

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵
صفحات ۱ تا ۲۰

اثر تغییرات الگوی مکانی سیمای سرزمین بر کیفیت آب رودخانه

زاینده رود

فاطمه باطنی*^۱، سیما فاخران اصفهانی^۲، علیرضا سفیانیان^۳، نوراله میرغفاری^۴

۱- دانشجوی دکتری محیط زیست، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی

۲،۳،۴- عضو هیات علمی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۴/۱۴)

چکیده:

تغییر ساختار و الگوی مکانی کاربری اراضی از جمله وسعت، توزیع، شدت و فراوانی دخالت‌های بشری در حوزه آبخیز، عامل مهمی در درک فرآیندهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز در ارتباط با استفاده از سرزمین و کیفیت آب است. از آنجایی که تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز زاینده رود مشکلات محیط‌زیستی متعددی را برای رودخانه به‌عنوان منبع پذیرنده آلاینده‌ها به وجود آورده است؛ لذا دانستن چگونگی اثر الگوی مکانی و نحوه چیدمان کاربری‌های مختلف اراضی بر کیفیت آب به‌منظور تعیین بهترین فعالیت‌های مدیریتی بسیار حائز اهمیت است. در این راستا اثر الگوی مکانی و تغییرات کاربری اراضی کشاورزی، شهری، شهرک‌ها و مناطق صنعتی، در مقیاس سیمای سرزمین بر کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود (یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های فلات مرکزی ایران)، مورد بررسی قرار گرفت. سنجش‌های سیمای سرزمین در این مطالعه شامل، تعداد لکه، حاشیه کل، تراکم حاشیه، درصد کاربری اراضی و بزرگ‌ترین لکه و پارامترهای کیفیت آب شامل، COD، EC، COD، P، DO، Na، CO₃، NO₃، Cl، K، Ca، COD، EC، BOD₅ و TDS بود. این مطالعه در بازه ۱۱ ساله (۱۳۷۵ تا ۱۳۸۶)، در ۱۰ ایستگاه انجام شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود به‌طور قابل توجهی از مساحت و الگوی مکانی مناطق شهری متأثر شده است. افزایش حاشیه کل مناطق صنعتی اثر منفی بر کیفیت آب بالأخص TDS و COD داشته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که هم‌میزان حاشیه کاربری‌ها حتی بیشتر از مساحت آن‌ها بر کیفیت آب تأثیر می‌گذارد؛ لذا این تحقیق می‌تواند ایده‌های مناسب و مفیدی برای برنامه‌ریزان و همچنین بینشی جدید برای مدیران در پی داشته باشد.

واژگان کلیدی: کیفیت آب، کاربری اراضی، سنجش‌های سیمای سرزمین، مناطق شهری، مناطق صنعتی، رودخانه زاینده‌رود

۱- مقدمه

کش‌هایی که به ذرات خاک متصل شده‌اند نیز همراه با رسوبات به آب منتقل می‌شوند. همچنین در مطالعاتی که کاربری عمده منطقه را کشاورزی تشکیل داده بود، میزان غلظت نیترژن به میزان قابل توجهی بالاتر بوده است (King et al., 2005; Kim et al., 2007; Ahearn et al., 2005; Alvarez et al., 2008).

مطالعات نشان داده است که مناطق شهری و درصد سطوح نفوذناپذیر که به واسطه گسترش این مناطق افزایش می‌یابد؛ اثر مثبت و معناداری در افزایش غلظت کل جامدات معلق، نیترژن و تعداد کلی فرم‌های مدفوعی دارند (Sliva and Williams 2001; Ahearn et al., 2005; Schoonover et al., 2005).

توجه بر ساختار و الگوی مکانی کاربری اراضی از جمله وسعت، توزیع، شدت و فراوانی نوع دخالت‌های بشریدر حوزه آبخیز، عامل مهمی در درک فرآیندهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز در ارتباط با استفاده از زمین و کیفیت آب است (Tong and Chen, 2002). بنابراین به منظور بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر کیفیت آب، محققان رویکرد سیمای سرزمین را برگزیده‌اند. مطالعات در این زمینه ارتباط معناداری میان کاربری اراضی و کیفیت آب در حوزه‌های آبخیز به اثبات رسانده‌اند (Mander et al., 1998; Palmer et al., 2004; Conway and Lathrop 2005; Silvia and williams, 2001; Chang 2008; Amiri and Nakane 2009). به طوری که مطالعات اخیر در ارتباط با مدیریت سیمای سرزمین، اکولوژی سیمای سرزمین و مدیریت شهری توجه ویژه‌ای را به الگوی مکانی کاربری‌های اراضی در مقیاس سیمای سرزمین و ارتباط آن با کیفیت آب داشته است (Alberti et al., 2007;)

کنترل کیفیت رودخانه‌ها و جریان‌های سطحی یکی از موارد کلیدی در برنامه‌های حفظ محیط‌زیست کشورهاست (Palmer et al., 2004). کیفیت آب رودخانه‌ها با تعداد زیادی از پارامترهای طبیعی و انسانی کنترل می‌شوند (Ahearn et al., 2005). منابع آلاینده آب می‌تواند به صورت نقطه‌ای همانند فاضلاب‌های صنایع و آلاینده‌های ناشی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (Kim et al., 2005) یا غیر نقطه‌ای همانند رواناب‌های مناطق شهری و کشاورزی باشد (Leitch and Harbor 1999; Wang 2001). در سال‌های اخیر پدیده شهرنشینی رو به افزایش بوده است و یکی از نتایج افزایش مناطق شهری، تنزل کیفیت آب، بیان شده است (Palmer et al., 2004; Conway and Lathrop 2005). کاربری اراضی در بسیاری از موارد یکی از فاکتورهای مهم در تعیین کیفیت آب است؛ به طوری که کاربری شهری و کشاورزی ارتباط مثبت و معناداری با افزایش غلظت آلاینده‌ها در آب دارند (Moreno et al., 2006; Tong and Chen, 2002). در این زمینه می‌توان گفت فرسایش یک مسئله مهم در مناطق کشاورزی است؛ به نحوی که به واسطه عملیات کشاورزی همانند شخم زدن زمین و برداشت محصول، خاک بدون پوشش می‌ماند و به راحتی می‌تواند به جریان‌های سطحی انتقال یابد (Schoonover et al., 2006). محققان نشان داده‌اند که الگوی اراضی کشاورزی اثر مستقیمی بر میزان رسوبات دارند (Turner and Rabalais 2003; Ahearn et al., 2005). علاوه بر آن مواد مغذی همانند فسفر و مواد شیمیایی همچون آفت-

کمترین اثر را بر اکوسیستم داشته باشد. در نتیجه این تحقیق به منظور کمک به تصمیم گیران در این زمینه صورت پذیرفته است.

