

## بررسی رابطه بین نسبت COD/N/P با راندمان حذف فنل در سیستم BF/AS

رضا شکوهی<sup>۱</sup>، حسین موحدیان عطار<sup>۲</sup>، احمد جنیدی جعفری<sup>۳</sup>، رقیه نوروزی<sup>۴</sup>

- ۱- استادیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت همدان
- ۲- دانشیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت اصفهان
- ۳- دانشیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت ایران
- ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط دانشکده بهداشت همدان

### چکیده

نسبت COD/N/P یکی از مهمترین فاکتورهای موثر بر عملکرد سیستم های بیولوژیکی تصفیه فاضلاب محسوب می شود از طرفی مقادیر مناسب نسبت مذکور با توجه نوع فرآیند تصفیه و نوع ماده مورد تصفیه متفاوت است. هدف از انجام این پژوهش بررسی رابطه بین نسبت COD/N/P با راندمان حذف فنل در رآکتور BF/AS و تعیین میزان اپتیمم آن می باشد. این پژوهش در مقیاس پایلوت و بر روی سیستم بیولوژیکی ترکیبی سری بیوفیلتر و لجن فعال صورت گرفته است. در این مطالعه ضمن تثبیت شرایط موثر بر عملکرد سیستم، با تغییر غلظت ازت و فسفر نسبت COD/N/P در دامنه 100/6/0.5 تا 100/16/3.2 تغییر داده شده است. متعاقباً راندمان حذف فنل توسط سیستم اندازه گیری شده است. نتایج این تحقیق نشان داد ضرایب همبستگی بین دو متغیر مورد مطالعه در دامنه 100/6/0.5 تا 10/10/2 و از این نسبت تا 100/16/3.2 بترتیب 0/883 و 0/892 و میزان  $P\text{-value} < 0/01$  می باشد. با توجه به مقادیر ضریب همبستگی و میزان  $P\text{-value}$  نتیجه می گیریم که همبستگی بین این دو متغیر با بیش از ۹۹ درصد اطمینان در سطح معنی داری قرار دارد. ضمناً نسبت مناسب COD/N/P برای حذف فنل در سیستم مورد مطالعه 100/10/2 می باشد و تغییر این نسبت موجب کاهش راندمان می گردد.

کلیدواژه ها: فنل / سیستم های ترکیبی / COD/N/P

## ۱- مقدمه

فنل یکی از هیدروکربنهای آروماتیک سمی است که EPA<sup>۱</sup> آنرا در دسته آلاینده های متقدم<sup>۲</sup> قرار داده است [۱]. این ماده ومشتقات آن در صنایع متعددی از جمله صنایع تولید رزین، رنگ، سموم دفع آفات، داروسازی، پالایشگاههای نفت، صنایع پتروشیمی و تعدادی صنایع دیگر کاربرد دارد و از طریق دفع غیربهداشتی فاضلاب صنایع یادشده باعث آلودگی محیط زیست و به خصوص منابع آب میشود [۲ و ۳]. رهنمود سازمان جهانی بهداشت (WHO)<sup>۳</sup> برای غلظت فنلها، کلروفنلها و ۲,۴,۶-تری کلروفنل در آب اشامیدنی کمتر از ۰/۱ میکروگرم در لیتر (0/1ppb) می باشد (4). طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (U.S EPA)<sup>۴</sup> میزان مجاز فنل در منابع آب جوامع انسانی و آب مورد استفاده برای پرورش ماهی ۰/۳ و ۲/۶ میلی گرم در لیتر است (5). جهت تصفیه فاضلابهای حاوی فنل روش های متعددی وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از: اکسیداسیون شیمیایی، جذب سطحی، تصفیه بیولوژیکی و ترکیبی از روش های مذکور می باشد. [۳ و ۴].

