

تأثیر نسبت COD/N و COD/P در بازده حذف ازت و فسفر از فاضلاب های شهری با راکتور ناپیوسته متوالی

* مهندس قادر غنی زاده

چکیده

با افزایش جمعیت، زواید تولید شده توسط جوامع مختلف و تأثیرات آنها بر محیط افزایش یافته است. فاضلاب های شهری به دلیل تنوع آلاینده ها و حجم زیاد، دارای دامنه و شدت اثر زیادی بر محیط است. در میان آلاینده های مختلف فاضلاب های شهری، عناصر مغذی (ازت و فسفر) به دلیل تأثیر در اکوسیستم های آبی و بر هم زدن تعادل آنها از اهمیت خاصی برخوردار است. از آنجایی که در فرایندهای بیولوژیکی، عوامل متعددی در بازده فرایند موثر است، در این مطالعه اثرات نسبت COD/N و COD/P در بازده حذف عناصر مغذی (ازت و فسفر) در فرایند لجن فعال با راکتور ناپیوسته متوالی مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه به صورت توصیفی - تحلیلی مقطعی و به مدت ۶ ماه با استفاده از یک راکتور ناپیوسته متوالی به حجم مفید ۱۸ لیتر بر روی فاضلاب شهری وارد شونده به یکی از تصفیه خانه های فاضلاب تهران انجام شد. علت انتخاب فاضلاب شهری برای مطالعه این است که نتایج حاصل از هر نوع مطالعه ای بر روی چنین فاضلاب هایی با تغییرات جزئی در شهرهای مختلف کشور کاربرد دارد. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که با افزایش نسبت COD/N از ۸/۵ به ۱۴/۸، میزان نیترات باقیمانده در پساب از ۱۲/۳ mg/l به ۴/۳ mg/l کاهش یافت و با افزایش نسبت COD/P از ۳۱/۴ به ۴۶/۹۹، بازده حذف فسفر از ۵۶ درصد به ۷۱ درصد افزایش داشت. این نتایج نشان می دهد که سیستم SBR در بار آلی بالا توانایی زیادی در حذف عناصر مغذی دارد. علاوه بر این، بررسی تأثیرات درجه حرارت در بازده حذف در این مطالعه نشان داد که حداقل بازده حذف فسفر در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد اتفاق افتاده و راندمان حذف فسفر در دمای بالای ۱۰ درجه سانتیگراد و کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد اختلاف چندانی ندارد.

کلید واژه

تصفیه فاضلاب، راکتور ناپیوسته متوالی، عناصر مغذی، فاضلاب شهری، بازده فرایند.

سر آغاز

از نظر تاریخی می توان گفت که راکتورهای ناپیوسته متوالی (SBR)^(۵) فناوری نو نیست و پایه های اساسی این سیستم، مقدم بر فرایند لجن فعال است (Aroramadan and Barth, 1985). زیرا در سالهای ۱۹۱۴ که آردن و لاکت نکات اصولی فرایند لجن فعال را مورد بررسی قرار می دادند از راکتورهای پرو خالی شونده استفاده کرده اند (Irvin, 1980).

متأسفانه نیاز به وسایل و تجهیزات کنترل کننده مانند شیرهای خودکار، پمپ های خودکار، زمان سنج ها و کنترل کننده های فرایند از عوامل مهم در تأخیر رشد و توسعه چنین سیستم هایی بوده است. تحقیقات اولیه بر روی این سیستم توسط Hoverprogress و همکارانش در سالهای ۱۹۵۰ شروع شد (Barker and Dold, 1996)، اما به دلیل عوامل سابق الذکر و عدم توسعه سیستم های کنترل گر می توان به مطالعات Irvin و همکارانش در دومین تجدید حیات این راکتورها (SBR) که تا سال ۱۹۷۹ طول کشید اشاره کرد (Aroramadan and Barth 1985; Irvin, 1980).

مطالعه فرایندهای حذف همزمان عناصر مغذی نشان می دهد که هر چند وجود ناحیه بی هوازی و اناکسیک به عنوان بخشی ضروری در سیستم های حذف همزمان عناصر مغذی است، اما بررسی های دقیق تر نشان می دهد که راندمان حذف آلاینده های فوق (N&P) از عوامل متعددی تبعیت می کند که شامل مشخصات فاضلاب، عوامل محیطی نظیر دما، pH، زمان ماند جامدات (SRT)^(۶)، زمان ماند بی هوازی و زمان ماند هوازی است. در مورد تأثیرات ترکیبات فاضلاب می باید از اصول فرایندهای حذف ازت و فسفر و نقش فرایندهای تخمیری در تولید سوبسترای لازم برای رشد باکتری های حذف کننده فسفر و تأثیرات بازدارنده ترکیبات نیترا ت بر روی این فرایندها اطلاع داشت. حذف بیولوژیکی فسفر بر اساس فرایندی است که در آن باکتری های معینی فسفات را از محیط فاضلاب حذف می کنند. این باکتری های جاذب فسفر در شرایط معمولی در لجن فاضلاب حضور دارند، اما به دلیل سرعت رشد کم، تعداد آنها در محیط کمتر بوده و بازده فرایند، قابل توجه نیست. از آن جایی که این باکتری ها برای رشد خود اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه را به عنوان سوبسترا ترجیح می دهند و مقدار این ترکیبات فاضلاب خام کمتر است، وجود ناحیه ای بی هوازی که بتواند ترکیبات آلی را به این عناصر تبدیل کند ضروری است. در این فرایندها، طی عبور فاضلاب از یک مرحله بی هوازی، بخشی از ترکیبات آلی موجود در فاضلاب به اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه تبدیل شده که به دنبال

نگاه اجمالی به تاریخچه تصفیه فاضلاب نشان می دهد که تصفیه فاضلاب ها در اوایل قرن بیستم و با حذف مواد معلق و آلی از فاضلاب شروع شد (ابریشم چی و همکاران، ۱۳۷۴). ولی با گذشت زمان و پیدایش شرایط نامناسب زیست محیطی، متخصصان بر آن شدند تا تصفیه کامل تری از فاضلاب را انجام دهند. از آنجایی که حذف هر آلاینده از فاضلاب متناسب با اهمیت بهداشتی و محیط زیستی آن است، حذف عناصر مغذی نیز با پیدایش پدیده اوتریفیکاسیون در منابع آبی اهمیت خاص پیدا کرده است (Farimond and Upton, 1993; Guter and Heuze, 1995).

