



شیل



<https://shilsj.ut.ac.ir>; www.shil-journal.ir

مروری بر مفاهیم لندسکیپ اکولوژی در اکوسیستم رودخانه‌ای

بتول غفاری خواه^۱، حسین مصطفوی^۲ ID*، احمدرضا محرابیان^۳، بابک میرباقری^۴، اصغر عبدلی^۵

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد تنوع زیستی، گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

^۲ استادیار، گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

^۳ استادیار، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

^۴ دانشجوی دکتری سنجش از دور و GIS، مرکز مطالعات سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

^۵ دانشیار، گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

*مسئول مکاتبات: hmostafaviw@gmail.com

نوع مقاله:	چکیده
مروری	با توجه به فشارهای روزافزون بر اکوسیستم‌های آبی و رودخانه‌ای و تغییرات اکولوژیکی ناشی از این فشارها، بعلاوه مدیریت‌های تک بعدی و یک‌جانبه سنتی نسبت به رودخانه‌ها، امروزه بیش از پیش شاهد ساده سازی، تغییر عملکرد و کارکرد آن‌ها، کاهش تنوع زیستی و در نهایت تغییرات سریع و عمیق لندسکیپ در این اکوسیستم‌ها می‌باشیم. با توجه به کل و جامع نگرى در مطالعات لندسکیپ اکولوژی، شناخت لندسکیپ منطقه و بکار گرفتن اصول و مفاهیم اکولوژی در آن، در حفاظت از تنوع زیستی و توسعه پایدار اکوسیستم رودخانه بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین با توجه به کمبود چنین اطلاعاتی در ایران، نویسندگان سعی به معرفی و توضیح اصول لندسکیپ اکولوژی در اکوسیستم رودخانه‌ای می‌پردازند.
تاریخ دریافت:	۱۳۹۶/۳/۱
تاریخ انتشار:	۱۳۹۶/۶/۳۰
واژگان کلیدی:	لندسکیپ اکولوژی رودخانه حفاظت تنوع زیستی

مقدمه

جغرافیادانان و مورخان معتقدند که معیشت رفاه و قدرت یک کشور در منطقه به‌طور مستقیم به سیستم‌های رودخانه‌ای‌شان وابسته است (Dinye and Ahmed, 2012). با این حال با توجه به فشارهای روزافزون بر اکوسیستم‌های آبی و رودخانه‌ای و تغییرات اکولوژیکی ناشی از این فشارها، امروزه بیش از پیش شاهد ساده سازی، تغییر عملکرد و کارکرد آن‌ها و در نتیجه کاهش تنوع زیستی و در نهایت تغییرات سریع و عمیق لندسکیپ در این اکوسیستم‌ها هستیم. با تغییر الگوهای لندسکیپ، مشکلات متعدد زیست محیطی مثل آلودگی آب و خاک و تغییر اقلیم مقیاس محلی، ناحیه‌ای و کاهش تنوع زیستی پدید می‌آید (Luck et al., 2002) بنابراین حفاظت از محیط زیست و مطالعات در مورد این تغییرات نیازمند رویکرد بین رشته ایست که ارتباطات بین علوم



اجتماعی و طبیعی را گسترده ساخته باشد این رویکرد جدید نیازمند به درک درستی از تعاملات بین اجزای زنده و غیرزنده سیستم‌های رودخانه می‌باشد. رویکردی که علاوه بر در نظر داشتن عوامل سنتی اقتصادی اجتماعی و سیاسی بر عوامل زمین شناختی جغرافیایی و اقلیمی نیز مبتنی باشد. امروزه به‌وضوح تثبیت شده که مدیریت موفق اکوسیستم‌های طبیعی به آگاهی مدیریت از فرایندهای تهدید کننده محیط، الگو و شرایط محیطی بستگی دارد و لازمه دستیابی به مدیریت بهتر منابع درک عملکرد اکوسیستم و همچنین برنامه ریزی دقیق و کافی در سطح لندسکیپ می‌باشد. در این راستا لندسکیپ اکولوژی علمی است که به مطالعه‌ی الگوی مکانی اکوسیستم‌ها، چگونگی تغییرات این الگوها و ارتباطات متقابل آن‌ها در طی زمان می‌پردازد. الگوهای مکانی انواع اکوسیستم پدیده‌های منحصر به فردی هستند که در سطح لندسکیپ ایجاد می‌شوند؛ بنابراین تشخیص و اندازه گیری این الگوها در ناهمگنی فضایی لندسکیپ مهم است، لندسکیپ اکولوژی در حقیقت به سؤالات اساسی و کاربردی می‌پردازد؛ و تقاضا برای این علم در مدیریت منابع بسیار بالاست (Liu and Taylor, 2002). رویکرد آن محدود به خشکی نیست بلکه در اکوسیستم‌های آب شیرین و دریایی نیز کاربرد دارد؛ بنابراین به نظر می‌رسد که مطالعات لندسکیپ اکولوژی برای کمک و مقابله با چالش‌ها سنتی حفظ تنوع زیستی، ظرفیت مناسبی فراهم می‌کند و برای مشکلات پایداری لندسکیپ راه حل‌های فضایی صریح و روشنی ارائه می‌دهد به‌طوری که دهه‌های اخیر لندسکیپ اکولوژی پیشرفت قابل توجهی در ادراک ارتباطات بین ساختار، عملکرد و تغییر داشته است (Mcalpine, 2013). به نظر فورمن لندسکیپ اکولوژی مقیاس مکانی مناسب و دقیقی برای برنامه ریزی مؤثر را فراهم و رابطه انسان و طبیعت را هماهنگ و یکپارچه می‌کند. همچنین اصول آن برای هر منظری از شهر گرفته تا جنگل و مزارع و بیابان صادق است (Forman, 2008)؛ بنابراین این مطالعه به‌منظور آشنایی با مفاهیم اولیه و اصول لندسکیپ اکولوژی در اکوسیستم رودخانه صورت گرفته است.

