



بررسی زیست محیطی بازیافت فاضلاب تصفیه شده جهت تغذیه ی آب های زیرزمینی

سید سعید اسلامیان^۱، خدیجه پاسار^{۲*}، صالح ترکش اصفهانی^۳

چکیده

منابع آب کشور علاوه بر محدودیت، از لحاظ کیفیت نیز وضعیت بسیار خطرناکی دارند. افزایش حجم فاضلاب های مختلف خانگی، صنعتی و کشاورزی باعث آلوده شدن همین منابع محدود گشته و استحصال آب باکیفیت مناسب را در بسیاری از مناطق کشور مشکل تر ساخته است. رشد سریع صنایع تولیدی کشور که عموماً بدون توجه به وجود منابع کافی آب صورت می پذیرد، این مشکلات را حادث کرده فشار بیشتری بر منابع زیرزمینی آب در بسیاری از دشت های کشور وارد نموده است. آب اصلاح شده (پساب تصفیه شده)، به جبران آب های برداشتی زیرسطحی و حفاظت از آن کمک می کند. به دلیل این که ایجاد تصفیه اضافی بر روی آب اصلاح شده اطمینانی در سیستم مدیریت فاضلاب است، این تصفیه طبیعی ایجاد شده در محیط زیرزمینی، نیاز به فرآیندهای تصفیه فاضلاب پیشرفته پرهزینه را برطرف می کند. همچنین سفره های آب زیرزمینی یک مکانیزم طبیعی برای انتقال زیرسطحی آب اصلاح شده را مهیا می سازند و نیاز به تأسیسات ذخیره سازی سطحی و مشکلات همراه با آن از قبیل تبخیر و رشد جلبکی که عامل افت کیفیت آب است را برطرف می کند. وارد کردن آب به داخل یک سازند زمین شناسی از طریق روش ها و تأسیسات مختلف را تغذیه مصنوعی گویند. در این مقاله با بیان مقدمه ای از این راهکار به بررسی چالش های این موضوع و مکانیسم های حذف آلاینده ها در خاک پرداخته می شود. بر اساس نتایج در صورتی که منطقه دارای شرایط تغذیه مصنوعی با پساب باشد، این راهکار، راهکاری پایدار بوده و سبب افزایش سطح منابع زیرزمینی منطقه می گردد.

واژه های کلیدی: استفاده مجدد از آب، پساب، تغذیه مصنوعی، محیط زیست، فاضلاب

۱- استاد، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

۳- کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

* نویسنده مسئول: elhampasar@yahoo.com

۱- مقدمه

امروزه روش‌های تصفیه‌ای که در آن‌ها کاربرد نیروهای فیزیکی عامل مهم تری است، تحت عنوان واحد عملیاتی شناخته شده‌اند. روش‌های تصفیه که در آن حذف آلاینده‌ها از طریق واکنش‌های شیمیایی و زیست‌شناسی صورت می‌گیرد با عنوان واحد فرآیند معروف‌اند. در حال حاضر، عملیات و فرآیندهای واحد تصفیه‌خانه‌ها در هم ادغام شده و امروزه مراحل اولیه و نهایی تصفیه‌خانه‌ها را تشکیل می‌دهند. در تصفیه اولیه از عملیات فیزیکی تصفیه همچون آشغال‌گیری و ته‌نشینی برای جدا کردن مواد شناور و قابل ته‌نشینی موجود در فاضلاب بهره گرفته می‌شود. در تصفیه ثانویه از فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی استفاده می‌شود تا قسمت اعظم مواد آلی از فاضلاب جدا گردد. در تصفیه نهایی از واحدهای اضافی عملیات و فرآیند استفاده می‌شود تا سایر آلاینده‌ها مانند نیتروژن و فسفر، که مقدار آن‌ها در تصفیه ثانویه کاهش چشمگیری پیدا نکرده است، حذف شوند. روش‌های تصفیه زمینی، که امروزه بیشتر به "سیستم‌های طبیعی" معروف شده‌اند، مجموعه‌ای از مکانیسم‌های تصفیه فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناسی را به خدمت گرفته و آب را با کیفیتی مشابه آبی که از تصفیه نهایی فاضلاب حاصل شود، تولید می‌کنند.

