علـوم محـیـطی سال هفتم ، شماره دوم، زمستان ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.7, No.2 , Winter 2010
۲۱-٤۰

پهنه‌بندی پتانسیل آلوده‌کنندگی حوضه آبخیز سد کرج با تلفیق روشهای ارزیابی توان اکولوژیک، تحلیل پارامترهای کیفی آب و SWOT

الهام قاسمی زیارانی*، شهرزاد فریادی

گروه برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

چکیده

حوضه آبخیز سد کرج به عنوان مهم‌ترین منبع تامین‌کننده آب شرب شهر تهران و مناطق پیرامون آن در سال‌های اخیر با کاهش کیفیت آب مواجه بوده است. در این تحقیق از ارزیابی توان اکولوژیک با استفاده از تکنولوژی GIS برای تعیین تناسب بین کاربری‌های موجود، تجزیه و تحلیل میانگین ده‌ساله (۱۳۷۷-۱۳۸۶) پارامترهای آلودگی آب برای شناسایی وضعیت کیفیت آب رودخانه و تحلیل SWOT [1] برای تعیین تهدیدهای کیفیت آب حوضه و فرصت‌های بهبود آن استفاده شده است. نتایج این روش‌ها در فرایندی سلسله مراتبی برای پهنه‌بندی پتانسیل آلوده‌کنندگی حوضه آبخیز سد کرج تلفیق شده است. بر این اساس حوضه آبخیز سد کرج در قالب ۵ طبقه (پتانسیل آلوده‌کنندگی بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) پهنه‌بندی گردید. این پهنه‌بندی می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری برای کاهش پتانسیل آلودگی پهنه‌های حوضه را با توجه به محدودیتهای هزینه و زمان تسهیل کند.

کلید واژه‌ها: پهنه‌بندی، سد کرج، پتانسیل آلوده‌کنندگی، ارزیابی توان اکولوژیک، SWOT.

Zoning of Karaj Dam Watershed's Polluting Potentials using Integrated Means of Ecological Land Use Evaluation, Water Quality and SWOT Analysis

Elham Ghasemi Ziarani*, Shahrzad Faryadi

Department of Environment Planning, Faculty of Environment, Tehran University

Abstract

Karaj dam watershed which is the main source of drinking water for the city of Tehran and the surrounding area has been confronted with a reduction of water quality in the recent years. Ecological land use evaluation using GIS aimed to determining suitability of existent land uses, analysis of 10 years' (1998-2007) water pollutant averages for determining the river quality and SWOT analysis for recognizing weakness and threats of water quality and strengths and opportunities for its improvement have all been used in this research. The results of these 3 methods have been integrated into a hierarchical process for the zoning of Karaj dam watershed's polluting potentials. As a result five zones - very few, few, average, high and very high pollution potentials - have been identified. The decision making process for reducing the pollution potential of basin zones may be facilitated by taking into consideration the zoning and the time/budget constraints.

Keywords: Zoning, Karaj dam, Polluting potential, Ecological land use evaluation, SWOT.

* Corresponding author. *E-mail Address*: Ghasemi_elham@yahoo.com

مقدمه

حوضه آبخیز سد کرج یکی از مهم‌ترین منابع تامین‌کننده آب مورد نیاز کلان‌شهر تهران است که به علت ورود انواع آلودگی به آن نیاز به شناسایی منابع آلاینده و اقدام در جهت کاهش و رفع آلودگی آنها ضروری می‌باشد. ارزیابی، طبقه‌بندی و بررسی منابع آلاینده حوضه‌های آبخیز رودخانه‌ها و تعیین میزان پتانسیل آلوده‌کنندگی آنها به روش‌های مختلف و یا با تلفیقی از روش‌ها صورت می‌گیرد (shen *et al.*, 2008). در اغلب این روش‌ها همانند تحقیق حاضر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزار مهم طبقه‌بندی‌های مختلف به کار گرفته شده است. از انواع تحقیقاتی که به پهنه‌بندی آلودگی‌های آب پرداخته است پهنه‌بندی کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود است که با استفاده از تکنیک تحلیل طبقه‌بندی فازی، رودخانه زاینده‌رود به سه طبقه آلودگی (کیفیت بحرانی و غیرقابل‌قبول، متوسط و قابل‌قبول) پهنه‌بندی شده است (Abrishamchi *et al.*, 2001). در تحقیق دیگری کیفیت آب رودخانه آستارا از طریق اندازه‌گیری برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبی در هشت ایستگاه نمونه‌برداری و مقایسه آنها با شاخص کیفیت آب [۲] WQI در پنج طبقه، پهنه‌بندی شده است (Fataei, 2007). هم‌چنین پارامترهای هیدروشیمیایی آب رودخانه زهره در استان خوزستان در ۹ ایستگاه نمونه‌برداری با استفاده از همین شاخص در سه طبقه، پهنه‌بندی شده است (Karimian *et al.*, 2008). در مطالعات دیگری، پهنه‌بندی درجه خطرآفرینی منابع آلاینده رودخانه‌ها و مناطق ساحلی استان گیلان با ایجاد یک سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده (Mojallal, 2004) انجام شده است. در تحقیق مذکور ابتدا شاخص‌های معرف انواع منابع آلاینده تعیین شده، سپس با استفاده از روش فازی و نرم‌افزارهای GIS و MS Excel، منابع آلودگی از نظر خطرآفرینی زیست‌محیطی شناسایی و درجه‌بندی شده است. نهایتاً شدت نسبی بار حضور منابع آلاینده در مناطق مختلف استان و ریسک نسبی این مناطق در مقایسه با یکدیگر مشخص شده است. بررسی این‌گونه مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های تلفیقی و تکمیلی در تحقیق حاضر که علاوه بر بررسی کیفیت آب رودخانه از طریق مقایسه با استانداردها، به بررسی مجموعه عوامل آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای، هم‌چنین ارزیابی توان اکولوژیک پرداخته است تصویر کامل‌تری را در مورد آلودگی حوضه بدست می‌دهد. در ادامه پهنه‌بندی حوضه آبخیز برای تعیین میزان پتانسیل آلوده‌کنندگی هر یک از پهنه‌ها در آلودگی رودخانه استفاده شده است.

در پروژه ملی کاربرد GIS برای مدیریت آلاینده‌ها در استرالیا تحت عنوان "Oil Spill Response Atlas (OSRA)" نیز انواع روش‌ها برای ایجاد یک اطلس ترکیبی و یکسان برای کنترل نشت نفتی در استرالیا به کار گرفته شده است. در این پروژه نقشه‌ها، نمودارها، تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات دیجیتالی نقطه‌ای، خطی و پلی‌گونی، بانک داده‌ها و اطلاعات توصیفی با استفاده از GISبرای مدیریت اطلاعات در حجم زیاد سازماندهی شده است. دسترسی سریع و راحت به این اطلاعات، ارزیابی حوادث و مسائل در حال تغییر را برای تیم های پاکسازی و برنامه‌ریزی، سازمان‌های حیات وحش و محیط‌زیست و سایر سازمان‌های ذیربط، امکان‌پذیر کرده است (Gilbert,1999). در پروژه دیگری نیز برای ارزیابی منابع آلودگی غیرمتمرکز در حوضه آبریز ایالت ویرجینیا (در ایالات متحده) از تکنولوژی GIS، سیستم مدیریت بانک داده و مدل‌های کامپیوتری استفاده شده است (Hession *et al.*, 2000). در این تحقیق اطلاعات پوشش زمین، خاک و توپوگرافی به عنوان پارامترهای ورودی

برای مدل تشخیص بار رسوب و مواد مغذی در ۴۹۳ واحد هیدرولوژیک استفاده شده است. نتایج خروجی مدل شامل حجم رواناب، بار رسوب و فسفر و نیتروژن موجود در رسوبات برای طبقه‌بندی واحدهای هیدرولوژیک از نظر منابع آلاینده غیرنقطه‌ای به کار رفته است. دو تحقیق اخیر اهمیت کاربرد GIS در زمینه آلودگی آب را نشان می‌دهد. ارتباط کاربری ارضی با آلودگی آبها ویژگی دیگر مورد تأکید تحقیق حاضر است که در این مورد مطالعه حوضه آبخیز Cow Bay در شهرستان هالیفاکس واقع در کشور کانادا که توسط دانشگاه Nova Scotia انجام گرفته است قابل ذکر می‌باشد (Nova Scotia College of Art and Design,2003). در این مطالعه برای ارزیابی و بهبود کیفیت آب حوضه آبخیز، به تحلیل تاثیر کاربری اراضی در مقیاس کلان در افزایش آلودگی آب و کاهش کیفیت آبخیز پرداخته شده است. در همین زمینه رابطه بین مدیریت اراضی و کیفیت آب در بخش جنوبی نیوزلند مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق ارتباط بین بار مواد مغذی خارج‌شده از حوضه آبخیز و شیوه‌های کشاورزی با اندازه‌گیری پارامترهای فسفر، نیتروژن و باکتری‌های فیکال بصورت ماهانه مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعه نشان می‌دهد که برخی از فعالیت‌های مدیریت اراضی در ایجاد بعضی از آلاینده‌ها موثر است (Monaghan *et al.*, 2007). نمونه‌های تحقیقات مشابه بار دیگر نشان می‌دهد که استفاده از انواع روش‌های ارزیابی و پهنه‌بندی آلودگی آب‌ها و تلفیق و تکمیل انواع روش‌ها به صورتی که در تحقیق حاضر نیز به کار رفته است می‌تواند چنین تحقیقاتی را به نتایج دقیق‌تری رهنمون سازد. در مورد حوضه آبخیز سد کرج نیز مطالعات متعددی صورت گرفته است.