مروری بر تاریخچه‌ی علم لندسکیپ اکولوژی

واژه لندسکیپ اکولوژی را نخستین بار کارل ترول جغرافیدان و گیاه شناس آلمانی با توجه به الهام گرفتن از عکس‌های هوایی بکار برد؛ و آن را به‌عنوان مطالعه عمده مجموعه روابط علت و معمولی بین جوامع زنده و محیط اطرافشان در یک بخش معین شده از یک لندسکیپ تعریف کرد و مطالعه روابط فیزیکی و بیولوژیکی را به‌صورت عمودی و افقی در نظر گرفت (Forhn, 1997; Farina, 2008). در چند دهه گذشته به علت ماهیت بین رشته‌ای از لندسکیپ اکولوژی تعاریف متعددی از آن، ارائه شده است. به عقیده وینز، مفهوم محوری از لندسکیپ اکولوژی، این است که اجزا در کجا قرار دارند و جای نسبی آن‌ها نسبت به اجزای دیگر، می‌تواند برای آن اجزا و اینکه چه اتفاقاتی میان آن‌ها رخ می‌دهد، بسیار مهم باشد (Wiens, 2002). فورمن و گوردن، این مفهوم را با ترکیب واضح‌تری ارائه داده‌اند. آن‌ها لندسکیپ اکولوژی را به‌عنوان مطالعه ساختار (روابط فضایی بین اجزا یا عناصر متمایز لندسکیپ) عملکرد (جریان انرژی، مواد و گونه در میان عناصر یا اجزا) و پویایی (تغییر زمانی در ساختار و عملکرد) لندسکیپ تعریف می‌کنند (Forman and Gordan, 1986). از نگاه Wu و Hobbs لندسکیپ اکولوژی علم و هنر مطالعه تأثیرگذاری و روابط بین الگوهای مکانی فرایندهای اکولوژیکی در میان سطوح سلسله مراتبی در سازمان‌های بیولوژیکی و مقیاس‌های مختلف در مکان و زمان می‌باشد (Wu and Hobbs, 2002). جنبه مهم لندسکیپ اکولوژی برای تمایز از دیگر زیررشته‌های اکولوژی این است که لندسکیپ اکولوژی با صراحت اهمیت پیکربندی فرایندهای اکولوژیکی را برمی شمرد همچنین اغلب بر وسعت مکانی بسیار بزرگ‌تر از مطالعات سنتی و معمول متمرکز است و در اغلب موارد لندسکیپ با مشاهده انسانی دیده می‌شود (Turner et al., 2001).

سیر تحولی دیدگاه لندسکیپ اکولوژیست ها نسبت به رودخانه

همه ویژگی‌های ساختاری و عملکردی که در توصیف یک رودخانه به‌عنوان بخشی از لندسکیپ گسترده خشکی می‌تواند استفاده شود، در یک لندسکیپ رودخانه نیز اعمال می‌شود (Talbot, 1997; Wiens, 2002). با توجه به قابلیت ابزارهای استفاده شده (ابزارهای سنجش از دور، Gis و نقشه برداری) اغلب اکولوژیست‌ها، نخست رودخانه‌ها را به‌عنوان بخشی از یک لندسکیپ خشکی که دارای ساختار درونی همگن است، در نظر گرفته‌اند زیرا این ابزارها تنها رودخانه را به‌صورت مرزی که به‌وسیله حاشیه‌های آن از سایر عناصر، در لندسکیپ جدا شده تصویربرداری و ثبت می‌کنند و در نتیجه پویایی و ساختار داخلی رودخانه در نظر گرفته نمی‌شود (Wiens, 2002). سپس رودخانه‌ها به‌عنوان بخشی‌های اصلی از لندسکیپ‌ها فرض می‌شوند که از طریق مرزهای پویای خود با لنداسکیپ مجاور در تبادل ماده، انرژی، موجودات زنده می‌باشند با این حال پویایی درون خود رودخانه مانند مبادلات زون هیپروبیک اغلب نادیده گرفته می‌شد (Zhou et al., 2014; Wiens, 2002). امروزه کارشناسان معتقدند که رودخانه‌ها نهادهای همگن نیستند و در پاسخ به تغییرات رژیم جریان‌های هیدرولیکی کاملاً پویا و در ترکیب و فضا بندی یا پیکربندی لکه متغیر است (Talbot, 1997). الگوهای فضایی از این ناهمگونی‌ها در رودخانه خود می‌تواند به‌منزله یک لندسکیپ باشد رودخانه‌ها یک ساختار داخلی درون خود دارند که در یک شاخه فرعی شامل گوداب و خیزاب، در یک دشت سیلابی به‌صورت کانال و جزایری دارای پوشش گیاهی و نهایتاً در رودخانه‌های بزرگ به‌صورت خمیدگی‌های هلالی شکل قابل تشخیص هستند (Wiens, 2002).

اصول اکولوژی کاربردی در لندسکیپ رودخانه

رویکرد لندسکیپ به اکولوژی رودخانه در ناپیوستگی طبیعی و توزیع فضایی و اتصال میان تکه‌های زیستگاه تمرکز دارد (Ward and Stanford 1983; Wiens 2002; Johnson and Host, 2010). این عوامل به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی در مقیاس‌های چندگانه در سلسله مراتب رودخانه قرار دارند به‌منظور مطالعه الگوهای مکانی و تأثیر آن‌ها بر فرایندهای اکولوژیکی شش موضوع محوری معرفی و بحث شده است (Wiens, 2002)؛ که در اینجا ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های آبی را بر اساس این موضوعات بررسی می‌کنیم:

