد، می‌توان در بخش‌هایی بازسازی مسیر رودخانه و حفظ و احیای آن تا نزدیک به محیط طبیعی را ایجاد نمود. در بخش‌هایی که به دلیل توسعه شهری دستخوش تخریب شده و یا تبدیل به یک کانال بتنی شده است، به نحوی برنامه‌ریزی شود که تا حدودی کارکرد طبیعی رودخانه شامل ایجاد منظر و تامین کریدور هوایی برای تبادل هوا در مسیر رود دره صورت گیرد. احیا و ساماندهی رود دره فرحزاد یکی از پیشنهادات مهم مدیریتی به منظور بهبود وضعیت این رودخانه است. گرچه در بخش‌هایی امکان بازگشت به حالت اولیه و طبیعی در این رود دره وجود ندارد و تغییرات غیر قابل برگشت است. هنوز در بازه‌هایی از این مسیر امکان احیا وجود دارد. منظور از احیا بازسازی شرایط به گونه‌ای است که طبیعت فرحزاد حفظ شود و حفاظت از رودخانه نیز در آن مد نظر قرار گیرد. بنابراین بایستی تغییراتی در مسیر رودخانه و کاربری چشم انداز آن متناسب با شرایط احیای رودخانه و سازگاری با محیط زیست آن صورت پذیرد. در مرحله آخر، سناریوی تغییر مطرح می‌گردد که در واقع در این مرحله انواع کاربری‌ها بررسی شده و سپس بر اساس شرایط موجود و سازگار بودن با محیط زیست

رودخانه، کاربری‌های جایگزین برای بهبود وضعیت محیط رودخانه پیشنهاد گردید. از این رو، کاربری‌های سازگار متناسب با شاخص‌های محیط زیستی محدوده فرحزاد در هر گستره جهت طراحی چشم‌انداز تعیین شد و گستره‌های مشابه با هم یکپارچه و تلفیق شد. در شکل (۷) وضعیت پهنه بندی کاربری اراضی بر اساس شاخص‌های محیط زیستی در کل مسیر رودخانه فرحزاد تا اتصال به کانال سیل برگردان غرب نشان داده شده است. به این ترتیب، در بخش شمالی رودخانه که در حوضه آبریز کن قرار دارد، در مجموع حدود ۳۲ درصد از گستره رودخانه فرحزاد در محدوده خیلی خوب (از ابتدای مسیر رودخانه تا سیمون بلیوار و پل خوشمرام) از نظر شاخص‌های محیط زیستی قرار دارد که نشان می‌دهد هنوز بخشی از عناصر طبیعی رودخانه و کارکرد آن حفظ شده است. در حدود ۱۱ درصد از گستره رودخانه در محدوده خوب (حد فاصل پل خوشمرام تا بلوار شهید دامن) است که به دلیل فضای سبز پیرامونی و درختان دستکاشت باغی در این محدوده است. در محل‌هایی که راه‌های ارتباطی و تاسیسات زیربنایی شهری یا کاربری مسکونی با رودخانه تلاقی یا مجاورت دارد، محدوده‌هایی هستند که در طبقه متوسط و کمتر از آن (۵۷ درصد باقی مانده) قرار دارند. به ویژه در بخش‌هایی که تراکم بافت مسکونی و کاربری اراضی شدت یافته و دیگر جز یک کانال بتنی سرپوشیده ساختار طبیعی از رودخانه باقی نمانده است، با رنگ قرمز (۱۲ درصد) مشخص شده است که نشان می‌دهد وضعیت در این بخش‌ها برگشت ناپذیر و محیط زیست پیرامونی با شرایط طبیعی فاصله زیادی دارد (حد فاصل بلوار مرزداران تا اتصال به سیل برگردان غرب) و تنها بهسازی و مرمت کانال رودخانه و کاشت پوشش گیاهی پیرامون آن امکان پذیر است. یکی از طرح‌هایی که برای بازسازی و توسعه پایدار پیرامون رود دره پیشنهاد شده است، تفرج و گردشگری است که امکان آن در بازه‌های یک و دو به صورت تفرج گسترده

در واقع به یک کانال بتنی تبدیل شده است، نیازمند بکارگیری طرحهای شهری خلاقانه همراه با معماری پایدار شهری است که شرایط رودخانه را از این وضعیت به سمت طبیعی سوق داده و کارکردهای آن را شامل کریدور هوایی، تبادل اکسیژن با محیط اطراف، قابلیت توسعه فضای سبز نواری و چشم انداز طبیعی در مرکز شهر و حفاظت از بناهای تاریخی و فرهنگی بازگرداند.