بررسی روشهای مختلف حذف عناصر مغذی (ازت و فسفر) نشان می دهد که روشهای مختلفی برای حذف این آلاینده ها به کار رفته است، اما از میان روشهای موجود، فرایندهای بیولوژیکی به دلیل مزایای خاص خود (برای مثال تولید لجن کمتر، انعطاف پذیری بیشتر و هزینه کمتر) نسبت به روشهای شیمیایی مورد توجه بیشتری قرار گرفته (Gronszky and Mervyn, 1979) و به دلیل اهمیت زیست محیطی این آلاینده ها، طراحی سازوکارهای مختلف به منظور حذف بیشتر ازت و فسفر، طراحی فرایند لجن فعال را در جهت حذف بیشتر این آلاینده ها دگرگون کرده است (Halling and Jrgensen, 1993)، به طوری که در بعضی موارد حذف فسفر و نیتروژن به طور مجزا، یا در کنار هم انجام می شود. از جمله فرایندهایی که در آن حذف فسفر بتنهایی انجام می شود می توان فرایند A/O^(۱) و فرایند فستریپ را نام برد که در فرایند A/O، حذف فسفر در خط اصلی جریان و به وسیله فرایندهای بیولوژیکی انجام می شود ولی در فرایند فستریپ حذف فسفر به وسیله فرایندهای شیمیایی و در یک جریان جانبی انجام می شود (Vanstarken burg and Renisk, 1993). اما در بعضی مواقع به دلیل جلوگیری از تأثیرات سوء نیترا ت حاصل از اکسیداسیون ترکیبات نیتروژنه بر فرایند حذف فسفر، سهولت ترکیب فرایند لجن فعال برای حذف همزمان ازت و فسفر و مهم تر از همه حصول استانداردهای توصیه شده، لازم است که حذف ازت و فسفر با هم صورت بگیرد که این مسئله موجب شده سیستم های متعددی برای انجام این کار در نظر گرفته شود (Nakhla et al., 1997). از جمله فرایندهایی که در حذف همزمان ازت و فسفر مورد استفاده قرار می گیرد می توان به فرایند AA/O^(۲)، فرایند UCT^(۳)، فرایند B.B^(۴) و راکتورهای ناپیوسته متوالی اشاره کرد (Imura and Suzuki, 1993).

گردید. برای تخلیه پساب و لجن مازاد در قسمت جلو و پایین راکتور از دو عدد شیر کلمن استفاده شد. علت انتخاب این شیرها، آب بندی مناسب آنها با بدنه شیشه ای راکتور بود. برای جلوگیری از گرفتگی احتمالی شیرهای تخلیه پساب و لجن در قسمت انتهایی آنها از شیلنگ قابل ارتجاعی استفاده شد که در مواقع گرفتگی با ایجاد مکش و تراکم، سبب پس زدن مانع می شد. برای تأمین هوای موردنیاز از سیستم هوادهی تصفیه خانه در شرایط کنترل شده با دبی $17/5 \text{ L/min}$ استفاده شد. جنس همزن به کار رفته پلاستیکی و ارتفاع همزن تا کف راکتور ۸ سانتیمتر بود. به دلیل اینکه مطالعه بر روی فاضلاب خام انجام شد، از هیچ لجنی برای تلقیح و بذردهی میکربی استفاده نشد و به منظور پایداری و ثبات بهتر، سیستم راه اندازی راکتور با فاضلاب خام آغاز شد، که تقریباً بعد از ۴۵ روز به حالت پایدار و غلظت مایع مخلوط موجود در راکتور (MLSS)^(۷) به حدود 3500 mg/l رسید.

از آنجایی که راکتور مورد استفاده از نوع راکتورهای ناپیوسته متوالی بود، مراحل بهره برداری راکتور شامل ۶ مرحله زمان پرشدن، زمان ماند بی هوازی، زمان ماند هوازی، زمان ماند ته نشینی، زمان تخلیه و زمان استراحت بود. از آنجایی که زمان استراحت بین دو دوره بهره برداری چندان زیاد نبود، مراحل کار راکتور به پنج مرحله تقسیم شد. چون نحوه پر شدن راکتور به طور آبی بود زمانی برای آن لحاظ نشد. در این مطالعه طول زمان ماند بی هوازی ۲ ساعت، زمان ماند هوازی ۴ ساعت و زمان ماند ته نشینی ۲ ساعت فرض شد. غلظت آلاینده های فاضلاب مورد استفاده متناسب با غلظت آلاینده های فاضلاب ورودی به تصفیه خانه بود. به دلیل اینکه غلظت آلاینده ها عموماً از شدت جریان تبعیت می کند و در روزهای مختلف هفته متفاوت است، برای جلوگیری از دامنه وسیع تغییرات غلظت آلاینده های فاضلاب مورد استفاده و کاهش عوامل مداخله گر، روزهای خاصی از هفته در ساعت های معین به عنوان مبنا قرار داده شد و تغذیه راکتورها با فاضلاب ورودی در آن ساعت ها و روزهای معین انجام گرفت و نتایج آنها به عنوان یافته های مطالعه ثبت شد. از آنجایی که کنترل مشخصه های بهره برداری و طراحی، نقش مهمی در بازده سیستم دارد مقدار $F/M^{(۸)}$ ، بار حجمی و زمان ماند سلولی به ترتیب $0/15 \text{ kg/day}$ ، $0/53 \text{ gr/m}^3 \cdot \text{day}$ و 8 day محاسبه و در نظر گرفته شد. تغییرات صعودی و نزولی در منحنی درجه حرارت بهره برداری سیستم به این دلیل است که سیستم در دمایی طبیعی محیط بهره برداری شده است.

متغیرهای وابسته در این مطالعه شامل بازده حذف ازت و فسفر

آن شرایط عمل باکتری های حذف کننده فسفر بهبود می یابد. با توجه به موارد فوق و نظر به اینکه مواد آلی قابل تخمیر به اسیدهای چرب فرار خود بخشی از BOD_5 و COD فاضلاب را تشکیل می دهد و در نظر گرفتن این مسئله که غلظت بالای نیترات به عنوان عامل بازدارنده حذف ترکیبات فسفر محسوب می شود، به نظر می رسد که نسبت BOD_5/P ، COD/P ، BOD_5/TKN و COD/TKN در بازده حذف ازت و فسفر تأثیر داشته باشد. در این مطالعه تأثیر نسبت COD/P و COD/TKN بر روی بازده حذف ازت و فسفر از فاضلاب های شهری مورد بررسی قرار گرفت. در سال ۱۹۷۹ Ketchum & Liao نیز توانایی سیستم SBR را برای حذف فسفر مطالعه کردند. همچنین مطالعات تجربی Palisjohn و Irvin نشان داد که در صورت طراحی مناسب این سیستم، نیترات سازی و نیترات زدایی نیز در این راکتورها صورت خواهد گرفت. این محققان در سال ۱۹۸۳ نشان دادند که در بار آلی بالا، ۹۰٪ نیتروژن به وسیله سیستم SBR حذف می شود، در همین سال اسکور این سیستم را به عنوان سیستم فاقد بالکینگ در فرایند لجن فعال معرفی کرد (Elisabeth and Pauland, 1996; Irvin, 1985; Palisjohn and Irvin, 1983). در واقع این سیستم دارای تانکی با پنج مرحله کاری است (Okada and Murakami, 1996) در سالهای اخیر به دلیل استفاده زیاد از این سیستم و توسعه نرم افزارهای رایانه ای مدل سازی های مختلفی بر روی این سیستم صورت گرفته است که از جمله آنها می توان به مدل های Orhon و همکاران (Orhon and Cimsit, 1996)، مدل Ng و همکاران (Renisk and Irvin, 1979) و مدل های ارائه شده توسط Irvin و همکاران اشاره کرد (Gudy and Niury, 1997; Nakhla et al., 1997).

