

Technical Note

Effect of Land Use on Phosphorous, Nitrogen, Dissolved Solids, and Suspended Solids Concentrations and its Presentation in GIS (Case Study: Zayandehroud Basin)

M. Mirzaei¹, E. Solgi^{2*} and A. Salmanmahiny³

Abstract

Among most important pollutants that cause water pollution, are nitrogen and phosphorus in agricultural runoff acting as non-point source pollution. In this study, L-THIA model is used to calculate the amount of total phosphorus, total nitrogen, nitrate-nitrite, total soluble solids and suspended solids. SPSS software is used to evaluate the relation of these parameters to land use in the Zayanderoud river basin. Five subbasins with the highest land use diversity were selected and the boundary of each sub-basin and different land use coverage were determined with ArcView HEC-Geo-HMS extension. Then in each sub-basin 1 station was selected and the concentrations of phosphorus, total nitrogen, total soluble solids and suspended solids were measured from March 2015 to March 2016. Statistical analysis and Pearson correlation coefficient indicated that there is a significant relationship between all pollutants and land uses, except for dissolved phosphorus. Besides there was a significant relationship between residential area and bare lands with all pollutants, except for dissolved solids and nitrate-nitrite. Dissolved solids were meaningfully related to forest and grasslands. Considering accumulation zones of phosphorus and nitrogen in the watershed and identifying areas with high concentrations of these materials, management actions should be used to reduce the amount of nitrogen and phosphorus and ultimately decrease the amount of pollution in the watershed.

Keywords: Pollutants, Run off, L-THIA model.

Received: May 2, 2016

Accepted: July 6, 2016

یادداشت فنی

نمایش توزیع مکانی فسفر، نیتروژن، مواد جامد محلول و مواد جامد معلق در GIS و بررسی اثر کاربری اراضی بر میزان این آلاینده‌ها (مطالعه موردی: حوضه آبخیز زاینده‌رود)

مژگان میرزایی^۱، عیسی سلگی^{۲*}
و عبدالرسول سلمان ماهینی^۳

چکیده

مهمترین آلاینده‌هایی که باعث ایجاد آلودگی آب می‌شوند، نیتروژن و فسفر موجود در رواناب کشاورزی هستند که به آلودگی غیرنقطه‌ای موسوم هستند. در این پژوهش از مدل L-THIA برای نمایش توزیع مکانی کل فسفر، کل نیتروژن، نیترات-نیتريت، مواد جامد محلول و مواد جامد معلق و از نرم‌افزار SPSS جهت بررسی ارتباط آن با کاربری‌های اراضی در حوضه آبخیز زاینده‌رود، استفاده شد. جهت بررسی اثر کاربری اراضی بر پارامترهای کیفیت آب رودخانه تعداد ۵ زیر حوضه که دارای بیشترین تنوع کاربری اراضی بودند انتخاب و با نرم‌افزار ArcView به کمک برنامه جنبی HEC-GeoHMS، مرز زیرحوضه آبخیز و نسبت کاربری‌های اراضی مختلف مربوط به هر زیرحوضه تعیین گردید. سپس در هر زیرحوضه یک ایستگاه تعیین شد و میزان آلاینده‌ها طی یک دوره یکساله از فروردین ۹۴ تا فروردین ۹۵ مورد پایش قرار گرفت. نتایج آماری و ضریب همبستگی پیرسون حاکی از آن است که ارتباط معنی‌داری بین کاربری کشاورزی با همه آلاینده‌های مورد بررسی به جز فسفر محلول، بین اراضی مسکونی و بایر و همه آلاینده‌ها به جز مواد جامد محلول و نیترات-نیتريت و بین اراضی مرتعی و جنگلی و مواد جامد محلول وجود دارد. با بررسی پهنه‌های تجمع میزان فسفر و نیتروژن در حوضه آبخیز و شناسایی محیط‌هایی که میزان این مواد بالاست، می‌توان اقدامات مدیریتی جهت کاهش میزان مصرف نیتروژن و فسفر و در نهایت کاهش میزان آلودگی در حوضه آبخیز به عمل آورد.

کلمات کلیدی: آلاینده‌ها، رواناب، مدل L-THIA.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۲/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۴/۱۶

1-PhD Student in Environmental Science, Malayer University, Iran
2-Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Iran, Email: e_solgi@yahoo.com.
3-Associate Professor, College of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Iran.
*- Corresponding Author

۱- دانشجوی دکتری محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۳- دانشیار، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان پاییز ۱۳۹۶ امکانپذیر است.

