

## مقایسه بازدهی منعقد کننده آهک و بنتونیت در حذف ارتوفسفات از

### پساب ورودی به زلال ساز ثانویه در تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز

افشین تکدستان<sup>۱</sup>، نعمت الله جعفر زاده حقیقی فرد<sup>۲</sup>، مینا هرمزی نژاد<sup>۳\*</sup>، مهدی احمدی مقدم<sup>۴</sup>

#### نظام الدین منگلی زاده<sup>۴</sup>

۱. دکترای بهداشت محیط، استادیار مرکز تحقیقات و فن آوریهای زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

۲. دکترای بهداشت محیط، دانشیار مرکز تحقیقات و فن آوریهای زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی

بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

\* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۶۶۲۲۱۸۷۹ فکس: ۰۶۱۱ ۳۷۳۸۲۶۹ ایمیل: hormozi\_mina@yahoo.com

#### چکیده

**زمینه و هدف:** فسفر یک ماده غذایی مهم برای گیاهان است و در پدیده اتروفیکاسیون آب های سطحی نقش دارد. در این تحقیق، بازدهی حذف ارتوفسفات توسط فرآیند ترسیب شیمیایی با استفاده از آهک و بنتونیت از فاضلاب شهری، در تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز مورد بررسی قرار گرفته است.

**روش بررسی:** این تحقیق در مقیاس آزمایشگاهی، روی پساب ورودی به زلال ساز ثانویه انجام شد و تاثیر pH و میزان ماده منعقد کننده با استفاده از آزمایش جار بر بازدهی حذف ارتوفسفات مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که با افزایش pH و میزان ماده منعقد کننده، بازدهی حذف ارتوفسفات افزایش می یابد و آهک نسبت به بنتونیت، بازدهی بالایی در حذف ارتوفسفات در pH طبیعی فاضلاب از خود نشان داد و توانست در میزان  $8.0 \text{ mg/l}$  و  $\text{pH}=7$ ، مقدار ارتوفسفات را به  $0.4 \text{ mg/l}$  برساند.

**نتیجه گیری:** در این تحقیق آهک به دلیل عدم نیاز به تغییر pH فاضلاب جهت رساندن pH فاضلاب به pH بهینه و در نتیجه کاهش هزینه مواد شیمیایی و بازدهی بالا در حذف ارتوفسفات نسبت به بنتونیت، می تواند به عنوان یک منعقد کننده مناسب و اقتصادی در حذف ارتوفسفات از پساب خروجی از تصفیه خانه باشد.

**واژه های کلیدی:** تصفیه فاضلاب، حذف شیمیایی ارتوفسفات، آهک، بنتونیت، تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز

دریافت: ۹۰/۱۲/۱۶

پذیرش: ۹۱/۳/۲۱

#### مقدمه

به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی کشور و کمبود منابع آب شیرین قابل استفاده، کنترل آلودگی این آب ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به خصوص که افزایش آلودگی منابع محیطی و به ویژه منابع آب از عوامل محدود کننده توسعه انسانی محسوب می شود. منابع آب در اثر فعالیت های انسانی و به طرق مختلف آلوده می گردند که با توجه به

محدودیت منابع آب، باید سریعتر این آبها را به سیکل مصرف برگردانیم. یکی از طرق آلودگی آبهای پذیرنده نظیر رودخانه ها و دریاچه ها، دفع فاضلاب و پساب به آنهاست. از این طریق، آلاینده های گوناگون از قبیل فسفر وارد این منابع می شود (۱). از آنجا که جلبک ها، موجودات اتوتروف می باشند، فقط به مواد معدنی نظیر ازت و فسفر به عنوان مهمترین مواد مغذی ورودی به محیط از طریق فاضلاب احتیاج