تفاوت در کیفیت لکه‌ها

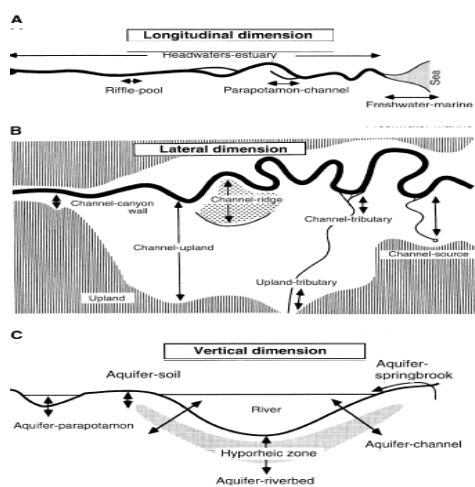
عناصر در یک لندسکیپ را می‌توان طبقه بندی و به‌عنوان انواع لکه‌های مختلف شرح داد که بسته به موضوع مورد مطالعه و در مقیاس‌های مکانی و زمانی خاص، بر اساس ویژگی‌های زیستی و غیر زیستی، نسبت به محیط پیرامون مرز آن قابل تشخیص می‌باشد. پایداری لندسکیپ بر اساس ویژگی‌های لکه‌ها (تعداد، اندازه، شکل و توزیع فضایی) سنجیده می‌شود. درکریدور رودخانه وجود پوشش گیاهی، بقایای چوبی باقیمانده، خصوصیات دشت سیلابی، یک محیط متنوع با توپوگرافی ناهموار که در بالا بردن تنوع گیاهی و جانوری مساعد است را ایجاد کرده‌اند. انتقال و ذخیره رسوبات و مواد آلی توسط لاشه‌های چوبی و دیگر فاکتورها، تحت تأثیر قرار می‌گیرند و توأمان یک طیف زیستگاهی ایجاد می‌کنند که بر تنوع زیستی رودخانه اثر مثبت خواهد داشت. مفهوم کیفیت لکه در درون خود حاوی مفهوم سلسله مراتبی می‌باشد (Kotliar and Wiens 1990; Poole, 2002). تناسب یک لکه در طول زمان برای یک گونه خاص، اساساً توسط فرآیندهای موجود در محدوده‌های محلی و با توجه به شرایط زیستی و غیر زیستی در مقیاس لندسکیپ تعیین می‌شود و ساختار باکیفیت لکه طبیعتاً به ماتریس مربوط می‌شود (Palmer et al., 2000; Wiens, 2010). بسیاری از گونه‌ها زیستگاه، تغذیه و پناه مورد نیاز تخصصی دارند (Schneider and Winemiller et al., 2002). و به همین ترتیب توزیع و فراوانی آن‌ها ممکن است تغییرات مکانی و زمانی در کیفیت لکه ایجاد کند (Winemiller, 2008 and Lake, 2003; Winemiller, 2005) و متقابلاً تفاوت‌ها در کیفیت لکه، برای گونه، هزینه‌ها یا منافع حضور در یک نوع لکه



خاص را منعکس می‌کند. به‌عنوان مثال پالمر، در یک موزاییک بستر رودخانه اثبات کرده است که لارو *Chironomids* و بالغین *Copepods* در یک مقیاس بیشترین تراکم را در لکه‌های برگ‌دار نسبت به لکه‌های شنی دارند و برگ‌هایی که ارگانسیم‌ها به‌صورت کلونی روی آن‌ها هستند (باکتری‌ها و قارچ‌ها) سریع‌تر تجزیه می‌شوند و این تفاوت‌ها به دسترس بودن منابع غذایی وابسته است (لاروها بر اساس دسترسی راحت به منابع لکه‌ها را انتخاب کرده‌اند). بنابراین همه‌ی لکه‌ها برابر نیستند و آن‌ها در طول زمان یکسان باقی نمی‌مانند. فارینا این تئوری را به نام سیستم منبع-جاذب اشاره کرده است (Farina, 2012).

مرزهای لکه که تحت تأثیر جریان قرار دارند

ناحیه‌ای که دو لکه را از هم جدا می‌کند مرز یا لبه نام داد. لکه‌ها به‌وسیله مرزها مشخص می‌شوند با این حال نسبت به محیط پیرامون ایزوله و مجزا نیستند (Farina, 2012). هر گونه تغییرات و فعل و انفعالاتی در لکه‌ها باید توسط مرزها تعدیل شود. مرزهای یک لکه زیستگاه مناطقی هستند که جریان گسسته تبادلات مواد، ارگانسیم‌ها، انرژی و مواد را به داخل و خارج از لکه تنظیم می‌کند با توجه به اینکه مرزها در نفوذپذیری‌شان برای این جریان‌ها تفاوت دارند در نتیجه ماهیت مرزهای هر لکه زیستگاه گسسته (باز) می‌تواند تأثیر بنیادی بر ماهیت لکه و در نتیجه الگوهای فضایی موجودات زنده داشته باشد (Wiens, 2002). در حالت طبیعی، لنداسکیپ‌های رودخانه‌ای "پارادایم جدیدی در اکولوژی" را عیناً نشان می‌دهند (Talbot, 1997)؛ که در آن سیستم‌های اکولوژیکی بیشتر به‌عنوان سیستم‌های باز، غیرقطعی در حالت جریان‌های متناوب شناخته شده‌اند تا اینکه به‌عنوان سیستم‌هایی که به‌طور درونی تنظیم شده باشند، تعیین و مشخص کردن مرز سیستم‌های رودخانه‌ای علی‌رغم دارا بودن تعددی از مرزهای طولی، جانبی و عمودی و موقتی در درون و در ارتباط با محیط پیرامون خود، با توجه به برهم کنش با محیط پیرامون و یکپارچه شدن با آن، چندان مشخص و قابل تمیز دادن نیست (Amoros and Bornette, 2002). به‌خوبی مشخص شده است که محیط خشکی اطراف می‌تواند منابع انرژی مهمی را برای اکوسیستم‌های آبی از طریق ورودی‌های allochthonous فراهم کند (Vannote et al., 1980) Allochthonous: مواد و یا عناصری که در جای دیگری به غیر از جایی که آنها و یا اجزاء آنها تشکیل شده است) که ممکن است منجر به تنوع فضایی در ساختار شبکه‌ی غذایی شود (Closs and Lake, 1994). پویایی مرزهای لکه در اکوسیستم رودخانه توسط متغیرهای هیدرولوژیکی کنترل می‌شود (Wiens, 2002). دوره‌های گسترده خشک‌سالی یا سیل در محل، می‌تواند مکان مرزها و منابع انرژی را تغییر دهد (Tockner et al., 2000). (شکل ۱)



شکل ۱: اکوتون‌های اصلی و گذرگاه‌های تبدیل مواد انرژی و ارگانسیم‌ها در دامنه طولی (a) عرضی (b) و عمودی (c)، از سیستم

رودخانه (Wiens, 2002)