ترکیبات نیتريت و نترات از جمله عوامل آلاینده محسوب می‌شوند که در سال‌های اخیر به لحاظ افزایش جمعیت مقدار آن‌ها افزایش یافته که این عامل باید در تصفیه فاضلاب و اثرات زیست‌محیطی استفاده از آن مورد توجه قرار گیرد. نترات به عنوان آخرین مرحله اکسیداسیون ترکیبات نیتروژن دار محسوب می‌شود که عامل بیماری متهمو گلوبینمیا در نوزادان است و احتمال تشکیل ترکیبات سرطان‌زای نیتروز آمین از آن به عنوان یکی از شاخص‌های شیمیایی آلودگی آب به فاضلاب‌ها مورد توجه می‌باشد. فلزات سنگین از جمله مهم‌ترین آلاینده‌های معدنی هستند که هم در آب‌های زیرزمینی و هم در فاضلاب‌ها وجود دارند. اکثر این آلاینده‌ها دارای

توان تبادل یونی می‌باشند و قسمت اعظم آلاینده‌های معدنی قبل از اینکه وارد آب‌های زیرزمینی شوند توسط مینرال‌های رسی مانند کلریت و مواد آلی موجود، جذب بافت خاک می‌شوند (ثابت رفتار، شانه‌ساز و حسینی فر ۱۳۸۰).

۱-۱- اهداف تغذیه مصنوعی

از جمله اهداف تغذیه مصنوعی آن می‌توان به بهبود کیفیت آب (تنظیم درجه حرارت و همچنین پالایش باکتری‌ها)، تثبیت و افزایش منابع آب زیرزمینی، تنظیم و یکنواخت کردن آب سطحی، جلوگیری از نفوذ آبخوان شور به آبخوان شیرین، کاهش و جلوگیری از نشست زمین در اثر برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی، ذخیره‌سازی جهت مصارف آینده، استخراج انرژی بر اثر آب گرم و توزیع زیرزمینی آب در یک منطقه برای چاه‌های حفاری شده اشاره کرد.

۱-۲- روش‌های تغذیه مصنوعی

روش‌های مختلفی برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی ارائه گردیده است که متداول‌ترین این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱-۲-۱- روش حوضچه‌ای

در روش حوضچه‌ای به وسیله خاک ریز کردن مرزهای حوضچه و یا خاک‌برداری از منطقه مورد نظر، حوضچه‌ای را درست کرده و آب را در داخل آن بخش می‌کنند. که این آب‌ها نباید دارای ذراتی در اندازه سیلت باشند، زیرا باعث گرفتگی فضاها و خالی قابل نفوذ می‌شود (Bazza 2001).

۱-۲-۲- روش سیلابی

سیلابی کردن سطح، سیستم‌های غرقابی و کرتی، بهبودی کانال جریان آب، فیلتراسیون تپ‌ای و حوضچه‌های نفوذ سطحی از جمله تکنیک‌های پخش سیلابی است. سیستم‌های مذکور به بسیاری از عوامل از قبیل نوع خاک و میزان تخلخل آن، عمق آب زیرزمینی،

۲-۱- فرآیندهای حذف طبیعی

مواد ذره‌ای بزرگ‌تر از حفره‌های خاک شامل بعضی از باکتری‌ها، عامل جداسازی بین خاک و آب می‌شوند و در طی فرآیند فیلتراسیون با ته نشینی در فضای حفره‌ها حذف می‌شوند. ویروس‌ها اساساً با جذب سطحی و برهم‌کنش با باکتری‌های بی‌هوازی حذف می‌شوند. تجمع تدریجی ذرات در یک لایه باعث کاهش بازده در فرآیند فیلتراسیون گردیده و جامدات معلق که در بین خاک و آب نگه داشته نمی‌شوند را به طور موثری با فیلتراسیون و جذب سطحی در پروفیل خاک حذف می‌کند. به عنوان مثال جریان‌های ایجادشده در راه‌های شکل‌گرفته شده توسط ذرات خاک، جامدات معلق و کلونیدی به مراتب کوچک‌تر از آن هستند که توسط جداسازی به خط جریان پیوسته و از طریق حرکت‌های هیدرودینامیکی، انتشار تصادف و رسوب‌گذاری نگه داشته می‌شوند. این ذرات به سوی شبکه خاک ایستا، جذب و تسطیح می‌شوند (Gordon et al. 2002).