سال ۲۰۰۵، در یک سیستم شناورسازی با هوای محلول جهت تصفیه فاضلاب حاصل از فرآوری گوشت، به حذف ۹۵ درصد فسفر محلول در میزان ۰/۲۵ کیلوگرم آهک در هر متر مکعب پساب در مقیاس آزمایشگاهی دست یافتند (۸). آمودا<sup>۳</sup> و همکاران به این نتیجه رسیدند که پلی الکترولیت (پلی آکریلامید غیر یونی) در میزان  $25 \text{ mg/l}$  به همراه  $100 \text{ mg/l}$  کلرورفریک، باعث حذف ۹۹ درصد از کل فسفر می‌گردد (۹). ولف<sup>۴</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۸، مشاهده کردند که خاک بنتونیت با درجه خلوص ۹۰ درصد و در غلظت و  $200 \text{ mg/l}$ ، ۷۵ درصد فسفر محلول واکنش پذیر را بعد از یک ساعت ته نشینی و در  $\text{pH}=7/5$  از محلول آبی حذف کرده است (۱۰). زوبولیس<sup>۵</sup> و همکاران مشاهده کردند که غلظت فسفات در فاضلاب شهری، توسط  $30 \text{ mg/l}$  پلی آلومینیوم کلراید از  $10/1 \text{ mg/l}$  به  $0/4 \text{ mg/l}$  رسیده است (۱۱). همچنین زوبولیس و همکاران مشاهده کردند که پلی آلومینیوم کلراید در میزان  $30-60 \text{ mg/l}$ ، باعث حذف ۹۸-۷۵ درصد فسفات از فاضلاب شهری می‌گردد (۱۲). ولف و همکاران، پس از بررسی حذف فسفر توسط خاک بنتونیت در محیط های آبی، به بازدهی حذف فسفر محلول برابر ۷۷-۷۳ درصد بعد از مدت زمان ۶۰ دقیقه دست یافتند (۱۳). با توجه به اینکه در فرآیند ترسیب شیمیایی، ارتوفسفات ها با کاتیون های فلزی حاصل از هیدرولیز مواد منعقدکننده واکنش می‌دهند و ته نشین می‌شوند و حذف پلی فسفات ها و فسفر آلی ممکن است توسط به دام افتادن یا جذب توسط لخته های تشکیل شده در این فرآیند صورت گیرد. بنابراین هدف اصلی در این تحقیق، بررسی کارایی منعقد کننده آهک و بنتونیت در حذف ارتوفسفات از پساب ورودی به

دارند و سایر مواد مورد نیاز جهت رشد جلبک‌ها نظیر کربن و عناصر جزئی به مقدار مطلوب در بیشتر آنها موجود هستند و از آنجا که فسفر از طریق اتمسفر و یا منبع آب طبیعی در دسترس نیست و فقط از طریق منابع خارجی نظیر تخلیه فاضلابها به آبهای جاری وارد می‌شود، به همین دلیل فسفر می‌تواند عامل محدود کننده رشد جلبک‌ها باشد (۲). بنابراین وجود این ترکیبات به مقدار زیادی می‌تواند باعث افزایش رشد جلبک‌ها و در نتیجه مرگ بیولوژیک آب پذیرنده و غیر قابل استفاده نمودن آن در موارد مختلف مصرف شود، به این ترتیب حذف فسفر از فاضلاب شهری و صنعتی از نظر حفظ کیفیت منابع آب پذیرنده حائز اهمیت بوده و جزء تصفیه پیشرفته فاضلاب به حساب می‌آید (۳). فسفر در فاضلاب به اشکال گوناگون از جمله فسفر معدنی (ارتوفسفات ها و پلی فسفاتها) و فسفر آلی مشاهده می‌گردد (۴). با توجه به اینکه به طور کلی ترکیبات فسفر موجود در فاضلاب پس از هیدرولیز و تجزیه بیولوژیکی به ارتوفسفات های محلول تبدیل می‌شوند، بنابراین در این تحقیق، حذف ارتوفسفاتها مد نظر می‌باشد (۵). به طور معمول جهت حذف فسفر از روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی استفاده می‌شود (۶) که در این تحقیق، از روش شیمیایی جهت حذف فسفر از فاضلاب شهری استفاده گردید تا مقایسه ای بین مواد منعقد کننده مصنوعی (آهک) و طبیعی (خاک بنتونیت) از نظر بازدهی آنها در حذف فسفر انجام گیرد. بررسی هایی در زمینه حذف فسفر با استفاده از آهک و بنتونیت در تصفیه منابع آبی و فاضلاب انجام گرفته است از جمله در تحقیقی ویور<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۱۹۹۴، به این نتیجه رسیدند که کل فسفر موجود در پساب مزارع خوک توسط آهک با نسبت آهک : پساب برابر  $385 \text{ ml/g}$ ، ۷۵ درصد کاهش یافته است (۷). خان<sup>۲</sup> و همکاران در

<sup>3</sup> Amuda<sup>4</sup> Wolfe<sup>5</sup> Zouboulis<sup>1</sup> Weaver<sup>2</sup> Khan

زلزال ساز ثانویه و مقایسه بازدهی آنها با هم در حذف ارتوفسفات می‌باشد. پس از بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که مقدار فسفر در پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز در حد استاندارد  $6 \text{ mg/l}$  (حد مجاز فسفر در فاضلاب تخلیه شده در ایران) می‌باشد. بدین ترتیب در این تحقیق، مبنای انجام آزمایشها، بر اساس استاندارد WHO که  $1 \text{ mg/l}$  را به عنوان حد مجاز فسفر خروجی در پساب خروجی تصفیه خانه‌ها در نظر گرفته اند، قرار گرفته است.