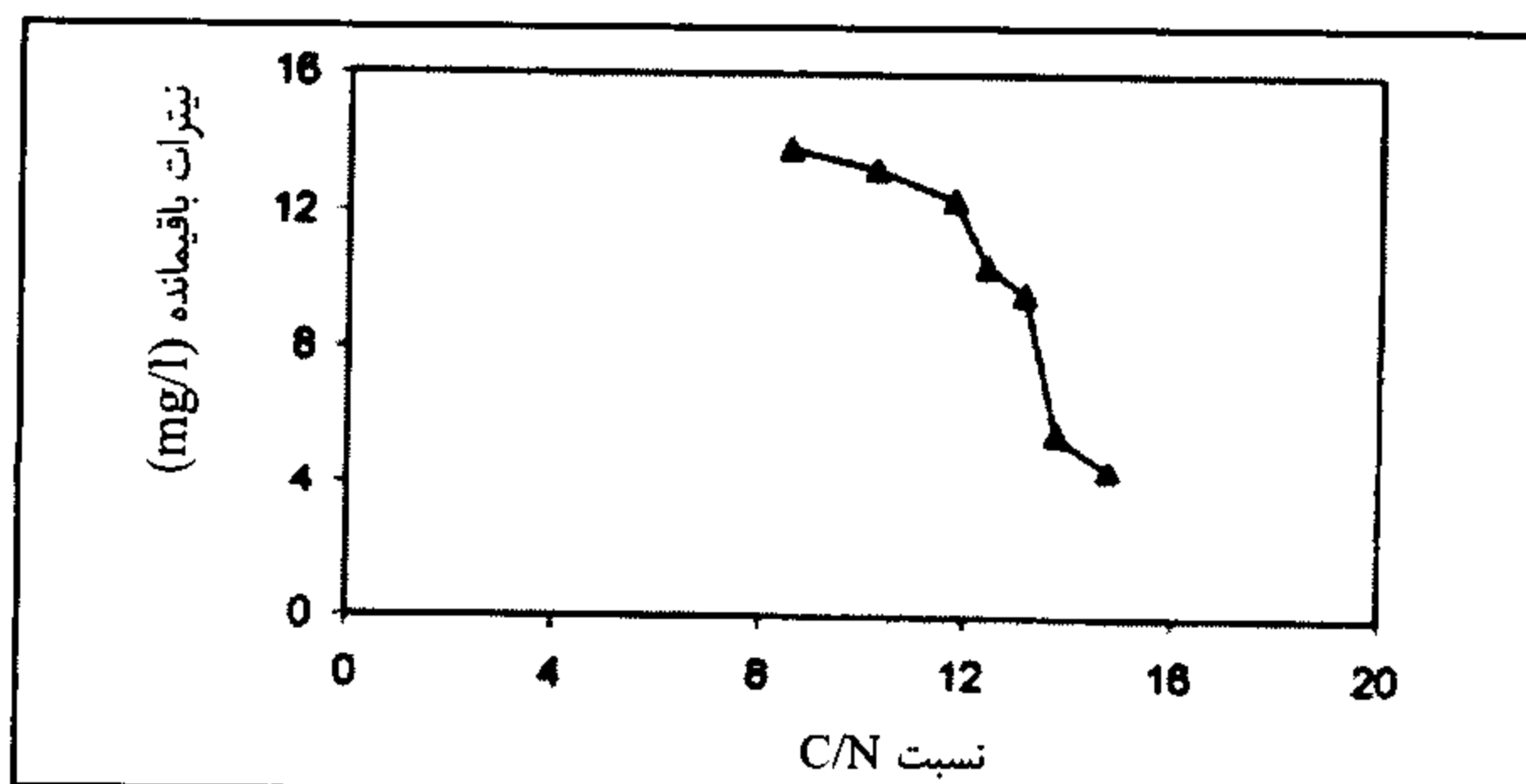
مواد و روشها

در این مطالعه به منظور بررسی تأثیر نسبت COD/N و COD/P در بازده حذف ازت و فسفر از یک واحد راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) به حجم مفید ۱۸ لیتر استفاده شد که با فاضلاب خام و طبیعی وارد شونده به یکی از تصفیه خانه های تهران تغذیه می شد. برای مشاهده بهتر اختلاط، ته نشینی و میزان لجن موجود در داخل راکتور، جنس راکتور از شیشه صاف به ضخامت ۶ میلیمتر انتخاب شد و جهت جای گیری مناسب بر روی چهار پایه، بهبود ته نشینی و مهم تر از همه توزیع نیروی فشار وارده به کف راکتور، قسمت انتهایی راکتور با شیب ۱۵ درجه نسبت به افق به دیواره های جانبی آن وصل