برای پاک‌سازی و نگهداری ترکیبات غیر آلی حل شده در خاک، واکنش‌های شیمیایی، فیزیکی و میکروبیولوژی نیاز است که شامل واکنش‌های تبادل یونی، رسوب‌گذاری، جذب سطحی، کلویت شدن، کمپلکس شدن و هوازگی کانی‌های رسی می‌باشد. بسیاری از ترکیبات آلی به طور قابل توجهی قابل پاک‌سازی‌اند، ترکیبات غیر آلی از قبیل کلر، سدیم و سولفات توسط راه عبوری زمین تأثیر ناپذیرند. برای مثال آهن و فسفر بیش از ۹۰ درصد قابلیت پاک‌سازی دارند و این امر با ته نشینی و جذب سطحی در زیرزمین تحقق می‌یابد، هر چند توانایی خاک در پاک‌سازی این ترکیبات ممکن است در طی زمان کاهش یابد. ترکیبات آلی حل شده در طول تغذیه در معرض تجزیه زیستی و جذب سطحی هستند. اساس تجزیه زیستی با میکروارگانیسم‌های چسبیده به سطح محیط

توپوگرافی منطقه و کمیت و کیفیت پساب بستگی دارد (اسلامیان، ترکش اصفهانی و هدایت ۱۳۸۸).

۱-۲-۳- روش چاه تغذیه‌ای

این روش، به دو روش تزریق مستقیم و تزریق در ناحیه غیراشباع تقسیم می‌شود. تزریق مستقیم یعنی پمپاژ آب اصلاح‌شده به طور مستقیم در ناحیه آب زیرزمینی، که معمولاً به وسیله یک چاه صورت می‌گیرد. تزریق مستقیم در مکانی که آب زیرزمینی عمیق است و یا در مکانی که وضعیت هیدرولوژی برای پخش سیلاب مناسب نیستند، استفاده می‌شود. مزیت چاه‌های تزریقی ناحیه غیراشباع کاهش هزینه‌ها در مقایسه با چاه‌های تزریقی مستقیم است. در مقابل یک عیب آن این است که توانایی شستشوی معکوس را ندارند و یک گرفتگی شدید چاه می‌تواند علت تخریب آن گردد (ثابت رفتار، شانه‌ساز و حسینی فر ۱۳۸۰).

۲- روش‌ها

جهت کاربرد سیستم تغذیه مصنوعی، بایستی نحوی حرکت آلاینده در خاک بررسی و تحلیل گردد. به عنوان مثال، بر اساس مبحث دفیوژن در شیمی کاربردی، سرعت حرکت آلاینده‌ها در خاک متفاوت است، از طرفی زمان ماند جهت تصفیه در خاک برای آلاینده‌ها نیز متفاوت است. در نتیجه‌ی این دو مهم، هر پارامتر آلاینده‌گی پس از تغذیه به آبخوان در مختصات جغرافیایی خاص خود به درصد مورد نظر حذف خواهد رسید. لذا با توجه به شرایط ژئوتکنیک آبخوان (هدایت هیدرولیکی، لایه‌ها، جنس و ...)، نوع پساب، هدف از تغذیه و در نتیجه میزان تصفیه، مباحث زیست‌محیطی، می‌توان این سیستم را طراحی نمود. لذا شناخت فرآیندهای حذف در یک آبخوان اولین گام جهت طراحی این سیستم‌ها می‌باشد.

می دهد، اتفاق می افتد. نیترات به طور ضعیفی جذب می شود و با تورم، جریان آب در خلال تصفیه خاک - سفره آب زیرزمینی انتقال می یابد (Kharraz 2001).