در بین روش های فوق الذکر سیستم های بیولوژیکی بدلیل مزایای خاصی که نسبت به سایر روش ها دارند بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از مزایای عمده این روش ها این است که سازگاری بیشتری با محیط زیست دارند [۵]. مزیت دیگر این سیستم ها نسبت به روش های شیمیایی این است که معمولاً در آنها هیچگونه ماده شیمیایی زیان آوری برای محیط زیست مصرف نمی شود. لذا دفع پساب و لجن حاصل از این فرایندها نسبت به فرایندهای شیمیایی در منابع پذیرنده اثرات سوء کمتری بدنبال دارد [۶]. یکی از فاکتورهای موثر بر کارایی حذف فنل در سیستم های بیولوژیکی نسبت COD/N/P می باشد. وجود ازت و فسفر در ساخت واحد های سازنده پروتئین سلول ها کاربرد دارد و کمبود این عناصر موجب کاهش رشد میکربی و در نتیجه کاهش راندمان سیستم می شود. لذا تغییر غلظت این مواد موجب تغییر گونه های غالب میکربی در سیستم های بیولوژیکی می شود، و با توجه به اینکه توانایی هر یک از میکروارگانیزم ها جهت تجزیه مواد مختلف، متفاوت است، در نتیجه ممکن است راندمان سیستم به همین دلیل تحت تأثیر قرار بگیرد، میزان مواد مغذی مورد نیاز در فرایندهای مختلف تصفیه، بستگی به نوع فرایند تصفیه، شرایط انجام فرایند، نوع مواد مورد تجزیه، نوع میکروارگانیزم های تجزیه کننده دارد. هدف از این پژوهش بررسی رابطه بین نسبت COD/N/P با کارایی حذف فنل در رآکتور BF/AS<sup>۴</sup> و تعیین مقدار مناسب این نسبت برای دستیابی به حداکثر راندمان میباشد

## ۲- مواد و روشها

### ۱- مشخصات سیستم مورد مطالعه

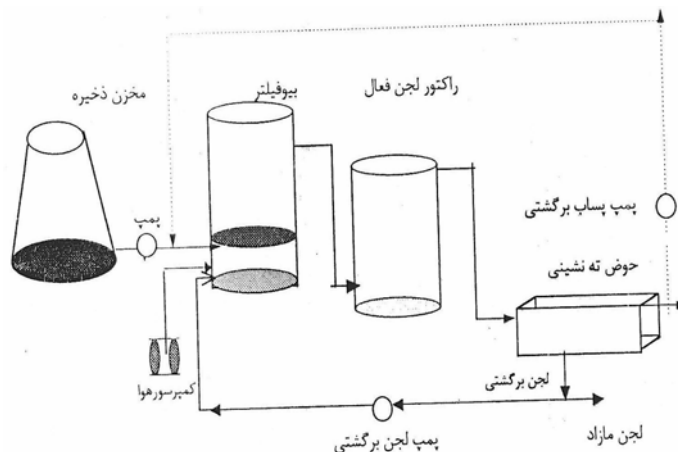
سیستم مورد مطالعه در مقیاس پایلوت با حجم ۲۴ لیتر شامل رآکتورهای بیوفیلتر ولجن فعال و حوض ته نشینی به صورت سری می باشد. در این سیستم فاضلاب ابتدا به رآکتور بیوفیلتر و سپس به رآکتور لجن فعال وارد می شود. فلودیاگرام و نمای سیستم مورد مطالعه در اشکال شماره ۱ و ۲ در این سیستم نشان داده شده اند.

<sup>1</sup>- Environmental Protection Agency

<sup>2</sup>- Priority Pollutants

<sup>3</sup>- World Health Organization

<sup>4</sup> U.S Environmental Protection Agency



شکل ۱: فلودیاگرام سیستم مورد مطالعه



شکل ۲: نمای سیستم بیولوژیکی ترکیبی بیوفیلتر / لجن فعال (BF/AS)

۲- تهیه باکتری و آداپته کردن آنها با فنل

منبع اولیه میکروارگانیسم های مورد مطالعه در این مطالعه لجن بیولوژیکی تصفیه خانه فاضلاب شهری است که در مدت ۹۰ روز با فنل به غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر سازگار شدند. در این مطالعه محلول فنل به صورت مصنوعی تهیه شده است و غیر از ازت و فسفر هیچ ماده غذایی در اختیار میکروارگانیسم ها قرار داده نشده است.

۳- بررسی رابطه بین نسبت COD/N/P

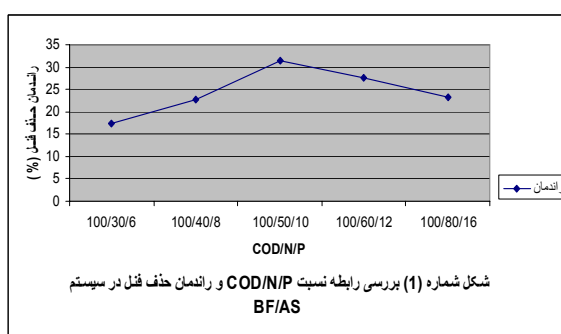
در این مطالعه ضمن تثبیت شرایط موثر بر عملکرد سیستم با تغییر غلظت ازت و فسفر، نسبت بین COD/N/P در دامنه ۱۰۰/۶/۱.۲ تا ۱۰۰/۱۶/۳.۲ تغییر داده شده است سپس با در نظر گرفتن زمان ماند هیدرولیکی راندمان حذف فنل توسط سیستم مورد مطالعه اندازه گیری شده است. جهت اندازه گیری فنل مطابق دستور العمل ارائه شده در روش شماره کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب چاپ ۲۰۰۳ و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شده است (۷)

۴- روش های آماری

جهت تعیین رابطه و میزان همبستگی بین متغیر های مورد مطالعه از نرم افزار SPSS و آزمون همبستگی پیرسون، کندال و اسپرمن استفاده شده است.