فراهم است و در بازه ۳ نیز با ایجاد زمینه‌های طراحی چشم انداز مطابق با شرایط طبیعی رودخانه و ساختار و کارکرد آن، فراهم خواهد شد.

در امتداد مسیر نیز از میدان جی تا میدان حق شناس، از میدان حق شناس تا انتهای نهر فیروز آبادی در حوضه آبریز مرکزی شهر تهران در محدوده زیر متوسط بازه‌بندی شده است که نشان می‌دهد احیا و ساماندهی رودخانه که



شکل ۷- پهنه بندی محدوده مورد بررسی بر اساس شاخص‌های محیط زیستی در گستره رودخانه
 Fig. 7 - Zoning of the study area in terms of environmental indices in Farahzad River Stretch

نتیجه‌گیری

محدوده‌های خیلی خوب و خوب حاکی از امکان طراحی برای ساماندهی اراضی و احیای رودخانه در این بخش‌ها است. در ادامه به دلیل فضای سبز پیرامونی و درختان دستکاشت باغی، حدود ۱۱ درصد در طبقه خوب (بالای متوسط) شناخته شد. بخشی از گستره در حوضه آبریز مرکزی و در طبقه زیر متوسط قرار دارد نمی‌توان انتظار تغییرات قابل توجهی در چشم انداز را داشت اما با تغییرات جزئی می‌توان کاربری‌های مناسب را به تدریج تعریف نمود و چشم انداز آتی را بر این پایه طراحی نمود. حدود ۱۲ درصد از گستره رودخانه در سطح زیر متوسط طبقه‌بندی شده است. بنابراین نگاه جامع نگر و چند جانبه در مدیریت شهری برای حفاظت از رودخانه‌ها و بهره‌گیری از آنها در محیط شهری در قالب الگوی توسعه پایدار شهری مورد نیاز است. پرداختن به جزئیات و شاخص‌های اثر گذار محیط زیستی از مزایای این تحقیق است که در اغلب سیستم‌های مدیریتی شهری نادیده گرفته شده است. در این مقاله به صورت ساده و عینی نتایج آن نشان داده شد.

پی‌نوشت‌ها

- ¹ Urban River Survey
- ² Geographic Information System
- ³ Hierarchical Cluster Analysis
- ⁴ Principle Component Analysis
- ⁵ River Habitat Surveys
- ⁶ Dendrogram

Abshirini, E. and Koch, D., 2016. Rivers as integration devices in cities, City Territory and Architecture. 3(1), 1-21.

<https://cityterritoryarchitecture.springeropen.com/articles/10.1186/s40410-016-0030-4>

Andik, B. and Sarang, A., 2017. Daylighting buried rivers and streams in Tehran. Water Conservation and Management (WCM). 1(2), 1-4.

در این مقاله، با تلفیق روش‌های مختلف، گستره رودخانه فرحزاد در شهر تهران از نظر چشم انداز و کاربری اراضی در ارتباط با شاخص‌های محیط زیستی مورد بررسی قرار گرفت. در بخش تپه‌نزار، محدوده رودخانه در ۸ گستره ۵۰ متری بررسی و شاخص‌های محیط زیستی اولیه شامل مواد و مصالح، عوارض زیستگاه و پوشش گیاهی مطابق با بازدید میدانی و فرم شناسایی شده و سپس مطابق با طبقه‌بندی صورت گرفته در مدل مساحی رودخانه‌های شهری امتیازدهی و به صورت کیفی طبقه‌بندی شد. جهت تبدیل شاخص‌های اولیه به ثانویه از روش آماری تحلیل خوشه‌ای و نرم افزار SPSS و جهت نمایش موقعیت مکانی شاخص‌ها و عوارض موجود از سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که جهت تغییر کاربری‌ها به نوع سازگار با ساختار و عملکرد اکولوژیکی رودخانه فرحزاد و طراحی چشم انداز با رویکرد محیط زیستی، در نهایت چهار پهنه کیفی خیلی خوب، خوب، متوسط و زیرمتوسط مسیر و محدوده رودخانه تقسیم می‌شود. در بخش شمالی که در حوضه آبریز کن واقع شده، حدود ۳۲ درصد از گستره رودخانه فرحزاد در محدوده خیلی خوب از نظر شاخص‌های محیط زیستی قرار گرفت. محدوده خیلی خوب در بازه ابتدای مسیر و قسمت‌های کوهستانی قرار داشت که هنوز تغییرات شهری سیمای آن را به طور کامل دگرگون نکرده است.