دوره های مرطوب و خشک برای افزایش نیتروفیکاسیون در بالای ناحیه غیراشباع خاک ضروری است. بیشتر نیترات متحرک نادیده گرفته شده در خاک با آمونیاک جذب شده تحت وضعیت های بی هوازی در نواحی عمیق تری از ناحیه غیراشباع هستند. افزایش دوره خشکی باعث هوادهی مجدد خاک تا عمق بیشتر می شود که این فرایند باعث می شود آمونیاک در اعماق بیشتری جذب شود. افزایش دوره های مرطوب با وجود دوره خشکی کوتاه، افزایش عمق جذب آمونیاک و تحلیل آن را نتیجه می دهد.

حفاظت از بقایای میکروارگانیسم های بیماری زا در زیر سطح وابسته به چندین عامل است. این عوامل شامل اقلیم، ترکیب خاک، ضدیت^۲ میکروفلور خاک، میزان جریان و نوع میکروارگانیسم است. در دماهای کمتر از ۴ درجه سانتی گراد بعضی از میکروارگانیسم ها می توانند برای ماه ها و حتی سال ها زنده بمانند. میزان مرگ تدریجی با افزایش هر ۱۰ درجه سانتی گراد در دمای بین ۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد تقریباً دو برابر می باشد. باران عاملی است برای حرکت باکتری ها و ویروس هایی که در خاک فیلتر شده اند و بنابراین انتقال آن ها را افزایش می دهد (Bouwer 1991).

باکتری ها در خاک های قلیایی و همچنین خاک های که دارای مقدار ماده آلی زیادی هستند، بقای بیشتری نسبت به خاک های اسیدی دارند. در خاک هایی که کاهش pH شرایط را به سمت جذب بیشتر ویروس ها میل می دهد. باکتری ها و ارگانیسم های بزرگ تر مرتبط با فاضلاب به طور مؤثری بعد از نفوذ سطحی در یک مسافت کوتاه از پوشش خاک پاک سازی می شوند. عواملی که بر حرکت ویروس ها بر آب زیرزمینی مؤثر است در جدول (۱) نشان داده شده است. بهبود تصفیه

اتفاق می افتد. میزان و مقدار تجزیه زیستی به طور شدیدی وابسته به ماهیت مواد آلی و حضور پذیرنده های الکترون از قبیل اکسیژن های حل شده و نیترات دارد. مواد درشت سفره آب زیرزمینی از قبیل شن و بعضی از ماسه ها بزرگ تر از حد نفوذ پذیری اند و عامل گرفتگی می باشند. ترکیبات زیستی تجزیه پذیر در آب های زیرزمینی هوازی و بی هوازی در مدت زیادی زنده نخواهند ماند و تنها ترکیبات شیمیایی که قابلیت انحلال بالا و نیمه عمر زیادی دارند مثل ترکیبات حل شده نگران کننده اند. همچنین گروه های ویژه ای از ترکیبات به علت واکنش های تجزیه زیستی تشکیل کمپلکس شان به مدت زیادی نیاز دارند (Gordon et al. 2002).

محصولات نهایی تجزیه کامل تحت وضعیت بی هوازی شامل کربن دی اکسید، نیتروژن، سولفیت و متان و تحت عملیات هوازی شامل کربن دی اکسید، سولفات، نیترات، فسفات و آب می باشد.

دو فرم معمول در آب اصلاح شده، نیترات و آمونیاک است. سیال ثانویه شامل نیتروژن آمونیاک در غلظت های بیش از ۲۰ میلی گرم نیتروژن بر لیتر است. در حالی که سیالی که فرآیند پاک سازی نیتروژن بر آن صورت گرفته است، اصولاً شامل نیتروژن نیترات در غلظت کمتر از ۱۰ میلی گرم نیتروژن بر لیتر است. نیتروژن آمونیاک بیشترین متقاضی برای اکسیژن در سیال ثانویه است. نیتروژن به طور مؤثری می تواند در خلال تصفیه سیال پاک سازی شود. هر چند عملیات سیستم های تصفیه خاک - سفره آب زیرزمینی به طور مناسبی غلظت نیتروژن را در سیال ثانویه کاهش می دهد. وقتی که آمونیاک در آب اصلاح شده وجود داشته باشد، از طریق جذب سطحی در شرایط مرطوب پاک سازی می شود. شرایط مرطوب یعنی زمانی که اکسیژن کافی برای پشتیبانی از نیتروفیکاسیون وجود ندارد. نیتروفیکاسیون^۱ جذب سطحی آمونیاک در خلال دوره های خشکی بعدی یعنی هنگامی که هوادهی مجدد ناحیه غیراشباع خاک رخ

