

ارزیابی ساده آلاینده‌های حوزه آبریز سد لتیان

« جاجرود »

سید احسان عظیمی قالبیاف* سید مسعود تجریشی** احمد ابریشم‌چی***

چکیده

هیدروانفورماتیک وسیله مناسبی برای پشتیبانی تصمیم‌گیری است که خود نیاز به شناخت وضعیت موجود، شناخت و ارزیابی منابع آلاینده، شناخت خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، شناخت کاربری زمین، استفاده از مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی فرآیندهای حذف و انتقال آلاینده‌ها در محیط‌های غیر اشباع و اشباع شامل سفره‌های آب زیرزمینی، رودخانه و مخزن دارد. با توجه به قابلیت اعتماد بالای روش اندازه‌گیری مستقیم در دهانه شاخه‌های فرعی، جهت تخمین بار مغذی ورودی به دریاچه یا مخزن آب از این روش و با توجه به تغییر غلظت مواد مغذی (نظیر فسفر) جهت به دست آوردن دقیق‌ترین برآورد از روش بازه‌های دبی استفاده شد. بدین منظور اطلاعات کیفی ۱۳ ایستگاه نمونه‌برداری حوزه آبریز سد لتیان مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل حاکی از آن است که میزان سهم تولید بار فسفر و نیتروژن در حوزه‌های میگون، گرمابدره، آهار، حد فاصل روستای اوشان تا لشکرک و پادگان و کشتارگاه لشکرک بر حسب درصد به ترتیب (۱۳،۱۷)؛ (۳۷،۳۷)؛ (۱۷،۱۴)؛ (۲۵،۲۹)؛ (۷،۳) می‌باشد. بر این اساس اولویت‌های اجرایی مدیریت جامع منابع آب حوزه آبریز به دست آمد. همچنین ضمن بررسی توان بارگذاری نیتروژن و فسفر لواسانات و مقایسه آن با بارگذاری حوزه آبریز جاجرود (در بحرانی‌ترین حالت که تخلیه مستقیم فاضلاب به مخزن سد می‌باشد) مشخص شد که بار فسفر لواسانات تقریباً برابر ۷۳ درصد بار فسفر کل آن حوزه می‌باشد. برای شفاف‌تر شدن وضعیت لواسانات، بار BOD_5 این منطقه و کل حوزه بررسی گردید و مشخص شد مقدار بار تولیدی منطقه لواسانات در حدود ۲ برابر بار ناشی از حوزه‌های آبریز جاجرود است که حاکی از لزوم در نظر گرفتن روش‌هایی برای حفظ مخزن سد می‌باشد. همچنین پس از بررسی غلظت آلاینده‌های مختلف در رودخانه و مقایسه آن با استانداردهای کیفی مشخص شد که به غیر از شاخص آلودگی میکروبی، سایر شاخص‌ها در بیش از ۹۸ درصد شرایط در حد مجاز و یا کمتر از آن بوده است. در نهایت برای انجام ارزیابی بهتر آلاینده‌های حوزه آبریز یک Interface به وسیله زبان برنامه‌نویسی Visual Basic بین نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی Arcveiw و بانکهای اطلاعاتی Access و نرم‌افزار Map Object نوشته و مورد استفاده قرار گرفت.

** - استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

* - دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف

*** - دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

تهران با جمعیت حدود ۷ میلیون نفر یکی از بزرگترین شهرهای دنیا به حساب می‌آید. جمعیت این شهر در طول روز با احتساب حاشیه‌نشین‌ها به ۱۰ میلیون نفر می‌رسد. بدین ترتیب تهران به تنهایی حدود ۱/۶ جمعیت کل کشور را در بر می‌گیرد. منابع اصلی آب تهران شامل رودخانه‌های کرج (سد امیرکبیر)، لار (سد لار) و جاجرود (سد لتیان) و چاه‌های موجود در منطقه است. منابع آب سطحی و زیرزمینی به ترتیب حدود ۷۰ و ۳۰ درصد از کل آب مورد نیاز تهران را تأمین می‌کنند. مصرف آب از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۵، یعنی در مدت ۳۰ سال تقریباً ۳ برابر شده است. پیش‌بینی جمعیت و نیاز آبی شهر تهران نشان می‌دهد که جمعیت این شهر از حدود ۷ میلیون نفر در سال ۷۵ به قریب ۱۳ میلیون نفر در سال ۱۴۰۰ و نیاز آبی از حدود ۸۰۰ میلیون مترمکعب در سال به حدود ۱/۵ میلیارد مترمکعب در سال خواهد رسید. بدین ترتیب پیش‌بینی می‌شود بر اساس منابع آب موجود، نزدیک به ۷۰۰ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۰۰ کمبود آب وجود خواهد داشت.

آنچه در بالا در باره کمبود آب گفته شد از بعد کمیت آب با فرض این که آلودگی موجب از دست رفتن منابع آب موجود نگردد، می‌باشد.

منابع آب سطحی شهر تهران از جمله مخزن سد لتیان در معرض آلودگی بر اثر ورود فاضلاب خام و زباله از شهرها، روستاها، اجتماعات کوچک و بزرگ، زه‌آب کشاورزی حاوی سموم آفات گیاهی و کودهای شیمیایی و حیوانی، فاضلاب خام کشتارگاه‌ها، اماکن عمومی و مراکز تفریحی است که این مسئله موجب نگرانی مسئولان ذیربط شده است.