### روش کار

این تحقیق مطالعه ای نیمه تجربی و در مقیاس آزمایشگاهی است که بر روی پساب ورودی به زلزال ساز ثانویه تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز صورت گرفت. سیستم تصفیه فاضلاب یاد شده از نوع لجن فعال به روش هوادهی گسترده می‌باشد. در این تحقیق، اثر pH (در محدوده ۷-۱۲ توسط آهک و ۶-۱۲ توسط بنتونیت)، مقدار ماده منعقد کننده (در محدوده  $50-100 \text{ mg/l}$  توسط آهک و  $10-250 \text{ mg/l}$  توسط بنتونیت) با توجه به خصوصیات نمونه فاضلاب شامل مقدار ارتوفسفات برابر  $2/9 \text{ mg/l}$  و pH فاضلاب برابر ۷، مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به مقادیر متفاوت ارتوفسفات‌های موجود در فاضلاب، بازدهی متفاوت مواد منعقد کننده و درجه خلوص آنها در مطالعات انجام شده در این زمینه، میزان استفاده شده هر یک از مواد منعقد کننده با هم تفاوت دارد و همچنین با توجه به مطالعات اخیر در زمینه مواد منعقد کننده فوق مشخص گردید که خاک بنتونیت در pH‌های قلیایی، بازدهی مناسبی را از خود نشان می‌دهد، اما در pH‌های نزدیک به pH طبیعی فاضلاب، در مقادیر بالاتر، بازدهی قابل قبولی خواهند داشت.

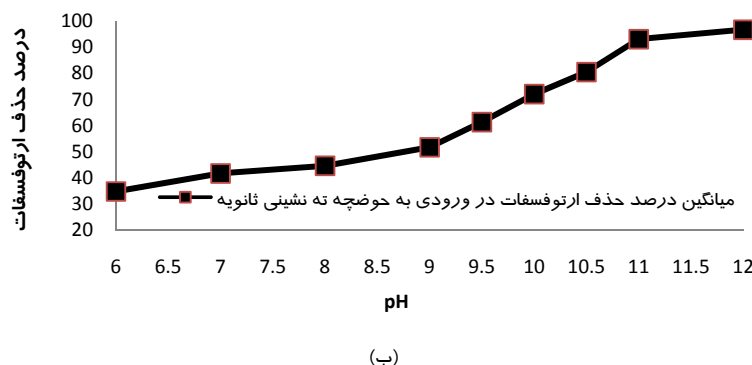
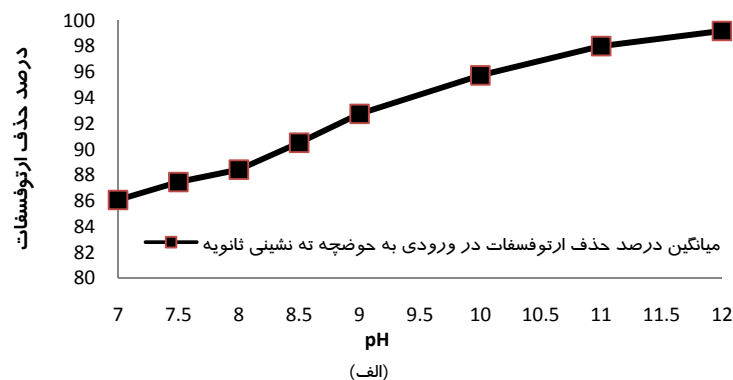
نمونه‌های مورد نظر پس از انتقال به آزمایشگاه شیمی محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، با استفاده از دستگاه جارتست مدل JLT6، مورد آزمایش قرار گرفتند و آزمایش جار روی آنها انجام گرفت. نمونه‌های مورد آزمایش بطور روزانه از تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز تامین شده است. نمونه‌های فاضلاب، ۲ بار مورد آزمایش قرار گرفتند. در این آزمایش از آهک با خلوص  $71/9$  درصد و بنتونیت با خلوص  $64$  درصد استفاده گردید. بعد از تعیین محدوده‌های مورد بررسی pH و میزان ماده منعقد کننده، آزمایش جار بر روی نمونه‌های فاضلاب بصورت زیر انجام گرفت: ۲ دقیقه اختلاط سریع با  $120$  دور در دقیقه، ۱۰ دقیقه اختلاط آرام با  $40$  دور در دقیقه و ۱ ساعت زمان ته‌نشینی (یک ساعت زمان ته نشینی در نظر گرفته شد تا به زمان ماند در حوضچه‌های ته نشینی در مقیاس واقعی نزدیک باشد). بعد از اتمام زمان ته نشینی، از عمق ۵ سانتیمتری زیر سطح نمونه فاضلاب درون بشرها با استفاده از پیپت، اقدام به نمونه‌گیری گردید و مقدار ارتوفسفات و شاخص حجمی لجن بلافاصله در تمام نمونه‌ها مورد آنالیز قرار گرفت. شرایط بهینه منعقد کننده‌ها بدین صورت تعیین شد که ابتدا اثر pH‌های مختلف در مقدار ثابتی از منعقد کننده مورد نظر بررسی شد و پس از تعیین pH بهینه، اثر مقادیر مختلف منعقد کننده مورد نظر، بررسی شد و میزان بهینه آن تعیین گردید. جهت تنظیم pH از اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم ۱ نرمال استفاده گردید. در پایان هر مرحله از آزمایش، تاثیر هر پارامتر روی حذف فسفر با استفاده از آنالیز آماری واریانس مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام آزمایش‌ها از pH متر دیجیتالی CyberscanpH310 ساخت شرکت EUTECH، ترازوی رقمی مدل Sartorius با دقت  $0/0001 \text{ gr}$  برای توزین مواد شیمیایی مصرفی استفاده شده است. ارتوفسفات با استفاده از روش اسید