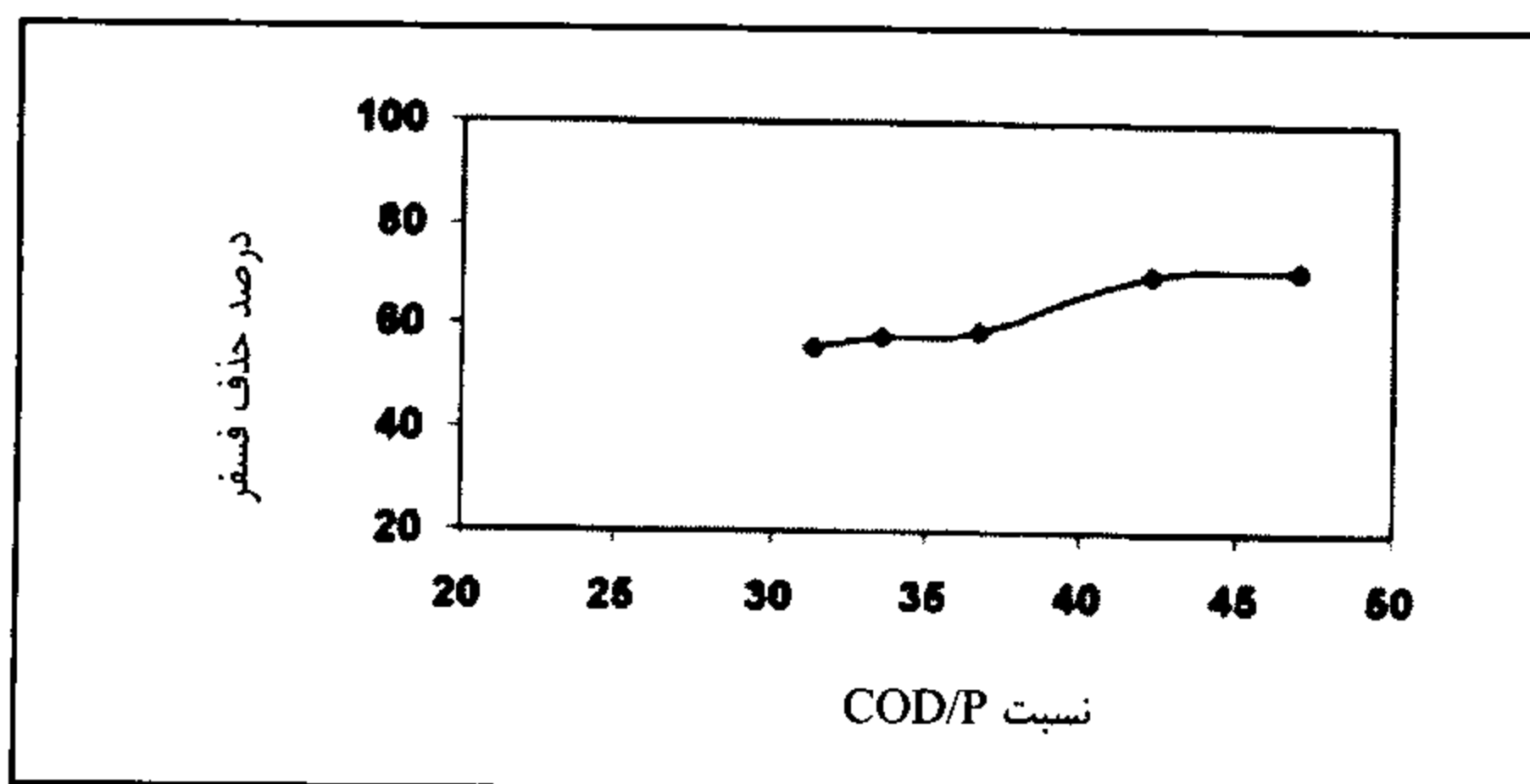
فسفر نیز افزایش می یابد، چون ترکیبات نیترا ته به عنوان بازدارنده فعالیت باکتری های حذف کننده فسفرند و بازده حذف فسفر را پایین می آورند. این مسئله تأثیر بازدارندگی ترکیبات نیترا ته را بر فرایندهای بیولوژیکی حذف فسفر نشان می دهد (نمودار شماره ۶).

جدول شماره (۱): مشخصات فاضلاب مورد مطالعه

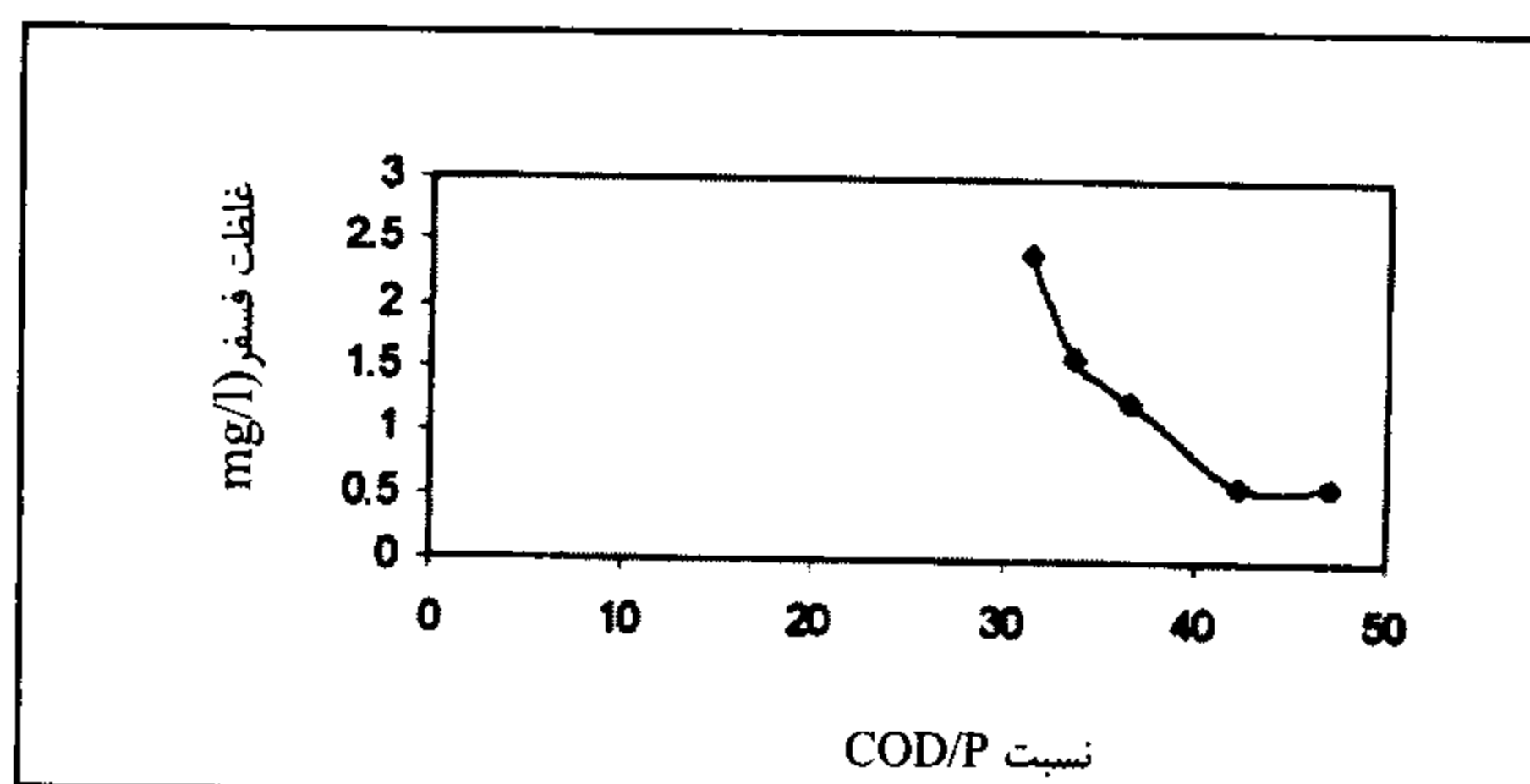
محدوده غلظت mg/l	پارامتر
۵۳۰-۲۹۵	COD
۲۶-۱۶	نیترژن آمونیاکی
۱۸-۱۱	نیترژن آلی
۲۹-۴۴	TKN
۱۸۰-۲۳۰	جامدات معلق
۷/۵-۱۷	فسفر کل