۲- نیروی یک یون برای جلوگیری از قدرت جذب یون های دیگر

۳- نتایج بحث

با توجه به مباحث مطرح شده در بالا به طور کلی در یک طرح تغذیه مصنوعی اهم مطالعات و بررسی های مورد نیاز به شرح زیر است:

۳-۱- تکمیل اطلاعات کلی طرح

- تکمیل جمع آوری اطلاعات مورد نیاز (گزارش های انجام شده مرحله اول، نقشه ها، عکس های هوایی مرتبط با طرح و ...) و تجزیه و تحلیل آنها
- تکمیل جمع آوری کلیه اطلاعات لازم در خصوص وضعیت کمی و کیفی پساب فاضلاب
- تکمیل بررسی مطالعات موجود خاک شناسی و طبقه بندی اراضی کشاورزی محدوده مورد مطالعه

۳-۲- مطالعات کمی و کیفی پساب خروجی از تصفیه خانه

- تعیین دبی واقعی طرح
- تعیین زمان بندی انجام آزمایش های تعیین کیفیت پساب
- تحلیل اندازه گیری های صورت گرفته و ارزیابی روش های ممکن تغذیه مصنوعی

۳-۳- مطالعات هیدرولوژی

- جمع آوری اطلاعات مربوط به بارندگی منطقه مورد مطالعه
- آزمون همگنی استقلال و مقادیر پرت داده های بارندگی
- بر کردن خلاءهای آماری با نرم افزارهای weatherman
- ترسیم دسته منحنی های شدت، مدت و فراوانی برای ایستگاه هواشناسی منطقه
- انتخاب بهترین مدل برای تخمین رواناب
- برآورد رواناب ناشی از بارش در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل انتخابی
- برآورد سیلاب های محتمل منطقه مورد مطالعه
- تهیه برنامه اندازه گیری آب دهی و نمونه برداری از سیلاب ها در مسیل های واقع در محدوده طرح که فاقد

(اعمال گندزدایی) بیش از انتخاب مکان و مدیریت سیستم تغذیه پخش سیلابی می تواند میکروارگانیسم های آب زیرزمینی را به حداقل و حتی کاملاً پاک سازی کند. در صورتی که میکروارگانیسمی در سیستم آب زیرزمینی زیاد شود می تواند با ایجاد حالت اکسایش آب تأثیر زیادی بر میزان پاک سازی آن ها گذاشت (Bouwer 1991, Gordon 2002, اسلامیان ۱۳۸۸).

جدول (۱). عوامل موثر بر حرکت ویروس ها در آب زیرزمینی

عامل	توضیحات
نوع خاک	خاک هایی با بافت ریز بسیار بهتر از خاک هایی با بافت سبک از خاک نگه داری می کنند. اکسید آهن گنجایش جذب سطحی را در خاک افزایش می دهد. خاک های لجنی معمولاً از نظر جذب سطحی بسیار ضعیف هستند.
pH	معمولاً جذب سطحی در اثر کاهش pH افزایش می یابد. هر چند الگوی بیان شده به طور قطعی نیست و به دیگر عوامل نیز وابسته است
کاتیون ها	در حضور کاتیون ها جذب سطحی افزایش می یابد. کاتیون ها در کاهش عوامل دفع کننده ذرات خاک و ویروس ها کمک می کنند. ممکن است باران ویروس ها را از خاک دفع و جدا کند زیرا نیروی اتصال آن ها ضعیف است.
مواد آلی حل شده	معمولاً با ویروس ها بر محل جذب رقابت می کنند. هیچ رقابت مهمی در غلظت های معمول در سیال فاضلاب مشاهده نمی شود. هوموس و اسیدهای فولویک ^۱ میزان جذب سطحی ویروس ها در خاک را کاهش می دهند.
نوع ویروس	جذب ویروس ها توسط خاک بین گونه ها و سویه های ویروس ها متفاوت است.
سرعت جریان	سرعت جریان بیشتر، جذب سطحی ویروس کمتری را نتیجه می دهد.
جریان اشباع شده و اشباع نشده	حرکت ویروس تحت وضعیت جریان غیر اشباع کمتر است.