می‌کند که در صورت بالا بودن مقدار شاخص حجمی لجن در فرآیند حذف ارتوفسفات با استفاده از مواد منعقد کننده فوق، از این فرآیند تصفیه در مقیاس واقعی در تصفیه خانه استفاده نشود.

### یافته ها

بر اساس آزمایش های انجام شده، نتایج حاصل در شکل ۱ و جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. نمودار ۱، نتایج مربوط به مرحله تعیین pH بهینه آهک و بنتونیت در حذف ارتوفسفات از فاضلاب شهری را نشان می‌دهد، همان طور که مشاهده می‌گردد با افزایش pH، درصد حذف ارتوفسفات توسط هر یک از منعقد کننده ها، افزایش یافته است، بطوریکه در pH های بالا، مقدار ارتوفسفات به کمترین مقدار خود می‌رسد.

آسکوربیک به شماره PE 4500 در کتاب استاندارد متد 2005 و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر DR/5000، اندازه گیری شد و شاخص حجمی لجن به روش D 2710 موجود در مرجع موجود تعیین گردید (۱۴). با توجه به اینکه آزمایش شاخص حجمی لجن نشان‌دهنده مقدار حجم لجن تولیدی از انجام فرایند تصفیه می‌باشد و در صورتی که مواد شیمیایی مصرفی جهت حذف آلاینده های مختلف از فاضلاب، باعث تولید حجم زیادی از لجن نسبت به موقعی که از این مواد شیمیایی استفاده نمی‌شود، گردند، بنابراین همین امر باعث افزایش هزینه های مربوط به فرایند تصفیه و دفع لجن در تصفیه خانه ها می‌شود، بدین ترتیب از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه نخواهد بود. به همین دلیل، انجام آزمایش شاخص حجمی لجن در این تحقیق ضرورت پیدا



شکل ۱. اثر pH روی درصد حذف ارتوفسفات توسط آهک (الف) و بنتونیت (ب) در پساب ورودی به زلال ساز ثانویه

ملاحظه می‌شود با افزایش میزان مواد منعقد کننده، درصد حذف ارتوفسفات افزایش یافته است، بطوریکه در بیشترین مقادیر مواد منعقد کننده،

جدول ۱ و ۲، تاثیر میزان ماده منعقد کننده آهک و بنتونیت بر حذف ارتوفسفات از پساب ورودی به زلال ساز ثانویه را نشان می‌دهد. همان‌طور که

بازدهی بالایی در حذف ارتوفسفات مشاهده می‌گردد.