هدف از مطالعه حاضر نمایش توزیع مکانی فسفر، نیتروژن، مواد جامد محلول و مواد جامد معلق با استفاده از مدل L-THIA و بررسی اثر کاربری اراضی بر میزان این آلاینده‌ها است. تانگ و همکاران تغییرات کاربری و اثرات زیست‌محیطی آنها را در مقیاس حوضه، در آبخیز رودخانه ماسکگون با استفاده از مدل L-THIA بررسی کردند. نتیجه مطالعات نشان داد که آبخیز در معرض اثرات شهرسازی در رابطه با رواناب و بعضی از آلاینده‌های غیرنقطه‌ای قرار دارد (Tang et al., 2005). Pasandidehfar و همکاران مدل‌سازی آلودگی غیرنقطه‌ای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ارائه بهترین شیوه‌های مدیریت در حوضه آبخیز گرگان‌رود، را مورد بررسی قرار دادند (Pasandidehfar et al., 2014). در این پژوهش با انجام مدل L-THIA، مدل‌سازی آلودگی غیرنقطه‌ای صورت گرفت. جباری در سال ۱۳۹۲ به بررسی نقش کاربری اراضی در کیفیت آب رودخانه الوند در کرمانشاه پرداخت و به این نتیجه رسید که در اثر کاربری کشاورزی و صنعتی، کیفیت آب مخصوصاً در پایین دست رودخانه، کاهش یافته است (Jabari, 2013). Chen و Tong در سال ۲۰۰۲ با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن، همبستگی مثبت بین نیتروژن کل و فسفر کل با کاربری‌های مسکونی، تجاری و کشاورزی و همبستگی منفی با کاربری جنگل در حوضه آبخیز شاخه شرقی رودخانه Miami در امریکا را نشان داده‌اند که همگی از نظر آماری در سطح 1% معنی‌دار بوده‌اند. Woli و همکاران در بررسی اثر کاربری اراضی حوضه آبخیز بر میزان بار ازت در دو رودخانه Shibetsu و Bekkanbeushi در هوکایدو ژاپن، همبستگی مثبت و قوی ازت آب با کاربری‌های کشاورزی و شهری و همبستگی منفی با کاربری جنگل و تالاب را نشان داده‌اند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز زاینده‌رود با مساحت حدود ۴۱۵۰۰ کیلومترمربع، حوضه کاملاً بسته‌ای است که خروجی به دریا ندارد و در مرکز فلات ایران واقع شده است. منبع تأمین کننده آب در این حوضه، نزولات آسمانی و رواناب ناشی از ذوب برف در ارتفاعات شرق زاگرس در بخش سراب حوضه و همچنین چشمه‌ها و شاخه‌های فرعی بالادست سد زاینده‌رود و شاخه‌های فرعی زیردست سد زاینده‌رود می‌باشند که در مجموع رودخانه زاینده‌رود را به وجود آورده‌اند. این حوضه در مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه عرض

در بسیاری موارد، زمین‌های کشاورزی با میزان آلودگی غیرنقطه‌ای همبستگی دارد که با حمل رواناب سطحی و ته‌نشین شدن مواد در پایین دست همراه است (Luo et al., 2006). آلودگی آب می‌تواند ناشی از دو منبع نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای باشد که هر دوی این آلودگی‌ها به طور فزاینده‌ای باعث نگرانی‌ها در سطوح ملی و منطقه‌ای و حتی جهانی شده است (Naghdi & Alipour, 2012). در بسیاری از موارد، آلاینده‌ها از طریق مختلف و از نقاط مختلف و به صورت گسترده وارد منابع آب می‌شوند که تشخیص دقیق چگونگی و محل ورود آلاینده به منبع آب مشکل می‌باشد. آلودگی‌های ناشی از اراضی کشاورزی و یا آب‌های سطحی شهرها از نوع آلاینده‌های غیرنقطه‌ای هستند. آلودگی غیرنقطه‌ای به عنوان آلاینده‌هایی در طبیعت تعریف می‌شود که نمی‌توان موقعیت مرکزی آنها را ردیابی کرد (Loague & Corwin, 2005). به عبارت دیگر منبع این نوع از آلودگی گسترده است و غالباً از اراضی کشاورزی ایجاد می‌شود (O'Geen et al., 2010). کنترل و مدیریت آلاینده‌های غیرنقطه‌ای بسیار مشکل‌تر از آلاینده‌های نقطه‌ای می‌باشد ولی برای حفاظت از منابع آب، باید هر دو این موارد به طور صحیح کنترل و مدیریت شود (Por morad and Ghaderi, 2014). آلودگی آب به سبب منابع غیرنقطه‌ای و ناشی از کشاورزی به عنوان یک نگرانی عمده و در حال رشد در جهان مطرح شده است (Darradi et al., 2012; Nasr et al., 2007; Ongley et al., 2010; Tang et al., 2011; Zhang et al., 2008). محاسبه و کنترل این آلودگی دارای پیچیدگی‌های فراوان است (Guo et al., 2014). آلودگی منابع غیرنقطه‌ای یک منبع مهم تهدیدکننده کیفیت آب‌های سطحی است (Collins et al., 2007) و به عنوان بزرگ‌ترین خطر برای آب‌های سطحی و آب‌های آشامیدنی، می‌تواند اثرات مضر بر محیط زیست و سلامتی انسان داشته باشد (Bryan & Kandulu, 2010). با توسعه گسترده کشاورزی، بهره‌برداری بیش از حد از کودهای غیرآلی تجاری برای افزایش میزان محصول و با ورود مواد مغذی به رودخانه‌ها و مصب‌ها، پدیده یوتروفیکاسیون در بسیاری از اکوسیستم‌های ساحلی و آب‌های شیرین در جهان اتفاق می‌افتد (Alexander et al., 2008; Rabalais et al., 2002; Schoch et al., 2009; Wu & Liu, 2012). تخمین آلودگی غیرنقطه‌ای به سبب فرایندهای پیچیده آب‌شناسی، هواشناسی و بیوشیمیایی و همچنین متغیرهای فضایی درگیر در این فرایند، مشکل است (Ficklin et al., 2010; Nikolaidis et al., 1998).