ماتریس لکه

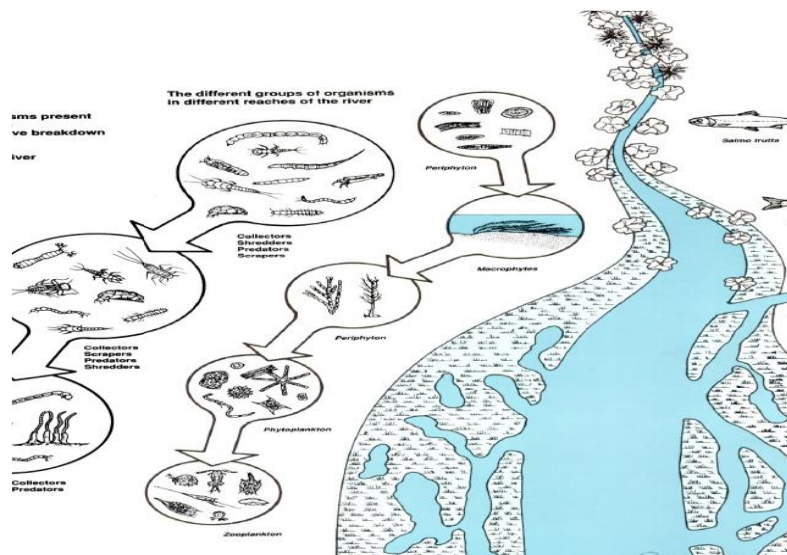
"زمینه، بستر یا ماتریس لکه" گسترده‌ترین و غالب‌ترین عنصر لندسکیپ و محیطی که در برگیرنده سایر عناصر لندسکیپ است زمینه بستر یا ماتریس لکه نامیده می‌شود (Forman and Gordan, 1986; Farina, 2009) که فرایندها و فعالیت‌های سرزمین در بطن آن قرار دارند. اگرچه مرزها خصوصیات ویژه خود را دارند ماهیت یک مرز تا حد زیادی به‌وسیله آنچه که در هر دو طرف مرز است، معین شده است. امروزه در مطالعات مختلف تأثیر شرایط غیر حیاتی و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در مقیاس‌های مختلف مکانی و زمانی بر فراوانی ماهیان رودخانه به اثبات رسیده است (Sandin and Lancaster, 2000; Rosenfeld et al., 2000). به عبارت دیگر آنچه که از طریق مرز خشکی وارد یک سیستم نهر یا رودخانه می‌شود ممکن است وابسته به مشخصات پوشش گیاهی لندسکیپ خشکی باشد و آنچه که در طول مرز نهفته است اثری قوی بر آنچه که اتفاق می‌افتد درون اکوسیستم رودخانه‌ای خواهد داشت؛ و در نتیجه مرزهای مختلف نه تنها در موقعیت خود بلکه در ماتریس خود نیز تفاوت دارند، از اینرو اکولوژیست‌های رودخانه زمینه‌ی لکه را بااهمیت می‌دانند زیرا این جنبه اکولوژی لندسکیپ برای درک ماهیت سلسله مراتبی سیستم‌های رودخانه‌ای یک مسئله‌ی اساسی است (Johnson & Host, 2010).

پیوستگی

اتصال و پیوستگی دو مفهوم مهم و با ماهیت متفاوت در لندسکیپ اکولوژی هستند که به ارتباط بین ساختارهای لندسکیپ اشاره می‌کنند. لیکن اتصال به درجه ارتباط فیزیکی بین لکه‌ها اشاره می‌کند (و به واکنش زیست‌مندان با محیط توجهی ندارد) و یک ویژگی ساختاری به شمار می‌آید. درحالی‌که پیوستگی یک پارامتر عملکردی محسوب می‌شود و صرفاً به ارتباط ساختار سرزمین نمی‌پردازد بلکه به استفاده‌ی حقیقی گونه یا پیوستگی اکولوژیکی از لندسکیپ نیز اشاره می‌کند؛ در واقع وجود فضای خالی بین لکه‌ها الزاماً به معنای جدایی دو لکه نیست بلکه در حالی که از نظر فیزیکی مجزا هستند ممکن است لکه‌ها از نظر عملکردی در ارتباط باهم باشند (مانند تبادل گرده و گونه از طریق باد در محیط) (Wu and Hobbs, 2007). به عبارت بهتر، پیوستگی، عملکرد سیستم اکولوژیکی را در ساختار فیزیکی یک لندسکیپ ممکن می‌سازد؛ و آن را لازمی ایجاد ناهمگونی و پایداری محیط می‌داند. افزایش درجه پیوستگی در محیط امکان بقای گونه‌ها و جمعیت‌های منزوی را بیشتر می‌کند. پیوستگی بین تکه‌ها در یک حوضه به ماتریس مکانی هر لکه مرتبط است و بر جریان انرژی، مواد و موجودات در سراسر منظره تأثیر می‌گذارد (Wiens, 2002). علیرغم سطح بالای پیوستگی ظاهری در مناظر رودخانه‌ای که به‌وسیله ساختار طولی آن‌ها و جریان یک طرفه آب به وجود می‌آیند، اغلب رودخانه‌ها بسته به ویژگی‌های فیزیولوژیکی‌شان می‌توانند محیط‌های بسیار متفاوتی برای برخی گونه‌ها باشند (Ward and Stanford, 1983) و پیوستگی هیدرولوژیکی نقش مهمی برای گونه‌هایی که شرایط زیستگاهی متفاوت را در طول چرخه زیستی‌شان، نیاز دارند ایفا می‌کند (Ward et al., 2002). مطالعات زیادی نشان می‌دهد که ماهیان زیادی در طول چرخه رشد خود، نیازهای متفاوتی در دوره‌های مختلف به‌سرعت آب، دمای آب و اندازه بستر و غذا دارند که آن‌ها سبب تغییر و جابه‌جایی آن‌ها در زیستگاه‌ها می‌شوند. حرکت و جابه‌جایی ماهی بین زیستگاه‌های مکمل از سیمای رودخانه، به‌خصوص برای تخم ریزی و پرورش و ادامه نسل و پایداری جمعیت ماهی ضروری است. این جابه‌جایی تا حد زیادی به در دسترس بودن زیستگاه‌های مکمل در سیمای رودخانه و پیوستگی هیدرولوژیکی ارتباط دارد. از طرفی ترکیب مواد مغذی در پهنه‌های آبی به لندیوز اطراف و مراحل توالی بستگی دارد (Cowx et al., 1998; Amoros and Bornette, 2002). رودخانه‌ها دارای پیوستاری طولی، جانبی و عمودی و موقتی در درون و در ارتباط با محیط پیرامون خود، هستند (Amoros and Bornette, 2002; Vannote et al., 1980). بنابراین اگر اتصال لکه‌ها توسط موانع انسانی مانند سدها و حوضچه‌ها یا بنداب‌ها تحت تأثیر قرار گیرد و یا تغییرات طبیعی (مانند