منابع

<https://www.watconman.org/archives-pdf/2wcm2017/2wcm2017-01-04.pdf>

Allam, Z. and Jones, D., 2018. Promoting resilience, liveability and sustainability through landscape architectural design: A conceptual framework for Port Louis, Mauritius; a small island developing state. In IFLA world congress Singapore. 1599-1611.

<https://www.researchgate.net/profile/Zaheer->

Allam-2/publication /327954569 _Promoting _resilience_ liveability _and_sustainability _through_landscape_ architectural_design_A_ conceptual_framework_for_Port_Louis_Mauritius_a_Small_Island_Developing_State / links/ 5baf21e892851ca9ed2e6677/ Promoting-resilience-liveability-and-sustainability-through-landscape-architectural-design-A-conceptual-framework-for-Port-Louis-Mauritius-a-Small-Island-Developing-State.pdf

Bahrami, F., Alehashemi, A., Motedayen, H., 2019. Urban Rivers and Resilience Thinking in the Face of Flood Disturbance, the Resilience Planning of the Kan River. *Manzar, the Science Journal of landscape*. 11(47), 60-73. (In Persian with English abstract)

http://www.manzar-sj.com /article_89029_ 10163 .html ?lang=en

Barghjelveh, S., Islami, S. Y., and Sayad, N., 2015. The logic of the “ecology of place”, a model of thought for urban landscape development, case study: Tehran’s Farahzad River-valley. *Urban ecosystems*, 18(4), 1165-1186.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-015-0445-9>

Boori, M.S., Netzband, M., Choudhary, K. and Voženílek, V., 2015. Monitoring and modeling of urban sprawl through remote sensing and GIS in Kuala Lumpur, Malaysia. *Ecological Processes*. 4(15), 1-10.

<https://link.springer.com/article/10.1186/s13717-015-0040-2>

Bratley, K. and Ghoneim, E., 2018. Modeling urban encroachment on the agricultural land of the eastern Nile Delta using remote sensing and a GIS-Based Markov Chain model. *Land*. 7(4), 114-134.

<https://www.mdpi.com/346558>

Bürgi, M., Straub, A., Gimmi, U. and Salzmann, D., 2010. The recent landscape history of Limpach valley, Switzerland: considering three empirical hypotheses on driving forces of landscape change. *Landscape Ecol*. 25, 287-297.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-009-9412-2>

Ebrahimi, Z. and Mahmoudzadeh, S., 2017. Strategic Orientation of Tourism Sustainable Development: Case Study of Darband. *Journal of History Culture and Art Research*. 6(1), 209-217. <http://dx.doi.org/10.7596/taksad.v6i1.736>.

<http://kutaksam.karabuk.edu.tr/index.php/ilk/article/view/736>

Habib, F., Atabi, F., Laghaei, H., Mousavi Fatemi, H. and Janfada, K., 2014. Design of Dareh-Darakeh Nature Park for Ecotourism Development in Tehran Metropolitan City. *International Journal of Ecosystem*. 4(5), 224-232.

<https://www.academia.edu/download/71053732/10.5923.j.ije.20140405.03.pdf>

Harvey, J. and Gooseff, M., 2015. River corridor science: Hydrologic exchange and ecological consequences from bed forms to basins. *Water Resources Research*. 51(9), 6893–6922.

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2015WR017617>

Hurlimann, A. and Elizabeth, W., 2018. Sustainable Urban Water Management under a Changing Climate: The Role of Spatial Planning. *Water*. 10(5), 546-568.

