

چکیده فارسی:

کلیات: برکه های تثبیت فاضلاب ساده ترین فرآیندی است که انسان توسط آن سعی در تثبیت مواد قابل تجزیه بیولوژیکی دارد که در اینجا انسان شرایط مطلوب را برای فرآیندهای طبیعی پالایش ایجاد می کند و نیروهای طبیعت (نور خورشید، باد، درجه حرارت، گیاهان خودرو و حیات جانوری) می توانند تا بر روی فاضلاب عمل تصفیه را انجام دهند. برکه های تثبیت ابتدایی ترین فرآیند تصفیه بیولوژیکی را به کار می گیرند. این برکه ها به منظور ایجاد پساب خروجی مناسب جهت تخلیه در آبهای پذیرنده و همچنین بازیافت آب با کمترین هزینه و نیروی کار ماهر توسعه داده شده اند. آنها کاملترین نوع تصفیه را ارائه نخواهند داد ولی یک سری از این برکه ها می تواند حذف بسیار زیادی از موجودات بیماری زا را نسبت به سایر فرآیندهای متداول تصفیه فاضلاب تضمین کند. نیاز به مهارت بهره برداری، اندک است و هر چند که نیاز به ارائه برخی از آموزشها وجود دارد ولی نوعاً این آموزشها پیچیده نیست. از مزایای برکه ها می توان به ارزان بودن، راندمان بالا، قابلیت تحمل شوک مواد آلی و سمی و بالا بودن راندمان حذف فلزات سنگین اشاره کرد. هر چند معایبی همانند تولید و پرورش حشرات، بالا بودن غلظت جامدات معلق، نیاز به زمین بالا، اتلاف زیاد آب و احتمال آلودگی آبهای زیر زمینی می تواند از معایب آن باشد. برکه های اختیاری متداول ترین نوع برکه ها هستند که در لایه های فوقانی آنها به دلیل وجود اکسیژن محلول شرایط هوایی وجود دارد و در لایه های تحتانی به دلیل عدم وجود اکسیژن محلول شرایط بی هوایی غالب است. لایه حد واسط نیز در بین لایه هوایی و بی هوایی شناسایی شده است. عمق این برکه ها معمولاً بین ۲/۵-۱/۵ متر و زمان ماند آنها بین ۳۰-۷۰ روز می باشد. تصفیه فاضلاب در برکه های تثبیت به طور اساسی در اثر کمپلکس جلبکها و باکتری ها به وجود می آید. در حالی که اکسیداسیون مواد آلی به وسیله باکتریها صورت می گیرد و عمل اکسیداسیون، ناشی از اکسیژن محلولی است که توسط جلبکها در اختیار باکتریها قرار داده می شود. در تصفیه خانه فاضلاب یزد از روش برکه تثبیت با توجه به شرایط آب و هوای گرم برای تصفیه فاضلاب شهری استفاده شده است. این تصفیه خانه شامل واحدهای آشغالگیر، برکه بی هوایی و دو برکه اختیاری (با طول ۴۰۰ و عرض ۱۰۰ و عمق حدود ۲-۲/۵ متر) است.

از آنجا که در مباحث مهندسی محیط زیست ترکیبات نیتروژن و فسفر به عنوان عوامل اصلی تغذیه گرای (یوتریفیکاسیون)، در مخازن آب و مواد مغذی ضروری برای رشد جلبکها در برکه تثبیت بوده و وجود آنها در پساب تصفیه خانه های فاضلاب جهت تخلیه به آبهای جاری، چاههای جاذب و استفاده مجدد دارای محدودیت خاصی است، در این مطالعه این مواد مغذی در برکه اختیاری مدلسازی شده است، لذا نیتروژن به صورت نترات و آمونیاک و فسفر به صورت فسفر واکنشگر محلول مدلسازی شد.