دوره‌های خشک‌سالی و سیلابی) در ویژگی‌های مکانی حوضه آبریز و مورفولوژی کانال اثر گذارد و همچنین تغییرات زمانی در رودخانه در دوره‌های فصلی، سالانه یا طولانی به وجود آید، در نتیجه ارتباط بین لکه‌ها در طیف وسیعی از مقیاس‌ها تغییر می‌کند (Mostafavi et al., 2015; Ward and Stanford, 1983; Govorushko, 2007). (شکل ۲)



شکل ۲: پیوستگی رودخانه و توالی زیست‌مندان آن (Cowx, 1998)

ارگانیسیم‌ها

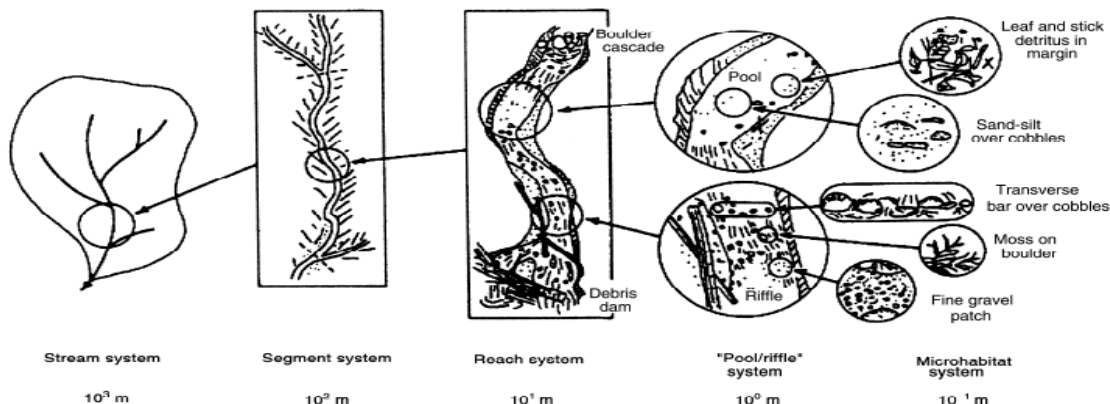
توجه به ارگانیسیم‌ها از رویکردهای مهم مطالعات اکولوژی لندسکیپ است، از آنجا که توزیع و فراوانی گونه‌ها از طریق تعامل بین صفات و محیط اطراف آن‌ها تعیین می‌شود، در نتیجه تغییرات در جریان رودخانه‌ها، ارتباط متقابل گونه‌ها، تبادلات مرزی ماتریس لکه یا اتصالات رودخانه اثر متفاوتی بر موجودات مختلف دارد (Poff, 1997) چون موجودات مختلف ظرفیت حرکتی متفاوتی از انتخاب لکه و زیستگاه دارند، پاسخ آن‌ها به ساختار ناهمگون از موزایک لندسکیپ متفاوت است در نتیجه الگوهای تغییرات صفات در ماهی‌های رودخانه اغلب به تغییرات مکانی و زمانی در متغیرها محیطی و غیر محیطی وابسته است (Lancaster, 2000; Rosenfeld et al., 2000). به‌عنوان مثال، در دانوب در دشت سیلابی که اتصالات زیادی به کانال اصلی رودخانه دارد تنوع ماهیان بیشتر است. در حال که در برکه‌های جدا شده دشت سیلابی که اتصالات کمی با کانال رودخانه دارند، تنوع دوزیستان بیشتر می‌باشد (Tockner et al., 1998). به‌طور کلی الگوهای تنوع زیستی که در سیستم رودخانه، ایجاد می‌شود منعکس‌کننده پاسخ‌های موجودات زنده به ساختار لندسکیپ است. تنوع زیستی ممکن است در اکوتون‌ها یا مرزهای بین لکه‌ها در لندسکیپ رودخانه بیشتر باشد. (Ward et al., 2002).

مقیاس و سلسله مراتب (هیرارشی)

تاکنون مشخص شد که ناهمگنی مکانی لندسکیپ بوسیله موزایکی از لکه‌ها مشخص می‌شود. روابط اکولوژیکی موجود در تمام فاکتورهای بحث شده (کیفیت لکه، مرزها، محتوا، پیوستاری و ارگانیسیم) با تغییر مقیاس (مکانی-زمانی) تغییر می‌کنند در واقع ناهمگنی فضایی بدون در نظر گرفتن مقیاس (مکانی و زمانی) معنایی ندارد؛ مقیاس‌های زمانی در رودخانه‌ها از میکروثانیه در آشفتنگی‌های سریع تا صدها میلیون سال در فرایندهای زمین‌شناسی رخ می‌دهند؛ و مقیاس‌های مکانی نیز از میلی متر از آبراهه-ها در رسوبات تا مقیاس قاره‌ای و جهانی گسترده شده‌اند (Baptist, 2001; Frissell et al., 1986). اصل مقیاس به ساختار سلسله

مراتبی لندسکیپ اشاره می‌کند (Turner et al., 2001). بحث بسیار زیادی در مورد کاربرد نظریه سلسله مراتب وجود دارد (Allen and Starr, 2017). اصل سلسله مراتبی بیان می‌کند که هر واحد لندسکیپ متشکل از واحدهای کوچک‌تر در یک سطح می‌تواند جزء ساختاری از واحدهای دیگر در سطحی بالاتر باشد؛ و این واحدها در سطح لندسکیپ از نظر مقیاس‌های مکانی و زمانی متفاوت هستند (O'Neill et al., 1997). در این زمینه طبقه بندی سلسله مراتبی به‌خوبی سطوح مقیاس‌های زمانی و مکانی را در پدیده‌های کوچک تا بزرگ مقیاس و فرایندهای کوچک و بزرگ آن‌ها را نشان می‌دهد؛ و برای مقابله با مشکل پیوستگی در مطالعات پیوستگی روش مناسبی است. به‌طور کلی از لحاظ ژئومورفیک، رودخانه‌ها سیستم‌های سلسله مراتبی با سطوح زیاد هستند که شرایط محیطی گسترده‌ای را در سطوح متوالی از سلسله مراتب قرار می‌دهند (Frissell et al., 1986; Benda et al., 2004). رویکردهای سلسله مراتبی مختلفی برای طبقه بندی رودخانه‌ها و حوضه آبریز ارائه دادند.