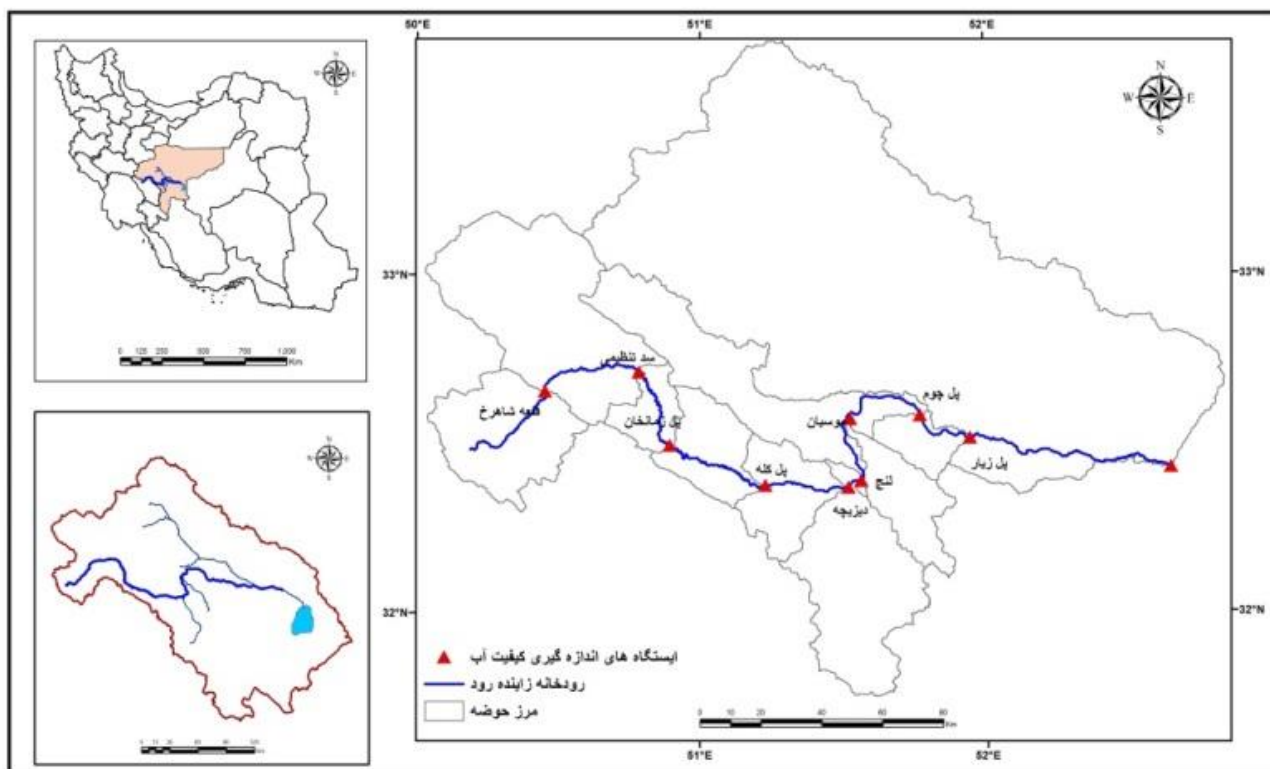
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ منطقه مورد مطالعه

رودخانه زاینده رود مهم‌ترین و حیاتی‌ترین رودخانه منطقه مرکزی ایران، نقش بسیار مهمی در توسعه کشاورزی، تأمین آب بخش صنعت و کلیه فعالیت‌های اقتصادی منطقه دارا می‌باشد. این رودخانه از محدوده کوه‌رنگ در استان چهارمحال و بختیاری شروع شده و به تالاب گاوخونی ختم می‌شود. اختلاف ارتفاع بستر رودخانه از چلگرد تا تالاب گاوخونی حدود ۸۶۵ متر و طول رودخانه از سراب تا پایاب حدود ۴۰۵ کیلومتر است. این رودخانه در حوزه آبخیز گاوخونی قرار گرفته و حوزه گاوخونی با وسعت تقریبی ۴۱۵۰۰ کیلومترمربع در مرکز فلات ایران واقع شده است (Murray et al., 2000؛ Kabiri, 2004). منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های کیفیت سنجی آب در شکل شماره ۱ نمایش داده شده است. این حوزه از شمال به حوزه دریاچه نمک، از جنوب به شهرستان‌های آباده و سمیرم، از غرب به حوزه رودخانه کارون و از شرق به حوزه اردستان محدود می‌گردد. بخش غربی حوزه عمدتاً کوهستانی

(Uuemaet al., 2005). بنابراین تعیین کاربری اراضی، همچنین نحوه قرارگیری آن در مقیاس حوزه آبخیز و اثر آن بر کیفیت آب سطحی ضروری به نظر می‌رسد تا بتوان به بینشی بهتر از تغییرات کیفیت آب و استراتژی‌های مدیریتی دست یافت (Alverz et al., 2008). در ایران نیز اثر کاربری اراضی بر غلظت نترات آب زیرزمینی بررسی گردیده است. در این تحقیقات نوع پوشش و کاربری اراضی عامل ایجاد تغییرات مکانی غلظت نترات بیان شده است (شاه نظری، ۱۳۷۴، لشکرپیور و همکاران، ۱۳۸۱، ۱۳۸۷، جعفری ملک آبادی، اکبری چوکلائی و همکاران، ۱۳۸۱، یغمایی و مرادی، ۱۳۸۸). در ارتباط با اثر کاربری اراضی بر منابع آب سطحی می‌توان به مطالعه مرادی و همکاران (۱۳۸۷) در بخشی از حوزه آبخیز سیاه رود قائم شهر اشاره کرد. در این تحقیق نقش کاربری‌های مختلف بر روی کیفیت آب رودخانه سیاه رود قائم شهر در استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد غلظت آلاینده‌ها در آب سطحی با کاربری‌های مختلف دارای ارتباط معناداری هستند.

دانستن چگونگی اثر کاربری اراضی و نحوه چیدمان کاربری‌ها در کنار هم بر کیفیت آب‌های سطحی، در تعیین بهترین فعالیت‌های مدیریتی بسیار حائز اهمیت است (Baker, 2003). تغییر کاربری اراضی به امری غیرقابل اجتناب در زندگی بشری مبدل شده است. لذا باید چینش این تغییرات کاربری به نحوی انتخاب و برنامه‌ریزی گردد تا



شکل ۱: نمایی از موقعیت منطقه مورد مطالعه

میلی متر برآورد شده است (Murray et al., 2000). منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شامل حوزه آبخیز زاینده رود است که بخشی از حوزه گاوخونی می باشد.

۲-۲ جمع آوری داده

داده های مربوط به کیفیت آب که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است؛ عمدتاً شامل اندازه گیری های سازمان آب منطقه ای استان اصفهان، سازمان محیط زیست و طرح مدیریت زیست محیطی منابع آب و اندازه گیری های محققان بوده است (Poormoghadas, 1998, Zahab saniyee, 1999, Environmental engineers Company, 1999). پارامترهای انتخاب شده برای این مطالعه شامل پارامترهای زیر می باشد:

COD, EC, HCO_3 , NO_3 , Cl, K, Ca,

(شهرهای داران، فریدون شهر و فارسان) و بخش شرقی آن به صورت جلگه ای بوده و شامل شهرستان های اصفهان، شهرضا و میمه است. از نظر پستی و بلندی حوزه آبخیز زاینده رود دارای دو بخش کاملاً متفاوت است؛ یکی نواحی کوهستانی و مرتفع دامنه زاگرس در غرب و جنوب غربی حوزه و دیگری دشت های بسیار وسیع و هموار که در میانه حوزه واقع شده است و در سمت شرق به تالاب گاوخونی منتهی می شود. ریزش بارش های منطقه در پاییز و زمستان متمرکز و تغییرات مکانی بارش در حوزه بسیار زیاد است. متوسط بارش سالانه مناطق پست (اطراف تالاب گاوخونی) حدود ۷۲ میلی متر و مناطق مرتفع و ارتفاعات غرب منطقه به بیش از ۱۵۵۰ میلی متر می رسد. متوسط بارش منطقه ۲۰۹/۵

بر ساختار سیمای سرزمین تهیه شده بر روی نقشه اثرگذار است (Beiley *et al.*, 2007) روش طبقه‌بندی برای هر دو سال یکسان در نظر گرفته شد. اولین نقشه مربوط به سال ۱۳۷۵ مربوط به مطالعات جامع احیا و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی، حوزه‌های آبخیز رودخانه‌های زاینده‌رود و اردستان است (شکل ۲). نقشه‌بندی نیز از تصاویر لندست در مرداد ماه ۱۳۸۶ تهیه شده است. این نقشه نیز برای طرح جامع مطالعه حوزه آبخیز زاینده‌رود در واحد آبخیزداری اداره کل منابع استان اصفهان تهیه گردیده است (شکل ۳). صحت نقشه‌های تهیه شده، توسط مطالعات میدانیو استفاده از نقاط GPS بررسی و صحت آن‌ها به واسطه نقاط کنترلی تأیید شد. برداشت‌های میدانی شامل بیش از ۲۰ درصد از منطقه بوده و همچنین از نرم‌افزار Google Earth 5.1، برای تطبیق نقشه‌ها با واقعیات زمینی استفاده گردید. بنابراین این دو نقشه بیشترین شباهت از نظر ماهواره و روش تهیه را داشتند؛ لذا کمترین خطا از نظر خطای روش نوع سنجنده در آن وجود دارد. ضریب کاپای به دست آمده به ترتیب برابر ۸۳ و ۸۵ برای نقشه‌های سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۶ بود.