ارائه و اجرای پیشنهادات و راه‌حلهای جامع برای حفاظت از کیفیت آب سد لتیان، نیاز به مطالعات گسترده در سطح حوزه آبریز این سد دارد. در این مقاله مراحل اولیه و زمینه‌ساز استفاده از هیدروانفورماتیک، نظیر ایجاد پایگاه داده، تعیین بار آلاینده‌های مؤثر، ارزیابی ساده آلاینده‌ها و بررسی عوامل مؤثر بر تغذیه‌گرایی برای مدیریت حوزه سد لتیان و حفاظت کیفیت آب این مخزن انجام شده است.

ارزیابی ساده و مقدماتی آلاینده‌ها نیز شامل همان مراحل ارزیابی مفصل و دقیق است. اختلاف یک ارزیابی مفصل با ارزیابی مقدماتی در سطح جزئیات و کیفیت و کمیت داده‌ها و اطلاعات و بنابراین دقت نتایج است. در سطح یک ارزیابی ساده، بیشتر اطلاعات را می‌توان از اطلاعات موجود نظیر مقالات و یا مشاهدات ساده به دست آورد. یک روش ساده اما خیلی مفید برای صورت‌برداری از مناطق تحت فشار، استفاده از نقشه توپوگرافی حوزه آبریز به عنوان نقشه پایه و قرار دادن نقشه‌های دیگر به صورت ترانسپارنت که نشان‌دهنده مشخصات دیگر از قبیل نواحی تفریحی، منابع مهم آلاینده و غیره است، می‌باشد (سیستم اطلاعات جغرافیایی برای انجام این کار بسیار ارزشمند است). ترانسپارنت‌ها باید نواحی که تحت فشار خاصی از قبیل یک منبع نقطه‌ای مهم، در نزدیکی حیات وحش آسیب‌پذیر یا توسعه مناطق مسکونی در زمین‌های حساستر می‌باشد را نشان دهد. برای رسیدن به اهداف یک ارزیابی ساده، حساسترین مسائل یک حوزه آبریز را می‌توان از روش‌های ساده مختلف به دست آورد.

در سطح ارزیابی ساده، کارشناس تجزیه و تحلیل‌کننده باید کوشش کند که:

- منابعی که بیشترین سهم را در به وجود آوردن مشکل تحت مطالعه دارد، بشناسد.
- برای هر منبع نسبتاً مهم (آنهايي که به عنوان مثال تقریباً ۵٪ سهم بار کلی را به عهده دارند) حداقل یک روش مدیریتی در هر یک از طبقات زیر تشخیص دهد.
- هیچ کار انجام نشود و حالت موجود حفظ گردد.
- اقدامات سازه‌ای، استفاده از فن‌آوری‌ها و یا سازه‌ها.
- نگرش‌های مثبتی بر استفاده از رستنی‌ها.
- بهترین روش‌های مدیریتی (روش‌های غیر ساختاری)^۱
- این مجموعه با چهار انتخاب، حداقل مجموعه ممکن برای یک ارزیابی صحیح می‌باشد. مطمئناً با استفاده از روش‌های کمی می‌توان برآوردهای دقیقتری از بارگذاری آلودگی محاسبه نمود. اما این روش‌ها بسیار پیچیده، وقت‌گیر و

غیر مفید در یک ارزیابی ساده است.

به طور خلاصه، روش‌های ساده ارزیابی اولیه فقط روش‌های ساده‌ای است که به تحلیل‌گر کمک می‌کند در زمان و یا بودجه محدود گزینه‌های مختلف مدیریتی را ارزیابی نماید. غالباً کیفیت داده‌ها و قابلیت تحلیل در یک ارزیابی ساده ناامیدکننده است و یا به طریقی برای انجام برنامه‌ریزی کافی نیست. گاهی اوقات ممکن است خروجی یک تحلیل ساده نشان دهد که منابع واقعی صدمات آنهایی نیست که در ابتدا تصور می‌شده است، یا این که در مورد نوع اقدامات لازم باید تجدید نظر شود. در حین ارزیابی، ممکن است وسعت صدماتی که کمتر از مقدار واقعی برآورد شده، پدیدار گردد یا مشخص شود که ابعاد یک مسئله یا منبع خاص، بیش از چیزی است که در ابتدا فرض می‌شده است.

برآورد بار مواد مغذی ورودی به دریاچه‌ها و مخازن سدها

تجربه نشان داده که مؤثرترین راه کنترل پایدار تغذیه‌گرایی دریاچه و مخازن آب، کاهش ورود مواد مغذی از بیرون است. برای تعیین کارآمدترین راه رسیدن به این هدف، ضروری است که ابتدا اصلی‌ترین منابع مواد مغذی و سهم هر یک از کل بار ماده مغذی ورودی به منابع آب تعریف و مشخص شود که کدام منبع را راحت‌تر می‌توان کنترل کرد. بدون وجود یک چنین اطلاعاتی، اتخاذ تصمیمات اولیه برای مدیریت مؤثر تغذیه‌گرایی دشوار خواهد بود.

بعد از این که منابع اصلی مواد مغذی در یک حوزه زهکشی تعیین گردید، باید مقادیر سالانه وارده به آب اندازه گرفته شود. دانستن مقدار سالانه کل نیتروژن و فسفر غالباً برای بسط برنامه‌های کنترل تغذیه‌گرایی کافی است.

برای برآورد بار مواد مغذی بهتر است بار این مواد مستقیماً اندازه‌گیری شود. در صورت عدم امکان این کار، می‌توان از مفهوم بار واحد که بسیار مفید است، استفاده کرد.

