تاثیر درجه حرارت و pH بر ته نشینی فلاکهای فرایند لجن فعال

مهندس قادر غنی زاده *، مهندس اکبر اسلامی **

خلاصه :

سابقه و هدف *: کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه هایی که با فرایند لجن فعال کار می کنند و تصفیه ثانویه به عنوان آخرین مرحله تصفیه ، به راندمان فلوکولاسیون و ته نشینی فلاکهای تشکیل شده بستگی دارد. بررسی فرایندهای مختلف تصفیه (آب و فاضلاب) نشان می دهد که درجه حرارت و pH از جمله عوامل بسیار مهمی هستند که بازده فرایندهای فلوکولاسیون وته نشینی را تحت تاثیر قرار می دهند. این مطالعه به منظور بررسی تاثیر درجه حرارت و pH برته نشینی فلاکهای لجن فعال انجام گرفت.*

مواد و روشها *: مطالعه به مدت سه ماه و در سه فاز(تغییر درجه حرارت ، تغییر pH و تغییر همزمان درجه حرارت و pH) بر روی ۳۰ نمونه از مایع مخلوط حاصل از حوضچه هوادهی تصفیه خانه فاضلاب صاحبقرانیه تهران به عمل آمد.*

یافته ها *: نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که با افزایش درجه حرارت سرعت ته نشینی کاهش، میزان شاخص حجم لجن افزایش ، مقدار جامدات معلق خروجی افزایش و در نهایت ، میزان حذف COD کاهش می یابد. همچنین بررسی نتایج تغییرات pH بیانگر آن است که با افزایش pH فراسنج های مذکور به صورت معکوس نسبت به افزایش درجه حرارت تغییر کردند.*

نتیجه گیری و توصیه ها: *جهت بهبود بهره برداری سیستمهای تصفیه فاضلاب ضرورت دارد که تاثیرات درجه حرارتهای بالا و pH به خصوص در فاضلابهایی با درجه حرارت بالا و pH پایین، مورد توجه قرار گیرد .*

واژگان کلیدی: لجن فعال ،فلوکولاسیون، درجه حرارت، pH

مقدمه:

بررسی تاریخچه فرایندهای تصفیه بیولوژیک فاضلاب نشان می دهد که نکات اصولی فرایند لجن فعال به سال ۱۹۱٤ برمی گردد(۱،۲). در این سالها تنها یک ایده کلی از فرایند لجن فعال به این صورت ارایه شد که وجود میکروارگانیسمهای تطابق یافته با محیط فاضلاب در حوض هوادهی کارایی تصفیه را افزایش می دهد(۳،٤). در سالهای اخیر، بررسی های زیادی بر روی فرایند لجن فعال انجام گرفته و تاثیر عوامل مختلف بر روی این سیستم مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجایی که اساس فرایند لجن فعال رشد جمعیت میکروبی در اشکال تجمع یافته است ، بنابراین بازده سیستم بستگی زیادی به خصوصیات فیزیکی و بیولوژیک فلاکهای تشکیل شده دارد (۵). از آنجایی که لجن فعال ترکیبی هتروژن از میکروارگانیسمها ، مواد

* عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا...(عج)