جدول ۱. بازدهی حذف ارتوفسفات با استفاده از غلظتهای مختلف آهک در پساب ورودی به زلال ساز ثانویه

میزان منعقد کننده آهک (mg/L)	میانگین ارتوفسفات ورودی (mg/L)	میانگین ارتوفسفات خروجی (mg/L)	بازدهی حذف ارتوفسفات (%)	شاخص حجمی لجن ورودی (ml/g)	شاخص حجمی لجن خروجی (ml/g)
۵۰	۲/۹	۱/۴۴۵	۵۰/۱۷۲	۷۱	۹۷/۷۶
۶۰	۲/۹	۱/۲۱	۵۸/۲۷۶	۷۱	۱۱۱/۷۶
۷۰	۲/۹	۱	۶۵/۵۱۷	۷۱	۱۱۴/۷۶
۸۰	۲/۹	۰/۸۳۵۵	۷۱/۱۸۹	۷۱	۱۱۶/۷۶
۸۵	۲/۹	۰/۶۷۵	۷۶/۷۲۴	۷۱	۱۲۸/۷۶
۹۰	۲/۹	۰/۵۶۵۵	۸۰/۵	۷۱	۱۳۰/۷۶
۹۵	۲/۹	۰/۴۹۵	۸۲/۹۳۱	۷۱	۱۳۴/۶۶
۱۰۰	۲/۹	۰/۳۹۶۷	۸۶/۳۱۹	۷۱	۱۳۴/۷۶

جدول ۲. بازدهی حذف ارتوفسفات با استفاده از غلظتهای مختلف بنتونیت در پساب ورودی به زلال ساز ثانویه

میزان منعقد کننده بنتونیت (mg/L)	میانگین ارتوفسفات ورودی (mg/L)	میانگین ارتوفسفات خروجی (mg/L)	بازدهی حذف ارتوفسفات (%)	شاخص حجمی لجن ورودی (ml/g)	شاخص حجمی لجن خروجی (ml/g)
۱۰	۲/۹	۱/۲۱	۵۶/۷۸۵	۶۹/۲۳	۱۰۷/۷۶
۲۵	۲/۹	۰/۸۶۵	۶۹/۱۰۷	۶۹/۲۳	۱۲۵/۹۶
۵۰	۲/۹	۰/۸	۷۱/۴۳	۶۹/۲۳	۱۲۶/۹۶
۷۵	۲/۹	۰/۷	۷۵	۶۹/۲۳	۱۲۸/۷۶
۱۰۰	۲/۹	۰/۵۷	۷۹/۶۴۳	۶۹/۲۳	۱۳۱/۷۶
۱۲۵	۲/۹	۰/۴۵۵	۸۳/۷۵	۶۹/۲۳	۱۳۳/۳۶
۱۵۰	۲/۹	۰/۴۱	۸۵/۳۶	۶۹/۲۳	۱۳۴/۷۶
۱۷۵	۲/۹	۰/۱۹۵	۹۳/۰۳۶	۶۹/۲۳	۱۴۱/۷۶
۲۰۰	۲/۹	۰/۰۸	۹۷/۱۴۳	۶۹/۲۳	۱۴۴/۲۶
۲۵۰	۲/۹	۰/۰۴۴	۹۸/۴۳	۶۹/۲۳	۱۴۵/۷۶

بحث

خروجی به منابع آب پذیرنده، بایستی pH فاضلاب به pH خنثی برسد. بنابراین pH برابر ۷ و ۱۰ با بازدهی حذف ارتوفسفات برابر ۸۶/۰۷۷ و ۷۲/۰۶۸ درصد به ترتیب توسط آهک و بنتونیت به عنوان pH بهینه انتخاب شدند، زیرا  $pH=10$  به عنوان pH بهینه بنتونیت، نزدیکترین pH به pH فاضلاب با مقدار ارتوفسفات خروجی کمتر از  $1 \text{ mg/l}$  بود. استفاده از آهک در پیش تصفیه فاضلاب شهری قبل از فرایند بیولوژیکی مورد مطالعه قرار گرفته شده است. یک مدل موازنه شده برای ایجاد شرایط تصفیه بهینه جهت اطمینان از بازدهی بالای حذف فسفات توسعه یافته است که به نظر می رسد که حلالیت فسفات و کربنات توسط  $\text{CaCO}_3$  و  $\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3$  کنترل

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد، با افزایش pH، درصد حذف ارتوفسفات افزایش یافته است، بطوریکه در pHهای بالا، مقدار ارتوفسفات به کمترین مقدار خود می‌رسد. در این تحقیق، سعی گردید که pH طبیعی فاضلاب و یا pH های نزدیک به آن که مقدار ارتوفسفات در پساب خروجی را به کمتر از  $1 \text{ mg/l}$  رسانده باشند، به عنوان pH بهینه در نظر گرفته شوند، زیرا در صورت انجام این فرآیند در مقیاس full-scale، جهت تغییر pH فاضلاب، نیاز به افزودن اسید یا قلیا به فاضلاب و در نتیجه افزایش هزینه مواد شیمیایی خواهیم بود و همچنین پس از انجام فرآیند، جهت دفع پساب