در صورتی که نتوان به درستی ورودی به رودخانه را اندازه گرفت یا نتوان تخمین‌های دیگری از بار مغذی انجام داد این روش قابل استفاده خواهد بود. همچنین می‌توان نتایج

روش‌های دیگر برآورد بار مغذی را با استفاده از این روش ارزیابی کرد. (لور ۱۹۷۴ [۱]، سونزوگنی و لی، ۱۹۷۴ [۲]، اتومارک و همکاران، ۱۹۷۴ [۳]، ولن ویدر، ۱۹۶۸ [۵]، راست ولی، ۱۹۸۷ و ۱۹۸۳ [۶]، و امرینک، ۱۹۷۶ [۷]).

استفاده از ضرایب انتقال (بخشی از بار مغذی که بین هر دو نقطه رودخانه انتقال می‌یابد) به محاسبه اتلاف مواد مغذی در درون سیستم رودخانه کمک می‌کند. «انتقال مؤثر»، یعنی مقدار آلاینده که از نقطه ورود به دهانه رودخانه انتقال یافته است. هر بازه رودخانه که بین دو نقطه ورود قرار دارد، یک ضریب انتقال خاص خود را دارد. بدین ترتیب تخمین بار مغذی ورودی دریاچه یا مخزن آب، می‌توان از اندازه‌گیری مستقیم این پارامترها در دهانه شاخه‌های فرعی رودخانه و ضرایب انتقال استفاده کرد. (ویتتر، ۱۹۸۱ [۸]).

از قدیم چند روش محاسباتی مختلف، بر اساس اندازه‌گیری‌های غلظت و دبی در طول یک سال، برای محاسبه میزان سالانه ورود مواد مغذی به کار می‌رفته است (اسمیت و استوارت، ۱۹۷۷ [۹]، ورهوف و همکاران، ۱۹۷۹ و ۱۹۸۰ [۱۰]، فریکر، ۱۹۸۰ [۱۱]، وستردال و همکاران^۱، ۱۹۸۱، یا کسپچ و ورهوف، ۱۹۸۳ [۱۲]). در بین روش‌های موجود روشی به نام روش بازه‌های دبی دقیقترین برآوردها را انجام می‌دهد. در این روش یک بار متوسط سالانه که تغییرات دبی در یک سیکل سالانه در آن منظور شده، محاسبه می‌شود. این روش مخصوصاً وقتی که داده‌های شاخه شامل دبی روزانه در یک سیکل سالانه و غلظت مواد مغذی در محدوده‌ای از دبی‌ها باشد مفید است. (به عنوان مثال لی و همکاران، ۱۹۷۷ [۱۳]، و تورتون، داکا، ۱۹۸۲ [۱۴]).

مطالعه موردی

سد لتیان در منطقه لتیان و در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی تهران بر روی رودخانه جاجرود احداث گردیده است. هدف از احداث این سد تأمین آب شرب تهران و آب کشاورزی منطقه ورامین و نیز تولید سالانه ۶۰۰۰۰ مگاوات ساعت انرژی جهت شبکه توزیع سراسری می‌باشد. به منظور تأمین مصرف در حال

1- Westerdhal et al, 1981

افزایش آب شرب تهران از سال ۱۳۶۷ نیز سالانه به طور متوسط ۸۰ میلیون مترمکعب آب خام از سد لار از طریق تونل انتقال آب لار-کلان به طول ۲۰ کیلومتر ابتدا به نیروگاه کلان و از آنجا به مخزن سد لتیان انتقال داده می‌شود.

ابتدا بار فسفر و نیتروژن ورودی به سد لتیان از طریق رودخانه جاجرود از روش بازه‌های دبی و اندازه‌گیری مستقیم آلاینده‌ها محاسبه خواهد شد. در این رستا ابتدا به محاسبه بار ناشی از هر یک از سرشاخه‌ها خواهیم پرداخت و سپس بار نهایی ورودی به مخزن سد مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس اطلاعات موجود با استانداردها نیز مقایسه خواهد شد و بار انسانی بالقوه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. نظر به این که برای رسیدن به ارزیابی ساده نیاز به مستندسازی اطلاعات می‌باشد با نوشتن یک Interface به وسیله Vbasic6 بین سیستم اطلاعات جغرافیایی Arcview و بانک‌های اطلاعاتی Access و نرم‌افزار Map Object این کار انجام گرفته است (مارتینوس، ادماست، کریستین و برگامان ۱۹۹۵ [۱۵]).