** گروه بهداشت محیط، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی زنجان.

کلوییدی ، پلیمرهای آلی، ذرات معدنی و کاتیونها است، تعیین ساختار فلاکها و روابط بین آنها بسیار پیچیده می باشد. (٦،٧). با توجه به این که خصوصیات فیزیکی فلاکهای تشکیل شده از قبیل دانسیته ، تخلخل و اندازه نقش زیادی در سرعت ته نشینی و شاخص حجم لجن [Sludge Volume Index (SVI)] دارد، در سالهای اخیر مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. تا چند سال اخیر در مورد پلیمرهای برون سلولی حاصل از میکروارگانیسمهای موجود در لجن فعال توجه کمتری شده بود به طوری که در گذشته اکثر محققان این مواد را در ترکیبات فرار و یا کربوهیدراتها تقسیم بندی می کردند(٤). بررسی های انجام شده نشان می دهد که پروتئینها مهمترین ترکیبات پلیمرهای برون سلولی می باشند با توجه به این که ساختمان اصلی این پلی مرها از پلی ساکاریدها ، پروتئینها ولیپیدها ساخته شده و ساختار این ترکیبات به شدت تحت تاثیر درجه حرارت هستند. بنابراین، تغییرات درجه حرارت سبب تغییر در ساختار این پلی مرها و دیواره سلولی باکتریها و در نتیجه باعث تغییرات در پلی مرهای برون سلولی مترشحه و بار سطحی باکتریایی می گردد. به گونه ای که درجه حرارتهای بالا، ویسکوزیته مواد برون سلولی را کاهش داده که این امر منجر به کاهش بیوفلوکولاسیون و ته نشینی می شود (٨). همچنین بررسی های دیگر بر روی سیستم های لجن فعال بیانگر آن است که اکثر سیستمهای بیولوژیک و باکتریها در pH معادل ٤ تا ٩ برابر فعالیت می کنند (٦). بررسی ها نشان می دهند که pH سیستمهای بیولوژیک ، فعالیتهای آنزیمی را تحت تاثیر قرار می دهد. از آنجایی که پلی مرهای برون سلولی مترشحه در اکثر نقاط pH دارای بار منفی و خنثی می باشند و همچنین باکتریها در pH معادل ٧ دارای یک حالت ایزوالکتریک هستند، افزایش بار منفی سبب افزایش pH به بالاتر از نقطه ایزوالکتریک شده و منجر به افزایش نقاط فعال بر روی سطح سلول و پلیمرهای برون سلولی می گردد به طوری که با افزایش pH به بالاتر از نقطه ایزوالکتریک طول زنجیره پلیمری افزایش یافته و توانایی ایجاد پل بین سلولهای باکتریایی بالا رفته و در نهایت، منجر به بهبود فلوکولاسیون بیولوژیک می شود(٨).

هدف از این مطالعه تعیین تاثیر تغییر درجه حرارت و pH بر ته نشینی فلاکهای لجن فعال می باشند.

مواد و روشها

این مطالعه تجربی به منظور تعیین درجه حرارت و pH بر روی ته نشینی فلاکهای بیولوژیک از مایع مخلوط خروجی از حوضچه هوادهی تصفیه خانه فاضلاب صاحبقرانیه تهران انجام گرفت. روش نمونه برداری به صورت نمونه برداری لحظه ای یا Grab Sampling و جامعه مورد مطالعه، نمونه های اخذ شده از حوضچه هوادهی تصفیه خانه بود. با توجه به طول مدت مطالعه اخذ نمونه هر سه روز در هفته صورت پذیرفت که در مجموع ٣٠ نمونه تهیه گردید. نمونه ها حداکثر ظرف مدت نیم ساعت به آزمایشگاه منتقل شده و مورد بررسی قرار می گرفتند. جهت ایجاد تغییردرpH نمونه ها از سود ٢ نرمال و جهت ایجاد تغییر در دمای نمونه ها از یک المنت مناسب استفاده شد. قبل از ایجاد تغییر در درجه حرارت و pH نمونه ها ابتدا مقدار [Mixed Liquer Suspended Solids (MLSS)] نمونه ها تعیین و جهت اطمینان از شرایط هوادهی حوض هوادهی ، اکسیژن محلول نمونه ها در محل و با استفاده از یک دستگاه اکسیژن سنج قابل حمل اندازه گیری گردید. در مراحل بعدی با ایجاد تغییر در فراسنج های مذکور و ته نشین کردن آنها مقدار [chemical oxygen demand (COD)] خروجی، جامدات معلق خروجی[Total suspended solids (TSS)] وشاخص حجم لجن (SVI) مورد بررسی قرار گرفت. دامنه تغییرات pH از ٥/٧ تا ٩ و دامنه تغییرات درجه حرارت از ١٥ تا ٣٥ درجه سانتی گراد بوده است. این مطالعه در سه فاز به عمل آمد در فاز اول تنها تاثیر تغییرات دمای نمونه، در فاز دوم تاثیر تغییرات pH نمونه ها و در فاز سوم تاثیر تغییر

همزمان این دو فراسنج مورد بررسی قرار گرفت. در این مقاله فقط نتایج فازهای اول و دوم ارایه شده است. کلیه آزمایش های به عمل آمده در این بررسی، بر اساس دستور العمل کتاب استاندارد متدز چاپ بیستم سال ۱۹۹۸ انجام گرفت (۳).