### ۳- نتایج

به منظور ارزیابی تاثیر ازت و فسفر بر راندمان حذف فنل در سیستم مورد مطالعه، نیتروژن با غلظت های ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۸۰ میلی گرم در لیتر و فسفر با غلظت های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۶ میلیگرم در لیتر به محلول فنل اضافه شده است. مطابق شکل شماره (۱) بیشترین راندمان حذف در نسبت های COD/N/P=۱۰۰/۱۰/۲ می باشد. در صورتی که جهت تصفیه فاضلاب های خانگی با استفاده از سیستم های متعارف توصیه شده است، نسبت BOD/N/P معادل ۱۰۰/۱۰/۲ در نظر گرفته شود. جدول (۱) مقادیر میانگین راندمان حذف فنل برحسب نسبت بین COD/N/P در سیستم BF/AS را نشان می دهد.



شکل ۱: بررسی رابطه بین نسبت COD/N/P و راندمان حذف فنل در سیستم BF/AS

### ۴- بحث و نتیجه گیری

نیتروژن و فسفر مهمترین مواد مغذی و ضروری برای رشد و تکثیر میکروارگانیسمها، گیاهان و جانوران محسوب می شوند، و میزان آن ها از جنبه های مختلف بر فرایند تصفیه بیولوژیکی تاثیر می گذارند. میزان مواد مغذی مورد نیاز در فرایند های مختلف تصفیه، بستگی به نوع فرایند تصفیه، شرایط انجام فرایند، نوع مواد مورد تجزیه، نوع میکروارگانیسم های تجزیه کننده دارد. بطور مثال فرمول ساختمانی بسیاری از باکتری ها  $C_5H_7NO_2$  می باشد. البته این فرمول بیشتر برای نشان دادن مقادیر نسبت کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن کاربرد دارد بر اساس فرمول مذکور نسبت وزنی ازت به سایر عناصر ۱۲/۴ درصد می باشد. مقدار فسفر مورد نیاز معمولاً یک پنجم مقدار ازت برآورد می شود. بطور کلی جهت تصفیه فاضلاب های خانگی با استفاده از سیستم های متعارف توصیه شده است، نسبت BOD/N/P معادل ۱۰۰/۵/۱ در نظر گرفته شود [۸ و ۹].

گوپتا و میجومدر (Gupta and Majumder 2003) عملکرد سیستم بیولوژیکی ترکیبی صافی چکنده ولجن فعال جهت تصفیه نیتروبنزن را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق غلظت نیتروبنزن  $90 \text{ mg/l}$  بوده است، و استات سدیم هم بعنوان سوبسترای مشارکتی مورد استفاده قرار گرفته است. راندمان حذف نیتروبنزن توسط سیستم مورد مطالعه در شرایط مناسب ۹۵/۹۳ درصد گزارش شده است. یکی از این شرایط نسبت COD/N می باشد که در زمان دستیابی به حداکثر راندمان در این تحقیق ۱۰۰/۲۰ تعیین گردیده است. ضمناً در همین زمان نسبت نیترو بنزن به استات سدیم معادل یک به سی و سه گزارش شده است [10].

چون تقریباً صد در صد فنل مورد استفاده در این مطالعه توسط میکروارگانیسم های موجود در سیستم قابل تجزیه می باشد، در نتیجه میزان شاخص COD با BOD مربوط به آن تقریباً با هم برابرند. ضمناً با توجه به اینکه غلظت فنل در محلول ورودی به سیستم  $500 \text{ mg/l}$  می باشد، بنابر در نقطه اوج راندمان نسبت Phenol/N/P=100/24/4.8 می باشد، از طرفی چون هر میلی گرم فنل معادل  $2/4 \text{ mg/l}$  COD تولید می کند. در نتیجه در نقطه اوج راندمان نسبت COD/N/P=100/10/2 تعیین گردیده است. و در تحقیقی