۴-۲ تعیین زیر حوزه‌های زاینده‌رود

برای تعیین زیر حوزه‌های مورد مطالعه از نرم‌افزار SWAT[□] استفاده شد. این نرم‌افزار برای شبیه‌سازی هیدرولوژیکی حوزه‌های با مقیاس بزرگ می‌باشد (Shepherd *et al.*, 1999). در این مدل زیر حوزه‌ها و شبکه‌های آبراهه با استفاده از نقشه طبقات

Na, DO, SO₄, P, pH, TDS; BOD₅.

۳-۲ نقشه کاربری اراضی

نقشه‌های کاربری اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مربوط به سال‌های مورد مطالعه (۱۳۷۵ و ۱۳۸۶) از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان به دست آمد. نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS9.3 مجدداً طبقه‌بندی شد. طبقه‌بندی مجدد به علت کاهش تعداد طبقات برای سهولت در تجزیه و تحلیل‌ها و تمرکز بر کاربری‌هایی بود که در مرور منابع به‌عنوان کاربری‌هایی با تأثیر معنادار بر کیفیت آب، مورد توجه قرار گرفته بودند. از آنجایی که شهرک‌ها و مناطق صنعتی جزو منابع آلاینده نقطه‌ای محسوب می‌گردند و در کیفیت آب سطحی اثر مستقیم دارد در این مطالعه به‌عنوان یک کاربری، به‌طور مستقل مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به‌منظور بررسی اثر کاربری شهرک‌ها و مناطق صنعتی بر کیفیت آب، نقشه‌های پایه حوزه آبخیز زاینده‌رود* با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شد. سپس نقشه‌های مناطق صنعتی با استفاده از نرم‌افزار Google Earth 5.1 و همچنین با استفاده از آدرس شهرک‌های صنعتی استان اصفهان برای سال‌های مورد مطالعه، تهیه گردید. لذا ۵ طبقه عمده تعریف شد که عبارت‌اند از: کشاورزی، باغ، شهر و روستا (مناطق مسکونی)، شهرک‌ها و مناطق صنعتی و پوشش اراضی. دو نقشه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و روش هیبرید تهیه شده است. از آنجایی که سیستم‌های مختلف طبقه‌بندی کاربری/پوشش اراضی

تعیین شده، از متریک‌های سنج‌های ترکیب[□] و توزیع مکانی[□] در سطح کلاس استفاده شد. سنج‌های سیمای سرزمین؛ شامل تراکم حاشیه (ED)[□]، حاشیه کل (TE)^{**}، اندازه بزرگ‌ترین لکه (LPI)^{□□}، تعداد لکه (NP)^{□□} و درصد مساحت لکه (PLAND)^{□□} در زیرحوزه‌ها و کل حوزه زاینده‌رود برای کاربری اراضی شهری، شهرک‌های صنعتی و کشاورزی در دو سال ۱۳۷۵ و ۱۳۸۶ محاسبه گردید. همچنین همبستگی میان سنج‌های انتخاب شده نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از محاسبه همبستگی میان سنج‌های سیمای سرزمین نشان داد که سنج‌های مربوط به کاربری باغ، مسکونی و مناطق صنعتی در برخی از سنج‌ها الگوی همبستگی مشابهی داشتند؛ به طوری که درصد مساحت کاربری‌ها با اندازه بزرگ‌ترین لکه ارتباط معنادار داشته است. همچنین سنج‌های حاشیه کل با تعداد لکه نیز ارتباط معناداری نشان دادند. از آنجایی که سنج‌های دارای همبستگی برای همه کاربری‌ها یکسان نبوده است؛ لذا سنج‌هایی که با توجه به مرور منابع و آزمون مؤلفه مبنا بیشترین اثر را بر کیفیت آب داشته‌اند؛ انتخاب شد.

۲-۶ تجزیه و تحلیل آماری

آنالیزهای آماری در محیط نرم‌افزاری R 2.7.2 به منظور تعیین اثر الگوهای مکانی سیمای

ارتفاعی (DEM)^{*} و با توجه به سطح زهکشی مورد نیاز که توسط کاربر تعیین می‌شود؛ مرزبندی می‌گردد. از نقشه DEM حوزه آبخیز زاینده‌رود با اندازه پیکسل ۳۰ متر به منظور مشخص نمودن محدوده زیر حوزه مربوط به هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری، استفاده شد. نقشه طبقات ارتفاعی از نقشه خطوط تراز ۲۰ متری ایجاد گردیده است. صحت جریان اصلی رودخانه در Google Earth 5.1 بررسی گردید. سپس ایستگاه‌های کیفیت‌سنجی آب به‌عنوان خروجی زیرحوزه‌ها بر روی شبکه هیدروگرافی مشخص گردید. رویکردهای متفاوتی برای شناسایی مقیاس مناسب در مطالعات سیمای سرزمین معرفی شده‌اند که به پدیده‌ی مورد بررسی بستگی دارد (Wiens, 1989) در این تحقیق با استفاده از مفهوم محدوده‌های پیرامونی رودخانه (حوزه آبخیز) پایه و اساس انتخاب مقیاس مناسب در نظر گرفته شد.

۲-۵ محاسبه سنج‌های سیمای سرزمین

با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 و Fragstats 3.3 پارامترهای مربوط به سیمای سرزمین در ۱۰ زیرحوزه و کل حوزه آبخیز برای سال‌های مورد مطالعه محاسبه گردید (McGarigal, 1998). متریک‌های مناسب در سطح کلاس برای انجام آنالیزهای مربوطه با مرور مطالعات مشابه و آزمون مؤلفه مبنا انتخاب و برای نشان دادن تغییرات سیمای سرزمین در زیرحوزه‌های