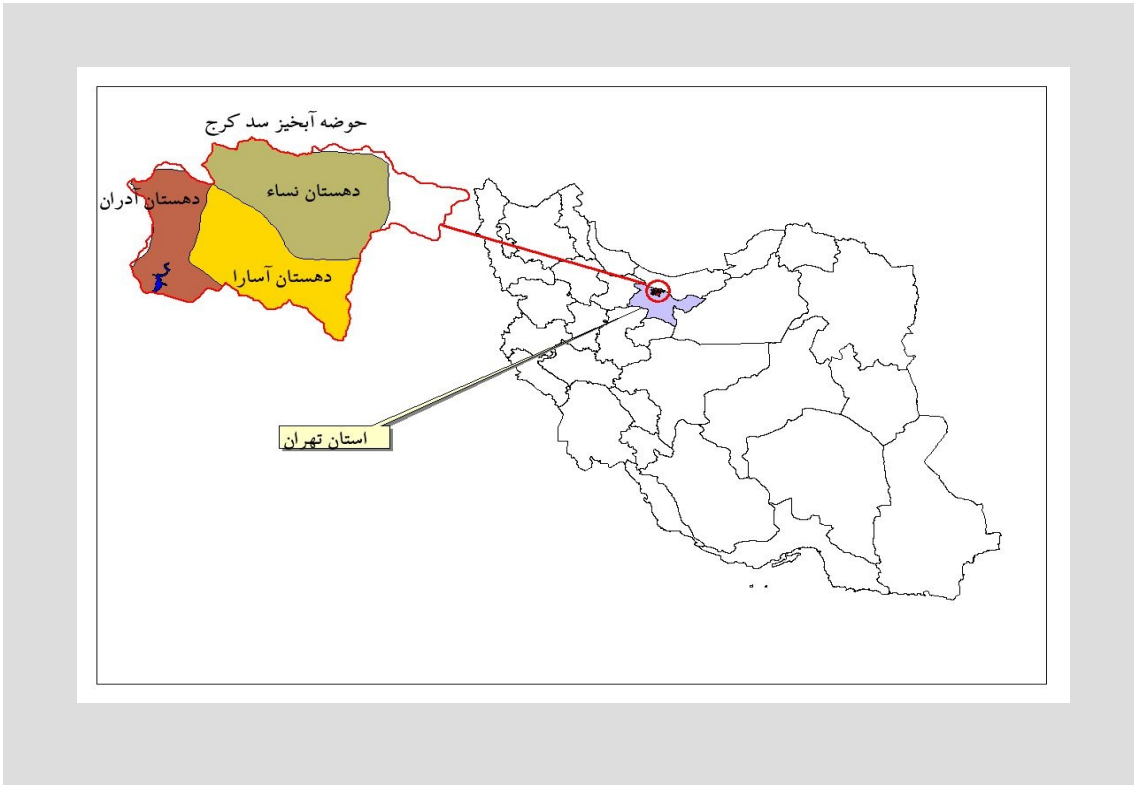
از جمله می توان از، شناخت هیدرولوژیک حوضه آبخیز سد کرج (Soltanmohamadi,1997)، اندازه‌گیری و بررسی پارامترهای نیتریت، نیترات و آمونیاک در آب پشت دریاچه سد کرج (Sabetraftar, 2000)، ارائه یک برنامه مناسب برای پایش کیفی آب‌های سطحی حوضه آبخیز رودخانه کرج (Jafari, 2002)، نحوه دفع بهداشتی فاضلاب روستاهای حوضه آبخیز سد کرج (Pars Payab Consulting Engineers, 2002) و غیره که اغلب به مسائل مستقل و موردی پرداخته‌اند، نام برد. در این تحقیق ضمن توجه به مطالعات مرتبط سعی شده است با تحلیل جامعی از عوامل آلاینده حوضه آبخیز سد کرج، راهبردهای کاهش آلودگی حوضه بدست آید. برای این منظور حوضه آبخیز سد کرج با توجه به مکان و گستره کاربری‌های موثر در ایجاد آلودگی و با استفاده از نتایج نمونه‌برداری آب در ۱۲ ایستگاه شرکت آب و فاضلاب تهران از نظر میزان آلودگی و سایر روش‌های ذکرشده، در ۱۴ پهنه هیدرولوژیک مورد بررسی قرار گرفته است. هم‌چنین پتانسیل آلوده‌کنندگی هر پهنه در آلودگی آب‌های حوضه تعیین شده است. این پهنه‌بندی امکان برنامه‌ریزی و اولویت بندی اقدامات لازم برای کنترل و کاهش منابع آلاینده حوضه را فراهم می‌کند.

محدوده مطالعاتی

برای انجام مراحل مختلف این مطالعه دو محدوده مطالعاتی یعنی محدوده مطالعات بیوفیزیک و محدوده مطالعات اجتماعی و اقتصادی در نظر گرفته شده است. در محدوده مطالعات بیوفیزیک، حوضه آبخیز سد کرج با وسعت ۸۴۴/۹۸ کیلومتر مربع به منظور انجام مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک، بررسی میزان تخریب و انواع آلودگی‌ها انتخاب شده است. این محدوده در شمال شرقی شهر کرج واقع شده است. بر اساس تقسیمات طرح جامع آب کشور در حوضه آبریز مرکزی، زیرحوضه

کرج ـ جاجرود و در واحد هیدرولوژیک تهران ـ کرج واقع شده است. هم‌چنین در حدود ۵۴۰۰۰ هکتار از منطقه حفاظت شده البرز مرکزی در این حوضه آبخیز کوهستانی قرار دارد. ارتفاعات حوضه آبخیز سد کرج، به عنوان بستر تولید آب دشت تهران - کرج محسوب می‌شود. با توجه به اینکه این دشت از سمت جنوب با شرایط بیابانی مواجه است، بنابراین این حوضه از اهمیت حیاتی برخوردار است. حوضه آبخیز سد کرج بر اساس شرایط فیزیوگرافیک و با توجه به جریان آب‌های سطحی به ۱۴ زیر حوضه یا پهنه هیدرولوژیک تقسیم شده است (شکل ۶) که به ترتیب مساحت (ازکوچک به بزرگ) برحسب کیلومترمربع عبارتند از:

۱- کندوان ۲- نشترود ۳- سیراچال ۴- پیرامون سد ـ غربی ۵- مورود ۶- ملک فالیز ۷- پیرامون سد ـ شرقی ۸- گسیل و نساء ۹- تکیه سپهسالار ۱۰- سیرا ۱۱- آزادبر ۱۲- ولایت رود ۱۳- وارنگه رود ۱۴- شهرستانک (Ghasemi Ziarani, 2005). زیرحوضه‌ها به عنوان ساختار پهنه‌بندی پتانسیل آلودگی حوضه آبخیز، به منظور برنامه‌ریزی برای کاهش آلودگی حوضه مورد استفاده قرار گرفته است. در مطالعات اجتماعی ـ اقتصادی محدوده سه دهستان (نساء، آسارا و قسمت‌های شمالی آدران) که تقریبا با محدوده حوضه آبخیز سد کرج سازگاری دارد برای انجام مطالعات اقتصادی ـ اجتماعی انتخاب شده است (شکل ۱). محدوده مطالعاتی بر اساس تقسیمات سیاسی ـ اداری سال ۱۳۸۵ ، در استان تهران _شهرستان کرج _ بخش مرکزی واقع شده است (Iran Statistics Center, 2006).



شکل ۱- نمایش موقعیت محدوده مطالعاتی در استان تهران

مواد و روش

پهنه‌بندی پتانسیل آلودگی حوضه آبخیز سد کرج و برنامه‌ریزی برای کاهش آلودگی آن به طورکلی در قالب سه مرحله اصلی فرآیند برنامه‌ریزی شامل شناخت، تجزیه ـ تحلیل و ترکیب انجام شده است. در مرحله شناخت، با توجه به اینکه رواناب‌هایی که به هر حوضه یا زیرحوضه آبخیز می‌ریزد توسط عوامل و مراکز آلاینده همان زیرحوضه (پهنه) آلوده و در نهایت وارد رودخانه اصلی کرج می‌شوند، منطقه مطالعاتی بر اساس تفکیک‌های طبیعی حاصل از خط‌القعر(رودخانه) و خط‌الراس (ارتفاعات) به ۱۴پهنه هیدرولوژیک تقسیم گردید. سپس هر پهنه در قالب مطالعه منابع بیوفیزیک (شامل مطالعات منابع فیزیکی و زیستی)، محیط انسان‌ساخت و آلودگی‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. هم‌چنین مطالعات جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی با هدف تعیین نقش "جمعیت" ساکن و شاغل در منطقه و توریسم در تولید انواع آلاینده‌های رودخانه انجام شده است. در مرحله تجزیه و تحلیل با استفاده از روش‌های مختلف و در گام‌هایی به شرح زیر برای تعیین نقش و میزان تاثیر توزیع کاربری‌ها و سایر عوامل محیط‌زیست در آلودگی حوضه آبخیز انجام شده است.