نمودار شماره (۱): ارتباط نسبت COD/N و نیترا ت باقیمانده در پساب خروجی



نمودار شماره (۲): ارتباط نسبت COD/P و درصد حذف فسفر



نمودار شماره (۳): ارتباط نسبت COD/P و غلظت فسفر در پساب خروجی

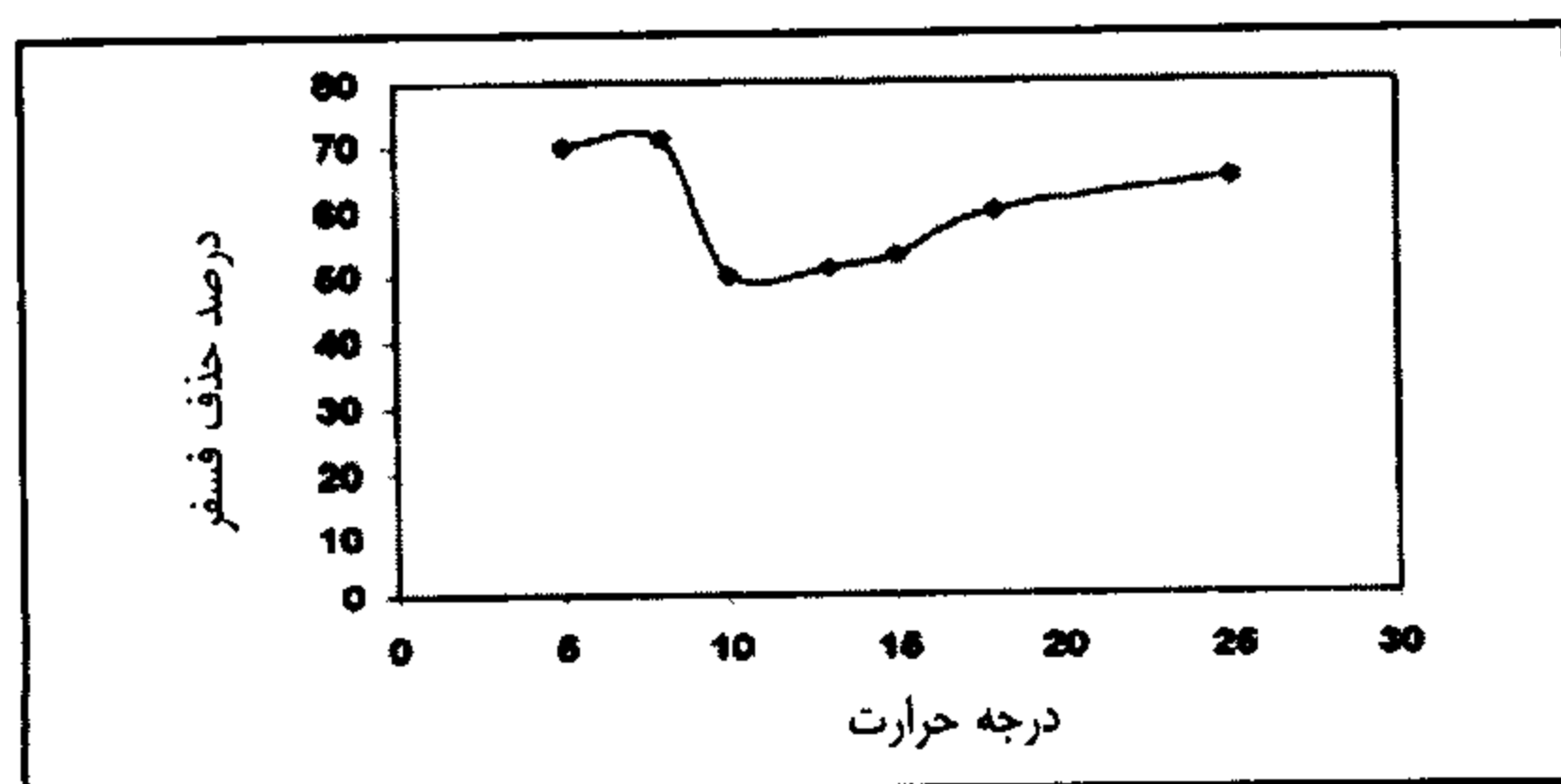
و متغیرهای مستقل شامل غلظت ازت ورودی، غلظت فسفر ورودی، غلظت COD، نسبت COD/P و نسبت COD/N بود. دستگاههای مورد استفاده شامل ترازوی حساس از نوع سارتوریوس^(۹) با دقت یک ده هزارم گرم، pH در مدل Corning 420A، اسپکتروفوتومتر مدل Spectronic 20D، دستگاه تقطیر برگشتی سنجش COD و همزن با سرعت قابل تنظیم بود. برای سنجش آمونیاک، نیترا ت و فسفر از روشهای ذکر شده در کتاب استاندارد متد ۱۹۹۸ چاپ بیستم استفاده شد. روش به کار رفته برای سنجش نیترا ت، فسفر، TKN و COD به ترتیب اسپکتروفوتومتری با طول موج های ۲۲۰ و ۶۹۰ نانومتر، تقطیر، تیتراسیون و تقطیر برگشتی بود (A.P.H.A., A.W.W.A., W.E.F., 1998). برای رسم منحنی های استاندارد و منحنی بازده سیستم از نرم افزار Excel تحت ویندوز استفاده شد.

یافته ها

در این مطالعه بعد از انجام مجموعه ای از آزمایش ها مبنی بر تعیین پایداری راکتور، آزمایش های لازم به منظور نتیجه گیری از عملکرد راکتور و تأثیر مشخصه های موردنظر در فرضیه طرح شروع شد. ابتدا با انجام آزمایش های لازم در طول مطالعه، مشخصات فاضلاب ورودی به راکتور به دست آمد، که نتایج آن در جدول شماره (۱) آورده شده است. در مرحله بعدی تأثیر مشخصه های مختلف از جمله غلظت COD، فسفر، ازت کل و ارتباط آنها با یکدیگر و چگونگی تأثیرات آنها بر راندمان حذف فسفر و ازت بررسی شد. تغییرات غلظت فسفر و COD ورودی و خروجی از راکتور به ترتیب در نمودارهای شماره (۴) و (۷) نشان داده شده است. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که با افزایش نسبت COD/P از ۳۱/۴ به ۴۶/۹۹، بازده حذف فسفر از ۵۶ درصد به ۷۱ درصد افزایش یافت. به دنبال آن مقدار فسفر در پساب خروجی از ۲/۴ به ۰/۶ میلی گرم در لیتر کاهش یافت. همچنین با افزایش نسبت COD/N از ۸/۵ به ۱۴/۸، غلظت نیترا ت در پساب خروجی از ۱۳/۸ به ۴/۴ میلی گرم در لیتر کاهش یافت (نمودارهای شماره ۱، ۲ و ۳). با بررسی نتایج حاصل از این مطالعه می توان گفت که راکتورهای ناپیوسته متوالی در بار آلی بالا بازده بالایی برای حذف عناصر مغذی دارند. به دلیل اینکه فرایندهای مختلف بیولوژیکی، متأثر از درجه حرارت محیط فرایندند، تأثیر درجه حرارت در بازده حذف فسفر در این سیستم در نمودار شماره (۵) بیان شده است. در این مطالعه بررسی تغییرات فسفر و نیترا ت در پساب خروجی نشان داد که با افزایش غلظت نیترا ت در پساب خروجی از راکتور،