مقدار کل فسفر محلول از  $38/8 \text{ mg/l}$  به  $1/38 \text{ mg/l}$  رسید (۸) که دلیل بازدهی بالای فسفر در این تحقیق به مقدار بالای ماده شیمیایی جهت حذف این آلاینده در فاضلاب نسبت داده می‌شود. در تحقیقی دیگر، ولف و لیند در سال ۲۰۰۸، پس از استفاده از خاک بنتونیت با درجه خلوص ۹۰ درصد، جهت حذف فسفر از منابع آبی، به ۷۵ درصد حذف فسفر محلول بعد از ۱ ساعت در میزان  $200 \text{ mg/l}$  خاک بنتونیت و در  $\text{pH}=7/5$  دست یافتند (۱۰). ظرفیت جذب فسفر در تحقیق انجام گرفته توسط کوکارلا و رنمان در سال ۲۰۰۹ و در  $\text{pH} 7/5$ ،  $8/5$  و  $9$  و در نسبت خاک بنتونیت به محلول برابر  $20:1$  به ترتیب  $3/5$ ،  $4/3$  و  $9/5 \text{ gp/kgclay}$  به دست آمد (۱۵). همچنین ویور و ریچی در سال ۱۹۹۴، جهت بررسی اثر آهک روی حذف فسفر از پساب مزارع خوک، از نسبت آهک : پساب برابر  $385 \text{ ml/g}$  استفاده نمودند. سرانجام نتایج، حذف ۷۵ درصد از کل فسفر و ۹۳ درصد از فسفر قابل صاف شدن را نشان داد. با توجه به اینکه مقدار کل فسفر در پساب در گستره بین  $1 \text{ mg/l}$  تا  $219-90$  و کل فسفر قابل صاف شدن در گستره بین  $62-97 \text{ mg/l}$  قرار داشته است (۷)، تفاوت در نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه، به خصوصیات کمی و کیفی فاضلاب از جمله  $\text{pH}$  فاضلاب و آلاینده های موجود در آن نسبت داده می‌شود. بطوریکه با افزایش مقدار آلاینده هایی از جمله مواد آلی و مواد معلق در فاضلاب، در  $\text{pH}$  مشخصی از فاضلاب و در مقادیر بالا، بازدهی بالایی را در حذف ارتوفسفات خواهند داشت زیرا مقداری از ترکیبات حاصل از هیدرولیز مواد منعقد کننده، صرف ترکیب با سایر آلاینده هایی از جمله ارتوفسفات از فاضلاب می‌گردد و بازدهی آنها را کاهش می‌دهد.

همان طور که در جدول ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد، با افزایش میزان ماده منعقد کننده، شاخص حجمی لجن افزایش می‌یابد، به عبارت دیگر می‌توان گفت

می‌شود. مدل پیش بینی شده این است که افزودن آهک در  $\text{pH}=9$  می‌تواند بازدهی مطمئنی جهت حذف فسفر را به دست دهد و از ترسیب کربنات ها به دلیل مقدار بالای آهک و در نتیجه تولید لجن زیاد، جلوگیری کند (۵). کوکارلا و رنمان<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۹، بیشترین ظرفیت جذب فسفر در تصفیه فاضلاب از طریق آزمایش های منقطع<sup>۲</sup>، در نسبت خاک بنتونیت به محلول برابر  $1:20$  و در  $\text{pH}=9$  برابر  $9/5 \text{ gp/kgclay}$  به دست آوردند (۱۵). پس مشخص می‌شود که مواد منعقد کننده در  $\text{pH}$  مشخصی در فاضلاب، حلالیت بیشتر داشته و هیدرولیز آنها در فاضلاب سریع رخ می‌دهد و به دنبال آن تولیدات حاصل از هیدرولیز آنها بیشتر می‌شود و بازدهی حذف ارتوفسفات افزایش می‌یابد. همان طور که در جدول ۱ و ۲ ملاحظه می‌شود با افزایش میزان مواد منعقد کننده، درصد حذف ارتوفسفات افزایش یافته است بطوریکه در بیشترین مقادیر مواد منعقد کننده، بازدهی بالایی در حذف ارتوفسفات مشاهده می‌گردد. اما با توجه به کاهش هزینه مواد شیمیایی با مصرف کمتر مواد منعقد کننده و رساندن مقدار ارتوفسفات به کمتر از  $1 \text{ mg/l}$  (استاندارد فسفر در پساب خروجی تصفیه‌خانه‌ها) به عنوان هدف اصلی در آزمایش ها، مقدار پایینی از مواد منعقد کننده که میزان ارتوفسفات را به حد استاندارد رسانده بود یعنی میزان  $80$  و  $25 \text{ mg/l}$  با مقدار ارتوفسفات خروجی برابر  $0/835$  و  $0/865$  و در  $\text{pH}$  برابر  $7$  و  $10$  به ترتیب توسط آهک و بنتونیت، به عنوان میزان بهینه انتخاب شدند. میزان بهینه آهک در تحقیق انجام گرفته توسط خان و ایروین در سال ۲۰۰۵، در یک سیستم شناورسازی با هوای محلول جهت بررسی تصفیه فاضلاب حاصل از فرآوری گوشت، برابر  $250 \text{ mg/l}$  به دست آمد که در این میزان بهینه،