ارزیابی توان اکولوژیک

ابتدا با استفاده از روش ارزیابی توان اکولوژیک (Makhdoom *et al.*, 2001)، توان بالقوه حوضه آبخیز برای ۵ کاربری جنگلداری، کشاورزی و مرتعداری، حفاظت، توریسم (تفرج متمرکز و گسترده) و توسعه شهری، روستایی و صنعتی بدست آمده است. سپس با استفاده از فرایند تعیین اولویت بین کاربری‌ها از روش کیفی - قیاسی، ناسازگاری‌های بین کاربری‌های موجود و بالقوه برای هر پهنه هیدرولوژیک تعیین شده و تناسب کاربری‌ها بدست آمده است. هم‌چنین مکان و عملکرد کاربری‌های مولد آلودگی‌های مختلف از جمله آزادراه تهران _ شمال، کاربری‌های تجاری حاشیه رودخانه کرج، صنایع آلاینده و ... تعیین شده است.

تجزیه و تحلیل میانگین پارامترهای آلودگی آب

روش دیگر مورد استفاده در روند پهنه‌بندی پتانسیل‌های آلودگی حوضه آبخیز سد کرج، تجزیه و تحلیل میزان آلاینده‌های موجود در رودخانه بوده است. برای این منظور میانگین آماری اندازه پارامترهای کیفی آلودگی آب از جمله پارامترهای شیمیایی- فیزیکی (PH، کدورت، آمونیاک، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، نیتریت و نیترات)، بیولوژیکی(نماتدها)، باکتریولوژیک (کلیفرم گرماپای، کل کلیفرم‌ها) و گازها (DO،COD،BOD5) که در سال‌های آماری ۱۳۷۷ الی ۱۳۸۶ در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری شرکت آب و فاضلاب به طور ماهانه در هر سال اندازه‌گیری شده‌اند، محاسبه گردید. سپس میانگین‌های مذکور با استانداردهای موجود در ایران (Department of Environment of Iran, 2006)، انجمن کارهای آبی آمریکا یا AWWA(Smethurst,1988)، استاندارد IRSA-CNR کشور ایتالیا (Italian water laws on water Quality,1999) مقایسه و تجزیه و تحلیل شدند. به این ترتیب با شناسایی پارامترهای آلوده‌کننده، شناخت دقیق‌تری از منشاء آلودگی و منابع آلاینده بدست آمد.

تحلیل SWOT

در این مرحله نتایج تجزیه و تحلیل‌های قبلی با استفاده از جداول SWOT به شکل نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها برای هر ۱۴پهنه هیدرولوژیک طبقه‌بندی شد. از میان نقاط ضعف شناسایی‌شده، ۱۶مسئله یا عامل مهم آلوده‌کننده رودخانه، در ارتباط با هدف تحقیق به همراه

علت آنها از جداول استخراج گردید.

پهنه‌بندی پتانسیل آلوده‌کنندگی حوضه آبریز سد کرج

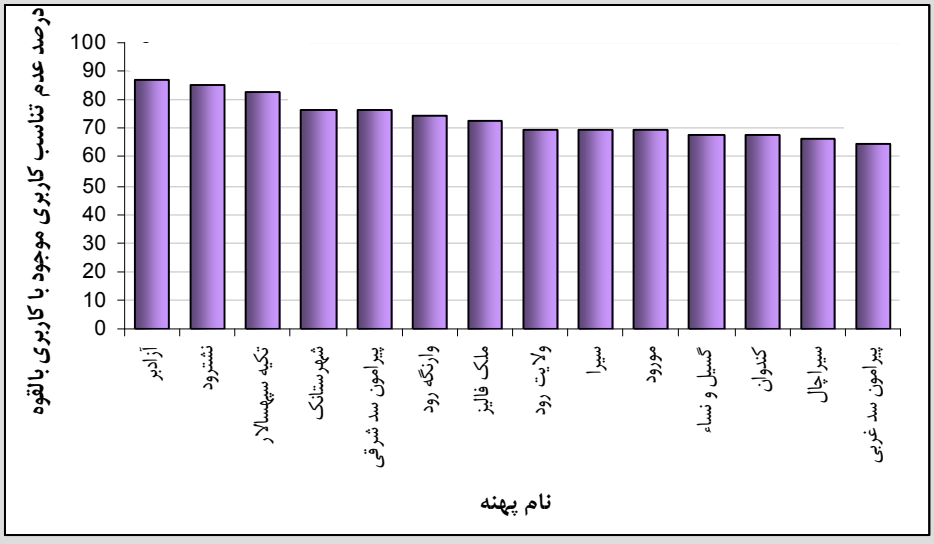
در این مرحله مهم‌ترین مسائل آلوده‌ساز و پتانسیل آلوده‌کنندگی نسبی هر پهنه در آلودگی آب‌های حوضه با استفاده از جدولی که به همین منظور طراحی شده بود اولویت بندی شد. همچنین با استفاده از روش طبقه‌بندی آماری، نمرات تعلق گرفته به پهنه‌ها در ۵ طبقه آلوده‌کنندگی با پتانسیل بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد برای نشان دادن تصویر واضح‌تری از پهنه‌های آلوده‌ساز، طبقه‌بندی شد.

با تشخیص انواع آلودگی‌های حوضه و علل و ریشه‌های آنها به تفکیک پهنه‌ها، در آخرین مرحله از فرایند برنامه‌ریزی یعنی ترکیب، برنامه‌ریزی برای کاهش روند آلودگی و بهبود کیفیت آب حوضه انجام شده است. این برنامه‌ریزی سه بخش تعیین اهداف کلی، راهبردهای اساسی و اهداف عملیاتی را در بر دارد که به گزیده‌ای از آنها اشاره خواهد شد. هم‌چنین در مراحل مختلف تحقیق بر حسب نیاز از نرم افزارهای Arc GIS 9.2، Idrisi 1.5، Arc info 9.2، R2V 1.5، Photoshop و Excel استفاده شده است.

نتایج

ارزیابی توان اکولوژیک

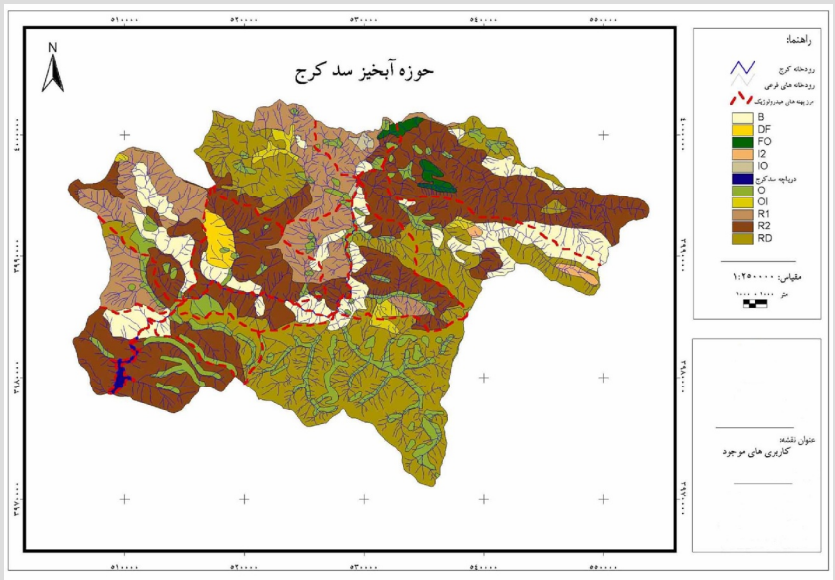
تدقیق مسائل عمومی ذکر شده توسط ارزیابی توان اکولوژیکی نشان داد که عمده‌ترین توان بالقوه محدوده مطالعاتی در اغلب پهنه‌ها به ترتیب اولویت شامل حفاظت طبقه ۲، توریسم گسترده طبقه ۲، جنگلداری



شکل ۲- درصد عدم تناسب کاربری‌ها به تفکیک پهنه‌ها

حمایتی طبقه ۶، کشاورزی طبقه ۷ و مرتعداری طبقه ۴ می‌باشد و فاقد توان‌های توریسم متمرکز و توسعه است. این در حالی است که در حال حاضر عمده‌ترین کاربری‌ها به ترتیب وسعت شامل اراضی مرتعی،کشاورزی، اراضی جنگلی و بیشه‌زار و توریسم متمرکز می‌باشد. بنابراین کاربری‌های فعلی موجود با توان محدوده مطالعاتی تناسب نداشته و تنها از ۲۴/۵ درصد توان منطقه استفاده مطلوب می‌شود که این منجر به تخریب و آلودگی بیشتر منطقه مطالعاتی خواهد شد. درصد عدم تناسب کاربری‌ها به تفکیک پهنه‌ها در شکل۲، نمایش داده شده است.