- ارائه برنامه اندازه‌گیری آب دهی منابع آب انتخاب شده و بررسی نتایج به دست آمده
- تبصره:** بندهای بالا در صورت عدم وجود آمار اندازه‌گیری شده مورد نیاز می‌باشد.

- زمین‌شناسی گسترده مورد مطالعه شامل:

- پیمایش‌های صحرائی
- تکمیل بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی از نظر لیتولوژی، زمین ساخت و تکمیل آن‌ها
- تکمیل بررسی مقاطع زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه و آبرفت با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، حفاری‌های اکتشافی و مقاطع ژئوفیزیک
- تعیین ویژگی‌های آبرفت شامل: جنس، ضخامت و دانه‌بندی لایه‌ها
- بررسی اثرات احتمالی سازنده‌های حاشیه دشت بر کیفیت شیمیایی آبخوان
- تلفیق نتایج کاوش‌های ژئوفیزیکی با برداشت‌های زمین‌شناسی و حفاری در صورت موجود بودن
- تکمیل بررسی برآورد ضخامت و عمق لایه‌های آبخوان
- بررسی حدود منطقه مورد مطالعه، مرزهای آبخوان و گسترش آن‌ها
- بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی شامل:
 - بررسی آب نگاشت (هیدروگراف) چاه‌های مشاهده‌ای با تکیه بر ویژگی‌های نوسان در چاه‌های نزدیک منطقه تغذیه
 - بررسی نقشه هم عمق سطح آب زیرزمینی
 - بررسی نقشه تراز آب‌های زیرزمینی
 - برآورد عمق سطح آب زیرزمینی در محدوده طرح تغذیه مصنوعی با استفاده از نقشه‌های موجود
- تعیین ارتباط هیدرولیکی محل تغذیه مصنوعی با آبخوان، شامل:

ایستگاه‌های هیدرومتری هستند شامل: تعداد، موقعیت، زمان اندازه‌گیری‌ها و نمونه‌برداری‌ها و تعیین پارامترهای مورد نیاز جهت آنالیز شیمیایی و رسوب

۳-۴- مطالعات آب‌های زیرزمینی و زمین‌شناسی و شبیه‌سازی با نرم‌افزار هیدروژئوسفر

- تکمیل بررسی مطالعات آب‌های زیرزمینی موجود منطقه مورد مطالعه

- تهیه برنامه انجام آزمایش‌های تعیین پارامترهای مورد نیاز آبخوان (به شرح ذیل) جهت طراحی در محدوده مورد مطالعه. لازم به ذکر است مطالعات طرح‌های تغذیه مصنوعی در هر منطقه باید پس از مطالعات منابع آب‌های زیرزمینی طبق نشریه شماره ۲۱۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور صورت پذیرد. برای شناسایی مشخصات آبخوان در گستره طرح‌های تغذیه مصنوعی انجام مطالعاتی به شرح زیر ضروری است:

- تکمیل بررسی و تحلیل آمار و اطلاعات موجود و تعیین کمبودهای آماری و اکتشافی
- ارائه برنامه بر کاوش‌های ژئوفیزیکی و چاه پیمایی و بررسی نتایج به دست آمده در صورت نیاز
- ارائه برنامه انجام آزمایش‌های نفوذپذیری لایه‌های سطحی زمین و بررسی نتایج به دست آمده در صورت نیاز
- ارائه برنامه انجام اندازه‌گیری‌ها و نمونه‌برداری‌ها شامل:
 - ارائه برنامه اندازه‌گیری سطح ایستایی و یا پیزومتری آبخوان و بررسی نتایج به دست آمده در صورت نیاز
 - ارائه برنامه نمونه‌برداری بر آبخوان و تجزیه شیمیایی، اندازه‌گیری دمای آب و بررسی نتایج به دست آمده در صورت نیاز