Table 1- Classification of hydrological soil groups for L-THIA

جدول ۱- طبقه بندی گروه‌های هیدرولوژیکی خاک برای L-THIA

Soil hydrological group	Soil type	Description
A	Sands and gravels, deep and well drained, loam.	Soils with high infiltration capacities, even when thoroughly wetted
B	Silt-loam-loam	Soils with moderate infiltration rates when thoroughly wetted. Moderately deep to deep moderately well to well drained, with moderately fine to moderately coarse textures.
C	Sand-gravel-loam	Soils with slow infiltration rates when thoroughly wetted. Usually have a layer that impedes vertical drainage, or have a moderately fine to fine texture.
D	Clay loam, silt loam-clay, silt-clay or clay, sandy-clay	Soils with very slow infiltration rates when thoroughly wetted. Chiefly clays with a high swelling potential; soils with a high permanent water table; soils with a clay layer at or near the surface; shallow soils over nearly impervious materials

بارندگی ۳۰ ساله به صورت روزانه نیاز دارد. در این مدل، داده‌های بارندگی به صورت فایل متنی با فرمت "txt" مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تهیه این لایه، ابتدا داده‌ها در محیط نرم افزار excel به فرمت قابل قبول برای مدل تبدیل گردید. در نهایت با ورود داده‌های کاربری، خاک و بارندگی، مدل L-THIA اجرا و نقشه‌های حجم و عمق رواناب سالانه در محیط GIS استخراج گردید.

۲-۲-۲- اجرای مدل L-THIA

این مدل در محیط نرم افزار ArcView با استفاده از برنامه L-THIA GIS/NPS اجرا می‌شود.

پس از اجرای مدل، نتایج آزمون آماری داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

۳- یافته‌های تحقیق

مدل L-THIA پس از به دست آوردن حجم و عمق رواناب میزان آلودگی‌های مختلف فسفر محلول، کل فسفر، کل نیتروژن، نترات-نیتريت، کل نیتروژن کج‌لدال، مواد جامد محلول و مواد جامد معلق را در سرتاسر حوضه آبخیز مورد بررسی قرار می‌دهد. نقشه میزان رواناب در شکل ۴ ارائه شده است. توزیع مکانی کل فسفر، کل نیتروژن، نترات-نیتريت، مواد جامد محلول و مواد جامد معلق بر حسب کیلوگرم در بخش‌های مختلف حوضه آبخیز زاینده‌رود در شکل‌های ۵ تا ۹ نشان داده شده است.

نسبت مساحت کاربری‌های اراضی در زیرحوضه‌های مربوط به هر ایستگاه در شکل ۱۰ نمایش داده شده است.