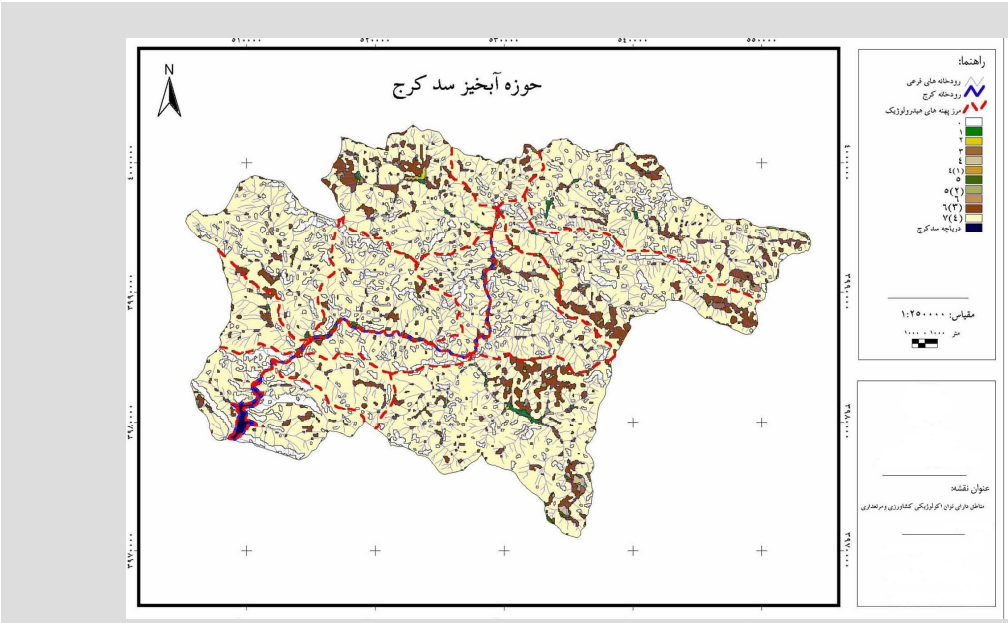
با مقایسه کیفی توان‌های اکولوژیک منطقه و کاربری‌های فعلی، عمده‌ترین کاربری‌های متناسب با توان محدوده مطالعاتی به تفکیک پهنه‌ها به دست آمد که شامل حفاظت + تفرج گسترده و حفاظت+ جنگلداری حمایتی می‌شود. به عنوان نمونه در شکل‌های ۶و۵,۴,۳ به ترتیب کاربری فعلی، مناطق دارای توان اکولوژیک کشاورزی و مرتعداری، مناطق دارای توان اکولوژیک توریسم گسترده و کاربری‌های متناسب با توان منطقه نشان داده شده است. هم‌چنین در جداول ۱ و ۲ به ترتیب کم و کیف تیپ‌ها و انواع کاربری‌های فعلی حوضه آبخیز سد کرج و علائم اختصاری نقشه تناسب کاربری به همراه مساحت آنها ارائه شده است.



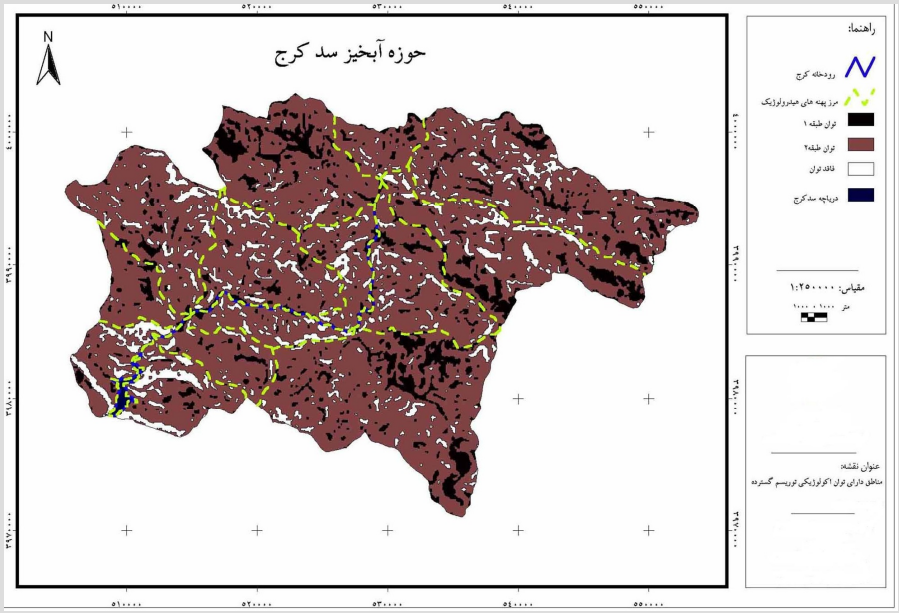
شکل ۳- کاربری فعلی حوضه آبخیز سد کرج

جدول ۱- کم و کیف تیپ‌ها و انواع کاربری اراضی حوضه آبخیز سد کرج

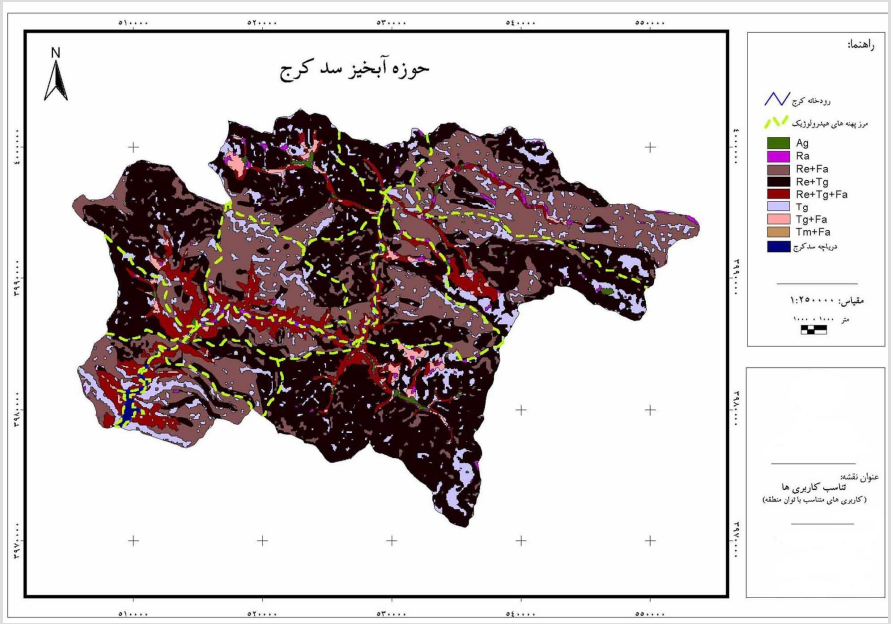
تیپ کاربری	نوع کاربری	علائم نقشه‌ای	وسعت و نسبت نوع		وسعت و نسبت تیپ	
			وسعت (هکتار)	نسبت (٪)	وسعت (هکتار)	نسبت (٪)
اراضی کشاورزی	زراعت آبی بامحدودیت	I_2	۳۴۱	۳/۱۲	۱۰۹۱۹	۱۲/۹۲
	مخلوط زراعت و باغ	IO	۲۲۳	۲/۰۴		
	مخلوط باغ و زراعت	OI	۱۰۹۴	۱۰/۰۱		
	مجتمع‌های درختی و باغات	O	۸۳۵۴	۷۶/۵۰		
	زراعت دیم	DF	۹۰۷	۸/۳۰		
اراضی مرتعی	مراتع بالنسبه متراکم	R_1	۱۱۸۱۲	۱۸/۸۴	۶۲۶۶۵	۷۴/۱۶
	مراتع نیمه متراکم	R_2	۲۷۹۰۵	۴۴/۵۳		
	مخلوط مرتع و دیم(شخم	RD	۲۲۹۴۸	۳۶/۶۲		
اراضی جنگلی و بیشه‌زار	مخلوط جنگل و باغ	FO	۶۹۵	۱۰۰	۶۹۵	۰/۸۲
اراضی بایر	اراضی فاقد پوشش گیاهی یا	B	۹۳۵۵	۱۰۰	۹۳۵۵	۱۱/۰۷
گستره‌های آبی	دریاچه سد	Lake	۲۹۹	۵۸/۱۷	۵۱۴	۰/۶۰
	بستر رودخانه‌های دائمی	–	۱۶۰	۳۱/۱۲		
	بستر رودخانه‌های فصلی	–	۵۵	۱۰/۷۰		
اراضی ساخته شده	محدوده سکونتگاههای روس	–	۲۰۰	۵۷/۱۴	۳۵۰	۰/۴۱
	تأسیسات (گردشگری و...)	–	۵۰	۱۴/۲۸		
	بستر و حریم شبکه‌های	–	۱۰۰	۲۸/۵۷		
جمع	۸٤٤۹۸					۱۰۰