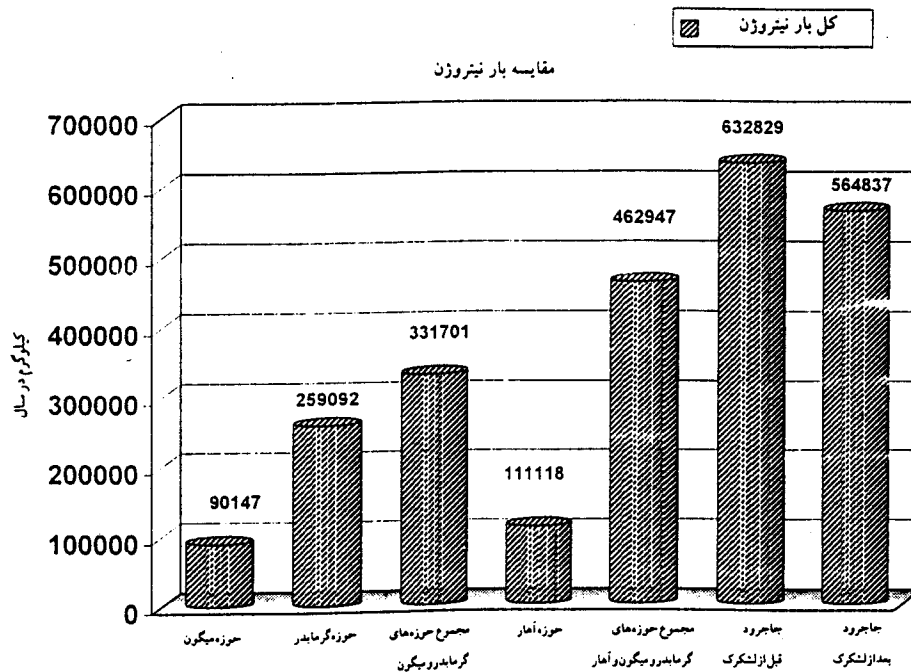
برای برآورد بار آلاینده‌های مختلف به روش بازه‌های دبی و اندازه‌گیری مستقیم آلاینده‌ها، اطلاعات غلظت آلاینده‌ها در سال آبی ۷۶-۷۵ تهیه گردید. این اطلاعات شامل

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهایی نظیر: NO_3 ، NO_2 ، NH_3 ، N آلی، PO_4 ، COD ، BOD ، DO ، SO_4 ، Cl ، pH ، EC ، SS ، TDS ، Ca ، Na ، Mg ، SiO_2 ، قلیائیت فنل فتالین و متیل اورانژ، کدورت، دترجنت‌ها، نماتد، کلیفرم‌های مدفوعی، کلیه کلیفرم‌ها و باکتری‌های هتروتروفیک در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری در رودخانه جاجرود می‌باشد.

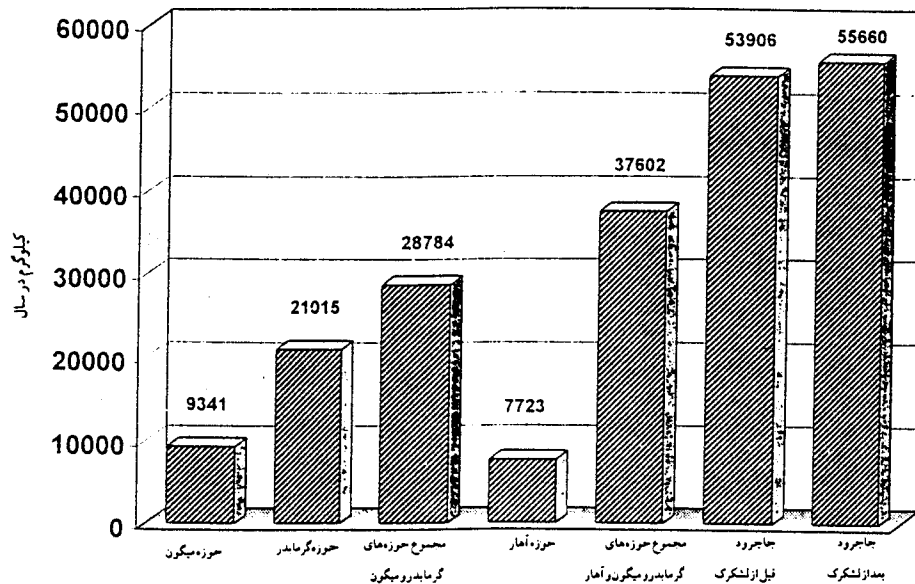
اطلاعات دبی در این سال آبی تنها برای ایستگاه رودک (ورودی سد) وجود داشت، در حالی که برای ارزیابی بار آلاینده‌های هر زیر حوزة نیاز به اطلاعات دبی کلیه سرشاخه‌ها می‌باشد. لذا با استفاده از اطلاعات دبی کلیه سرشاخه‌ها در سال‌های گذشته (در سال‌های گذشته این اطلاعات موجود بوده است) سهم هر شاخه از دبی کل به صورت ماهانه برآورد گردید. سپس بر اساس میانگین این داده‌ها سهم هر شاخه در ماه‌های سال مشخص و سرانجام دبی روزانه هر شاخه با توجه به دبی روزانه ایستگاه رودک مشخص گردید.

نتایج و بحث

با توجه به دبی‌های روزانه ایستگاه رودک و هر یک از زیر حوزة‌ها و همچنین تغییرات دبی جریان، بازه‌های دبی تعیین



شکل ۱- برآورد و مقایسه بار نیتروژن کل در حوزه آبریز



شکل ۲- برآورد و مقایسه بار فسفر کل در حوزه آبریز

شده و با این اطلاعات میزان بار تولیدی آلاینده‌های مختلف برحسب کیلوگرم در سال برای هر زیر حوزه محاسبه و در جدول ۱ و سهم هر زیر حوزه در جدول ۲ ارائه شده است. لازم به ذکر است که پدیده انتقال مؤثر، مجموع درصدهای محاسبه شده در جدول ۲ برابر ۱۰۰ نمی‌گردد.

در مورد درصدهای منفی محاسبه شده بررسی لازم انجام گرفته و دلیل این خطا مشخص شده است. بدین منظور پارامتر PO_4 به عنوان یک برآورد منطقی در نظر گرفته شده و پارامتر N کل برای رفع اشکال داده‌های آن مورد بازنگری قرار گرفته است بدین منظور ابتدا نمودارهای میله‌ای غلظت‌ها در شکلهای ۱ و ۲ رسم گردیده است.