†-- Composition

‡-- Configuration

§- Edge Density

**-Total Edge

††- Largest Patch Index

‡‡- Number of Patches

§§- Percentage of Landscape

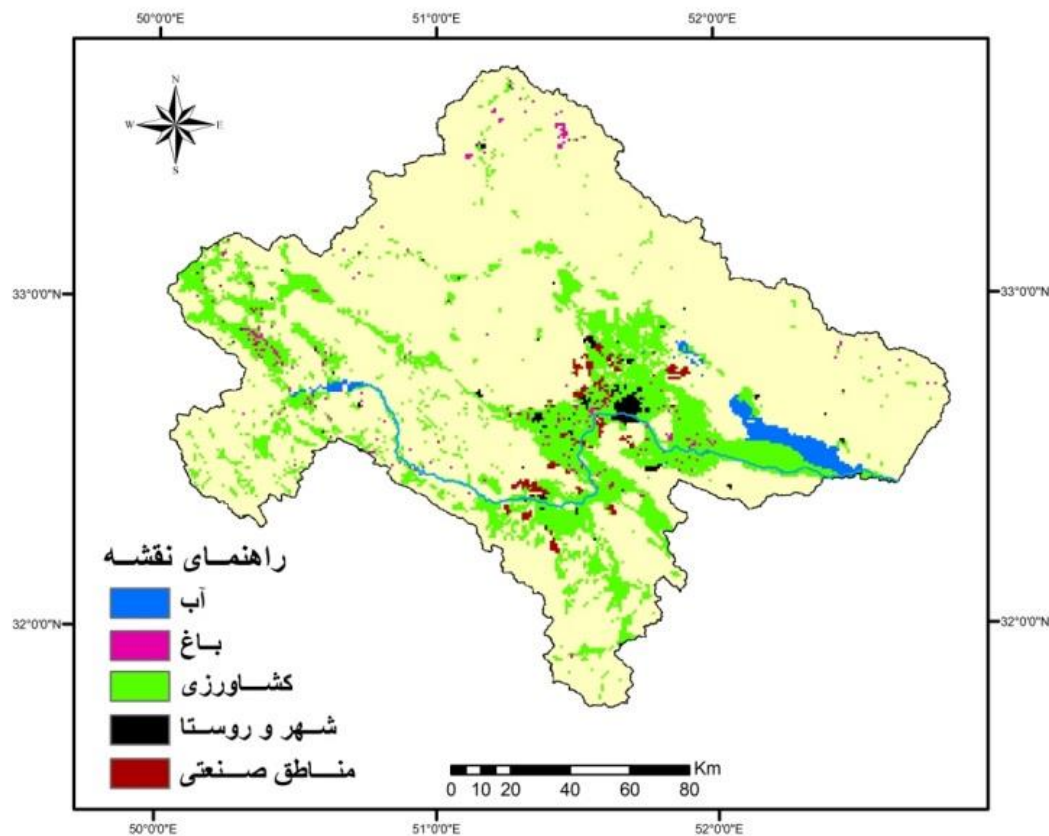
*-- Digital Elevation Model

۳- نتایج

۱-۳ تغییرات کاربری اراضی

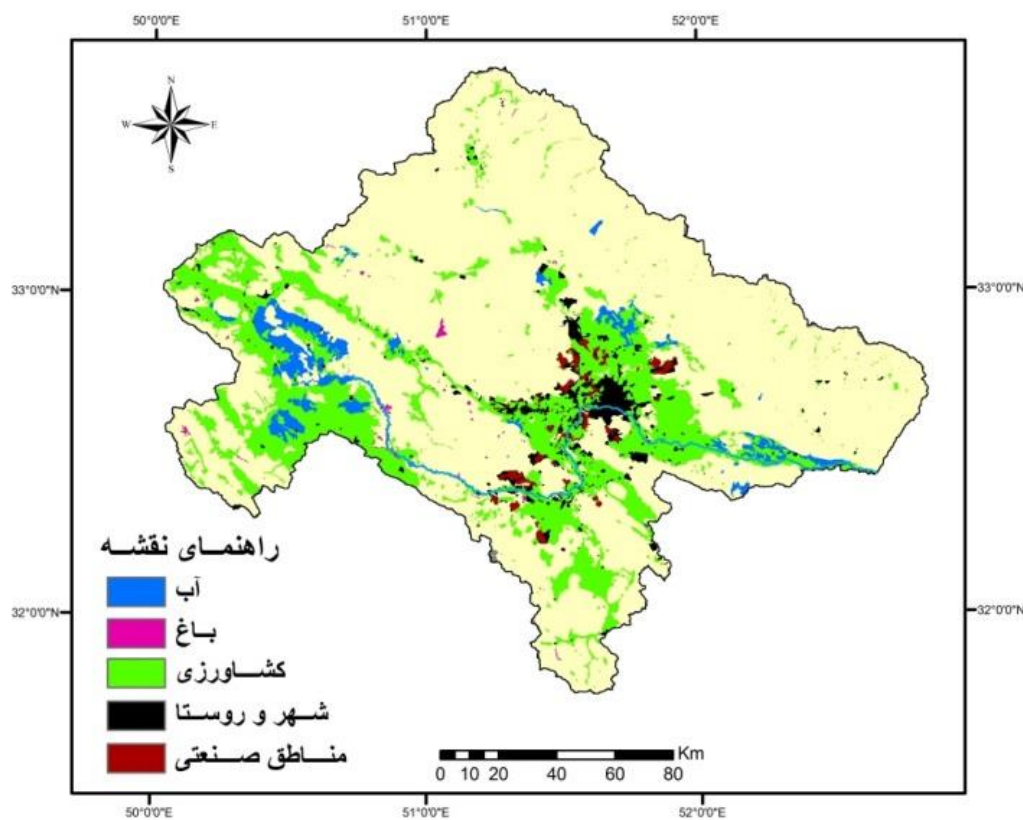
نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز زاینده رود برای سال های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۶ به ترتیب در شکل های ۲ و ۳ نمایش داده شده است. در شکل ۴ میزان تغییرات کاربری اراضی برحسب درصد هر کاربری در هر زیرحوزه و کل حوزه آبخیز نشان داده شده است.

سرزمین و اثر تغییرات کاربری های اراضی بر پارامترهای کیفیت آب رودخانه زاینده رود، انجام گرفت (R Development Core Team). نرمال بودن داده ها و آزمون مقایسه میانگین ها، همبستگی پیرسون و ANOVA به منظور تعیین ارتباط میان کاربری اراضی، سنجه های سیمای سرزمین و پارامترهای کیفیت آب در سال ۱۳۷۵ و ۱۳۸۶ محاسبه گردید.

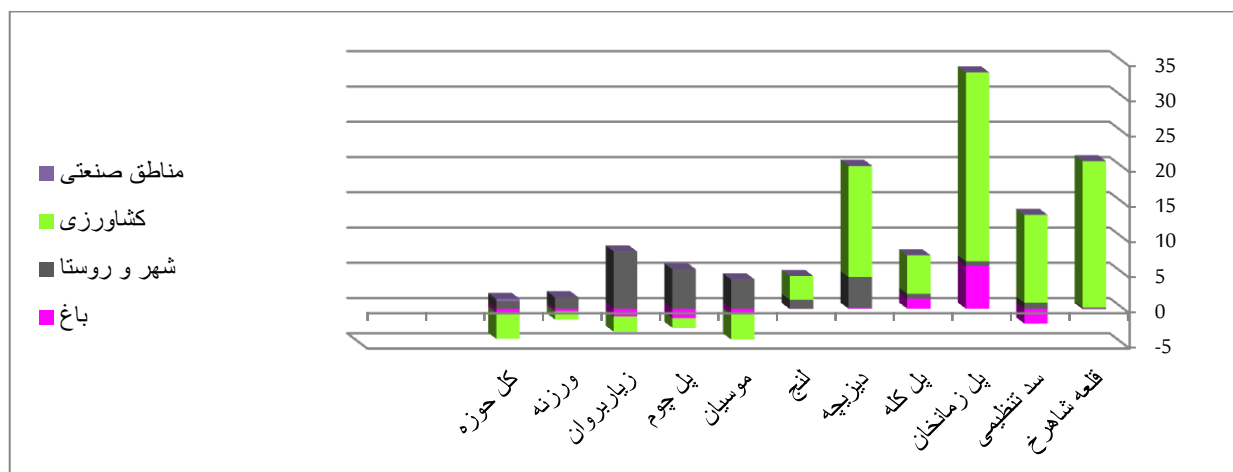


شکل ۲: کاربری اراضی سال ۱۳۸۶

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵ صفحه ۸



شکل ۳: کاربری اراضی سال ۱۳۷۵



شکل ۴: میزان تغییرت کاربری اراضی حوزه آبخیز زاینده رود برحسب درصد در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۷۵

تنظیمی و زیر حوزه پایین دست آن (پل زمانخان) افزایش کاربری باغ مشاهده گردید که با توجه به بازدیدهای میدانی صحت این تغییر کاربری نیز مورد

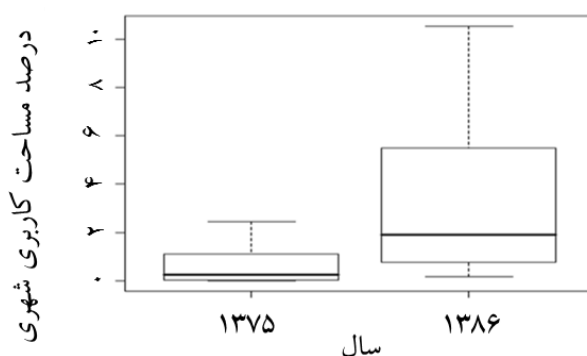
با توجه به نتایج به دست آمده، افزایش زمین‌های باغی در زیرحوزه‌هایی که این کاربری در آن قرار دارد؛ مشاهده شد. به طوری که در زیرحوزه سد

اثر تغییرات الگوی مکانی سیمای سرزمین بر کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود ... صفحه ۹