یکی از مفیدترین رویکردها طبقه بندی فریسل و همکارانش (۱۹۸۶) می‌باشد. آن‌ها چارچوبی برای طبقه بندی سلسله مراتبی در مورد رودخانه‌ها و زیستگاه‌های رودخانه‌ای آماده کردند. در این چارچوب رودخانه‌ها و محیط حوضه در چارچوب رویدادها و خصوصیات ژئومورفیک و مرزهای زمانی مکانی شناخته شده آبریزشان طبقه بندی می‌شوند. فریسل و همکارانش بین سیستم stream، segment، سیستم reach، سیستم pool/riffle و سیستم microhabitat وجه تمایز قائل شدند (شکل ۳) با این حال باید توجه داشت که مفهوم سلسله مراتب مقیاس را می‌توان صرفاً برای یک حوضه رودخانه منفرد و احتمالاً نه بین حوضه‌ها در نظر داشت؛ به عبارت دیگر یک سلسله مراتب از یک حوضه را به حوضه دیگر بدون تطبیق مقیاس کلی نمی‌تواند درست باشد. حسین زاده و اسماعیلی، (۱۳۹۴) با نگاهی کلی‌تر نسبت به فریسل و همکارانش با رویکرد سلسله مراتبی یک لندسکیپ رودخانه را از حوضه آبریز با مقیاس بزرگ به ترتیب شامل واحدهای چشم انداز، بازه‌ها، واحدهای ژئومورفیک و واحدهای هیدرولیک نگریسته‌اند. همچنین بابتیست به‌منظور تشریح اثر فرایندهای بیومورفولوژیکی در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی در سیستم رودخانه با تجدید نظر بر سیستم طبقه بندی فریسل، مقیاس‌های سلسله مراتبی استفاده شده را شامل river basin (حوضه آبریز رودخانه)، segment (مانند الگوهای رودخانه‌ای با طول‌هایی از صدها تا هزار کیلومتر)، reach (بازه شامل پهنایی از یک بخش می‌شود)، اکوتوپ ecotope (اکوتوپ مانند دشت‌های سیلابی و بقایای چوبی و پوشش گیاهی) و eco-element (میکرو زیستگاه‌ها مانند لکه‌های گل و شن) دانست (Baptist, 2001). سطوح مختلف یک سلسله مراتب اکولوژیکی معمولاً از طریق محاسبه‌ی نرخ تغییرات اکولوژیکی و بیوفیزیکی تعریف می‌شوند و همراه با اندازه‌گیری مقیاس هستند (Parsons et al., 2004). سطوح پایین‌تر یک سلسله مراتب با نرخ بالای تغییرات و مقیاس‌های مکانی کوچک همراه هستند، در حالی که سطح بالاتری از یک سلسله مراتب، میزان کمتری از تغییر در فضا و زمان دارند (Allen and Starr, 2017).



شکل ۳: طبقه بندی زیستگاه‌های رودخانه بر اساس تئوری سلسله مراتبی (Frissell et al., 1986)

از نگاهی دیگر و در یک مدل مفهومی از سلسله مراتب عوامل محیطی را به عنوان مجموعه‌ای از فیلترهایی تعریف می‌کند که با نوع صفات موجود در ساختار جوامع زیستی در مقیاس‌های فضایی در تعامل است (Poff, 1997). مدل مفهومی فیلترهای غیر زیستی سلسله مراتبی، نقشی که عوامل محیطی با مقیاس بزرگ در تنظیم جوامع زیستی و غیر زیستی در مقیاس ریزتر ایفا می‌کنند را مورد بررسی قرار می‌دهد (Poff, 1997; Stewart-Koster, 2011).

ناهمگنی فضایی

موضوعات مختلف بررسی شده نشان دهنده تنوع مکانی و ناهمگنی سیمای رودخانه هستند که به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی در مقیاس‌های چندگانه سلسله مراتبی رودخانه قرار دارند (Fausch et al., 2002; Wiens, 2002). آن‌ها در چگونگی ساختار لندسکیپ‌ها و چگونگی عملکرد و اثرات اکولوژیکی الگوها و فرایندها، با همدیگر یکپارچه شده‌اند و نمی‌توانند مستقل از هم عمل کنند؛ بنابراین الگوهای لندسکیپ از ترکیبات (محتوای انواع عناصر آن) و ساختار (چگونگی چیدمان آن‌ها در فضا) تشکیل شده‌اند که به ترتیب منعکس کننده انواع لکه، کیفیت و محتوای لکه‌ها و مرزها یا به عبارتی فرایندهای لندسکیپ می‌باشند. فرایندهای لندسکیپ به مکان وابسته هستند در نتیجه فعل و انفعالات بین الگوی لندسکیپ و روش‌هایی که ارگانیسم‌ها به این الگوها پاسخ می‌دهند، به وسیله اکولوژی، مورفولوژی، رفتار و چرخه‌ی زندگی صفات ارگانیسم‌ها تعیین می‌شود؛ و تمام این خصوصیات با تغییر مقیاس تغییر می‌کنند. در حقیقت یک بافت قوی از ناهمگنی فضایی درون نهرها و رودخانه‌ها و هم در لندسکیپ خشکی مجاور وجود دارد و این تنوع لکه‌ای، حرکات آب، موجودات و هر چیز دیگری که در یک سیستم رودخانه‌ای وجود دارد را تغییر می‌دهد (Wiens, 2002). این رویکرد در اکولوژی رودخانه با توجه به تنوع زیاد زیستگاه‌های مورد نیاز در منطقه‌ای که ماهی‌ها زیست می‌کنند به آسانی قابل تطبیق است به‌طور مثال آبزیان از جمله ماهی برای ادامه‌ی بقا نیازمند زیستگاه‌هایی برای پناه، تغذیه و تخم‌ریزی است (Fausch et al., 2002). بعضی از گونه‌ها ترجیح می‌دهند در رودخانه‌هایی با جریان سریع و خیزاب (riffle) را ترجیح می‌دهند و برخی نیاز به زیستگاه آبی عمیق و گوداب (pools) را به عنوان زیستگاه خود انتخاب می‌کنند (Pusey et al., 1993; Blanck et al., 2007). این تفاوت در انتخاب زیستگاه به این معنی است که رودخانه‌ها در واقع محیط‌های بسیار متفاوت را برای زیستگاه ماهی‌ها فراهم می‌کنند این تغییرات، در مقیاس‌های ریز در مورفولوژی رودخانه به این معنی است که زیستگاه هیدرولیکی اغلب بسیار پر لکه است (Pringle et al., 1988) و لکه‌های متعدد طبیعی در زیستگاه‌های درون نهری وجود دارد که به شدت بر توزیع گونه‌های ماهی و فراوانی در مقیاس فضایی تأثیر دارد (Arrington et al., 2005). گرچه حضور هیدرولوژی به عنوان یک نیروی شکل دهنده سیمای رودخانه‌ای و ارگانیسم‌هایی که آن‌ها را اشغال می‌کنند ممکن است در تضاد با نیروهای متنوع‌تر و گاهی ضعیف‌تر که بر روی زمین عمل می‌کند باشد ولی این موضوع سیستم‌های رودخانه‌ای را به هیچ وجه از سیمای سرزمینی کم ارزش‌تر نمی‌سازد. اکولوژی لندسکیپ چیزهای زیادی برای ارائه به کسانی که در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای کار می‌کنند دارد؛ اما مطالعات در این سیستم‌ها می‌تواند به پیشبرد اکولوژی لندسکیپ به همان اندازه کمک کند (Wiens, 2002).