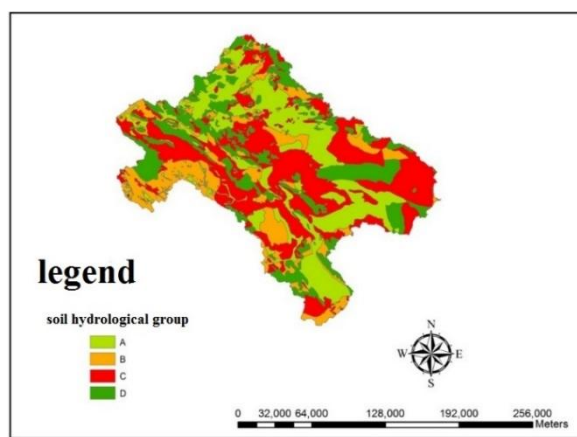


Fig. 2- Hydrological soil groups
شکل ۲- نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک

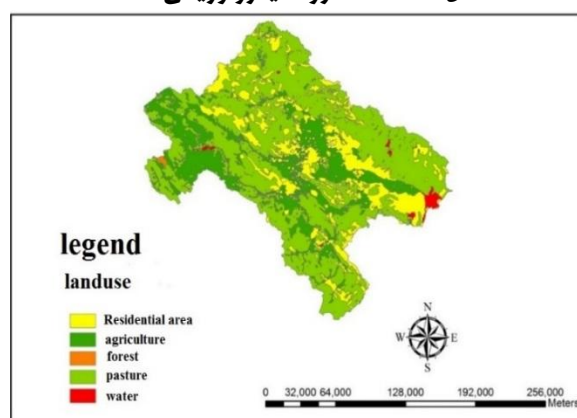


Fig. 3- Classified land use map
شکل ۳- نقشه کاربری اراضی طبقه بندی شده

۲-۲-۱-۱-۳- داده‌های اقلیمی

مدل L-THIA برای ارزیابی هیدرولوژیکی بلندمدت به داده‌های

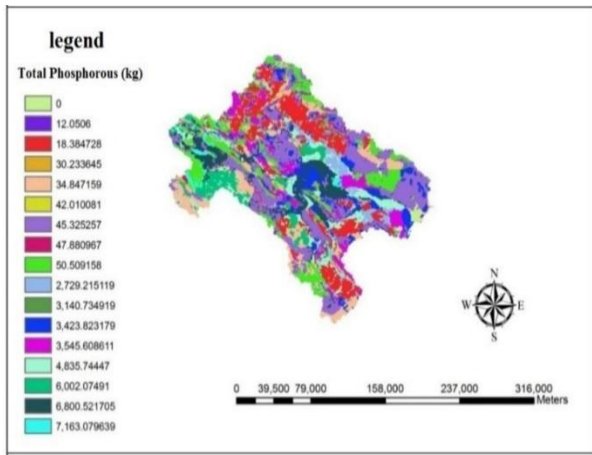


Fig. 5- Amount of total phosphorous (kg)
 شکل ۵- میزان کل فسفر بر حسب کیلوگرم

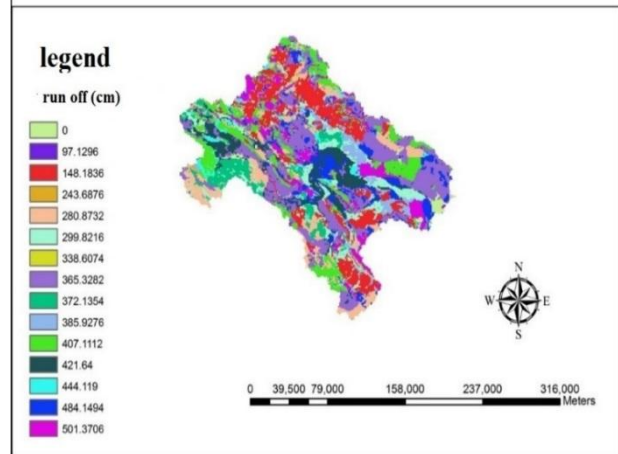


Fig. 4- Run off depth (cm)
 شکل ۴- میزان رواناب بر حسب سانتی متر

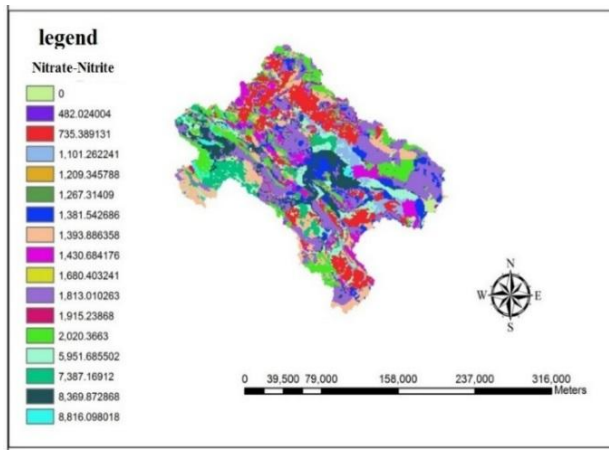


Fig. 7- Amount of nitrate-nitrite (kg)
 شکل ۷- میزان نیترات-نیتريت بر حسب کیلوگرم