<sup>1</sup> Cucarella & Renman

<sup>2</sup> Batch

حضور مقادیر بالای سایر آلاینده‌ها در فاضلاب از جمله مواد آلی و مواد معلق، بازدهی حذف آن را در فاضلاب توسط مواد منعقد کننده کاهش می‌دهند که در این شرایط باید از مقادیر بالای مواد منعقد کننده جهت حذف قابل قبولی از فسفر استفاده کرد.

با توجه به اینکه بیشترین قسمت لجن فاضلاب را جامدات معلق موجود در آن به دلیل مقادیر بالای آنها در فاضلاب ورودی تشکیل می‌دهد، پس می‌توان گفت که مقدار و ماهیت لجن تولید شده به مشخصات فاضلاب ورودی از قبیل مقدار جامدات معلق، مواد آلی و سایر آلاینده‌های موجود در آن، نوع ماده منعقد کننده مصرفی، میزان آن و نوع فرآیند تصفیه فاضلاب بستگی دارد.

#### سپاسگزاری

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد مینا هرمزی‌نژاد استخراج گردیده که بدین وسیله نویسندگان مقاله، مراتب تشکر و قدردانی خود را از دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به خاطر حمایت های مالی اعلام می دارند.

که با افزایش میزان ماده منعقد کننده، لخته های درشت تر و با سرعت ته نشینی بالا، ایجاد می‌شوند که همین امر باعث افزایش حجم لجن تولیدی و در نتیجه افزایش شاخص حجمی لجن می‌گردد. در شرایط بهینه آهک و بنتونیت، شاخص حجمی لجن به ترتیب برابر  $116/7 \text{ ml/g}$  و  $125/96$  به دست آمده است. با توجه به اینکه شاخص حجمی لجن در نمونه‌های فاضلاب ورودی به زلال ساز ثانویه در گستره  $69-71 \text{ ml/g}$  قرار داشته است.

#### نتیجه گیری

طی آزمایشهای انجام شده، بررسی ها نشان می‌دهد که آهک به عنوان منعقد کننده در حذف ارتوفسفات، به دلیل عملکرد قابل قبول در pH طبیعی فاضلاب ( $\text{pH}=7$ )، بهتر از بنتونیت در فاضلاب شهری عمل می‌کند و استفاده از بنتونیت جهت تصفیه فاضلاب، موجب افزایش هزینه مواد شیمیایی به دلیل تغییر pH فاضلاب و نیاز به افزودن قلیا به فاضلاب جهت رسیدن pH فاضلاب به pH بهینه آن می‌گردد، بنابراین در چنین شرایطی انجام این فرآیند بصره نمی‌باشد. همچنین در حذف ارتوفسفات از فاضلاب،