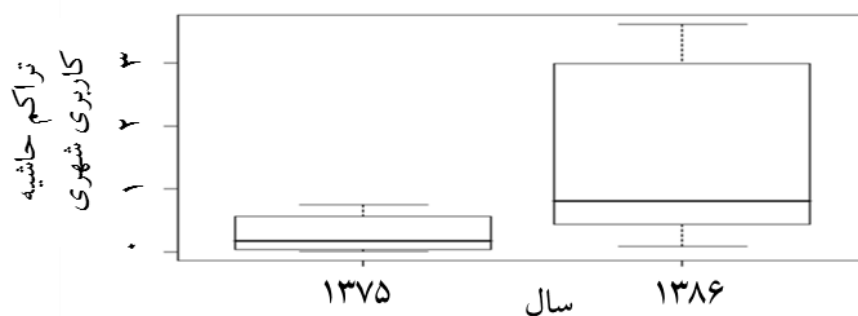
افزایش به‌طور قابل توجه از زیرحوزه دیزیچه شروع و تا پایین دست حوزه ادامهدارد. بیشترین افزایش کاربری شهر و روستا به ترتیب مربوط به زیرحوزه‌های زیار، پل چوم و دیزیچه بود. مناطق شهری مهم واقع در پل چوم شامل فولادشهر، گلدشت، جوزدان و قسمتی از فلاورجان است که همگی در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی در مناطق شهری خود داشته‌اند. مناطق شهری - روستایی همچون کبوترآباد، اشکوند و دولاب و بهارستان در زیرحوزه زیار قرار گرفته‌اند و مناطق شهری طالخونچه، قسمتی از مبارکه و شهر مجلسی از مناطق شهری مهم زیرحوزه دیزیچه است که همگی در سال‌های اخیر رشد داشته‌اند. تغییرات پوشش و کاربری اراضی ناشی از عوامل مختلف به‌ویژه رشد و گسترش مناطق شهری و فرآیند صنعتی شدن است که اثرات قابل توجهی بر روی محیط و فرآیندهای طبیعی می‌گذارد. این مسئله باعث شده است که آلاینده‌های محیطی بیش از گذشته افزایش یابد.

تأیید قرار گرفت. کشاورزان و باغداران محلی در این دو زیرحوزه اذعان نمودند که از سال ۱۳۸۲ به بعد با توصیه جهاد کشاورزی اقدام به احداث باغ‌های مثمر نموده‌اند که اغلب شامل کاشت درختان گردو، سیب، هلو، بادام و زردآلو بوده است. لازم به ذکر است که بیشترین افزایش در کاربری باغ در زیرحوزه پل زمانخان صورت گرفته است. کاربری کشاورزی در کل حوزه کاهش نشان می‌دهد که این امر می‌تواند به سبب خشک‌سالی‌های اخیر در منطقه باشد. این کاهش در زیرحوزه دیزیچه بیشترین مقدار را داشته است. برخلاف این روند کاهش کلی در کاربری کشاورزی، در زیرحوزه‌های قلعه شاهرخ، سد تنظیمی، پل زمانخان و پل کله افزایش مساحت سطح زیر کشت مشاهده گردید. این زیرحوزه‌ها در بالادست حوزه و قبل از برداشت‌های آب در منطقه که باعث کاهش دبی رودخانه زاینده‌رود است، واقع گردیده‌اند.

مساحت مناطق شهری و روستایی در تمام زیرحوزه‌ها افزایش نشان داده است (شکل ۵)؛ این



شکل ۵: تغییرات درصد مساحت کاربری شهری در حوزه آبخیز زاینده‌رود در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۶



شکل ۶: تغییرات تراکم حاشیه مناطق مسکونی در حوزه آبخیز زاینده رود در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۶

افزایش یافته است؛ با این وجود تنها سنجه تراکم حاشیه این کاربری بین دو سال تفاوت معناداری را از خود به نمایش گذاشته است. در ارتباط با مناطق صنعتی می‌توان به این نکته اشاره نمود که هرچند مساحت و اندازه بزرگ‌ترین لکه آن افزایش داشته است اما این تفاوت از لحاظ آماری معنادار نبوده است. برخلاف افزایش درصد مساحت لکه کاربری باغ، تعداد لکه‌های این کاربری در این برهه ۱۱ ساله به‌طور معناداری کاهش یافته است که بیشترین کاهش مربوط به زیرحوزه ورزش می‌باشد. یکی از علت‌های کاهش این کاربری و کاربری کشاورزی در زیرحوزه‌های پایین‌دست، می‌تواند به سبب خشک‌سالی‌های اخیر در منطقه باشد.

۳-۳ تغییرات کیفیت آب

با توجه به پارامترهای کیفیت آب مورد مطالعه، کاهش کیفیت آب رودخانه زاینده رود از بالادست به سمت تالاب گاوخونی مشاهده شد. نعمتی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۶ این روند کاهش را در

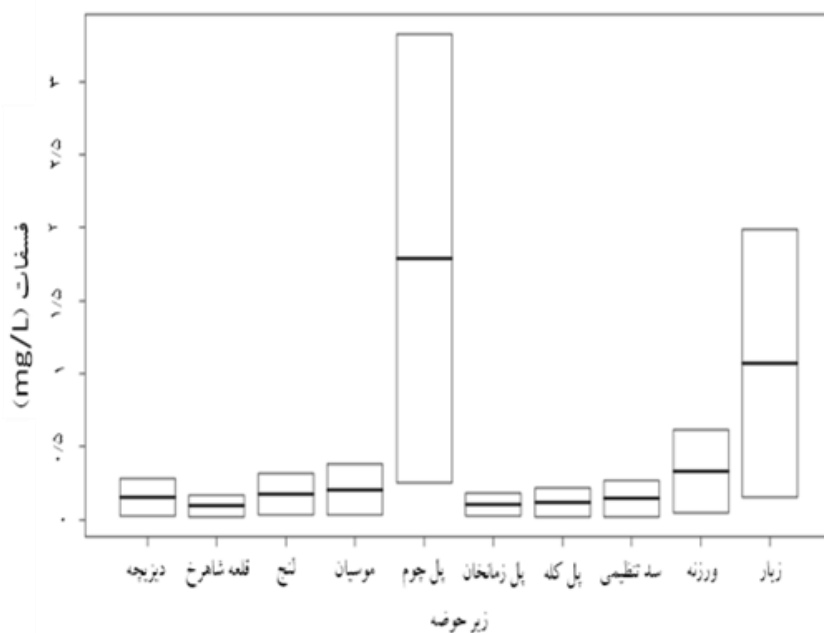
۲-۳ تغییرات الگوی سیمای سرزمین

از میان سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین با توجه به آنالیز مولفه مبنا و مرور منابع انجام گرفته، ۵ سنجه‌ی تراکم حاشیه، حاشیه کلان‌دازه بزرگ‌ترین لکه، تعداد لکه و درصد مساحت لکه انتخاب گردید. نتایج حاصل نشان داد که سنجه‌های سیمای سرزمین محاسبه‌شده برای مناطق مسکونی (کاربری شهر و روستا) در طی دوره ۱۱ ساله مورد مطالعه در حوزه آبخیز زاینده رود افزایش معناداری را داشته است ($p < 0.05$). افزایش تراکم حاشیه شهر به معنای افزایش لجام‌گسیخته و بدون برنامه‌ریزی شهر است. بدین معنا که ساخت‌وسازهای بی‌رویه و غیراصولی در حومه شهرهای بزرگ و مهم در حوزه آبخیز باعث افزایش این امر شده است (شکل ۶). در ارتباط با کاربری کشاورزی، همان‌گونه که اشاره شد تا پل کله افزایش مساحت کاربری کشاورزی و بعد از آن کاهش سطح زیر کشت مشاهده می‌گردد. با توجه به این امر از میان سنجه‌های محاسبه‌شده تعداد لکه این کاربری کاهش و به‌طور منطقی اندازه بزرگ‌ترین لکه