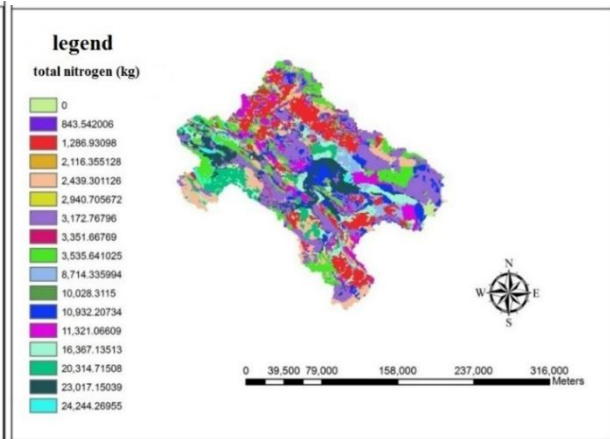


Fig. 6- Amount of total nitrogen (kg)
 شکل ۶- میزان کل نیتروژن بر حسب کیلوگرم

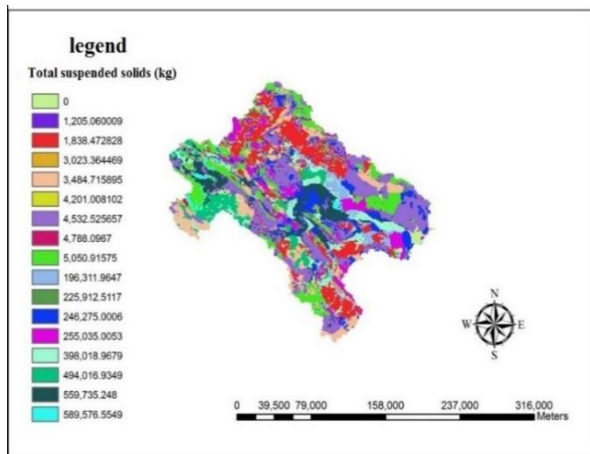


Fig. 9- Amount of total suspended solids (kg)
 شکل ۹- میزان مواد جامد معلق بر حسب کیلوگرم

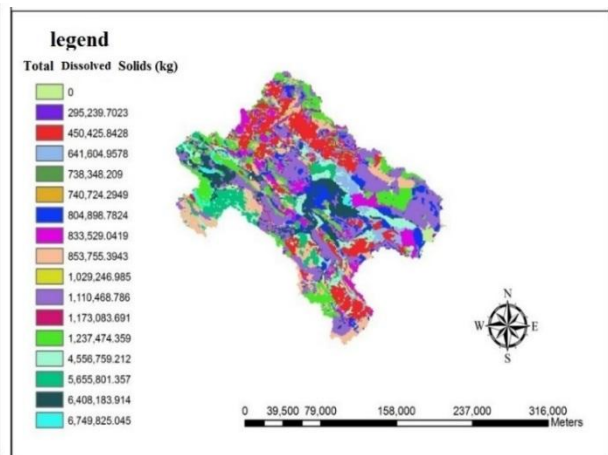


Fig. 8- Amount of total dissolved solid (kg)
 شکل ۸- میزان مواد جامد محلول بر حسب کیلوگرم