در مورد درصدهای منفی محاسبه شده بررسی لازم انجام گرفته و دلیل این خطا مشخص شده است. بدین منظور پارامتر PO_4 به عنوان یک برآورد منطقی در نظر گرفته شده و پارامتر N کل برای رفع اشکال داده‌های آن مورد بازنگری قرار گرفته است بدین منظور ابتدا نمودارهای میله‌ای غلظت‌ها در شکلهای ۱ و ۲ رسم گردیده است.

نظر به عدم همخوانی نمودار میله‌ای «مقایسه بار نیتروژن» که دلیل آن ناگزیر به خطاهای اندازه‌گیری بر می‌گردد این مشکل پیش می‌آید که اطلاعات ایستگاه ۱۲ «جاجرود قبل از لشکرک» مغشوش است و یا اطلاعات ایستگاه ۱۳ «جاجرود بعد از لشکرک» فاقد اعتبار می‌باشد. همان‌طور که گفته شد، میزان بارگذاری به دلیل پدیده «انتقال مؤثر» از قانون جمع جبری تبعیت نمی‌کند و از نظر کمیت از مجموع مقادیر کمتر است و با توجه به آنالیز موجود از پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب پادگان لشکرک که میزان نیتروژن کل آن برابر با

حال به بررسی و انتخاب ایستگاه‌ها می‌پردازیم. با فرض صحت اطلاعات ایستگاه ۱۳ «جاجرود بعد از لشکرک» سهم زیر حوزه «حد فاصل روستای اوشان تا لشکرک» در تولید بار نیتروژن برابر ۱۰ درصد می‌شود. برای رسیدن به صحت یا سقم این عدد به بررسی سهم این حوزه در تولید بار فسفر می‌پردازیم. مقدار سهم هر زیر حوزه در تولید بار فسفر در جدول ۳ ارائه گردیده است.

با توجه به این که میزان نگهداری فسفر در خاک نسبت به نیتروژن بیشتر است و این که سهم زیر حوزه مذکور در تولید بار فسفر ۲۹٪ است عدد به دست آمده قابل قبول نبوده از این رو اطلاعات ایستگاه ۱۲ «جاجرود قبل از لشکرک» مورد قبول خواهد بود بر این اساس، اطلاعات بار نیتروژن ایستگاه ۱۳ «جاجرود بعد از لشکرک» اصلاح می‌گردد (شکل شماره ۳). حال برای رسیدن به یک ارزیابی قابل بحث باید سهم هر زیر حوزه در تولید بار نیتروژن نیز محاسبه گردد تا بتوان اولویت‌های کاری را مشخص نمود. برای ارائه بهتر این اطلاعات به همراه اطلاعات جدول ۱ در جدول ۲ آمده است.

بررسی توان بار گذاری N و P لواسانات و مقایسه با بارگذاری جاجرود

با توجه به این که منابع آلاینده نزدیک به مخازن سدها سهم عمده‌ای در بار ورودی به آنها را داراست، مقایسه‌ای بین بار اعمالی جاجرود و لواسانات انجام گرفته است که می‌تواند رهگشایی برای انتخاب روش‌های مناسب‌تر مدیریت جامع منابع آب باشد.

با توجه به آمار ارائه شده به وسیله سازمان آمار کشور، جمعیت کل ناحیه لواسانات (لواسان کوچک و بزرگ) در سال ۱۳۷۶ برابر ۲۷۷۰۰ نفر بوده است و این که مقدار حداکثر سرانه بار فسفر و نیتروژن در مراجع مختلف برابر با ۱۰ گرم نیتروژن بر روز به ازای هر نفر و ۴ گرم فسفر در روز به ازای هر نفر گزارش شده است، بار فسفر و نیتروژن این منطقه محاسبه (محاسبه برای بحرانی‌ترین حالت یعنی تخلیه مستقیم کل فاضلاب به مخزن سد صورت گرفته است) شده است.

نتایج این محاسبات نشان می‌دهد تنها بار فسفر لواسانات تقریباً برابر با ۷۳ درصد بار فسفر کل حوزه آبریز می‌باشد و همچنین به دلیل نزدیک بودن فاصله لواسانات تا مخزن سد این بار می‌تواند تأثیر به‌سزایی در روند تغذیه‌گرایی مخزن داشته

باشد. لذا به نظر می‌رسد بهترین روش مدیریتی برای کنترل بار فسفر ناشی از لواسانات استفاده از روش‌های سازه‌ای چون تصفیه‌خانه فاضلاب باشد. برای کامل‌تر شدن بحث، بار مواد آلی در لواسانات نیز محاسبه می‌گردد.

بررسی توان بارگذاری BOD لواسانات و مقایسه با بارگذاری جاجرود مقدار حداکثر سرانه بار BOD در مراجع مختلف برابر با ۵۰ گرم BOD در روز به ازای هر نفر گزارش شده است. با توجه به این، بار ناشی از این منطقه (محاسبه در بحرانی‌ترین حالت یعنی تخلیه مستقیم کل فاضلاب) به مخزن سد محاسبه صورت گرفته است و مقدار بار تولیدی منطقه لواسانات در حدود ۲ برابر بار ناشی از حوزه آبریز جاجرود می‌باشد، که حاکی از لزوم در نظر گرفتن روشهایی برای حفظ مخزن سد می‌باشد (عظیمی قالیباف ۱۳۷۸) [۱۶].