شکل ٤- مناطق دارای توان اکولوژیک کشاورزی و مرتعداری



شکل ۵- مناطق دارای توان اکولوژیک توریسم گسترده



شکل ٦-کاربری‌های متناسب با توان منطقه

جدول ۲- علائم اختصاری نقشه تناسب کاربری به همراه مساحت آنها در حوضه آبخیز سد کرج

ردیف	تناسب کاربری	علامت اختصاری	مساحت (کیلومتر)
۱	حفاظت + تفرج گسترده	Re+Tg	۳۸۵/۰۳
۲	حفاظت + جنگلداری حمایتی	Re+ Fa	۲۵۱/۷۸
۳	تفرج گسترده	Tg	۹۸/۲۹
۴	حفاظت+ تفرج گسترده + جنگلداری حمایتی	Re+ Tg+Fa	۷۵/۱۶
۵	تفرج گسترده+ جنگلداری حمایتی	Tg+Fa	۱۶/۱۰
۶	مرتعداری	Ra	۹/۰۹
۷	کشاورزی	Ag	۵/۷
۸	تفرج متمرکز+ جنگلداری حمایتی	Tm+ Fa	۰/۷

ارزیابی پارامترهای آلودگی

نتایج حاصل از ارزیابی پارامترهای آلودگی در سال‌های آماری ۱۳۷۷ الی ۱۳۸۶ (Tehran Water and Wastewater Co, 1998-2007) در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری نشان داد که پارامترهای میکروبیولوژیک بخصوص کلیفرم گرماپای با ۱۹۷۶ MPN/100ml و کل کلیفرم‌ها با ۶۳۷۱ MPN/100ml چندین برابر میزان استاندارد بوده (جدول ۳) و از دلایل اساسی آلودگی رودخانه کرج می‌باشند. لازم به ذکر است که این پارامترها نشان‌دهنده ورود فاضلاب‌های تصفیه‌شده و نشده و منابع آلاینده غیرنقطه ای می‌باشند.

جداول SWOT

در ادامه به منظور جمع‌بندی نتایج و در نهایت ارزیابی دقیق پهنه‌ها از نظر پتانسیل آلوده‌کنندگی هر یک در آلودگی آب‌های حوضه، جداول SWOT تهیه شد. در این جداول نقاط ضعف همان مسائل هستند که منجر به ایجاد تهدیدها می‌شوند (با توجه به هدف مقاله که بر شناسایی پهنه‌های آلاینده تاکید دارد، در اینجا صرفا مسائل یا تهدید ها معرفی می‌شوند). به این ترتیب مسائل آلودگی حوضه به تفکیک ۱۴ پهنه هیدرولوژیک، استخراج شده است. به عنوان مثال دفع فاضلاب سیاه سکونتگاه‌های روستایی که در کلیه پهنه‌ها از طریق چاه جاذب صورت می‌گیرد، یک مسئله آلودگی است و به عنوان یکی از نقاط ضعف محسوب می‌شود زیرا منجر به (تهدید) آلوده شدن آب‌های زیرزمینی به ویژه در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالا است و هم‌چنین استشمام بوی بد در این مناطق می‌گردد. به این ترتیب، ۱۶ مسئله اصلی در مورد آلودگی حوضه آبخیز کرج (از **A** تا **P**) به شرح زیر استخراج گردید که مهم‌ترین آنها در شکل ۷، مکان‌دار و نمایش داده شده است.

A ـ تغییرکاربری اراضی (a1: تبدیل اراضی مرتعی به زمینهای زراعی با کشت دیم کم بازده ، a2: احداث آزاد راه تهران شمال)

B ـ ورود فاضلاب کانون‌های جمعیتی پیرامون سد (مراکز نظامی وتفریحی) به سد کرج

C ـ ورود فاضلاب سیاه سکونتگاه‌های روستایی به چاه‌های جاذب و ورود فاضلاب خاکستری آن‌ها به آب رودخانه

D ـ آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی (d1: استفاده نامناسب از نهاده‌های کشاورزی بخصوص سم وکود)، (d2: نامناسب بودن شیوه آبیاری درزمین‌های زراعی)

جدول ۳- میانگین پارامترهای نشان‌دهنده کیفیت آب از سال ۱۳۷۷ الی ۱۳۸۶ در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری

پارامتر	علامت اختصاری	مقدار[۴]	استاندارد		واحد
–	PH	۸/۲۱	۶/۵-۹[۱]		–
کدورت	NTU	۲۹/۶۳۵	۵۰[۲]		NTU
آمونیاک	NH3	۰/۱۷	۱/۵[۱]		mg/l
هدایت الکتریکی	EC	۳۷۸	۲۳۰۰[۲]		umhos/cm
کل جامدات محلول	TDS	۲۳۷/۲۹	۷۵۰[۱]		mg/l
نیترات	NO3	۲/۸۴	۴۵[۱]		mg/l
نیتریت	NO2	۰/۰۲۸	۰/۰۵[۲]		mg/l
نماتد	----	۱۹	نماتد بالاتر از ۲۰ عدد در لیتر تصفیه آب را با مشکل مواجه می سازد.		Total per 1000 ml
کلیفرم گرماپای	FC	۱۹۷۶	۴۰۰[۱]		MPN/100mI
کل کلیفرم‌ها	TC	۶۳۷۱	۵۰-۱۰۰ (عالی)	(AWWA[۵])	MPN/100mI
			۱۰۰-۵۰۰۰(خوب)		
			۵۰۰۰-۲۰۰۰۰ (بد)		
			۲۰۰۰۰<(غیر قابل مصرف)		
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	BOD5	۱/۵۲	۵[۱]		mg/l
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	COD	۲/۴۵	۱۰[۳]		mg/l
اکسیژن محلول	DO	۸/۰۴	۵[۱]		mg/l

(۱): معیارهای عمومی کیفیت آب ایران (Department of Environment of Iran, 2006)

(۲): استانداردهای شیمیایی کیفیت آب ایران (Department of Environment of Iran, 2006)

(۳): با فرض دو برابر بودن مقدار COD نسبت به BOD و هم‌چنین استاندارد (IRSA-CNR) رده خوب کشور ایتالیا

(۴): شرکت آب و فاضلاب تهران،۱۳۷۷-۱۳۸۶.

(۵): انجمن کارهای آبی آمریکا (AWWA[۳])

E ـ جمع‌آوری غیربهداشتی زباله

F ـ ورود فاضلاب گرمابه‌های فعال به رودخانه

G ـ واقع شدن برخی از مراکز جمعیتی و مراکز فعالیت در حریم رودخانه

H ـ وجود برخی ساخت وسازها در منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی (برخلاف تعاریف وضوابط مناطق حفاظت شده)

I ـ وجود فعالیت‌های خدماتی آلوده‌کننده (کارگاه‌های

کوچک) در مسیر رودخانه کرج

J ـ کشتارهای غیرمجاز در مسیر رودخانه کرج

K ـ آلودگی ناشی از فعالیت‌های دامداری

L ـ وجود مراکز پذیرایی فاقد تصفیه فاضلاب

M ـ تخریب ناشی از فعالیت معادن

N ـ زباله‌های باقیمانده از گردشگران در مراکز توریستی

O ـ عدم تناسب کاربری موجود با کاربری بالقوه زمین

P ـ بالا بودن میزان فرسایش (آبراهه‌ها، باغ ومزرعه، جاده و مراتع)

در مرحله بعد شدت نسبی هر مسئله (A تا P) در محدوده نمرات صفر تا چهارده، به شیوه توضیح داده شده در جدول ۴، ارزش‌گذاری شده است که از نتایج این ارزش‌گذاری در جدول ۵، به منظور اولویت‌بندی پهنه‌ها و مسائل استفاده شده است.

پهنه‌بندی پتانسیل آلوده‌کنندگی حوضه آبخیز سد کرج

در این مرحله برای اینکه مشخص شود مهم‌ترین مسائل آلودگی در حوضه آبخیز سد کرج کدام است و کدام پهنه‌ها پتانسیل آلوده‌کنندگی بیشتری درآلودگی آب‌های حوضه دارند، اولویت بندی مسائل و پهنه‌ها در قالب جدول ۵، انجام شده است که در ارزشگذاری مسائل در پهنه‌ها از شیوه توضیح داده شده در جدول ۴، استفاده شده است.

در این جدول که ستون‌های آن را مسائل و سطرهای آن را پهنه‌های هیدرولوژیک منطقه مطالعاتی تشکیل می‌دهد، کلیه پهنه‌ها از نظر تمام مسائل بدست آمده مورد بررسی و ارزش‌گذاری نسبی قرار گرفته است (بجز مسئله D که به دلیل در دسترس نبودن آمار مربوط به میزان مصرف سم وکود در مزارع و باغات و نداشتن معیاری برای سنجش شیوه آبیاری از ارائه آن در جدول صرف نظر شده است). لازم به ذکر است با توجه اینکه برای هر مسئله در تمام پهنه‌ها از نمره‌گذاری با یک شیوه استفاده شده است؛ لذا نمرات در سطرها و ستون‌ها به طور جداگانه، قابلیت جمع با یکدیگر را دارند و نسبی هستند.