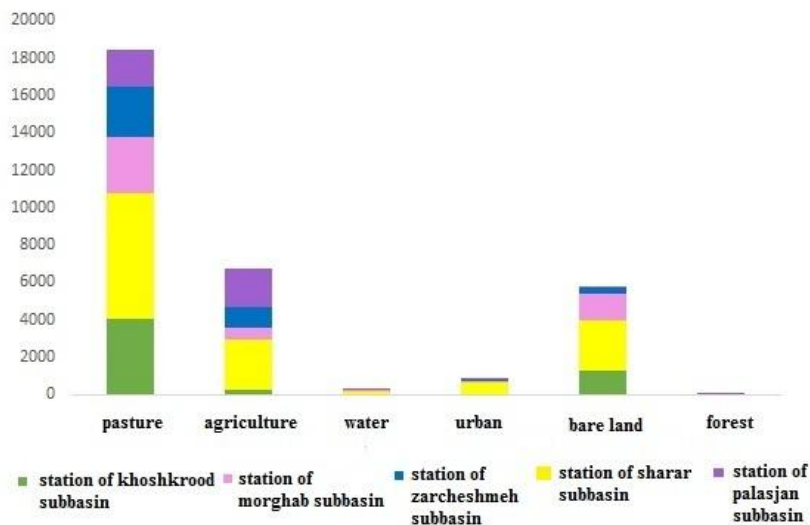


Fig. 10- The area of each land use (ha)
 شکل ۱۰- نسبت مساحت کاربری‌های اراضی

۳-۱- تجزیه و تحلیل آماری

برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار spss استفاده شد. به این ترتیب که کاربری‌های اراضی مختلف در هر زیرحوضه به صورت جداگانه استخراج گردید و میزان آلاینده‌های کمی در هر بخش مورد بررسی قرار گرفت. ضرایب همبستگی بین نسبت مساحت کاربری‌های اراضی زیر حوضه مربوط به هر ایستگاه با میانگین‌های سالانه آلاینده‌ها (میزان فسفر، نیتروژن، مواد جامد محلول و مواد جامد معلق) توسط آزمون هم بستگی پیرسون در جدول ۲ آورده شده است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

کیفیت آب یکی از اجزای اساسی سلامت آبخیز است، از این رو تغییرات در کیفیت آب بیانگر تغییرات در برخی از جنبه‌های اکوسیستم، حریم رودخانه و یا داخل بستر رودخانه است. با توجه به تغییرات سریع کاربری اراضی و افزایش سطح تقاضا برای برداشت از منابع آب و افزایش آلودگی‌های منابع آبی از سوی دیگر، در حوضه‌های آبخیز باید به منظور مدیریت بهینه منابع به بینشی صحیح در ارتباط با تأثیر کاربری‌های اراضی بر کیفیت آب دست یافت. افزایش فعالیت‌های کشاورزی توأم با تولید آلاینده‌ها یکی از مشکلات جدی و در حال گسترش پیش روی انسان عصر حاضر است.

Table 2- Pearson correlation coefficients for land use and the measured parameters
 جدول ۲- ضرایب همبستگی پیرسون بین نسبت کاربری‌های اراضی و پارامترهای مورد اندازه‌گیری

Land use	Total suspended solids		Total dissolved solids		Kjeldahl nitrogen		Nitrate-nitrite		Total nitrogen		Total phosphorous		Dissolved phosphorous	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Residential and bare land	0.691*	0.045	0.21	0.65	*0.718	0.027	0.40	0.09	*0.670	0.022	0.653	0.031	0.905**	0.00
Agriculture	0.793*	0.038	*0.653	0.02	*0.738	0.018	*0.888	0.002	*0.739	0.01	*0.722	0.012	-	-
Forest	0.081	0.75	*0.451	0.048	0.25	0.71	0.32	0.38	0.163	0.670	0.185	0.35	-	-
Pasture	0.072	0.83	*0.411	0.049	0.28	0.68	0.38	0.21	0.211	0.58	0.165	0.41	-	-
Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

r یا ضریب همبستگی ; *p* یا سطح معنی داری تجزیه واریانس
 ** در سطح ۰,۰۱ همبستگی معنادار است ($p \leq 0.01$).
 * در سطح ۰,۰۵ همبستگی معنادار است ($p \leq 0.05$).

پهنه‌بندی‌ها و توزیع مکانی آلاینده‌ها در بخش‌های مختلف حوضه آبخیز زاینده‌رود، می‌توان منابع آلودگی را مورد شناسایی و کنترل قرار داد.

نتایج این مطالعه نشان داد که حجم رواناب و آلاینده‌ها در مناطق کشاورزی و شهری حوضه بالاست. با استفاده از این پژوهش میزان مصرف کل فسفر، کل نیتروژن، نترات-نیتريت، مواد جامد محلول و مواد جامد معلق در بخش‌های مختلف حوضه آبخیز زاینده‌رود مورد بررسی قرار گرفته که می‌توان در مناطقی که میزان این مواد بالاست اقدامات مدیریتی جهت کاهش میزان آلودگی را به عمل آورد. از آن جایی که رودخانه زاینده‌رود واقع در حوضه آبخیز زاینده‌رود نیز در سالیان اخیر با مشکل خشکسالی و آلودگی همراه بوده، نیاز به مدیریت همه جانبه حوضه جهت بهبود وضعیت رودخانه کاملاً احساس می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Long-Term Hydrologic Impact Assessment
2. Purdue University