مقایسه غلظت آلاینده‌های مختلف در رودخانه با استانداردهای کیفیت آب

در این بخش به مقایسه کیفیت آب رودخانه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران «حداکثر مواد شیمیایی مجاز در آب‌های پذیرنده که به مصارف عمومی آب

جدول ۱- بار سالانه آلاینده‌ها در زیر حوزه‌های مختلف

آلاینده kg/year	حوزه میگون	حوزه گرمابدر	حوزه‌های گرمابدر و میگون	حوزه آهار	میگون، گرمابدر و آهار	جاجرود قبل از لشکرک	جاجرود بعد از لشکرک
PO ₄	۹۳۴۱	۲۱۰۱۵	۲۸۷۸۴	۷۷۲۳	۳۷۶۰۲	۵۳۹۰۶	۵۵۶۶۰
N کل	۹۰۱۴۷	۲۵۹۰۹۲	۳۳۱۷۰۱	۱۱۱۱۱۸	۴۶۲۹۴۷	۶۳۲۸۲۹	۵۶۴۸۳۷
COD	۹۴۱۶۹	۲۵۵۶۵۸	۳۷۸۶۵۸	۱۰۴۹۰۹	۵۰۹۸۵۷	۵۱۴۰۶۹	۶۰۶۱۴۲
BOD	۴۵۱۰۶	۸۹۲۳۰	۱۵۹۹۹۳	۴۶۴۹۰	۱۹۲۳۶۳	۲۳۹۷۳۶	۲۵۶۵۹۵
دترجنت	۵۲۰۱	۱۰۵۸۲	۱۵۳۰۵	۵۰۵۷	۱۹۳۴۷	۲۵۲۳۷	۲۸۱۳۹
N آلی	۷۰۴۳	۲۰۶۹۶	۳۰۵۱۵	۵۴۷۴	۵۹۲۹۹	۴۶۳۶۱	۴۵۶۵۳
NH ₃	۱۹۱۴	۴۵۵۵	۵۵۲۹	۲۰۱۳	۱۰۴۹۳	۱۱۶۷۷	۱۳۹۳۰
NO ₃	۷۴۹۲۳	۲۲۹۳۷۹	۲۹۹۷۷۲	۱۰۱۲۴۸	۴۲۰۴۴۹	۵۵۶۵۱۲	۵۰۸۵۷۸
NO ₂	۸۵	۱۴۷	۲۴۶	۱۳۴	۳۰۱	۴۵۸	۱۶۴۲
SS	۱۳۲۸۶۵۲	۲۸۱۲۸۶۷	۳۲۸۴۸۱۱	۵۷۸۴۲۰	۶۸۷۶۵۲۴	۱۰۶۱۴۵۹۵	۱۳۲۴۹۶۶۹
TDS	۵۹۲۰۲۲۷	۱۰۹۵۸۶۹۶	۱۹۷۱۶۲۹	۴۷۹۵۵۶۴	۲۲۱۲۰۴۹۳	۲۷۲۰۳۷۳۸	۲۷۲۶۷۲۰۲

بعد از تصفیه می‌رسد، می‌پردازیم. از بین شاخص‌های آلودگی دو شاخص pH و درصد فراوانی کلیفرم‌های مدفوعی به عنوان شاخص آلودگی فاضلاب انسانی (شاخص‌های BOD و COD در تمامی اوقات از حد مجاز کمتر بوده است) و شاخص‌های فسفر و کلیه شکل‌های نیتروژن (NO_3^- ، NO_2^- ، NH_4^+ ، N آلی) به عنوان شاخص‌های تغذیه‌گرایی رودخانه و دریاچه در نظر

گرفته شده است.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که بغیر از شاخص آلودگی میکروبی سایر شاخص‌ها در بیش از ۹۸ درصد مواقع در حد مجاز و یا کمتر از آن بوده است. شاخص آلودگی میکروبی نیاز به بررسی جداگانه و کاملی خواهد داشت که از نظر موضوعی خارج از حوصله این مطالعه می‌باشد.