<https://www.mdpi.com/286176>

- Jahani, N. and Barghjelveh, S., 2021. Urban landscape services planning in an urban river-valley corridor system case study: Tehran's Farahzad River valley landscape system. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01474-1>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-021-01474-1>
- Kamanroudi Kojuri, M., Saffari, A., Solimani, M. and Nemati Sani, M., 2020. Ecologically-based management factors and criteria of River-Valleys in Tehran metropolis-case study: River-Valleys of Kan. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 7 (2), 21-32. (In Persian with English abstract).
- https://jsaeh.khu.ac.ir/browse.php?a_id=3043&sid=1&slc_lang=en&ftxt=0
- Karimi, B., Ghorbani, M. and Ghasemi Vasmejani, A., 2018. Evaluating the role of rivers regeneration in the development of urban tourism (Case study: Farahzad River). *Journal of Urban Tourism*. 4(3), 63-75. (In Persian with English abstract).
- https://jut.ut.ac.ir/article_64594_00.html?lang=en
- Kurwadkar, S.; Lambert, B.; Beran, L.; Johnson, J.; Marsh, J.; Hibbler-Albus, K.; Lambert DA.; Kwon, M., (2020). Evaluation of ecological, stressor and social factors for the prioritization and restoration of Trinity River Basin watershed. *Wetlands Ecological Management*. 28, 623–639.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-020-09736-x>
- Laghai, H. and Gilani, S., 2014. Planning and design of urban sustainable riparian park (Case Study: Kan River – Valley). *International Journal of Architecture and Urban Development*. 4(3), 19-30.
- <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=490865>
- Linke, S., Lehner, B., Dallaire, C.O., Ariwi, J., Grill, G., Anand, M., Beames, P., Burchard-Levine, V., Maxwell, S., Moidu, H., Tan, F. and Thieme, M., 2019. Global hydro-environmental sub-basin and river reach characteristics at high spatial resolution. *Science Data*. 6(1), 1-15.
- <https://www.nature.com/articles/s41597-019-0300-6>
- Lotfi, H. and Mousazadeh, H., 2020. Restoration of open spaces around urban rivers and their role in the quality of life and security of citizens (Case study: Alangdareh River, Gorgan). *Journal of Human Geography Researches*, 52(1), 199-219. (In Persian with English abstract).
- https://jhgr.ut.ac.ir/article_67704.html?lang=en
- Mishra, S., Kumar, A., Yadav, S. and Singhal, M.K., 2018. Assessment of heavy metal contamination in water of Kali River using principle component and cluster analysis, India. *Sustain. Water Resource Management*. 4, 573–581. <https://doi.org/10.1007/s40899-017-0141-4>.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s40899-017-0141-4>
- Ostrowski, P. and Falkowski, T., 2020. Application of Remote Sensing Methods to Study the Relief of Lowland River Valleys with a Complex Geological Structure - A case study of the Bug River. *Water*. 12(2), 487-505.
- <https://www.mdpi.com/638478>
- Rafieian, M., Mahmoodi, M. and Shayan, S., 2013.

Land use planning sensitive area case study, Farahzad Valley Stream-Tehran. *Urban-Regional Studies and Research Journal*. 16, 13-16.

<https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=352360>

Razzaghi Asl, S. and Khoshghadam, F., 2016. Environmental Quality Assessment of Tehran's Recent Urban Design Projects, Based on Place Check Technique in Experts and Public View Point. *Armanshahr Architecture & Urban Development*. 9(16), 115-127.

http://www.armanshahrjournal.com/&url=http://www.armanshahrjournal.com/%20http://www.armanshahrjournal.com/article_33279.html

Sadrzaman Nouri, Z., Nouri, J., Habib, F. and Rafieian, M., 2021. Environmental management for urban development around river valleys using a conceptual model. *International Journal of Human Capital in Urban Management*. 6(4), 351-364.

https://www.researchgate.net/profile/Farah-Habib-3/publication/355668253_Environmental_management_for_urban_development_around_river_valleys_using_a_conceptual_model/links/6179241bee53e51e1f2c004/Environmental-management-for-urban-development-around-river-valleys-using-a-conceptual-model.pdf

Shafaghat, A., Jing, K. S., Keyvanfar, A., Jamshidnezhad, A., Lamit, H., and Khorami, M., 2019. An urban river park restoration assessment model using analytical network process (ANP). *Journal of Environmental Treatment Techniques*. 7(1), 92-102.

[http://www.jett.dormaj.com/docs/Volume7/Issue%201/An%20Urban%20River%20Park%20Restoration%20Assessment%20Model%20Using%20Analytical%20Network%20Process%20\(ANP\).pdf](http://www.jett.dormaj.com/docs/Volume7/Issue%201/An%20Urban%20River%20Park%20Restoration%20Assessment%20Model%20Using%20Analytical%20Network%20Process%20(ANP).pdf)

Vo, H. T. M., van Halsema, G., Seijger, C., Dang, N. K., Dewulf, A., and Hellegers, P., 2019. Political agenda-setting for strategic delta planning in the Mekong Delta: converging or diverging agendas of policy actors and the Mekong Delta Plan?. *Journal of Environmental Planning and Management*. 62(9), 1454-1474.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09640568.2019.1571328>

Wang, Y., Chen, X., Borthwick, A.G., Li, T., Liu, H., Yang, S., Zheng, C., Xu, J. and Ni, J., 2020. Sustainability of global Golden Inland Waterways. *Nature Communications*. 11(1), 1-13.