- طراحی سلول‌های تالاب مصنوعی جهت پیش تصفیه در صورت کارایی و نیاز
- تهیه برنامه نقشه‌برداری به مقیاس ۱:۲۰۰۰ از مسیر تأسیسات انتقال، محل‌های انحراف آب، آبگیری، تأسیسات رسوب‌گیری و حوضچه‌های تغذیه
- انجام محاسبات هیدرولیکی اجرای گزینه بهینه شامل: تأسیسات انحراف و آبگیری، انتقال رسوب گیرها و تأسیسات تغذیه
- تعیین ابعاد مشخصات مهندسی اجرای طرح به کمک نقشه‌های اجرایی از محل تغذیه
- تدوین دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری
- طراحی تأسیسات استحصال پساب
- تعیین منطقه‌ی برداشت ممنوع از آبخوان

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به کمبود منابع آب در ایران و مشکلاتی که فاضلاب از لحاظ آلودگی ایجاد می‌کند استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده برای تغذیه منابع آب زیرزمینی امری عاقلانه خواهد بود. اگرچه خاک به عنوان یک پالاینده عمل می‌کند اما ضرورت تصفیه فاضلاب بر اساس استانداردهای تخلیه را نباید فراموش کرد. محدودیت‌های تغذیه آب زیرزمینی شامل نگرانی‌های سلامتی، توجیه اقتصادی، محدودیت‌های فیزیکی، ممنوعیت‌های قانونی، محدودیت‌های کیفیتی آب و در دسترس بودن آب اصلاح‌شده می‌باشد. در بین این قیود نگرانی‌های سلامتی مهم‌ترین رسیدگی است به طوری که باید در تمام پروژه تغذیه اعمال و کنترل شود. به عنوان مثال در دشت‌هایی که آب مناطق روستانشین دشت از چاه‌های عمیق تأمین می‌شود، بهتر است روش تأمین آب این روستاها تغییر و یا ملاحظات و نظارت بیشتری صورت پذیرد. همچنین بررسی ژئوتکنیک منطقه آبخوان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و

- بررسی ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان در گسترده طرح
- بررسی و برآورد سرعت نفوذ آب در لایه‌های سطحی و غیراشباع گسترده طرح
- تهیه نیم‌رخ و بررسی ارتباط هیدرولیکی محل تغذیه با آبخوان با استفاده از اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، حفاری، خاک‌شناسی
- تعیین ظرفیت تغذیه پذیری آبخوان
- جمع‌بندی نتایج و بررسی مشخصات آب‌خوان برای نرم‌افزار هیدرو ژئوسفر به صورت شبیه‌سازی اولیه
- شبیه‌سازی ثانویه آبخوان براساس داده‌های تکمیلی و بررسی گزینه‌های مناسب جهت مکان تغذیه
- بررسی تصفیه و توزیع آلاینده‌ها در آبخوان به کمک نرم‌افزار هیدرو ژئوسفر
- بررسی راندمان تصفیه پساب در مسیر انتقال به پایین‌دست و تعیین پیش تصفیه‌های لازم در صورت نیاز
- بررسی نحوه استحصال پساب تغذیه شده و تعیین بهترین مکان جهت استحصال
- تعیین ظرفیت کمی و کیفی آبخوان و بررسی درازمدت آن
- پیش‌بینی کیفیت پساب استحصالی از آبخوان

۳-۵- طراحی تأسیسات تغذیه مصنوعی

- تعیین دوره بازگشت طراحی تأسیسات با توجه به اهمیت طرح و هزینه‌ها
- برآورد دبی طرح برای انجام تغذیه مصنوعی
- پیش‌بینی بار رسوب ورودی به تأسیسات با توجه به عمر مفید طرح
- تعیین کیفیت مورد نیاز قبل از تغذیه و طراحی پیش تصفیه‌های در نظر گرفته‌شده