جدول ۲- سهم زیر حوزه‌های مختلف در تولید آلاینده‌ها

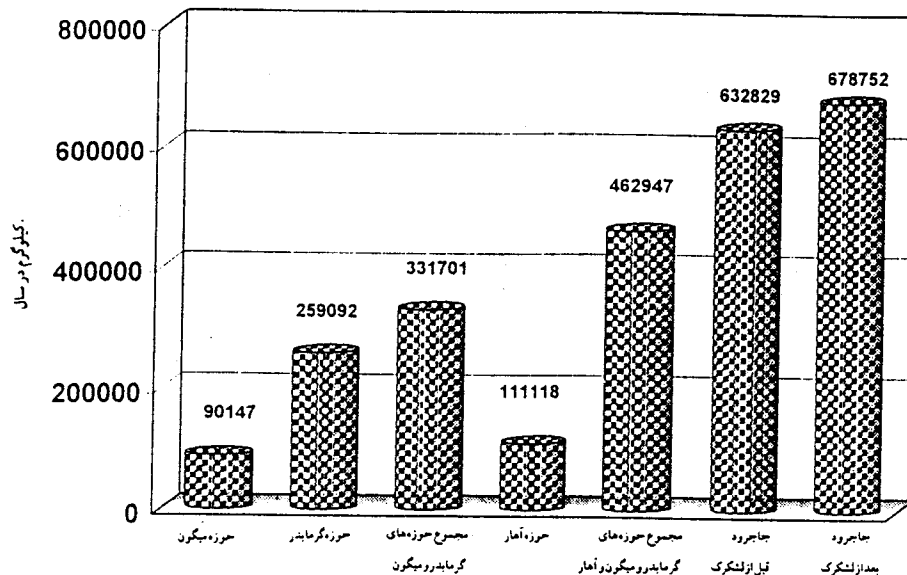
نام زیر حوزه یا منبع نقطه‌ای	حوزه میگون	حوزه گرمابدر	حوزه آهار	حوزه حد فاصل روستای اوشان تا لشکرک	پادگان و کشتارگاه لشکرک
میزان سهم تولید بار فسفر (%)	۱۶/۸	۳۶/۸	۱۳/۹	۲۹/۳	۳/۲
میزان سهم تولید بار N کل (%)	۱۵/۹	۴۵/۹	۱۹/۷	۳۰/۱	-۱۲/۱
میزان سهم تولید بار COD کل (%)	۱۵/۵	۴۲/۲	۱۷/۳	۰/۷	۱۵/۲
میزان سهم تولید بار BOD کل (%)	۱۷/۶	۳۴/۸	۱۸/۱	۱۸/۵	۶/۶
میزان سهم تولید بار دترجنت (%)	۱۸/۵	۳۷/۶	۱۷/۹	۲۰/۹	۱۰/۳
میزان سهم تولید بار N آلی (%)	۱۵/۴	۱۵/۳	۱۱/۹	-۲۸/۳	-۱/۶
میزان سهم تولید بار NH_4^+ (%)	۱۳/۷	۳۲/۷	۱۴/۵	۸/۵	۱۶/۲
میزان سهم تولید بار NO_3^- (%)	۱۴/۷	۴۵/۱	۱۹/۹	۲۶/۸	-۹/۴
میزان سهم تولید بار NO_2^- (%)	۵/۲	۸/۹	۸/۲	۹/۶	۷۲/۱
میزان سهم تولید بار SS (%)	۱۰/۰	۲۱/۲	۴/۴	۲۸/۲	۱۹/۹
میزان سهم تولید بار TDS (%)	۲۱/۷	۴۰/۲	۱۷/۶	۱۸/۵	۰/۲

جدول ۳- سهم زیر حوزه‌های مختلف در تولید بار آلاینده‌ها (تصحیح شده)

نام زیر حوزه یا منبع نقطه‌ای	حوزه میگون	حوزه گرمابدر	حوزه آهار	حوزه حد فاصل روستای اوشان تا لشکرک	پادگان و کشتارگاه لشکرک
میزان سهم تولید بار فسفر (%)	۱۶/۸	۳۶/۸	۱۳/۹	۲۹/۳	۳/۲
میزان سهم تولید بار N کل (%)	۱۳/۲	۳۷/۹	۱۷/۱	۲۵/۰	۶/۸
میزان سهم تولید بار COD کل (%)	۱۵/۵	۴۲/۲	۱۷/۳	۰/۷	۱۵/۲
میزان سهم تولید بار BOD کل (%)	۱۷/۶	۳۴/۸	۱۸/۱	۱۸/۵	۶/۶
میزان سهم تولید بار دترجنت (%)	۱۸/۵	۳۷/۶	۱۷/۹	۲۰/۹	۱۰/۳
میزان سهم تولید بار SS (%)	۱۰/۰	۲۱/۲	۴/۴	۲۸/۲	۱۹/۹
میزان سهم تولید بار TDS (%)	۲۱/۷	۴۰/۲	۱۷/۶	۱۸/۵	۰/۲

جدول شماره (۴): خروجی های فرآیند ساده ارزیابی حوزه آبریز سد لتیان

منابع بالقوه	اثر بر بارهای فسیفر	اثر بر بارهای نیتروژن	روشهای کنترل موجود	روشهای کنترل قابل اجرا	روش کنترل برگزیده
حوزه میگون	این حوزه در حدود ۱۴/۱۶ از بار فسفر حوزه را تولید می کند و با توجه به انسجام مناطق جمعیتی عمده بار بدلیل فاضلاب های انسانی است.	این حوزه در حدود ۱۳/۱۲ از بار نیتروژن حوزه را تولید می کند و با توجه به انسجام مناطق جمعیتی عمده بار بدلیل فاضلاب های انسانی است.	استفاده از پیش مخازن، اصلاح روش های سنتی آبیاری و کوددهی باغات، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب	استفاده از پیش مخازن، اصلاح روش های سنتی آبیاری و کوددهی باغات، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب، ایجاد وتلند در کنار مسیر جریبان.	استفاده از پیش مخازن، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب
حوزه گرمابلدر	این حوزه در حدود ۱۴/۱۴ از بار فسفر حوزه را تولید می کند و با توجه به پراکندگی مناطق جمعیتی و زیاد بودن باغات میوه عمده بار بدلیل زه آبهای کشاورزی است	این حوزه در حدود ۱۷/۱۷ از بار فسفر حوزه را تولید می کند و با توجه به پراکندگی مناطق جمعیتی و زیاد بودن باغات میوه عمده بار بدلیل زه آبهای کشاورزی است	استفاده از پیش مخازن، اصلاح روش های سنتی آبیاری و کوددهی باغات، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب، ایجاد وتلند در کنار مسیر جریبان.	استفاده از پیش مخازن، اصلاح روش های سنتی آبیاری و کوددهی باغات، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب، ایجاد وتلند در کنار مسیر جریبان.	استفاده از پیش مخازن، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب
حوزه حد فاصل روستای اوشان تا لشکرک	از نظر میزان تاثیر این حوزه در اولویت دوم قرار دارد، متشابه نظر اینکه نزدیکترین زیرحوزه به مخزن است با توجه به بحث انتقال نوتر مغز میزان تاثیر این حوزه که برابر ۲۹٪ است، بسیار حائز اهمیت است	از نظر میزان تاثیر این حوزه در اولویت دوم قرار دارد، متشابه نظر اینکه نزدیکترین زیرحوزه به مخزن است با توجه به بحث انتقال نوتر مغز میزان تاثیر این حوزه که برابر ۲۵٪ است بسیار حائز اهمیت است	استفاده از پیش مخازن، اصلاح روش های سنتی آبیاری و کوددهی باغات، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب، ایجاد وتلند در کنار مسیر جریبان.	استفاده از پیش مخازن، اصلاح روش های سنتی آبیاری و کوددهی باغات، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب، ایجاد وتلند در کنار مسیر جریبان.	استفاده از پیش مخازن، اصلاح شیوه دفع فاضلاب مناطق مسکونی به صورت سبزیک یا چاه جاذب
پادگان و کشاورگان لشکرک	حداقل تاثیر (۸/۳۷)	حداقل تاثیر (۸/۶۸)	تصفیه فاضلاب به صورت سبزیک و ایجاد وتلند	تصفیه فاضلاب به صورت سبزیک و ایجاد وتلند	تصفیه فاضلاب به صورت سبزیک و ایجاد وتلند