بنابراین جدول هم به اولویت بندی مسائل و هم به اولویت‌بندی پهنه‌ها می‌پردازد. به طوری که در جمع ستون‌ها، هر مسئله‌ای که بالاترین نمره به آن تعلق گرفته

جدول ٤- شیوه ارزشگذاری نسبی شدت هر مسئله

مسئله	شیوه ارزش‌گذاری
a1	هر چه اراضی تبدیلی بیشتر بوده نمره بالاتری به آن تعلق گرفته است.
a2	هر چه مسیر آزاد راه درآن پهنه بیشتر بوده نمره بالاتری به آن پهنه تعلق گرفته است.
H,G,F,E,B	تنها وجود مسئله باعث دادن نمره (۱) در پهنه‌ها شده است و در صورت نبود مسئله نیز نمره صفر به پهنه تعلق گرفته است.
C	هر چه فاضلاب تولیدی در پهنه بیشتر بوده نمره بالاتری به پهنه تعلق گرفته است.
I،J،K،L،M	هر چه تعداد مراکز آلوده‌کننده در آن مسئله بیشتر بوده نمره بالاتری برای آن مسئله در پهنه در نظر گرفته شده است.
N	تراکم مراکز توریستی بر حسب شدت بین (۱) تا (۳) درنظرگرفته شده است.
O	عدم تناسب کاربری بین ۶۰ تا ۷۰ ٪ (نمره۱)، بین ۷۰ تا ۸۰ ٪ (نمره ۲)، از ۸۰٪ به بالا (نمره ۳)
P	رسوب بین ۴۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ تن (نمره۱) و بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۶۰۰۰ تن (نمره۲)

جدول ۵- ارزش‌گذاری مسائل و پهنه‌ها به منظور اولویت بندی آن‌ها

مسائل / نام پهنه	A		B	C	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	جمع سطرها	اولویت‌بندی پهنه‌ها
	a1	a2																
کندوان (۱)	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۵	۱۲
نشترود (۲)	۲	۰	۰	۴	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۳	۱	۱۳	۹
سیراچال(۳)	۴	۰	۰	۶	۰	۰	۱	۰	۰	۲	۰	۳	۰	۲	۱	۱	۲۰	۷
سد ـ غربی (۴)	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۲	۰	۲	۱	۱	۱۰	۱۰
مورود(۵)	۵	۰	۰	۳	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱۳	۹
ملک فالیز(۶)	۰	۰	۰	۱۱	۰	۱	۱	۰	۲	۰	۰	۲	۱	۱	۲	۱	۲۲	۶
سد ـ شرقی (۷)	۰	۰	۰	۲	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۲	۱	۹	۱۱
گسیل ونساء (۸)	۷	۴	۰	۹	۱	۱	۱	۰	۴	۰	۰	۴	۳	۲	۱	۲	۳۹	۱
تکیه سپهسالار(۹)	۱	۰	۰	۱۲	۱	۱	۱	۰	۳	۱	۰	۵	۰	۲	۳	۲	۳۲	۳
سیرا (۱۰)	۳	۰	۰	۱۳	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۱	۲	۳۴	۲
آزادبر(۱۱)	۹	۰	۰	۱۰	۱	۱	۱	۰	۳	۰	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳۹	۱
ولایت رود (۱۲)	۸	۱	۰	۷	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۳	۳	۱	۲	۲۸	۵
وارنگه رود (۱۳)	۶	۰	۰	۵	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۱۸	۸
شهرستانک (۱۴)	۱۰	۳	۰	۸	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۲	۲	۲	۳۱	۴
جمع ستون‌ها	۵۵	۱۰	۱	۹۱	۱۰	۱۰	۶	۱	۱۵	۴	۶	۲۳	۱۱	۲۵	۲۴	۲۱		
اولویت‌بندی مسائل	۲	۹	۱۲	۱	۹	۹	۱۰	۱۲	۷	۱۱	۱۰	۵	۸	۳	۴	۶		

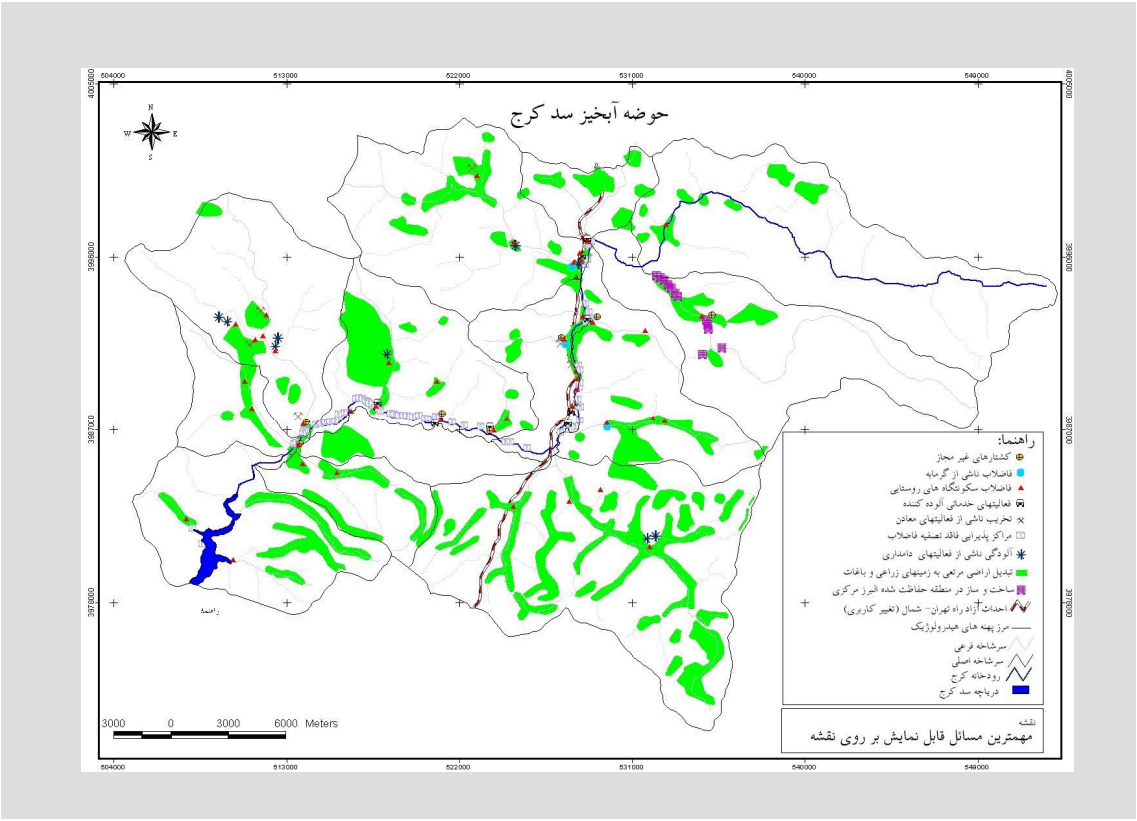
مهم‌ترین مسئله در ایجاد آلودگی آب‌های حوضه محسوب می‌شود. به همین ترتیب بالاترین نمره بعدی در اولویت دوم قرار می‌گیرد. هم‌چنین جمع سطرها میزان پتانسیل آلوده‌کنندگی پهنه‌ها را درآلودگی آب‌های حوضه نشان می‌دهد. به طوری‌که بالاترین نمرات، به پهنه‌های با پتانسیل آلوده‌کنندگی بیشتر در ایجاد آلودگی آب‌های حوضه تعلق گرفته است.

در اینجا برای نشان دادن تصویر واضح‌تری از پهنه‌های آلوده‌ساز، با کمک نمرات تعلق گرفته به هر پهنه و استفاده از روش طبقه‌بندی آماری (Merebith,1967) که به شرح زیر آمده است، پهنه‌ها در ۵ طبقه آلوده‌کنندگی با پتانسیل بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد طبقه‌بندی شدند(جدول ۶) .