نیتراژت پساب خروجی می توان گفت که به دلیل نیاز به منبع کربن و انرژی برای نیتراژت زدایی روشهای مختلفی به کار رفته است که از جمله آنها می توان به غنی کردن پساب با یک منبع کربن خارجی، نظیر متانول اشاره کرد که به دلیل مسائل اقتصادی مورد توجه نیست. اما سایر روشها نظیر همراه کردن پساب با لجن حاصل از ته نشینی اولیه دارای بازده بالایی است، به دلیل اینکه سیستم SBR موقعیت مناسبی را برای اجرای این حالت فراهم می کند و به عنوان یک سیستم مناسب برای حذف ازت کاربرد دارد. علاوه بر این در این سیستم چون کربن ذخیره شده در جسم باکتری ها نیز می تواند به عنوان منبع کربن استفاده شود، به دلیل مجاورت خوب لجن حاصل از ته نشینی توده باکتریایی (حاوی باکتری های نیتراژت زدا نیز است) حذف ازت بهتر انجام می شود. از آنجایی که در سیستم های بیولوژیکی بارآلی بالا و تأمین اکسیژن، موجب افزایش بازده رشد باکتری ها می شود، بنابراین بالا رفتن بارآلی را می توان به عنوان عامل افزایش دهنده لجن تولیدی و دسترسی به کربن آلی دانست که نتیجه آن حذف بهتر ازت است.

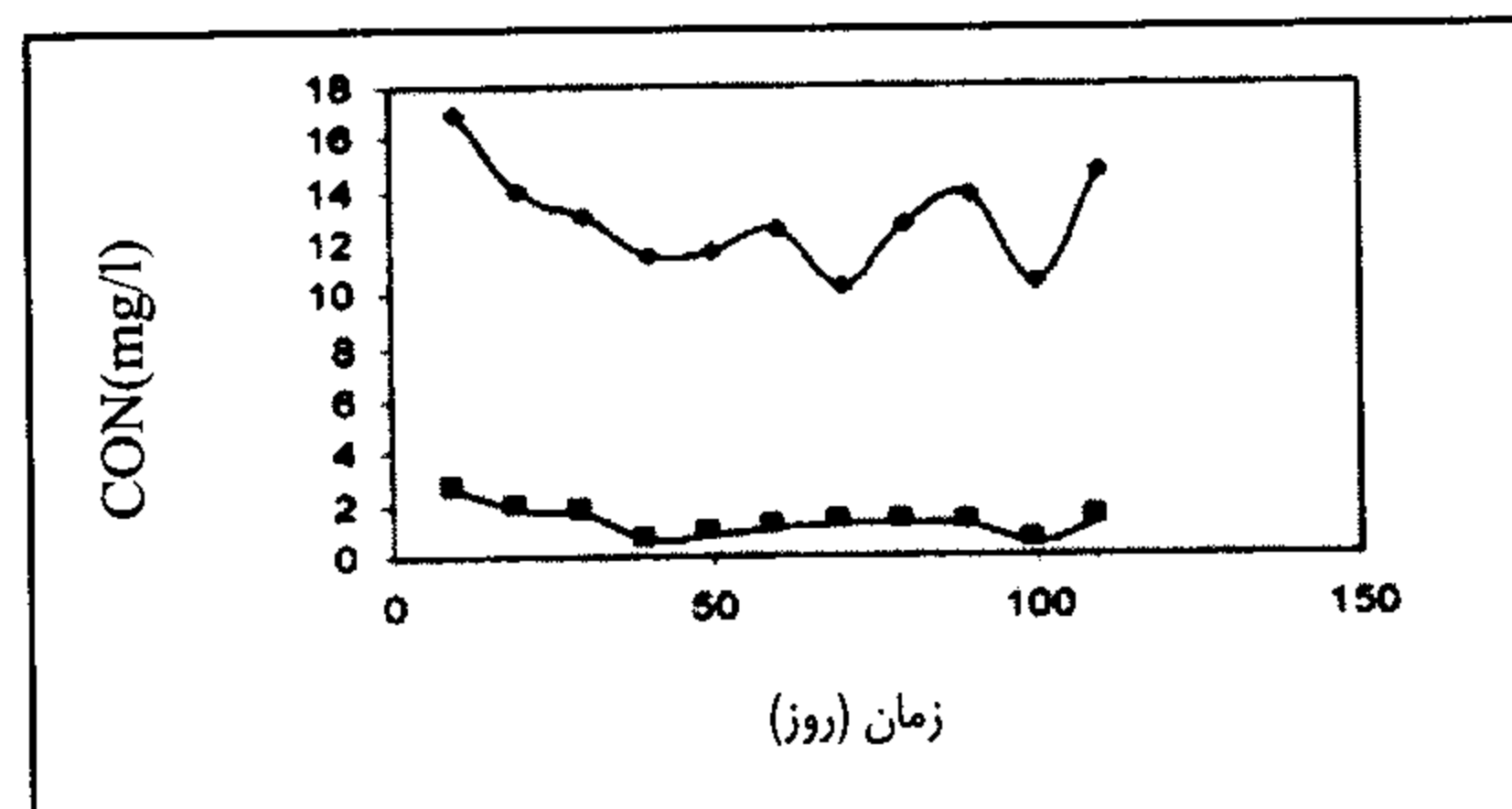
بررسی تأثیر تغییرات درجه حرارت در بازده حذف فسفر نشان می دهد که تأثیر درجه حرارت در بازده حذف فسفر از الگوی مشخصی تبعیت نمی کند، به طوری که با مراجعه به نمودار شماره (۵) ملاحظه می شود که حداقل حذف فسفر در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد صورت می گیرد و بازده حذف فسفر در دمای بالای ۱۰ درجه و کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد اختلاف چندانی ندارد.



نمودار شماره (۵): تأثیر تغییرات درجه حرارت و

درصد حذف فسفر

علاوه بر این بررسی تغییرات غلظت نیتراژت باقیمانده در پساب و غلظت فسفر خروجی از پساب نشان میدهد که با افزایش غلظت نیتراژت در پساب، غلظت فسفر خروجی در پساب افزایش می یابد که این مسئله نقش بازدارندگی ترکیبات نیتراژت را در حذف ترکیبات فسفر نشان می دهد. بنابراین در شرایط یکسان فاضلاب هایی که دارای غلظت های بالایی از ترکیبات آمونیاکی اند، به دلیل اینکه این ترکیبات در مراحل هوازی به نیتراژت تبدیل می شوند و نیتراژت به عنوان عاملی بازدارنده برای فعالیت باکتری های حذف کننده فسفر محسوب می شوند، بازده حذف فسفر و در نتیجه غلظت فسفر در