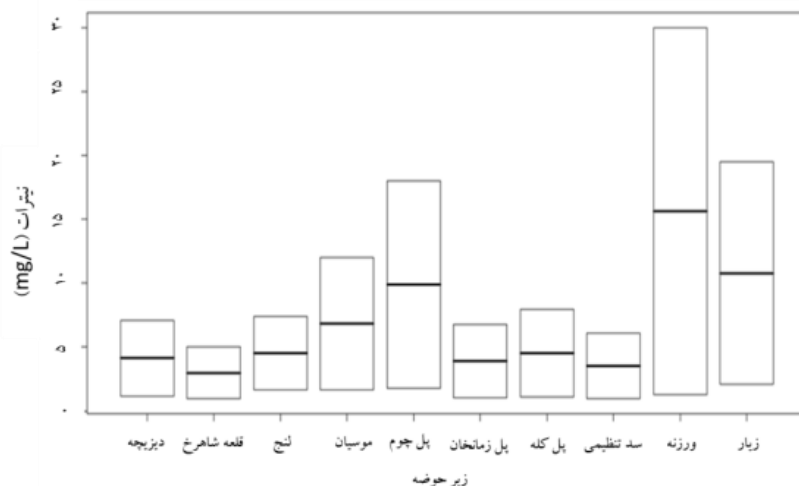
اثر تغییرات الگوی مکانی سیمای سرزمین بر کیفیت آب رودخانه زاینده رود ... صفحه ۱۱

کلسیم و پتاسیم رفتار مشابهی دارند به طوری که همبستگی معناداری با دیگر پارامترهای کیفیت آب (به جز فسفر، pH و TDS) نشان دادند. اکسیژن محلول و میزان کربنات نیز از نظر همبستگی با دیگر پارامترهای کیفیت آب مشابه هم بوده‌اند. دو پارامتر مذکور با هیچ‌کدام از پارامترهای کیفیت آب (به غیر از دو پارامتر pH و TDS) همبستگی نداشتند. فسفر و نیتروژن رفتار متفاوتی داشتند؛ فسفر کمترین همبستگی را با دیگر پارامترها داشت و تنها با غلظت نیتروژن، اکسیژن و کربنات محلول رابطه معناداری داشته است. لازم به ذکر است رابطه اکسیژن با تمام پارامترها به صورت معکوس است بدین معنا که با افزایش غلظت دیگر پارامترها در آب میزان اکسیژن محلول به صورت خطی کاهش می‌یابد.

رودخانه زاینده‌رود گزارش نمودند (Nemati et al., 2007). این روند کاهش کیفیت آب برای رودخانه‌ها با گذشت از کاربری‌های مختلف مشاهده می‌شود (Amiri and Nakane, 2009). همچنین در طی دوره ۱۱ ساله مورد مطالعه نیز افت کیفیت آب مشاهده شد. افزایش مقادیر غلظت اکسیژن خواهی زیستی، نترات و فسفات در سطح ($p < 0.05$) به‌طور معناداری در طی سال‌های مطالعه افزایش یافته است. همچنین همان‌گونه که در شکل ۷ و ۸ نشان داده شده است غلظت فسفات و نترات در زیرحوزه‌های مختلف با یکدیگر از نظر آماری دارای اختلاف معناداری بوده‌اند ($p < 0.05$). بررسی همبستگی بین پارامترهای کیفیت آب نشان داد که پارامترهای اکسیژن خواهی زیستی و شیمیایی و



شکل ۷: تغییرات غلظت فسفات آب رودخانه در زیرحوزه‌های مختلف



شکل ۸: تغییرات غلظت نیترات آب رودخانه در زیرحوضه‌های مختلف

گذاشته‌اند. اثر کاربری های اراضی مختلف بر پارامترهای کیفی آب شامل کلر، کلسیم و پتاسیم مشابه بوده است ولی میزان pH از تغییرات کاربری مختلف تأثیر معناداری نیافته بود. در ارتباط با pH باید اشاره کرد که این پارامتر یکی از خصوصیات آب محسوب می‌شود که متأثر از فاکتورهای مختلف بالأخص وضعیت زمین‌شناسی بستر رودخانه می‌باشد (Hem, 1985). غلظت سولفات، میزان هدایت الکتریکی و اکسیژن خواهی زیستی از میان پارامترهای کیفی آب بیشترین تأثیر را از تغییرات کاربری اراضی پذیرفته‌اند.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از اراضی و کاربری‌های آن‌ها به تنهایی باعث آلودگی نمی‌گردد؛ بلکه نوع فعالیت انسان و بار آلودگی ناشی از آن تعیین‌کننده اصلی میزان اثر بر کیفیت آب است (Hwang et al., 2007). لذا برای تبیین اثر نوع چیدمان کاربری اراضی بر کیفیت آب رودخانه باید از متریک‌های سیمای سرزمین استفاده کرد. به طوری که نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد اثر درصد مساحت کاربری کشاورزی در

۳،۴ اثر کاربری اراضی بر کیفیت آب

در بررسی همبستگی میان سنجه‌های کاربری کشاورزی و کیفیت آب، تراکم حاشیه تنها سنجه‌ای بود که ارتباط معنادار و منفی را با غلظت نیتروژن به‌عنوان یک ماده مغذی را داشت. ارتباط تمام سنجه‌ها با کیفیت آب محاسبه و در جدول ۱ آورده شده است. ضریب همبستگی پارامترهای کیفیت آب با انواع مختلف کاربری اراضی در سطح معناداری $p < 0.05$ و $p < 0.01$ در جدول ۱ نشان داده است. آگاهی از کمیت و کیفیت این تغییرات در جهت برنامه‌ریزی صحیح دارای اهمیت است (Moradi and Taghavi, 2008). لذا در ادامه به بررسی اثر این تغییرات بر کیفیت آب در یک دوره ۱۱ ساله پرداخته شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان بیان نمود که درصد مساحت مناطق مسکونی ارتباط معناداری را با پارامترهای کیفیت آب نشان داده است. از میان سنجه‌های مورد بررسی تعداد لکه و حاشیه کل در همه کاربری‌ها به نحوی ارتباط معناداری را در کنترل کیفیت آب از خود به نمایش

و سیستم آبیاری و زهکشی آن می‌باشد. مواد مغذی که از مزارع برنج به آب سطحی راه می‌یابند، به‌طور قابل توجهی بستگی به نوع آبیاری منطقه و همچنین بارندگی دارد (Yoon et al., 2006; Jeon et al., 2005). کشاورزان مزارع برنج بعد از کوددهی آب را در مزرعه نگه می‌دارند تا کود توسط برنج جذب گردد. بنابراین اثر منفی کوددهی تعدیل می‌یابد (Lee et al., 2010). با این حال بارندگی زیاد می‌تواند باعث شود که اثر منفی بیشتری را نسبت به سایر کشت‌ها از این مزارع بر کیفیت آب مشاهده کنیم. همچنین بقایای ناشی از برنج در زمین باقی مانده و به‌صورت بار آلی وارد رواناب سطحی نمی‌گردد. درصد مساحت کاربری کشاورزی ارتباط معناداری را در تنزل کیفیت آب زاینده‌رود از خود به نمایش گذاشته است که یکی از دلایل احتمالی آن می‌تواند افزایش کاربری کشاورزی در بالادست حوزه و کاهش آن در پایین‌دست حوزه باشد. افزایش میزان غلظت نیترات و فسفات هم‌زمان با افزایش متریک‌های حاشیه کل (TE) مناطق کشاورزی و مسکونی با نتایج حاصل از مطالعه Lee و همکاران (۲۰۱۰) در حوزه آبخیز کره جنوبی* مطابقت کامل داشت (Lee et al., 2010). سنجه‌های مربوط به کاربری باغ نیز در ارتباط با غلظت نیتروژن و فسفر اثر معناداری را نداشته‌اند که یکی از دلایل آن می‌تواند نوع سیستم کوددهی به باغ‌ها باشد که منجر به کمترین آلودگی سطحی می‌گردد. نکته قابل توجه دیگر در ارتباط با مناطق صنعتی است که در