جمع بندی

به‌طور خلاصه تنوع زیستی، عملکرد اکوسیستم و فعالیت‌های انسان همگی در لندسکیپ صورت می‌گیرند و به علت اختلالات طبیعی و انسانی لندسکیپ رودخانه‌ها دائماً در حال تغییر هستند. با تغییرات در سیستم‌های رودخانه‌ای در زمان (طغیان‌ها یا خشک‌سالی‌های فصلی)، تغییر در مکان (الگوهای لندسکیپ) و تغییر میان ارگانیسم‌ها (در اندازه، تحرک، نقش تغذیه و مانند آن) منجر به ایجاد الگوهای متفاوتی از لکه‌ها در لندسکیپ رودخانه از دید یک ارگانیسم، خواهد شد. به همین دلیل نظارت و پیش‌بینی

پویایی‌های زمانی و مکانی و نیز پیامدهای اکولوژیکی فعالیت‌های انسانی ضروری است؛ و اهمیت بکار گرفتن اصول لندسکیپ اکولوژیک در حفاظت از تنوع زیستی و توسعه پایدار بیش از پیش احساس می‌شود. راهکار احداث مناطق حفاظت شده بدون در نظر گرفتن محیط پیرامون آن کاری بیهوده تلقی می‌شود و به‌جای مدیریت یک منطقه بهتر است که به مدیریت موزاییک (آرایش مکانی لکه‌های موجود در ماتریس یک لندسکیپ)؛ یعنی در نظر گرفتن توأمان منطقه حفاظت شده با مناطقی که دارای استفاده انسانی هستند صورت پذیرد و لازمه مدیریت موزاییک مناسب شناخت تمام عوارض لندسکیپ و فعل و انفعالات بین آن‌ها می‌باشد.

منابع

- Ahmed A. and Dinye R. D. (2012).** Impact of land use activities on Subin and Aboabo Rivers in Kumasi metropolis. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 4(7), 241-251.
- Allen, T. F. and Starr T. B. (2017).** Hierarchy: perspectives for ecological complexity. University of Chicago Press.
- Amoros, C. and Bornette G. (2002).** Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshwater biology*, 47(4), 761-776.
- Arrington D. A., Winemiller, K. O. and Layman C. A. (2005).** Community assembly at the patch scale in a species rich tropical river. *Oecologia*, 144(1), 157-167.
- Baptist M. J. (2001).** Review on biogeomorphology in rivers: processes and scales. Delft University of Technology, Delft.
- Benda L. E. E., Andras K., Miller D. and Bigelow P. (2004).** Confluence effects in rivers: interactions of basin scale, network geometry, and disturbance regimes. *Water resources research*, 40(5).
- Blanck A., Tedesco P. A. and Lamouroux N. (2007).** Relationships between life-history strategies of European freshwater fish species and their habitat preferences. *Freshwater Biology*, 52(5), 843-859.
- Bond N. R. and Lake P. S. (2003).** Characterizing fish-habitat associations in streams as the first step in ecological restoration. *Austral Ecology*, 28(6), 611-621.
- Closs G. P. and Lake P. S. (1994).** Spatial and temporal variation in the structure of an intermittent-stream food web. *Ecological Monographs*, 64(1), 1-21.
- Cowx I. G. and Welcomme R. L. (1998).** Rehabilitation of rivers for fish. Food & Agriculture Org.
- Farina A. (2008).** Principles and methods in landscape ecology: towards a science of the landscape (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- Farina A. (2009).** Ecology, cognition and landscape: linking natural and social systems (Vol. 11). Springer Science & Business Media.
- Farina A. (2012).** Landscape ecology in action. Springer Science & Business Media.
- Fausch K. D., Torgersen C. E., Baxter C. V. and Li H. W. (2002).** Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes: A continuous view of the river is needed to understand how processes interacting among scales set the context for stream fishes and their habitat. *AIBS Bulletin*, 52(6), 483-498.
- Forman R. T. (2008).** Urban regions: ecology and planning beyond the city. Cambridge University Press.
- Forman R. T. and Godron M. (1986).** Landscape Ecology. New York: John Wiley & Sons.
- Frissell C. A., Liss W. J., Warren C. E. and Hurley M. D. (1986).** A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental management*, 10(2), 199-214.
- Frohn R. C. (1997).** Remote sensing for landscape ecology: new metric indicators for monitoring, modeling, and assessment of ecosystems. CRC Press.
- Govorushko S. M. (2007).** Effect of human activity on rivers. In International Conference on River Basin Management. Organized by the General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), Turkey. Available at: <http://www.dsi.gov.tr/english/congress2007>.
- Johnson L. B. and Host G. E. (2010).** Recent developments in landscape approaches for the study of aquatic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 41-66.
- Kotliar N. B. and Wiens J. A. (1990).** Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity. *Oikos*, 253-260.
- Lancaster J. (2000).** Geometric scaling of microhabitat patches and their efficacy as refugia during disturbance. *Journal of Animal Ecology*, 69(3), 442-457.