نمودار شماره (۴): تغییرات فسفر ورودی و خروجی راکتور

بحث و نتیجه گیری

حذف بیولوژیکی فسفر بر اساس فرایندی است که در آن باکتری های معینی فسفات را از فاضلاب حذف می کنند. این باکتری های حذف کننده فسفر که از گونه اسینتو باکترها هستند در شرایط معمولی در لجن فعال حضور دارند، اما به دلیل سرعت رشد کم به تعداد کمتری در سیستم حضور دارند. این باکتری های حذف کننده فسفر برای رشد خود اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه را به عنوان سوبسترای مناسب ترجیح می دهند. به دلیل اینکه غلظت این ترکیبات در فاضلاب خام کمتر است استفاده از یک ناحیه بی هوازی یا شرایط بی هوازی برای افزایش مقدار این ترکیبات در سیستم های حذف کننده فسفر ضروری است. در شرایط بی هوازی در اثر تخمیر مواد آلی قابل تخمیر اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، نظیر اسیداستیک، اسیدپروپیونیک و ... تولید شده که در فاز هوازی در اثر تبدیل شدن فسفات های آلی به پلی فسفات ها و تجمع در سلول باکتری ها، فسفر از فاضلاب حذف می شود. بررسی ها نشان می دهند که با افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار، انتشار فسفر در ناحیه بی هوازی از جسم باکتری ها افزایش یافته و حذف و جذب فسفر در فاز هوازی افزایش می یابد. بنابراین وجود اسیدهای چرب فرار را می توان به عنوان یک سوبسترای مناسب برای رشد باکتری های حذف کننده فسفر دانست. بنابراین در اثر فرایندهای تخمیری، هر قدر غلظت مواد پیش ساز اسیدهای چرب فرار در سیستم افزایش یابد، غلظت این ترکیبات افزایش یافته و در نهایت بازده حذف فسفر افزایش می یابد. در این مطالعه نیز مشاهده شد که هر چه نسبت COD/P افزایش یابد بازده حذف فسفر افزایش می یابد، به دلیل اینکه ترکیبات آلی قابل تجزیه بیولوژیکی یا شاخصه BOD به عنوان مواد پیش ساز اسیدهای چرب فرار محسوب می شوند و چون BOD موجود در فاضلاب در واقع بخشی از COD موجود در فاضلاب است، می توان گفت که با افزایش مقدار COD، در نهایت مقدار نسبت COD/P غلظت اسیدهای چرب فرار افزایش یافته و در نتیجه بازده حذف فسفر افزایش می یابد. همچنین در ارتباط با نسبت COD/N و تأثیر آن در کاهش مقدار

Aroramadan, L. and Barth, E.G. 1985. Technology evaluating of sequencing batch reactors. J. WPCF. 1985. 57(8): 867-871.

Barker, P.S. and Dold, P.I. 1996. Denitrification behaviour in biological excess phosphorous removal activated sludge system. J. Water Research. 30(4):769-780.

Elisabeth, V. and Pauland, M. 1996. Simultaneous nitrification and denitrification in bench-scale sequencing batch reactor. J. Water Research. 3(2): 277-284.

Farimond, M. and Upton, J. 1993. A Strategy to meet the nutrient (N,P) standard of the urban W.W directive. J. Water Science & Technology. 27(5-6):297-306.

Gronszky, B. and Mervyn, C. 1979. Intermittent operation of the extended aeration for small systems. J.WPCF. 51(2): 274-281.

Gudy, G. and Niury, M. 1997. Modeling of sequencing batch reactors for municipal waste water treatment. J. Water Environmental Research. 31(10): 1-3.

Guter, W. and Heuze, H. 1995. Biological phosphorus removal. J. Water Science & Technology. 31(2): 13-15.

Halling, B. and Jrgensen, S. E. 1993. The Removal of nitrogen from waste water. 3th Edition.

Imura, M. and Suzuki, E. 1993. Advanced treatment of domestic wastewater by sequencing batch reactor process. J. Environmental Research. 28(10): 267-174.

Irvin, R. 1980. Sequencing batch treatment of waste water in rural areas. J. WPCF. 51(2): 244-249.

Irvin, R. 1985. Organic loading study of full-scale sequencing batch reactor. J. WPCF. 1985. 57(8): 847-852.

Nakhla, E. F. et al. 1997. Modeling of Sequencing Batch Reactor Treatment Inhibitory and non Inhibitory Waste water, J. Water Environmental Research. 69(6):1086-1093.

Okada, M. and Murakami, A. G. 1996. Population dynamic of bacteria for phosphorous removal in SBRA. S. process. J. Water Science & Technology, 23(4-6): 755-763.

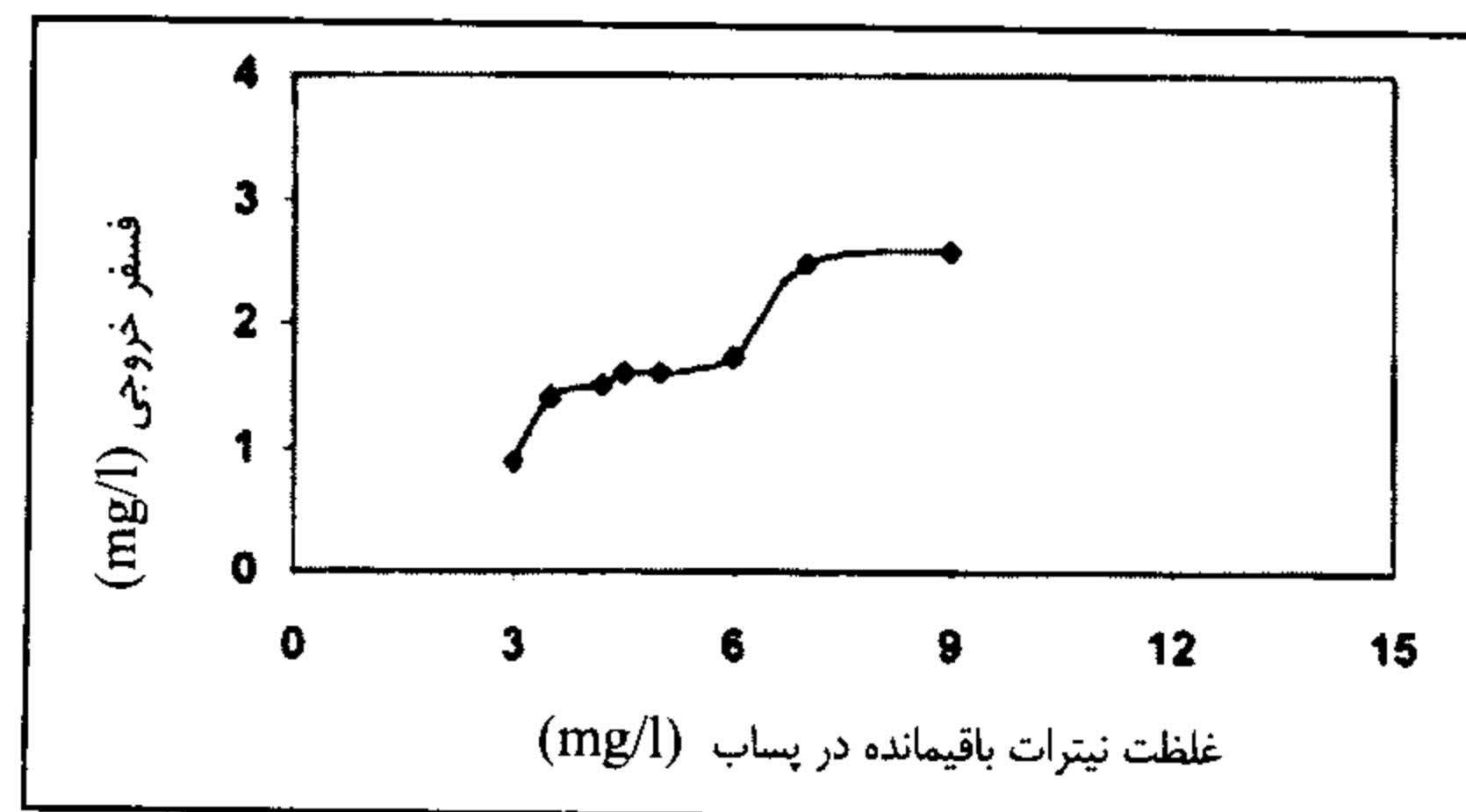
Orhon, D. and Cimsit, Y. 1996. Substrate removal mechanism for sequencing batch reactors. J. Water Science & Technology. 18(21): 161-169.