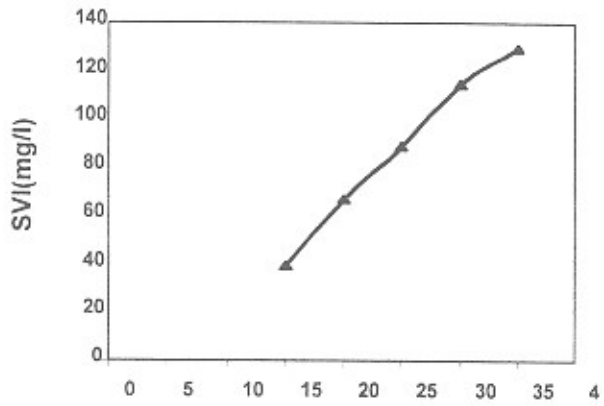
یافته ها

بررسی نتایج حاصل از آزمایش های صورت پذیرفته بر روی تاثیر تغییرات pH و دما بر روی ته نشینی فلاکهای بیولوژیک لجن فعال نشان می دهد که با افزایش درجه حرارت از ۱۵درجه سانتی گراد به ۳۵ درجه سانتی گراد، بازده حذف COD از ۹۵ درصد به ۸۷ درصد کاهش و غلظت جامدات معلق خروجی از ۳±۴۵ میلی گرم درلیتربه ۳/۵ ± ۸۵ میلی گرم در لیتر افزایش یافته است (جدول ۱). همچنین بررسی نتایج حاصل از تاثیر pH نشان می دهد که با افزایش pH از ۵/۷ تا ۹، در صد حذف COD از ۸۷ درصد به ۹۶ درصد افزایش و میزان جامدات معلق خروجی نیز از۸۸ میلی گرم در لیتر به ۴۰ میلی گرم در لیتر کاهش یافت (جدول ۲).

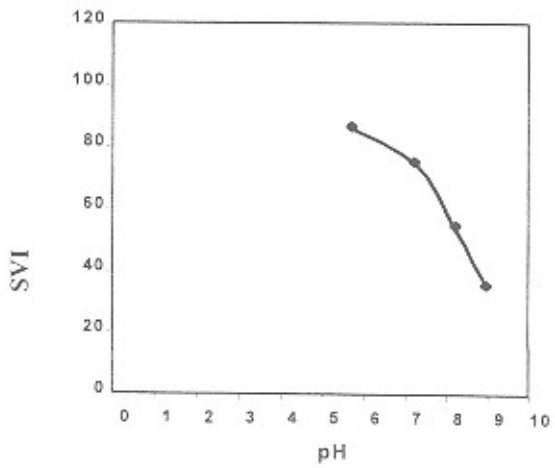
بررسی تاثیر درجه حرارت بر روی شاخص حجم لجن بیانگر آن است که با افزایش درجه حرارت از ۱۵ درجه سانتی گراد به ۳۵ درجه سانتی گراد، مقدار شاخص حجم لجن از ۴۰ mg/l به ۱۳۰mg/l افزایش یافته که این شاخص، با افزایش pH از ۵/۷ به ۹ از ۹۶ mg/l به ۴۴ mg/l تغییر یافت (نمودار۱و۲).

بحث

با توجه به مطالب مذکور و تجزیه و تحلیل نمودارها و جداول مشاهده می شود که pH و درجه حرارت از جمله عوامل موثری هستند که می توانند راندمان ته نشینی ودر نهایت حذف COD و جامدات معلق را در سیستمهای لجن فعال تحت تاثیر قرار دهند. به طوری که مراجعه به جدول و نمودار (۱) نشان می دهد که با افزایش درجه حرارت نمونه مایع مخلوط برداشت شده از حوضچه هوادهی و ته نشین کردن آنها درصد حذف COD کاهش ، شاخص حجم لجن و جامدات معلق خروجی از پساب ته نشین شده افزایش می یابد که این امر نشان دهنده تاثیر سوءدرجه حرارتهای بالا بر شرایط ته نشینی است. مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق و نتایج بررسی های انجام شده بر روی ترکیبات تشکیل دهنده پلی مرهای برون سلولی موثربر بیوفلوکولاسیون نشان می دهد که این امر به دلیل



نمودار۱ ـ تاثیر درجه حرارت بر شاخص حجم لجن(SVI)



نمودار ۲ ـ تاثیر pH بر شاخص حجم لجن(SVI)