شکل ۳- اصلاح برآورد مقایسه بار نیتروژن کل در حوزه آبریز

حوزه بوده است.

نتیجه گیری

بر اساس برآوردهای انجام شده در بحث های قبل و اعمال تصحیحات لازم، ارزیابی ساده این حوزه آبریز که هدف انجام مطالعه بوده است در جدول ۴ ارائه گردیده است. لازم به ذکر است که انتخاب روش های کنترل با توجه به وضعیت هر زیر

قدردانی

از همکاری سازمان آب منطقه ای تهران در تأمین اطلاعات و داده های مورد نیاز صمیمانه سپاسگزاری می شود.

منابع و مراجع

- 1- Loehr, R. C. (1974). " Characteristics and Comparative Magnitude of Non- point Sources ", Jour. Water Pollut. Cont. Fed. 46, PP. 1849-42.
- 2- Sonzogni, W.C., & Lee, G.F. (1974a). " Diversion of Wastewater from Madison Lakes ", Jour. Env. Eng. Div. Amer. Soc. Civil Eng. 100, PP. 153-70.
- 3- Uttormark, P. D., Ehapin, J.D., & Green, K.M. (1974). " Estiating Nutrient Loading of Lakes from Non- point Sources ", Ecological Reserach- Series, No. EPA-660/3-74-20, 112.p.
- 4- Vollenweidr, R. A. (1968). " Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters with Particular Refrence of Nitrogen as Factors in Entrophication ", Technical Report DAS/CSI/68.27, OECD, Paris, 154 P.
- 5- Vollenweider, R.A. (1968). " Input - Output Models with Special Reference to the Phosphorus Loading Concept in Limnology ", Schweiz. Z. Hydrol. 37 : 53.

- 6- Rost, w. & lee, G.F. (1983). " *Nutrient Loading Estimates for Lakes* ", Amer. Soc. Civil. Eng, Env. Eng. Div., 109 PP. 502-05.
- 7- Omernik, P. (1976). " *The Influence Ofland Use on Stream Nutrient Levels* ", Ecological Research Series, No. EPA - 600/3 - 76-14 USA.
- 8- Winter, T.C. (1981). " *Uncertainty in Estimating the Water Balances in Lakes* ", Water Resour. Bull. 17, PP.82-115.
- 9- Smith, R.V., & Stewart, D.A. (1977). " *Statistical Models of River Loading of Nitrogen and Phosphours in the Lough System* ", water Res. 11, PP. 633-36.
- 10- Verhoff, F.H. & Heffner, M.R. (1979). " *The Rate of Availability in River Waters* ", Environ : Sci. Technol 13 PP. 844-49.
- 11- Fricker, H. (1980b). " *Methods of Assessing Nutrient loading* ", In : Rest oration of Lakes and Inland Waters, Report No. EPA - 440 / 5- 81 010 U.S. Environmental Proetction. Agency, Office of Water Regulations and Standardsa, Washington, D.CP. 56-60.
- 12- Yaksich, S. M., & Verhoff, F.H. (1983). " *Sampling Strategy for River Pollutant Transport* ", Amer. S. Civil Engr. Env.. Engr. Div. 109, PP. 219-31.
- 13- Lee, G. F., Sonzogni, W.C. & Spear, R.D. (1977). " *Siginificance of Oxic vs. Anoxic Conditions for Lake Mendota Sediments Phosphorus Release* ", : Golterman, H.L. (ed.), Intercations Between Sediments and Freshwater, Junk Publishers, the Hugue, The Netherlands, PP. 294-306.
- 14- Thornton, J.A. (1982). " *Lake McIlwaine : The Eutrophication and Recovery of a Tropical African Man-made Lake* ", Maegrphiae Biological, Volume 49, Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, 251p.
- 15- Christine L. Adamus and Martinus J. Bergman (1995). " *Estmating Nonpoint Source Pollution Loads with A GIS Screening Model* ", Water Resources Bullëtin, Vol 31, No, 4, 647-635.

۱۶- عطیعی نالیاف، ۱۳۷۸، 'ارزیابی کیفیت آب رودخانه جاجرود'، دانشگاه صنعتی شریف.