۵- مراجع

- Alexander RB, Smith RA, Schwarz GE, Boyer EW, Nolan JV, Brakebill JW (2008) Differences in phosphorus and nitrogen delivery to the Gulf of Mexico from the Mississippi River Basin. *Environment Science Technology Journal*, 42(2):822-830.
- Bryan BA, Kandulu JM (2010) Designing a policy mix and sequence for mitigating agricultural non-point source pollution in a water supply catchment. *Journal of Water Resource Manage*, 25(1):875- 890.
- Collins R, Mcleod M, Hedley M (2007) Best management practices to mitigate fecal contamination by livestock of New Zealand waters. *N Z J Agriculture Resource*, 50:255-267.
- Darradi Y, Saur E, Laplana R, Lescot JM, Kuentz V, Meyer BC (2012) Optimizing the environmental performance of agricultural activities: A case study in La Boulouze watershed. *Ecology Indicators Journal*, 22: 27-37
- Ficklin DL, Luo YZ, Luedeling E, Gatzke SE, Zhang MH (2010) Sensitivity of agricultural runoff loads to rising levels of CO₂ and climate change in the San Joaquin Valley watershed of California. *Environment Pollution Journal*, 158: 223-234.

در سال‌های اخیر، ضمن افزایش شهرنشینی، تغییرات معنی‌داری در کاربری اراضی و پوشش اراضی به وجود آمده است. فرآیند شهرنشینی اثر نامطلوبی بر روی چرخه‌های آب‌شناختی داشته است. علاوه بر آن فعالیت‌های کشاورزی و گسترش آن نیز آثار نامطلوبی در حوضه‌های آبخیز به جای گذاشته است. مدل‌ها از جمله ابزارهای کارآمدی هستند که با موفقیت به بررسی رابطه کاربری اراضی و رواناب ناشی از تغییرات به وجود آمده و میزان آلودگی‌های غیر نقطه‌ای پرداخته‌اند. نتیجه حاصل از این مدل‌ها پیش‌بینی وضعیت اکوسیستم‌ها در جریان این تغییرات بوده و در نهایت به طرح‌ریزان سرزمین امکان در نظر گرفتن برنامه‌های مدیریتی مناسب را خواهند داد. مدل L-THIA یا به عبارتی ارزیابی اثرات درازمدت هیدرولوژیکی به عنوان یک ابزار تحلیل‌گر مناسب جهت برآورد تغییرات ناشی از تغییر کاربری اراضی بر میزان رواناب و همچنین منابع آلاینده غیر نقطه‌ای از جمله این مدل‌ها است. در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از این مدل به تخمین کمی میزان رواناب و آلاینده‌های غیر نقطه‌ای تولید شده ناشی از کاربری‌های مختلف در حوضه آبخیز زاینده‌رود واقع در استان اصفهان پرداخته شود. با توجه به حضور رودخانه زاینده‌رود، شاهرگ حیاتی استان اصفهان و مشکلات خشکسالی در این رودخانه در طی سال‌های اخیر، لزوم بررسی همه جانبه میزان آلودگی‌های غیر نقطه‌ای و تدابیر مدیریتی جهت کاهش آنها به چشم می‌خورد. با بررسی میزان آلاینده‌ها در کاربری کشاورزی، به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی و افزایش زمین‌های کشاورزی در غرب و مرکز حوضه آبخیز زاینده‌رود، با بررسی‌های آماری ارتباط معنی‌داری بین میزان کل فسفر و نیتروژن، نترات، نیتريت، کج‌لدال و مواد جامد محلول و معلق دیده شد. بنابراین فعالیت‌های کشاورزی در حوضه آبخیز با افزایش این آلاینده‌ها ارتباط کاملاً مستقیم دارد. به علاوه در مناطق مسکونی نیز میزان آلاینده‌های فسفر محلول، کل نیتروژن و نیتروژن کج‌لدال بالا بود. خروج فسفر از زمین‌های کشاورزی بیش‌تر به صورت چسبیده به ذرات است ولی در مناطق شهری فسفر بیش‌تر به صورت محلول خارج می‌شود. استفاده از شوینده‌ها و فاضلاب صنایع مختلف در محدوده شهری سبب افزایش این آلاینده‌ها گردیده است. هیچ ارتباط و هم بستگی بین کاربری اراضی جنگلی و مراتع با آلاینده‌های مورد بررسی به جز مواد جامد محلول دیده نشد. لذا لزوم حفاظت از مناطق جنگلی و مراتع به شدت احساس می‌شود. متأسفانه در سال‌های اخیر بسیاری از مراتع به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده‌اند که این مسأله، سبب افزایش بار آلودگی در منطقه شده است. با استفاده از مدل L-THIA پهنه‌بندی مناسبی از میزان آلاینده‌ها در حوضه آبخیز زاینده‌رود، نشان داده شد، لذا با بررسی دقیق‌تر این