زیرحوزه‌ها بر کیفیت آب معنادار نبوده و لذا برای توضیح این ارتباط به بررسی آماری اثر الگوی کاربری اراضی در دو سطح کلاس و سیمای سرزمین پرداخته شد. به‌طور کلی می‌توان اشاره نمود که نتایج این پژوهش، اثر تعداد لکه، اندازه بزرگ‌ترین لکه، حاشیه کل، تراکم حاشیه همچنین درصد مساحت کاربری شهری (با مقیاس سطح سیمای سرزمین) در تنزل کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود مؤثر ارزیابی کرده است. نتایج حاصل با نتایج لی و همکاران مطابقت داشته‌طور که در این مطالعه نیز کیفیت آب با کاربری شهری تنزل یافته است (lee et al., 2010; Song and Zhou, 2008). همچنین Uuemaa و همکاران (2005) ارتباط منفی میان تراکم حاشیه و غلظت نیترات را در استونی گزارش نمودند؛ اما برخلاف مرور منابع انجام گرفته، افزایش متریک تراکم حاشیه (ED) کشاورزی رابطه منفی با مقادیر غلظت پارامترهای کیفیت آب را نشان می‌دهد. Baker (2003) و Jeon و همکاران (2005) بیان داشته‌اند که میزان رابطه منفی که کاربری کشاورزی با غلظت پارامترهای کیفیت آب دارد بستگی به نوع فعالیت کشاورزی، موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و همچنین دوری و نزدیکی به منبع آب سطحی دارد (Baker et al., 2006; Jeon et al., 2005). در منطقه مورد مطالعه این تحقیق، کشت برنج به میزان فراوان در بالادست وجود دارد که در مطالعات متفاوت به بررسی این نوع کشت و اثر آن بر کیفیت آب سطحی پرداخته شده است (Lenatand, Crawford, 1998; Tong and Chen, 2002). علت تفاوت این نوع کشت در فراوانی و نوع کوددهی

* - South Korea

کشاورزان به سمت باغداری بالأخص در حریم ساحلی زاینده رود در بهبود کیفیت آب تأثیرگذار باشد. همچنین نقش حریم ساحلی برای کاهش اثرات کاربری‌های مختلف در این تحقیق واضح بود و به نظر می‌رسد که نیاز به تعیین اندازه این حریم با توجه به شرایط هر رودخانه الزامی است. از میان متریک‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس، متریک تراکم حاشیه ارتباط معناداری را با کیفیت آب رودخانه نشان داد به طوری که با افزایش تراکم حاشیه اراضی بایر میزان هدایت الکتریکی نیز افزایش نشان داد. در سطح سیمای سرزمین نیز نتایج حاصل نشان می‌دهد که در حوزه آبخیز هرچه که کاربری‌ها متنوع‌تر باشند از نظر دیدگاه مدیریت کیفیت آب حالت بهتری است.

نتایج این تحقیق نشان داد که تنها باید به پایش کیفیت آب به صورت مداوم پرداخت بلکه باید به بررسی اثر پارامترهای مختلف بر این تغییرات نیز توجه کافی مبذول شود. یکی از مهم‌ترین عناصر محیط‌زیست به خصوص در منطقه مرکزی ایران، آب‌های سطحی و شیرین می‌باشد که توجه به مدیریت این محیط در برنامه‌ریزی‌ها ضروری به نظر می‌رسد. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که در آمایش سرزمین و تعیین کاربری‌های مناسب باید اثر الگوی مکانی کاربری بر محیط‌زیست بررسی گردد. همچنین با توجه به اثر مقیاس بر برخی از سنجه‌های سیمای سرزمین، پیشنهاد می‌شود؛ مطالعات بعدی در مقیاس متفاوت و یا مطالعات چند مقیاسه مورد بررسی قرار گیرد. نتایج این تحقیق می‌تواند برای احیای کیفیت آب‌های

سطح حوزه، درصد مساحت مناطق صنعتی ارتباط معناداری با مقدار پارامترهای کیفی آب نداشته است اما تعداد لکه‌ها یا واحدهای مناطق صنعتی و همچنین حاشیه کل آن‌ها باعث افت کیفیت آب شده است و از آن جایی که اندازه بزرگ‌ترین لکه مناطق صنعتی ارتباط معناداری از لحاظ آماری با کیفیت آب نداشته است؛ می‌توان تجمیع مناطق و کارگاه‌های صنعتی را در غالب شهرک‌های صنعتی به جای استقرار واحد‌های مختلف در طول رودخانه، پیشنهاد نمود.

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گسترش لجام‌گسیخته و بدون برنامه شهرها و مناطق مسکونی باعث افت کیفیت آب رودخانه می‌گردد. از میان سنجه‌های محاسبه شده تعداد لکه و حاشیه کل نماینده بهتری برای تعیین ارتباطات میان کاربری‌های اراضی و پارامترهای کیفی آب رودخانه زاینده رود شناخته شد؛ بنابراین به منظور مطالعات در سطح حوزه آبخیز باید این سنجه‌ها را نیز مورد بررسی قرار داد. در تمام موارد بررسی شده نقش الگوی کاربری‌ها بیشتر از مساحت آن‌ها بود به طوری که تنها در ارتباط با کاربری شهری اثر معنادار مساحت بر کیفیت آب مشاهده شد. مساحت کاربری شهری با اغلب پارامترها (به جز سنجه‌های حاشیه کل و تعداد لکه) ارتباط معناداری نداشت که این امر بدان معنا است که برای بررسی کاربری‌ها، استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین به منظور شناخت الگوها ضروری است. کاربری باغ اثر کمتری نسبت به کشاورزی بر کیفیت آب داشته است؛ لذا به نظر می‌رسد تشویق

اثر تغییرات الگوی مکانی سیمای سرزمین بر کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود ... صفحه ۱۵

سطحی با توجه به مدیریت گسترش شهرها و تجمیع
مناطق صنعتی برای برنامه ریزان و مدیران مفید واقع
شود.

جدول ۱- سطح معناداری و ضریب همبستگی بین درصد مساحت کاربری‌های مختلف با پارامترهای کیفیت آب

BOD ₅	COD	Na	Do	K	Ca	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ec	TDS	P	NO ₃		
-.۰۷۴**	-.۰۷۸**	-.۰۷۷**	.۰۵۷**	-.۰۷۴**	-.۰۸۰**	-.۰۷۸**	-.۰۷۶**	.۰۶۴-	.۰۷۵-			.۰۵۵*	تراکم حاشیه	کشاورزی
.۰۸۹**	.۰۹۲**	.۰۹۰**		.۰۸۶**	.۰۸۹**	.۰۸۷**	.۰۸۵**	.۰۵۷**	.۰۸۸**				تعداد لکه	
.۰۸۵**	.۰۸۱**	.۰۸۱**		.۰۷۹**	.۰۷۹**	.۰۷۸**	.۰۷۹**	.۰۵۳*	.۰۸۱**				حاشیه کل	
.۰۸۷**	.۰۸۲**	.۰۸۵**	-.۰۵۳*	.۰۸۸**	.۰۸۳**	.۰۸۲**	.۰۸۳**	.۰۷۸**	.۰۸۱**				تعداد لکه	مناطق صنعتی
.۰۸۸**	.۰۸۷**	.۰۹۰**	-.۰۵۸*	.۰۹۰**	.۰۸۶**	.۰۸۹**	.۰۸۸**	.۰۷۹**	.۰۸۶**				حاشیه کل	
							.۰۵۵*		.۰۵۴*				تعداد لکه	باغ
.۰۵۲*							.۰۵۱*		.۰۵۱*				حاشیه کل	
			-.۰۶۳**							.۰۵۵*	.۰۷۶**	.۰۶۰**	تراکم حاشیه	مناطق مسکونی (شهر و روستا)
.۰۷۴**	.۰۷۰**	.۰۶۳**	-.۰۶۶**	.۷۷**	.۰۶۷**	.۰۶۰**	.۰۵۴*	.۰۷۰**	.۰۵۰*		.۰۵۷**	.۰۸۳**	تعداد لکه	
.۰۸۵**	.۰۸۲**	.۰۷۴**	-.۰۶۶**	.۰۸۷**	.۰۷۸**	.۰۷۲**	.۰۶۵**	.۰۷۶**	.۰۶۲**		.۰۴۸*	.۰۸۲**	حاشیه کل	
			-.۰۶۰**					.۰۵۷**	.۰۷۳**	.۰۷۳**	.۰۷۹**	.۰۵۰*	شاخص بزرگ‌ترین لکه	
								.۰۵۴*	.۰۶۹**	.۰۶۹**	.۰۸۲**	.۰۶۳**	درصد مساحت	