Palisjohn, C. and Irvin, R. 1985. Nitrogen removal in a low loaded single tank SBR. J. WPCF. 57(1): 82-86.

Renisk, R. and Irvin, R. 1979. Effect of fill. react ratio on sequencing batch reactors. J. WPCF. 51(2): 255-261.

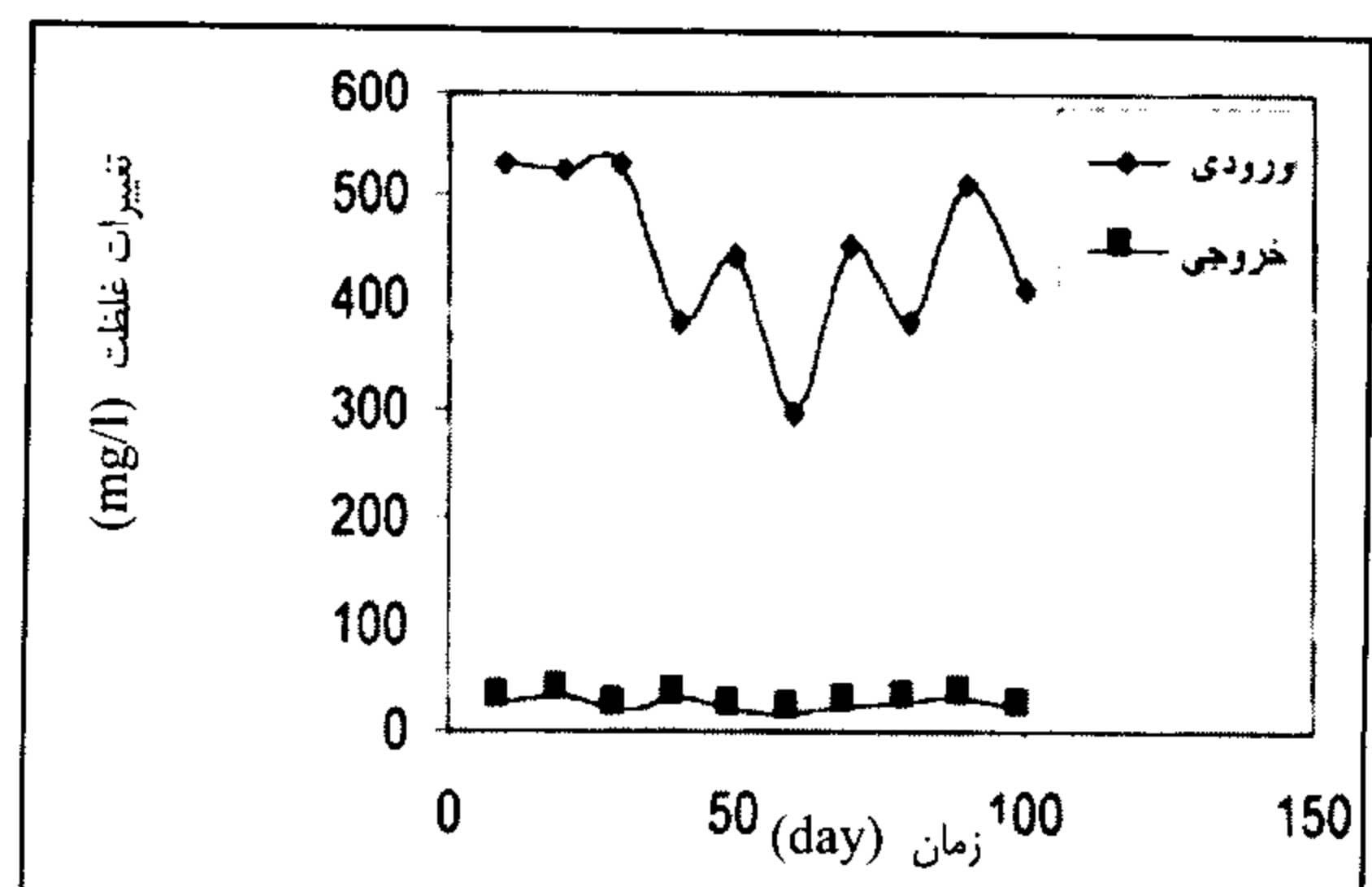
Vanstarken burg, W. and Renisk, J.H. 1993. Biological P-removal: State of art in the netherlands. J. Water Science & Technology. 27(5-6): 317-326.

پساب تصفیه شده این فاضلاب ها بالاتر خواهد بود (نمودار شماره ۶). برعکس هر چه نسبت COD/P بالاتر باشد بازده حذف فسفر بالاتر خواهد بود، که دسترسی راحت باکتری های حذف کننده فسفر را به محصولات تخمیری مناسب (اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه) نشان می دهد، زیرا تحت چنین شرایطی سرعت رشد باکتری های حذف کننده فسفر بهبود می یابد (نمودار شماره ۳).



نمودار شماره (۶): تأثیر غلظت نیترات باقیمانده

در پساب بر روی فسفر خروجی از سیستم



نمودار شماره (۷): غلظت COD ورودی و خروجی از سیستم

یادداشت ها

- 1- Anaerobic-Oxic
- 2- Anerobic-Anoxic-Oxic
- 3- University of Capetown
- 4- Bunrik-Bunshoten
- 5- Sequencing Batch Reactor
- 6- Solid Retention time
- 7- Mixed Liquer Suspended Solid
- 8- Food to Microorganism Ratio
- 9- Sartorius

منابع مورد استفاده

ابریشم چی، احمد و همکاران. ۱۳۷۴. مهندسی فاضلاب، مرکز نشر دانشگاهی با همکاری مهندسين مشاور طرح تحقیقات آب و فاضلاب جلد اول. چاپ اول.

A.P.H.A., AWWA., W.E.F. 1998. Standard method for the examination of water and wastewater. 20th.