روش کار: نمونه برداری از تصفیه خانه فاضلاب یزد صورت گرفت. زمان نمونه برداری با توجه به افزایش رشد جلبکها و افزایش کارایی برکه، به مدت سه ماه و به صورت هفتگی تعیین گردید. در هر دفعه نمونه برداری، از یک قایق موتوری و ظرف مخصوص نمونه برداری برای نمونه برداری از نقاط مختلف برکه (لایه سطحی و عمقی برکه) استفاده شد. برای هر کدام از ورودی و خروجی برکه اختیاری از سه نقطه نمونه برداری به عمل آمد. سپس نمونه ها با هم مخلوط شدند تا چهار نمونه شامل: ورودی، لایه سطحی، لایه عمقی و لایه خروجی به دست آید. بعد از عمل نمونه برداری بلافاصله پارامترهای لازم جهت مدلسازی مورد آزمایش قرار گرفتند. همچنین اطلاعات مورد نیاز از هواشناسی یزد تهیه گردید. در مرحله مدلسازی با استفاده از نرم افزار ونسیم هر کدام از هشت متغیر حالت (شامل: جلبک، فسفر و ازت (نترات و آمونیاک) به عنوان مهمترین پارامترها و زئوپلانکتونهای گیاهخوار و گوشتخوار، کربن محلول و ذره ای به عنوان عوامل تاثیرگذار می باشد) به همراه متغیرهای کمکی و ضرایب مربوطه در لایه های مختلف بر روی صفحه ونسیم ایجاد شدند. البته اثر متقابل متغیرهای حالت بر هم نیز در مدل لحاظ گردید. سپس به تمام پارامترهای موجود در صفحه گرافیکی ونسیم فرمول ریاضی مربوطه پس از استخراج از متون علمی معتبر داده شد. در مرحله بعد پارامترهای اندازه گیری شده و اطلاعات هواشناسی به صورت نمودار (گراف) به مدل وارد شد. در مرحله ورود روابط ریاضی چنانچه خطایی باشد مدل خواستار رفع خطا می شود و پس از رفع خطا نوبت به اجرای مدل (Run) می رسد که تا تمام خطاها رفع نشود مدل اجرا نمی شود. مدل برای مدت ۸۳ روز که شروع و اتمام آزمایشات است اجرا گردید. در مرحله آخر ضرایب کالیبراسیون در یک محدوده قابل پذیرش علمی تغییر داده شدند تا نتایج پارامترهای اندازه گیری شده و نتایج حاصل از مدل به همدیگر نزدیک شوند. حال با تغییر هر کدام از عوامل موجود در مدل تاثیر آن را بر متغیرهای حالت و کل مدل را می توان ارزیابی کرد.

نتایج: در مدلسازی فسفر محلول، یافته ها حاکی از آن است که در مدل، دمای فاضلاب داخل برکه عامل بسیار مهم، kg (نرخ رشد درجه یک جلبک)، نرخ ته نشینی فسفر (SRP Settling) و Kra (افت ناشی از اثر ترکیبی تنفس و دفع جلبکی)، Kh (نرخ هیدرولیز کربن محلول)، جزء عوامل مهم در مدل می باشند. در مدلسازی نترات: Fam (بخشی از نیتروژن غیر آلی که به وسیله جذب جلبکی از برکه جدا می شود)، و

دمای فاضلاب داخل برکه جزء عوامل خیلی مهم، kg (نرخ رشد درجه یک جلبک) و kn (فاکتور تبدیل بین آمونیاک و نیترات)، Kra (افت ناشی از اثر ترکیبی تنفس و دفع جلبکی)، جزء عوامل مهم در مدل می‌باشند. در مدلسازی آمونیاک: دمای فاضلاب داخل برکه، Anc (نسبت نیتروژن به کربن)، Fam (بخشی از نیتروژن غیر آلی که به وسیله جذب جلبکی از برکه جدا می‌شود) و kg (نرخ رشد درجه یک جلبک) از عوامل خیلی مهم، Kh (نرخ هیدرولیز کربن محلول)، kra (افت ناشی از اثر ترکیبی تنفس و دفع جلبکی) جزء عوامل مهم در مدل می‌باشند.

بحث و نتیجه گیری: مدل پویایی سیستم برای برکه اختیاری نیاز به داده‌های کمتری در مقایسه با سایر مدل‌های موجود دارند بنابراین مدل ارزانی بوده و می‌توان پاسخهای خوبی از آن بدست آورد و امکان توسعه مدل با افزودن پارامترها و متغیرهای جدید وجود دارد. در برکه اختیاری تصفیه خانه یزد نرخ رشد جلبکی و افت ناشی از اثر ترکیبی تنفس و دفع جلبکی بر روی متغیر فسفر، نیترات و آمونیاک تاثیر زیادی دارد، لذا برای حذف موثر فسفر، نیترات و آمونیاک باید در برکه شرایطی فراهم شود تا جلبکها رشد مناسبی داشته باشند که این کار می‌تواند با کاهش بار ورودی از طریق ورود فاضلاب از طریق برکه‌های کوچکتر موازی صورت گیرد. همچنین دمای فاضلاب داخل برکه در مدلسازی فسفر محلول، نیترات و آمونیاک عامل بسیار مهمی است و بخشی از نیتروژن غیر آلی که به وسیله جذب جلبکی از برکه جدا می‌شود، جزء عوامل خیلی مهم در مدلسازی نیترات و آمونیاک می‌باشد. نسبت فسفر به جلبک (کلروفیل) در مدل اهمیت کمی دارد لذا با داشتن رشد جلبکی مناسب برکه اختیاری می‌تواند نوسانات ورودی فسفر را تحمل کند. در مدلسازی نیترات، نسبت نیتروژن به جلبک و نسبت نیتروژن به کربن دارای اهمیت هستند، همیشه باید تعادل بین نیتروژن و جلبک باشد تا جلبک بتواند ترکیبات نیتروژنی را جذب نماید و نیز باید بین کربن موجود در برکه و نیتروژن تعادل برقرار باشد.

هر چند مدل‌های اکولوژیکی پویایی سیستم، اطلاعات مفیدی جهت مدیریت برکه به دست می‌دهد، اما برای ارزیابی دقیق‌تر بهتر است به جای مدل فعلی که صفر بعدی است از مدل‌های دو بعدی و سه بعدی استفاده شود.