که آقای Delia Teresa Sponza و همکارانش بر روی میزان حذف همزمان P و N و دی نیترو تولوئن انجام داده اند روش حذف به کمک راکتور sequential batch در شرایط بی هوازی، هوازی و آنوکسیک بوده است مشخص شده که در شرایط آنوکسیک نسبت N/P بین ۱/۶ - ۲/۱ و COD/N بین ۷-۸ بوده است. و مشخص گردید که با افزایش میزان COD به بیش از ۷۰۰ میلی گرم بر لیتر نسبت حذف فسفر کاهش می یابد و نسبت COD/P و COD/N در این شرایط ۵-۲/۳ و ۲/۲ بوده است (۱۱).

مطابق نتایج آزمون همبستگی بین غلظت نیتروژن و راندمان حذف فنل میزان ضریب همبستگی پیرسون بین این دو متغیر در غلظت های ۳۰ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر ۰/۸۸۳ و مقدار PV در آزمون یاد شده ۰/۰۰۲ می باشد. و در غلظت های ۶۰ تا ۹۶ میلی گرم در لیتر میزان ضریب همبستگی پیرسون بین این دو متغیر ۰/۸۹۴- و مقدار PV در آزمون یاد شده ۰/۰۰۳ می باشد. با این توصیف ملاحظه می شود که بین غلظت نیتروژن در دامنه ۳۰ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر و راندمان حذف فنل در سیستم BF/AS رابطه مستقیم و در غلظت های ۵۰ تا ۸۰ میلی گرم در لیتر رابطه عکس وجود دارد، و با توجه به اینکه در همه موارد  $PV < 0.01$  است، نتیجه می گیریم که همبستگی این دو متغیر با بیش از ۹۹ درصد اطمینان در سطح معنی داری قرار دارد. البته با توجه به ارقام مندرج در جدول شماره (۱) افزایش غلظت نیتروژن تا غلظت ۵۰ mg/l باعث افزایش راندمان می شود، ولی در غلظتهای بالاتر موجب کاهش راندمان می گردد.

**جدول (۱) مقادیر میانگین راندمان حذف فنل بر حسب نسبت بین COD/N/P در سیستم BF/AS**

راندمان (%)						نسبت COD/N/P
کل سیستم		لجن فعال		بیوفیلتر		
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۱/۷۵	۱۷/۳	۱/۲۷	۸/۸۲	۱/۶۹	۸/۴۵	100/30/6
۵/۴۷	۲۲/۸	۱/۹۶	۱۱/۴	۳/۵۱	۱۱/۴	100/40/8
۱/۲۳	۳۱/۳۱	۰/۷۲	۱۲/۹۲	۱	۱۸/۴	100/50/10
۲/۴۵	۲۷/۵۵	۴/۱۶	۱۶/۶۳	۵/۹	۱۰/۹۱	100/60/12
۱	۲۳/۳	۰/۳	۱۵/۴۳	۱/۳۴	۷/۹۵	100/80/16

#### ۵- فهرست منابع

- 1- John, B., Sullivan, Jr., Gary, R., Krieger., "Clinical Environmental Health and Toxic Exposures", 2nd ed., Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- 2- Eula, B.M., Barbara, C., Charles, H., "Patty's Toxicology", Vol 4, 3rd ed., John Wiley & Sons, 2001.
- 3- Karel, V., "Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals", Vol 2, 4th ed., John Wiley & Sons, Canada, 2001.
- 4- Habeck, M., "Toxic: Phenol", ECO - USA, 2003.
- 5- Patterson, J.W., "Wastewater Treatment Technology", ANN. Arbor Science Publishers Inc, 1975.
- 6- Hamner, M. J., Hammer, Jr., "Water and Wastewater Technology", 4th ed., Hall of India, p. 22-25, 2003.
- 7- APHA, AWWA, WPCF., "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 6th ed., APHA, NTW, 1995.
- 8- Bitton, G., "Wastewater Microbiology", 2nd ed, Wiley -Liss, 1999.
- 9- Metcalf. and Eddy Inc., "Wastewater Engineering", 4th ed., Mc Graw Hill, 2003.
- 10- Majumder, P.S., Gupta, S.K., "Hybrid reactor for priority pollutant nitrobenzene removal", Water Res, NO. 37(18) P. 4331-6, 2003
- 11- Delia Teresa Sponza and Hulya Atalay., " Simultaneous phosphorus, nitrogen and dinitrotoluene removals in batch anaerobic/anoxic/aerobic sequential ". Volume 40, Issue, January 2005, pages 25-34.