- Liu J. and Taylor W. W. (2002).** Coupling landscape ecology with natural resource management: Paradigm shifts and new approaches. Integrating landscape ecology into natural resource management. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 3-19.
- Luck M. and Wu. J. (2002).** A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape ecology*, 17(4), 327-339.
- Mcalpine clive A., Leonice M., Morrison, Tiffany H., and Rhodes, jonathan R (2013),** “ Landscape ecology for sustainable Environment and culture, springer science +business media Dordrecht, p 21.
- Mostafavi H., Schinegger R., Melcher A., Moder K., Mielach C., and Schmutz S. (2015).** A new fish-based multi-metric assessment index for cyprinid streams in the Iranian Caspian Sea Basin. *Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters*, 51, 37-52.
- O'Neill, Robert V., Carolyn T. Hunsaker, K. Bruce Jones, Kurt H. Riitters, James D. Wickham, Paul M. Schwartz, Iris A. Goodman, Barbara L. Jackson and William S. Baillargeon (1997).** Monitoring environmental quality at the landscape scale. *BioScience*, 47(8), 513-519.
- Palmer M. A., Swan C. M., Nelson K., Silver P. and Alvestad R. (2000).** Streambed landscapes: evidence that stream invertebrates respond to the type and spatial arrangement of patches. *Landscape Ecology*, 15(6), 563-576.
- Parsons M., Thoms, M. C. and Norris R. H. (2004).** Using hierarchy to select scales of measurement in multiscale studies of stream macroinvertebrate assemblages. *Journal of the North American Benthological Society*, 23(2), 157-170.
- Poff N. L. (1997).** Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the North American Benthological society*, 16(2), 391-409.
- Poole G. C. (2002).** Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*, 47(4), 641-660.
- Pringle C.M., Naiman R.J., Bretschko G., Karr J.R., Oswood M.W., Webster J.R., Welcomme R.L. and Winterbourn M.J., 1988. (1988).** Patch dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. *Journal of the North American benthological society*, 7(4), 503-524.
- Pusey B. J., Arthington A. H. and Read M. G. (1993).** Spatial and temporal variation in fish assemblage structure in the Mary River, south-eastern Queensland: the influence of habitat structure. *Environmental Biology of Fishes*, 37(4), 355-380.
- Rosenfeld J., Porter M. and Parkinson E. (2000).** Habitat factors affecting the abundance and distribution of juvenile cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(4), 766-774.
- Sandin L. and Johnson R. K. (2004).** Local, landscape and regional factors structuring benthic macroinvertebrate assemblages in Swedish streams. *Landscape Ecology*, 19(5), 501-514.
- Schneider K. N. and Winemiller K. O. (2008).** Structural complexity of woody debris patches influences fish and macroinvertebrate species richness in a temperate floodplain-river system. *Hydrobiologia*, 610(1), 235-244.
- Stewart-Koster B. D. (2011).** Modelling Multiscale Relationships in Riverine Landscapes: Putting the " riverscape" Into Statistical Models for River Ecology and Management (Doctoral dissertation, Griffith University).
- Talbot L. M. (1997).** The linkages between ecology and conservation policy. *The Ecological Basis of Conservation. Heterogeneity, Ecosystems, and Biodiversity*, 368-378.
- Tockner K., Malard F., and Ward J. V. (2000).** An extension of the flood pulse concept. *Hydrological processes*, 14(16-17), 2861-2883.
- Tockner K., Schiemer F. and Ward J. V. (1998).** Conservation by restoration: the management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8(1), 71-86.
- Turner M. G., Gardner R. H., and O'Neill R. V. (2001).** *Landscape ecology in theory and practice* (Vol. 401). New York: Springer.
- Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R., and Cushing C. E. (1980).** The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37(1), 130-137.
- Ward J. V. and Stanford J. A. (1983).** The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. *Dynamics of lotic ecosystems*, 10, 29-42.
- Ward J. V., Malard F. and Tockner K. (2002).** Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors. *Landscape Ecology*, 17, 35-45.
- Wiens J. A. (2002).** Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater biology*, 47(4), 501-515.

- Winemiller K. O. (2005).** Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62(4), 872-885.
- Winemiller K. O., Flecker A. S. and Hoeinghaus D. J. (2010).** Patch dynamics and environmental heterogeneity in lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 84-99.
- Wu J. and Hobbs R. (2002).** Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape ecology*, 17(4), 355-365.
- Wu J. and Hobbs R. (2007).** *Key Topics in Landscape Ecology (Cambridge Studies in Landscape Ecology)*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511618581
- Zhou T., Ren W., Peng, S., Liang L., Ren S. and Wu J. (2014).** A riverscape transect approach to studying and restoring river systems: A case study from southern China. *Ecological engineering*, 65, 147-158.



Review the concepts of landscape ecology in the River ecosystem

Batool Ghafarikhah¹, Hossein Mostefavi ^{1*}, Ahmadreza Mehrabian², Babak Mirbagheri³, Asghar Abdoli¹

¹ Department of biodiversity and ecosystem management, Environmental sciences research institute, University of Shahid Beheshti, Tehran

² Department of plant sciences, Faculty of life sciences and biotechnology, University of Shahid Beheshti, Tehran

³ Remote sensing and GIS research center, Faculty of earth sciences, University of Shahid Beheshti, Tehran

*Corresponding author: hmostafaviw@gmail.com

Abstract

Given the increasing pressures on aquatic and river ecosystems and the ecological changes caused by these pressures, as well as during traditional single-dimensional and linear management, rivers are now more likely to be faced with simplification, changing function and function, reducing biodiversity and ultimately, we will see the rapid and profound changes of the Landscape in these ecosystems. Considering the glorious and comprehensive view of ecosystems in the Landscape, the recognition of the Landscape of the region and the application of the principles of Landscape Ecology in the protection of biodiversity and sustainable development in the ecosystem of the river is felt more and more. Therefore, according to the lack of such information in Iran, the authors decided to introduce and explain the principles of landscape ecosystems in the river ecosystem.

Keywords: Landscape Ecology, River, Conservation, Biodiversity



(Scan me)

جهت دسترسی به نسخه آنلاین بارکد مقابل را اسکن نمایید

How to cite this article:

Ghafarikhah B., Mostefavi H., Mehrabian A., Mirbagheri B. and Abdoli A. (2017). Review the concepts of landscape ecology in the River ecosystem, Iran. Shil, 5(2), 75-86.

غفاری خواه، ب.، مصطفوی، ح.، محرابیان، ا.، میرباقری، ب. و عبدلی، ا. (۱۳۹۶). مروری بر مفاهیم لندسکیپ اکولوژی در اکوسیستم رودخانه‌ای. شیل، ۵ (۲)، ۷۵-۸۶.