#### References

- 1- Nam JS, Kim CY. Phosphate ion Removal from a Solution by Soda-Lime Borosilicate Glass. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2008; 354: 5009-5013.
- 2- Koiv M, Liira M, Mander U, Motleb R, Vohla C, Kirsimae K. Phosphorus Removal Using Ca-Rich Hydrated Oil Shale Ash as Filtermaterial- The Effect of Different Phosphorus Loadings and WasteWaterCompositions. *Water Research*. 2010; 44(18): 5232-5239.
- 3- lupa L, Negrea P, Negrea A, Iovi A, Coheci L, Mosoarca G. Modelling and automation of the process of phosphate ion removal from wastewater. *Journal of Chemical Engineering*. 2008; 25(1): 9-17.
- 4- Mahmut O, Ayhan S. Effect of Tannins on Phosphate Removal Using Alum. *Turkish JournalEngineering EnvironmentalScience*. 2003; 27: 227-236.
- 5- Jiang JQ, Graham NJ. Pre-polymerised inorganic coagulants and phosphorus removal by coagulation—a review. *Water Science Association*. 1998; 24 (3): 237-244.
- 6- Heas DD, Wentzel M, Ekama GA. The use of simultaneous chemical precipitation in modified activated sludge system exhibiting biological excess phosphate removal part 1: literature review. *Water Science Association*. 2000; 26 (4): 439-452.
- 7- Weaver DM, Ritchie GSP. Phosphorus removal from piggery effluents of varying quality using lime and physic-chemical treatment methods. *Environmental Pollution*. 1994; 84: 237-244.
- 8- Khan A, Irvine D. Phosphorus removal from meat processing wastewater: innovation in process design PattleDelamorepattners limited. Auckland. New Zealand. 2005: 120-128.

- 9- Amuda OS, Amoo IA. Coagulation / flocculation process and sludge conditioning in beverage industrial wastewater treatment. *Journal of Hazardous Material*. 2007; 141: 778-783.
- 10- Wolfe JE, Lind OT. Influence of suspended clay on phosphorus uptake by periphyton. *Hydrobiologia*. 2008; 610: 211-222.
- 11- Zouboulis AI, Tzoupanos ND. Poly aluminium silicate chloride-asystematic study for the preparation and application of an efficient coagulant for water or wastewater treatment. *Journal of Hazardous Materials*. 2009; 162: 1379-1389.
- 12- Zouboulis AI, Tzoupanos ND. Alternative cost-effective preparation method of poly aluminium chloride (PAC) coagulant agent: characterization and comparative application for water/wastewater treatment. *Desalination*. 2010; 250: 339-344.
- 13- Wolfe JE, Lind OT. Phosphorus uptake and turnover by periphyton in the presence of suspended clay. *Limnology*. 2010; 17: 31-37.
- 14- AWWA, WEF, APHA. *Standard Methods for the Examination of Water & Waste Water*. 2005. 21<sup>th</sup> Ed. Washington D.C.USA: (4-153)-(4-155).
- 15- Cucurella V, Renman G. Phosphorus sorption capacity of filter material used for on- site wastewater treatment determined in batch experiments- A comparative study. *Journal Environmental Qual*. 2009 ; 38 : 381-392.



## Comparison of Lime and Bentonite Efficiency in Orthophosphate Removal from Influent of Secondary Clarifier in West Wastewater Treatment Plant of Ahvaz

Takdastan A<sup>1</sup>, Jaafarzadeh N<sup>2</sup>, Hormozi Nejad M<sup>\*3</sup>, Ahmadi Mogadam M<sup>1</sup>, Mengeli Zadeh N<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ph.D of Environmental Health, Assist. Prof. Environmental Technology Research center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences.

<sup>2</sup> Ph.D of Environmental Health, Assoc. Prof. Environmental Technology Research center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences.

<sup>3</sup> M.Sc. Student of Environmental Health Engineering, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences.

<sup>4</sup> M.Sc. Student of Environmental Health Engineering, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences.

\* *Corresponding Author.* Tel: +989166221879 Fax: +986113738269 E-mail: hormozi\_mina@yahoo.com

Received: 6 March 2012 Accepted: 10 June 2012

### ABSTRACT

**Background & Objectives:** Phosphorus as a main nutrient for plants is responsible for eutrophication of surface water. In this research, efficiency of orthophosphate removal through chemical precipitation process using lime and Bentonite clay was investigated in west wastewater treatment plant of Ahvaz.

**Methods:** This bench scale study was conducted on influent of secondary clarifier. The effect of pH and coagulant dose on orthophosphate removal efficiency was investigated using jar test.

**Results:** Orthophosphate removal efficiency increases by increasing coagulant dose and pH. Comparing with bentonit, lime displayed higher efficiency in orthophosphate removal from wastewater at normal pH range. Lime reduced orthophosphate concentration to 0.404 mg/l at a dose of 80 mg/l and pH=7.

**Conclusion:** Comparing with bentonit, lime may be used as appropriate and economic coagulant to remove orthophosphate from effluent of wastewater treatment plant, since it has high efficiency and there is also no need to modify PH to an optimum level, resulting in reduced chemical cost.

**Key word:** Wastewater Treatment; Chemically Removal of Orthophosphate; Lime; Bentonite; Ahvaz.