(R= دامنه تغییرات Max= بیشترین ارزش Min= کمترین ارزش) : ۱) R=Max-Min=39-5=34

(k= تعداد طبقه n=تعداد داده (تعداد مسئله)) : ۲) K=3.3log n+1= 3.3log16+1=5

(L= طول طبقه) : ۳) K*L>=R (L=R/K=34/5=6.8~7)



شکل ۷- نمایش مکانی مهم‌ترین مسائل ایجاد آلودگی در حوضه آبخیز سد کرج

جدول ٦- طبقه‌بندی پهنه‌ها

طبقه‌بندی ارزشگذاری پهنه‌ها	پتانسیل آلوده‌کنندگی	پهنه متعلق به هر طبقه
۱۲- ۵	بسیار کم	کندوان، سد- شرقی، سد- غربی
۱۹- ۱۲	کم	نشترود، مورود، وارنگه رود
۲۶- ۱۹	متوسط	سیراچال، ملک فالیز
۳۳-۱۲	زیاد	ولایت رود، شهرستانک، تکیه
۴۰- ۳۳	بسیار زیاد	سیرا، گسیل و نساء، آزادبر

به این ترتیب پهنه‌های کندوان، سدشرقی، سد غربی با پتانسیل آلوده‌کنندگی بسیارکم (با منابع تولید آلاینده‌ها از قبیل آبادی، رستوران، زراعت و باغ‌های میوه و دامداری)، نشترود، مورود، وارنگه‌رود با پتانسیل آلوده‌کنندگی کم (با منابع تولید آلاینده‌ها از قبیل آبادی، رستوران، زراعت و باغ‌های میوه و دامداری)، سیراچال، ملک فالیز با پتانسیل آلوده‌کنندگی متوسط(با منابع آلاینده‌ای از قبیل آبادی، رستوران، باغ‌های میوه، دامداری،کشتارگاه، تعمیرگاه خودرو، پمپ بنزین و معدن)، ولایت‌رود، شهرستانک، تکیه سپهسالار با

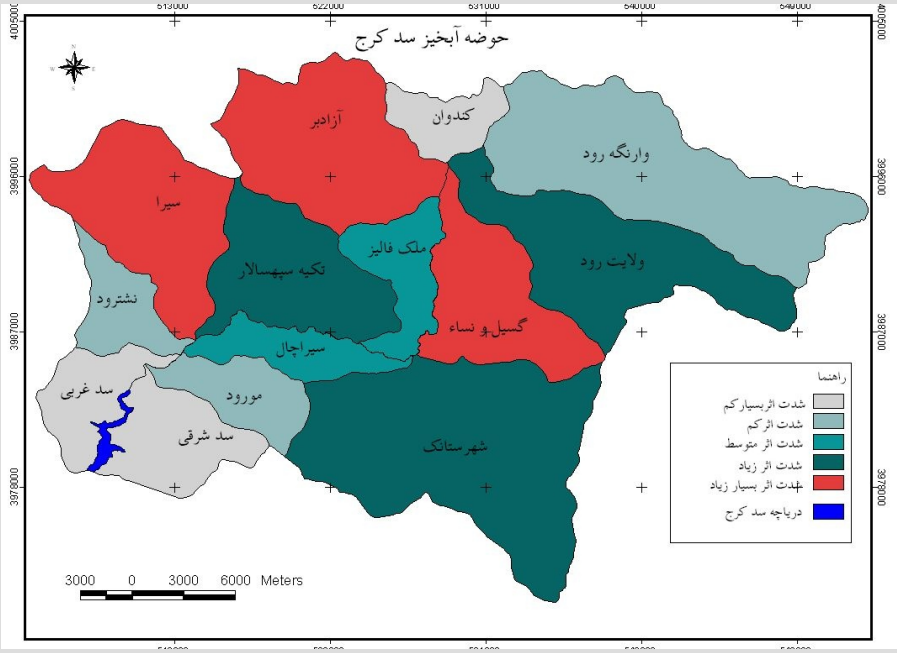
پتانسیل آلوده‌کنندگی زیاد (با منابع تولید آلاینده‌ها از قبیل آبادی، رستوران، هتل، مجتمع‌های مسکونی، زراعت و باغ‌های میوه، دامداری و مرغداری، کشتارگاه، تعمیرگاه خودرو و پیست اسکی) و سیرا، گسیل- نساء و آزادبر با پتانسیل آلوده‌کنندگی بسیار زیاد (با منابع تولید آلاینده‌ها از قبیل آبادی، رستوران، هتل، زراعت و باغ‌های میوه، دامداری و مرغداری، کشتارگاه، تعمیرگاه خودرو و معدن) در آلودگی حوضه آبخیز سد کرج شناخته شده‌اند.

شکل ۸، پهنه‌های آلوده‌ساز آب‌های حوضه سد کرج را بر حسب پتانسیل آلوده‌کنندگی از بسیار کم تا بسیار زیاد نشان می‌دهد.

بحث

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که آلودگی آب حوضه آبخیز سد کرج به طور عمده در اثر ورود انواع مواد زائد جامد و انواع پساب مراکز جمعیت و فعالیت به آب‌های حوضه، تغییر کاربری اراضی و ساخت و سازهای لجام گسیخته توسط روستائیان، گردشگران و برخی از سازمان‌های خصوصی و دولتی بوجود آمده است.

شاید بتوان نگرش و اقدامات بخشی را به عنوان مهم‌ترین دلیل بروز چنین عوامل مخرب محیط زیست و ایجاد آلودگی در حوضه آبخیز سد کرج برشمرد. بعلاوه احداث جاده‌هایی هرچند مهم در حمل و نقل ملی و



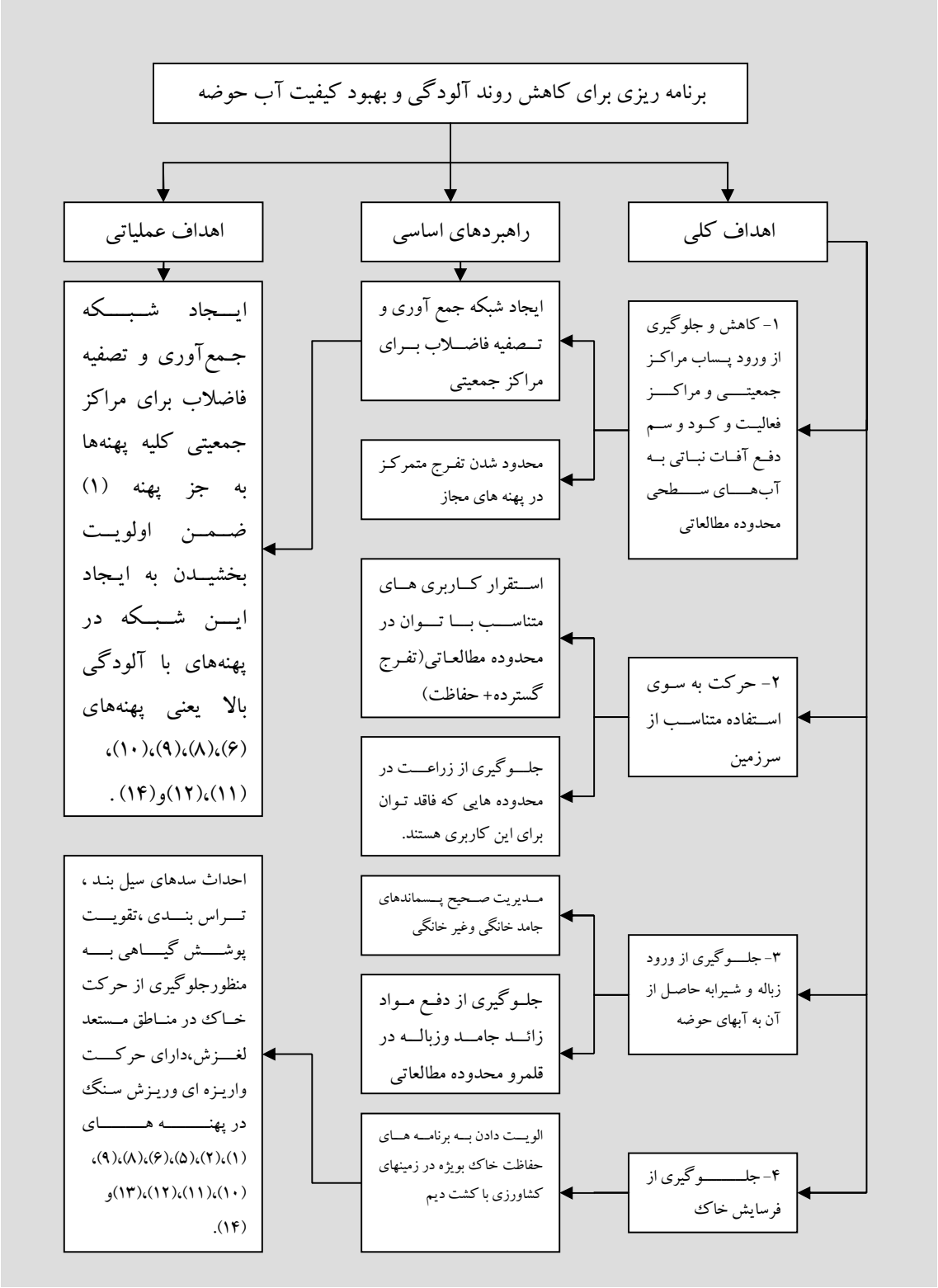
شکل ۸- طبقه‌بندی پهنه‌ها از نظر میزان پتانسیل آلوده‌کنندگی آن‌ها در آلودگی آب‌های حوضه

منطقه‌ای مثل آزاد راه تهران- شمال و غیره، هنوز با الزامات و اصلاحات محیط زیستی همراه نشده است. از سوی دیگر ساخت و سازهای بی‌رویه در نقاط مختلف حوضه، علاوه بر آلودگی منابع آب صدمات جبران‌ناپذیری نیز بر بستر محیط‌زیست منطقه وارد آورده است که از آن جمله جاری شدن سیلاب در نتیجه کاهش سطح نفوذ آب در زمین و تخریب محیط‌زیست و جنگل‌ها و مراتع منطقه می‌باشد. چنین مسائلی برنامه‌ریزی‌های جامع و در عین حال واقع‌بینانه را برای بهبود کیفیت آب حوضه آبخیز سد کرج الزامی می‌سازد.