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-15354-1>

Yi, H., Güneralp, B., Filippi, A.M., Kreuter, U.P. and Güneralp, I., 2017. Impacts of Land Change on Ecosystem Services in the San Antonio River Basin, Texas, from 1984 to 2010. *Ecological Economics*. 135, 125-135.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800916306899>

Zahraeipour, N. and Jafarpour, R., 2021. The Status of the River Valleys of Tehran as the Most Important Natural Edges of the City in the High-Level Document (Comprehensive plan) of the City. *Bagh-e Nazar*. 18(97), 5-18.

https://www.bagh-sj.com/jufile?ar_sfile=1355790&lang=en





Environmental Sciences Vol.20 / No.4 / Winter 2023

143-162

Original Article

Landscape Planning and Design of Urban Rivers with Environmental Approach (Case Study: Farahzad River Valley in Tehran)

Zahra Sadrazam Nouri,¹ Jafar Nouri,^{2*} Farah Habib³ and Mojtaba Rafieian⁴

¹Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

²Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran 2, University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁴Department of Architecture, Faculty of Art, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: 2022.04.13 Accepted: 2022.09.12

Sadrazam Nouri, Z., Nouri, J., Habib, F. and Rafieian, M., 2023. Landscape Planning and Design of Urban Rivers with Environmental Approach (Case Study: Farahzad River Valley in Tehran). *Environmental Sciences*. 20(4): 143-162.

Introduction: Urban River valleys are natural corridors and aquatic habitats which provide an enlivening landscape for the cities and also, they play an important role towards environmental, social, and cultural issues for urban residents and development in urban resident's life and development in their area. At the present time, structure and function of these valuable elements have been ruined due to non-planning growth and regardless to environmental subjects in municipal management and landscape planning that they have been converted to the runoff canal network or effluent. Several projects including restoration and rehabilitation of urban rivers have been defined to enhance environment of the city in Tehran. One of the weaknesses of urban management is distinguished just one dimension view towards development and even restoration. There are some solutions that can almost provide an ecologically sustainable condition for the river although the ability to return to the original state has been deprived. Implementation of engineering and managerial methods in compound and consideration of various dimensions of management are the main targets of this study, so land-use planning for the area around the river is applying as a suitable tool to restore and return it from a flooding area to a precious natural resource and servicing system. Of course, the objectives will obviously be reached if the key elements comprising ecology, economic, socio-culture, land-use, and executive and their subset indices have been considered in an integrating manner. In order to apply compound methods and presenting subjective results, Farahzad River Valley was selected as a case study.

* Corresponding Author: *Email Address.* nourijafar@gmail.com, nourijafar@ut.ac.ir

Material and methods: Geographic Information System (GIS) and Urban River Survey (URS) were used to illustrate and classify sustainable ecological indices, respectively. At first, river area divided to 8 stretches in 50 meters then initial environmental indices including materials, habitat features, and flora were combined together and the features of each stretch were identified. Using cluster analysis, the values of initial indices were classified and entered in SPSS software. Therefore, the stretches were ranked from very good to poor in the various classes.

Results and discussion: In overall, Farahzad River area were zoned in 4 qualitative classes, very good, good, moderate, and under moderate for landscape design. In the northern section of Farahzad River which is in the Kan Basin, about 32 percent of Farahzad River was situated in the very good class in terms of environmental indices. The very good class area was located in the mountain region. Because of the green spaces and gardens, approximately 11 percent was distinguished in good class. Both very good and good areas showed the potential for restoration and management of the river in these sectors. Nearly 12 percent of river stretch was classified in moderate level and other parts belong to moderate level. In the southern section of Farahzad River area which is located in the central catchment, the whole area was assessed in the under moderate level. That means probably it is possible for to define suitable land-uses gradually and design future landscape, with low changes.

Conclusion: Ultimately, sustainable recreation with river rehabilitation approach was distinguished as the best land-use of Farahzad River Valley Stretch that can considerably be implemented in the northern parts of the river and green space areas. Then, a thorough planning based on the holistic and integrated approach is required an account of river protection and rehabilitation if it is possible for the downstream parts, after Western Flood Control Canal where is under pressure by urban development.

Keywords: Cluster, Environmental indices, Farahzad River Valley, Land-use, Urban River Survey.