- systems to provide the best management practices in the Gorganroud watershed. *Journal of Applied Ecology*, 3(2): 43-53. (In Persian)
- Por morad M, Ghaderi R (2014) Familiarity with a variety of pollutants in water resources and their effects. First Environment National Conference, Isfahan, Iran (In Persian)
- Rabalais NN, Turner RE, Scavia D (2002) Beyond science into policy: Gulf of Mexico hypoxia and the Mississippi River. *Bioscience Journal*, 52: 129-142
- Salman Mahini A, Hossein niya A, Ghasempouri SM, Tavasoli A, Rezaei M (2012) Long term hydrological impact assessment of land use changes on annual run off in watershed scale. *Journal of Geography and Development*, 10(26):125-134 (In Persian)
- Schoch AL, Schilling KE, Chan KS (2009) Time-series modeling of reservoir effects on river nitrate concentrations. *Advanced Water Resource Journal*, 32:1197-1205
- Tang Z, Engel BA, Pijanowski BC and Lim KJ (2005) Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale. *Journal of Environmental Management*, 76: 35-45
- Tang JL, McDonald S, Peng XH, Samadder SR, Murphy TM, Holden NM (2011) Modeling *Cryptosporidium* oocytes transport in small ungagged agricultural catchments. *Water Resource Journal*, 45:3665-3680
- Tong STY, Chen W (2002) Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Environmental Management*, 66: 377-393
- US Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Service (2007) National Soil Survey Handbook, Title 430-VI
- Woli KP, Nagumo T, Kuramochi K, Hatano R (2004) Evaluating river water quality through land use analysis and N budget approaches in livestock farming areas. *The Science of the Total Environment*, 329: 61-74
- Wu Y, Liu S (2012) Modeling of land use and reservoir effects on nonpoint source pollution in the Iowa River Basin. *Journal of Environment Monitoring*, 14: 2350-2361
- Zhang X, Liu X, Luo Y, Zhang M (2008) Evaluation of water quality in an agricultural watershed as affected by almond pest management practices. *Water Resource Journal*, 42:3685-3696
- Galdavi S, Salman Mahini A, Najafinejad A (2012) Application of long-term hydrologic impact assessment resulting land use changes on water resources. *Environment and Development Journal*, 3(6): 35-46
- Guo W, Fu Y, Ruan B, Ge H, Zhao N (2014) Agricultural non-point source pollution in the Yongding River Basin. *Ecological Indicators Journal*, 36: 254- 261
- Jabari A (2013). Role of land use in river water quality. *Journal of Geography and Planning*, 17(44): 73-93 (In Persian)
- Loague K, Corwin DL (2005) Point and nonpoint source pollution. *Encyclopedia of Hydrological Sciences*, 2:1427-1439
- Luo B, Li JB, Huang GH, Li HL (2006) A simulation-based interval two-stage stochastic model for agricultural nonpoint source pollution control through land retirement. *Science of the Total Environment Journal*, 361: 38-56
- Ma Y (2004) L-THIA: A useful hydrological impact assessment model. *Nature and Sciences Journal*, 2: 68-73
- Naghdi A, Alipour M (2012) Introduction of GIS application for modeling of non-point source pollution resulting agriculture. The second Confrence of Environmental Planning and Management, Tehran University, Iran
- Nasr A, Bruen M, Jordan P, Moles R, Kiely G, Byrne P (2007) A comparison of SWAT HSPF and SHETRAN/GOPC for modeling phosphorus export from three catchments in Ireland. *Water Resource Journal*, 41: 1065-1073
- Nikolaidis NP, Heng H, Semagin R, Clausen JC (1998) Non-Linear Response of a Mixed Land Use Watershed to Nitrogen Loading. Elsevier Science BV, Arona, Italy. pp. 251-265
- O'Geen AT, Budd R, Gan J, Maynard JJ, Parikh SJ, Dahlgren RA (2010) Mitigating nonpoint source pollution in agriculture with constructed and Restored Wetlands. *Advances in Agronomy Journal*, 10: 1-76
- Ongley ED, Zhang X, Yu T (2010) Current status of agricultural and rural non-point source pollution assessment in China. *Environment Pollution Journal*, 158: 1159-1168
- Pasandidehfar Z, Salman Mahini A, Mirkarimi SH, Akbari M, Gholamalifard M (2014) Non-point pollution modeling using geographic information