همان‌طور که در آغاز ذکر شد برنامه‌ریزی برای کاهش روند آلودگی و بهبود کیفیت آب حوضه در قالب یک الگوی منظم شامل سه سطح اهداف کلی، راهبردهای اساسی و اهداف عملیاتی و در نظر گرفتن پهنه‌هایی که در اولویت بالاتری قرار دارند، انجام شده است.

در سطح اول، چهار هدف کلی از جمله: ۱- کاهش و جلوگیری از ورود پساب مراکز جمعیتی و مراکز فعالیت و کود و سم دفع آفات نباتی به آب‌های سطحی محدوده مطالعاتی ۲- حرکت به سوی استفاده متناسب از سرزمین ۳- جلوگیری از ورود زباله و شیرابه حاصل از آن به آبهای حوضه ۴- جلوگیری از فرسایش خاک تعریف شده است و برای هر هدف کلی چندین راهبرد کلی و برای هر راهبرد کلی چندین ضابطه عملیاتی ارائه شده است. به طور مثال در مورد هدف اول راهبردهایی مثل ایجاد شبکه جمع آوری و تصفیه فاضلاب برای مراکز جمعیتی، محدود شدن تفرج متمرکز در پهنه‌های مجاز و غیره پیشنهاد شده است. در ادامه نیز به طور مثال راهبرد ایجاد شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب برای مراکز جمعیتی، از طریق برنامه‌های مشخص‌تری مثل ایجاد شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب برای مراکز جمعیتی کلیه پهنه‌ها به جز پهنه (۱) که فاقد مراکز جمعیتی است، ضمن اولویت بخشیدن به ایجاد این شبکه در پهنه‌های با آلودگی بالا یعنی پهنه‌های (۶)، (۸)، (۹)، (۱۰)، (۱۱)، (۱۲)، و (۱۴) و تسریع فعالیت‌های در دست انجام برای آبادی‌های حسنکدر و آسارا واقع در پهنه‌های (۶) و (۹) امکان‌پذیر می‌گردد[۴]. شکل ۹، بخشی از الگوی برنامه‌ریزی تهیه‌شده را نشان می‌دهد.

این تحقیق از جمله اولین مطالعات جامع در مورد آلودگی حوضه آبخیز سد کرج است. به صورتی که با تلفیقی از روش‌های مرتبط با موضوع از شناخت نقطه‌ای منابع آلاینده فراتر رفته و با استفاده از نرم‌افزار GIS به پهنه‌بندی آلودگی یک منطقه وسیع در ۱۴ پهنه هیدرولوژیک پرداخته است. این بررسی نشان داد که حتی در مورد مسائل خاص مثل آلودگی آب نیز بررسی همه‌جانبه موقعیت اکولوژیک، اجتماعی- اقتصادی، انسان‌ساخت و ارزیابی توان اکولوژیک مناطق می‌تواند مسائل را روشن‌تر و راه‌حل‌ها را به طور کامل‌تر ارائه نماید. شناسایی و اولویت بندی پهنه‌های دارای پتانسیل آلوده‌کنندگی حوضه آبخیز رودخانه کرج، همراه با شناسایی کلیه منابع آلاینده پهنه‌ها، تصمیم‌گیری در مورد اولویت اجرای برنامه‌های اصلاحی را تسهیل می‌سازد. به صورتی که با در نظر داشتن محدودیت‌های هزینه و زمان پهنه‌هایی که پتانسیل بیشتری در ایجاد آلودگی آب‌های حوضه دارند در اولویت قرار می‌گیرند.



شکل۹- بخشی از الگوی برنامه‌ریزی برای کاهش آلودگی‌های حوضه آبخیز کرج

پی نوشت‌ها

1.Strength Weaknessess Opportunities Threats

2.Water Quality Index

3.American Water Works Association

۴- برای آگاهی از جزئیات برنامه تدوین‌شده به پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نگارنده تحت عنوان ساماندهی حوضه آبخیزسد کرج (به منظور جلوگیری از آلودگی آب‌های حوضه) در دانشکده محیط‌زیست- دانشگاه تهران مراجعه فرمایید.

منابع

Abrishamchi, A., M. Tajrishi and k. Noroozian (2001). Rivers Quality Zoning Based on Analysis of Fuzzy Classification. A Case Study of Zayandehrood River. *Esteghlal*, 20(1):55-68.

Department of Environment of Iran (2006). *Iran Water Quality Chemical Standards and Iran General Water Quality Criteria*.The Office of Water and Soil Pollution.

Deputy and Basic Studies of Company Limited of Iran Water Resource Management (2004). *Zoning of Risk Based on Pollution Resources of Rivers and Coastal Waters in Gillan Province by GIS*. Mojallal, H.Tehran: Deputy and Basic Studies of Company Limited of Iran Water Resource Management.

Fataei, E. (2007). *River Quality Zooning Based on Water Quality Index(A Case Study of Astara River)*. The First Conference Compatibility With Dehydration.available at:< http://www.civilica.com/Paper-CCWS01-CCWS01_093.html>.

Ghasemi, E. (2005). *Redevelopment of Karaj Dam Basin for Protection and Prevention of Basin Waters Pollution*. M.Sc. Thesis of Faculty of Environment of Tehran University.

Gilbert, T.D. (1999).GIS Based Oil Spill Response Atlas,in First Australian Marine and Coastal Data Management Conference Proceedings. *EL Tanner*,ISBN 0-9586310-2-6: 129-152.

Hession, W.C., M.C. Bride and M. Bennett (2000).Statewide Non-Point-Source Pollution Assessment Methodology. *Journal of Water Resource Planning and Management*, 126(3): 146-155.

Iran Statistical Center of Iran (2006). *Comperhensive Results of Numbration of the Inhabitants of Karaj City*.

Italian Water Laws on Water Quality (1999). Water Quality Assessment. *Journal of Science Education and Technology*, 6(15): 409-415.

Jafari, A. (2002). *Proper Assessment for Surface Water Quality Monitoring. A Case Study of Karaj Watershed (Amirkabir Dam Upstream)*. M.Sc. Thesis of Faculty of Environment of Tehran University.

Karimian, A., N. Jafarzadeh, R. Nabizadeh and M. Afkhami (2008).*Zoning and Evaloation of Parameters of Zohreh River Water Hydrochemical Using WQI*. 2nd National Conference on Operation & Maintenance of Water & WasteWater Systems. available at:< http:// www.civilica.com/modules.php?name...topic>.

Makhdoom, M., A.R. Makhdoom, A.A. Darvishsefat and H. Jafarzadeh (2001). *Assessment and Environmental Planning with Geographic Information System*.Tehran: Tehran University Press.

Parameter Uncertainty Analysis of the Non-point Source Pollution in the Daning River Watershed of the Three Gorges Reservoir Region, China. State Key Laboratory of Water Environment Simulation, Faculty of Environment, Beijing Normal University. *PR China*, 27(4):554-558.

Smethurst, G. and T. Telford (1988).*Basic Water Treatment for Application* . London: Quay.

Soltanmohamadi, A. (1997).*Karaj River Hydrology(Amirkabir Dam Upstream).* M.Sc.Thesis of Institute for Advanced Studies Mirdamad of Islamic Azad University- Central Tehran Branch.

Tehran Province Water & Wastewater (1998-2007). *Water Quality Data in Karaj Dam.*

UNDP and the World Bank (1995).National Stratgies for Environment and Sustainable Development in Iran with Collaboration of the Department of Environment of Iran. *working Draft*, 28(2):38-45.

Merebith,W.M. (1967). *Basic Mathematical and Statistical Tables for Psychology and Education.* New-york: Mc Graw-Hill.

Monaghan, R.M., R.J. Wilcock, L.C. Smith, B. Tikkisetty, B. Thorrold and D. Costall (2007). Linkage Between Land Management Activities and Water Quality in an Intensively Farmed Catchment in Southern New Zealand. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 118:211-222.

Nova Scotia College of Art an Design (2003). *A Drinking Water Strategy for Nova Scotia*. available at:< http:// www.gov.ns.ca/nse/water/docs/NSWaterStrategy> .

Rural Water and Sewage Company of Tehran (2002). *The First and Second Studying Phases of Discharge Sewage of Villages Karaj Dam Watershed.*Volume III. Part III (Eleven Villages of Rural District Asara). Pars Payab Consulting Engineers.Tehran: Rural Water and Sewage Company of Tehran.

Rural Water and Sewage Company of Tehran (2002). *The First and Second Studying Phases of Discharge Sewage of Villages Karaj Dam Watershed.*Volume III. Part III .Section Iv (Sixteen Villages of Rural District Nesa). Pars Payab Consulting Engineers.Tehran: Rural Water and Sewage Company of Tehran.

Sabetraftar, A. (2000). *Measurements of Assessment Nitrate, Nitrite and Ammonia Parameters in Amirkabir Dam Reservoir*. M.Sc. Thesis of Faculty of Marine Science & Technology of Islamic Azad University of North Tehran Branch.

Shen, z.y., Q. Hong, H. Yu and R. Liu (2008).