- Gordon, C., K. Wall, S. Toze, and G. O'Hara. 2002. Influence of Conditions on the Survival of Enteric Viruses and Indicator Organisms in Groundwater Management of Aquifer Recharge for Sustainability: A. A. Balkema Publishers. Lisse: 133-138.
 - Kharraz, Munther. 2001. Use of Treated Wastewater for Irrigation in Madaba, Egypt.
- دشت هایی با دانه بندی درشت مناسب این گونه طرح ها نمی باشد. مسیر حرکت آبخوان قبل از طراحی بایستی از طریق ردیاب های هیدرولیکی به صورت دقیق ترسیم و محدودی حذف هر آلاینده در یک نقشه ترسیم گردد. غلظت آلاینده های پساب تغذیه شونده با استفاده از نرم افزارهایی از قبیل هیدروژئوسفر، بایستی در طول ۲۰ سال بررسی گشته و تجمع آن تحلیل و با استانداردها مقایسه گردد.
- به طور کلی، استفاده از روش های زیستی در عین سادگی و کم هزینه بودن، در صورت عدم رعایت معیارها و ضوابط می تواند تبدیل به روشی پیچیده و پرهزینه گردند؛ به عبارت دیگر، در صورت عدم سرمایه گذاری و صرف وقت در ابتدای امر، این مهم تبدیل به چالش گشته و پیامدهای آن غیرقابل پیش بینی می گردد.

۵- منابع

- اسلامیان، سعید، صالح ترکش اصفهانی، الهه هدایت. ۱۳۸۸. استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده از طریق تغذیه آب های زیرزمینی برای افزایش پایدار منابع آب. اولین همایش بین المللی منابع آب، شاهرود.
- ثابت رفتار، عالی، سیدمحمدجواد شانه ساز، عبدالرضا، حسینی فر. ۱۳۸۰. استفاده مجدد از آب در ایران. کارگاه منطقه ای استفاده مجدد از آب در خاورمیانه و شمال آفریقا، مصر.
- Bazza, Mohamed. 2001. "Experience of F.A.O on wastewater reuse in the near East region", regional workshop on water reuse in the middle east and north africa, cairo, egypt.
- Bower, Herman. 1991. Role of Groundwater Recharge in Treatment and Storage of Wastewater for Reuse. Water Science Technology 24:295-302.

Environmental Evaluating of Reclaimed Wastewater Reuse for Groundwater Recharge

Saeid Eslamian¹, Khadijeh Pasar², Saleh Tarkesh Isfahany³

Abstract

In addition to limited water resources, the water quality situation is too dangerous in many parts of the world. Increasing the volumes of urban, Industrial and agricultural wastewaters has caused the pollution of these limited resources, and is difficult for water harvesting with high quality in many regions of Iran. The rapid growth of the country's manufacturing without attention to water resources, has caused a bigger force to groundwater in many country's plains. Reclaimed water (treated wastewater) helps to protect and compensate the groundwater. Due to this fact that the additional treatments on reclaimed water would improve the confidence in wastewater management system, these neutral treatments in underground area, has provided the needs of expensive advanced treatment processes. Also, groundwater aquifers have prepared an underground transfer of reclaimed water, and surface storage facility requirements and the associated problems such as evaporation and alga growth that cause the decrease of water quality. Groundwater recharge is an injection of water in a geological formation by many different ways and facilities. This paper describes an introduction of this, and evaluates the challenges with the contamination removing mechanism in soil. Based on the results, the solution is sustainable and increases the level of groundwater in many country's plains.

Keywords: *water reuse, wastewater treatment, artificial recharge, environment, reclamation*

1- Professor, Isfahan University of Technology, Isfahan

2- Master of Science, Department of Environmental Engineering, Graduate School of the Environment and Energy, Islamic Azad University-Research and Science Branch, Tehran

3- Master of Science, Department of Environmental Engineering, Graduate School of the Environment and Energy, Islamic Azad University-Research and Science Branch, Tehran

* Corresponding Author: elhampasar@yahoo.com