REFERENCES

- Ahearn, D. S., Sheibley, R. W., Dahlgren, R. A., Anderson, M., Johnson, J. and Tate, K. W., 2005, "Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California", *Journal of Hydrology* Vol. 313, No., pp. 234–247.
- AkbariChouklayee, M., Maroofi, S., Zamni, P., 2008, Effect of land use on nitrate concentration in groundwater of Sari plain, 2ND irrigation and drainage network management national conference, Ahwaz, Iran (in Persian).
- Alberti, M., Booth, D., Hill, K., Coburn, B., Avolio, C., Coe, S., Spirandelli, D., 2007. The impact of urban patterns on aquatic ecosystems: an empirical analysis on Puget lowland sub-basins. *Landscape Urban Plan.* 80 (4), 345–361.
- Alvarez-Cobelas, M., Angeler, D. G. and Sanchez-Carrillo, S., 2008, "Export of Nitrogen from Catchments: A World Wide Analysis", *Environmental Pollution*, Vol. 156, No. 261-269 pp.
- Amiri, B. J. and Nakane, K., 2009, "Modeling the Linkage Between River Water Quality and Landscape Metrics in the Chugoku District of Japan", *Water Resource Management* Vol. 23, No., pp. 931–956.
- Bailey, D., Herzog, F., Augenstein, I., Aviron, S., Billeter, R. and Szerencsits, E. 2007. Thematic resolution matters: indicators of landscape pattern for European agroecosystems. *Ecological Indicators*, 7, 692-709. Environmental engineers Company, 1999, Report of Zayandehroud Water Quality, Department of Environment. Chapters 4, 7, 8 & 9, (In Persian).
- Baker, A., 2003, "Land use and water quality", *Hydrological Processes* Vol. 17, No., pp. 2499-2501.
- Baker, M. E., Weller, D. E. and Jordan, T. E., 2006, "Improved Methods for Quantifying Potential Utrient Interception by Riparian Buffers", *Landscape Ecology*, Vol. 21, No., 1327-1345 pp.
- Hem, J. D., 1985, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, Washington, DC.
- Hwang, S. J., Lee, S. W., Son, J. Y., Park, G. A., Kim, S. J., 2007, "Moderating effects of the geometry of reservoirs on the relation between urban land use and water quality," *Landscape Urban Planning*, Vol. 82, No., pp. 175–183.
- Jafari Malekabadi, A., 2002, Nitrate contamination of groundwater in Isfahan province, Master's thesis irrigation and drainage, Faculty of Agriculture, University of Isfahan, Isfahan (in Persian).
- Jeon, J. H., Yoon, C. G., Ham, J. H. and Jung, K. W., 2005, "Model development for nutrient estimates from paddy rice fields in Korea", *Environmental Science*, Vol. 39, pp. 845-860.
- Kabiri, P., 2004, Water Quality of Zayanderoud, water quality, Vol. 10, pp. 12-19.
- Lashkaripour, Gh. And Ghafouri, M., 2002, Nitrate concentration of groundwater in Mashhad, *Journal of water and wastewater*, Vol. 24, pp. 2-7 (in Persian).
- Lee, S. W., Hwang, S. J., Lee, S. B., Hwang, H. S. and Sung, H. C., 2010, "Landscape ecological land use patterns in watersheds to water quality characteristics", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 102, pp. 40-49.
- Lenat, D. R. and Crawford, J. K., 1998,

"Effects of land use on water quality and aquatic biota of three North Carolina piedmont streams," *Hydrobiologia*, Vol. 3, pp. 185-200.

McGarigal, K.J., 1998, Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. General Technical Report PNW-GTR-351. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.

Moradi, M., Taghavi, N., Bahramifar, N., 2008, Effect of land uses on fresh water, 4th conference of geology and environment, Tehran. (In Persian).

Moradi, M., Taghavi, N., Bahramifar, N., 2008, Effect of different land uses on surface water quality, 4TH Iranian conference of engineering geology and the environment, Tehran. (in Persian).

Murray-Rust, H., Sally, H., Salemi, H.R. and Mamanpoush, A. (2000). An overview of the hydrology of the Zayandeh Rud Basin, Esfahan Province, Iran. IAERI-IWMI Research Reports 3.

Nemati, V.M., Ebrahimi, I., Mirghafari, N., 2007, Effect of land use change on Nitrate and phosphate of Zayandeh Rud River, 4th National Seminar on Watershed Management Sciences and Engineering, Tehran. (In Persian).

Palmer M, Bernhardt E, Chornesky E, 2004, Ecology for a crowded planet. *Science* 304:1251-1252

Poormoghadas, H., 1998, Environmental management of water resources, Iran Department of Environment. (In Persian).

R Development Core Team. <http://cran.r-project.org/doc/manuals/R->

[exts.html#Tidying-R-code](#). Retrieved 14 June 2012."

Shahnazari, R., 1996, Nitrate concentration in groundwater of rice field in Gilan and Mazandaran province, Master's thesis Soil Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran. (In Persian).

Shepherd, B., D. Harper and A. Millington. 1999. Modelling catchment-scale nutrient transport to watercourses in the U.K. *Hydrobiologia* 395/396: 227-237.

Sliva, L. and Williams, D. D., 2001, "Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality.", *Water Resources*, Vol. 35, No. 14, pp. 3462-3472.

Song, S. J. and Zhou, W. C., 2008, "Effects of land use structure on surface water quality in Minjiang River Basin", *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, Vol. 17, pp. 712-718.

Tong, S. T. Y., Chen, W. 2002, "Modeling the relationship between land use and surface water quality", *Journal of Environmental Management*, Vol. 66, No., pp. 377-393.

Uuemaa, E., Roosaare, J., Mander, Ü., 2005. Scale dependence of landscape metrics and their indicator value for nutrient and organic matter losses from catchments. *Ecology. Indic.* 5, 350-369.

Wiens, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology, *Functional ecology*, 3, 385-392.

Yaghmayei, H. and Moradi, H.M., 2009, effect of land use on groundwater nitrate and phosphorus pollution in the city of Noor Mazandaran province, 2nd National Seminar on Drought Effects/Management, Isfahan, (in Persian).

اثر تغییرات الگوی مکانی سیمای سرزمین بر کیفیت آب رودخانه زاینده رود ... صفحه ۱۹

Yoon, C. G., Ham, J. H., Jeon, J. H., 2005, "Mass balance analysis on Korean paddy riceculture", Water Environment ,Vol. 1, pp. 99-106.

Zahab saniyee,A.1999 An overview of Zayandehroud water quality, Isfahan Regional water company, (In pesian).

Landscape Pattern Changes and Water Quality Relationship in Zayandehroud River Basin

Fatemeh Bateni^{1*}, Sima Fakheran², Alireza Soffianian³, Nourollah Mirghaffari⁴

1-PhD Candidate of Environmental Science, Iranian National Institute for
Oceanography and Atmospheric Science, Tehran, Iran

2,3&4 - Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, 84156-
83111, Iran

Received: 6-Mar.-2014 Accepted: 4-Jul.-2016

Abstract:

Landscape characteristics and land use patterns of watershed demonstrate extension, distribution, density and abundance of human interference. These factors can affect water quality of adjacent aquatic systems within a watershed. Land use changes have caused various environmental problems for Zayandehroud River, turned it as a sink of pollutant. Therefore it is investigated that how would landscape characteristics and land use patterns change water quality and affect ecosystem management. The main goal of this study was to examine how landscape patterns (including Number of Patches, Edge Density, Percentage of landscape, Total Edge and Largest Patch Index) influence water quality. Water quality indices (including EC, HCO₃, NO₃, Cl, K, Ca, COD, Na, DO, P, pH, BOD₅ and TDS) were measured in 10 stations along the Zayandehroud river. This is one of the most important rivers of the central plateau of Iran. In this study, four classes of land use including cropland, orchard, residential and industrial area were identified in a period of eleven years (1997–2008). The results indicated that water quality was significantly correlated with both proportions and configuration of residential areas. Total edge of industrial area had negative effects on water quality, especially on TDS and COD. Results of this study can be used not only for resource managers in order to restore the aquatic ecosystems but also for policy makers in evaluating alternate land management decisions.

Keywords: Water Quality, Land Use, Landscape Metrics, Urban Area, Industrial Area, Zayandehroud River

*Corresponding Author: E-mail: fa_bateni@yahoo.com, Phone: +989132121721