جدول ۱ ـ توزیع فراوانی تغییرات درصد حذف COD و جامدات معلق خروجی بدنبال افزایش درجه حرارت

درجه حرارت (سانتیگراد)	MLSS(mg/l)	COD ورودی (mg/l)	در صد حذف COD	جامدات معلق خروجی(mg/l)
۱۵	۲۹۶۰ ±۱۵	۴۵۰ ± ۱۲	۹۵	۴۵ ± ۳
۲۰	۲۷۵۰ ± ۱۰	۴۳۰ ± ۱۰	۹۳	۵۳ ± ۲/۵
۲۵	۲۱۲۵ ± ۲۵	۴۶۰ ± ۱۱	۹۰	۶۰ ± ۴
۳۰	۲۳۵۰± ۲۰	۴۴۰ ± ۷	۹۰	۷۸ ± ۲
۳۵	۱۸۲۵ ± ۸	۴۲۰ ± ۹	۸۷	۸۵ ± ۳/۵

جدول ۲ ـ توزیع فراوانی تغییرات درصد حذف COD و جامدات معلق خروجی بدنبال افزایش pH

PH	MLSS(mg/l)	COD ورودی (mg/l)	در صد حذف COD	جامدات معلق خروجی(mg/l)
۵/ ۷	۲۶۹۰ ± ۱۵	۴۵۰ ± ۱۲	۸۷	۸۸
۷/۲	۳۷۵۰ ± ۱۰	۴۳۰ ± ۱۰	۹۱	۷۶
۸/ ۲	۲۱۲۵ ± ۲۵	۴۶۰ ± ۱۱	۹۴	۵۱
۹/۰۰	۲۳۵۰ ± ۲۰	۴۴۰ ± ۷	۹۶	۴۰

تاثیر پذیری ساختار این پلیمر ها نسبت به درجه حرارت است، زیرا بررسی ها نشان می دهد که ساختار این پلیمرها به طور عمده از پلی ساکاریدها، پروتئینها و لیپیدها ساخته شده که نسبت به تغییرات درجه حرارت حساس هستند به گونه ای که درجه حرارتهای بالا باعث کاهش ویسکوزیته این ترکیبات شده و در نتیجه منجر به کاهش بیوفلوکولاسیون و ته نشینی می شود(۸). همچنین مراجعه به جدول و منحنی (۲) و بررسی تاثیر pH بر روی نمونه های بر داشت شده بیانگر آن است که بر خلاف تاثیر سوء درجه حرارت، افزایش pH باعث تاثیرات مفیدی در سیستم شده و باعث می گردد که جامدات معلق خروجی کاهش، درصد حذف COD افزایش و شاخص حجم لجن که یک مشخصه مناسب از کیفیت لجن است ، کاهش یابد به طوری که با افزایش pH نمونه ها از ۵/۷ به ۹ شاخص حجم لجن از ۹۶ mg/l به ۴۴ mg/l کاهش و میزان جامدات معلق خروجی از سیستم از ۸۸ میلی گرم در لیتر به ۴۰ میلی گرم در لیتر کاهش یافته است. به نظر می رسد که علت تاثیرات مفید این پدیده به تغییر در حالتهای ایزوالکتریک باکتریها مربوط می شود، زیرا باکتریها در pH های بالا، از حالت ایزوالکتریک خارج شده که این امر منجر به افزایش نقاط فعال بر روی سلولهای باکتریها و پلیمرهای برون سلولی می شود و در نهایت، توانایی پل سازی و بیوفلوکولاسیون بهبود می یا بد (۶،۷). بنابراین، جهت بهبود بهره برداری سیستم های تصفیه فاضلاب لازم است که تاثیرات درجه حرارتهای بالا و pH مورد توجه قرار گیرد که این امر به خصوص در مورد فاضلابهای با درجه حرارتهای بالا و pH پایین از اهمیت خاصی بر خوردار است.

منابع

1- Avcioglu E, Orhon D, Sozen. A new method for the assessment of hetrothrophic endogenous respiration rate under aerobic and anoxic condition. ***J Wa Sci Tech*** 1998; 38 (8-9): 95-103.

2- Dignac MF, Urbain V, Rybacki D, Ruchet. A chemical description of extracellular polymers: implication on activated sludge floc structure. ***J Wat Sci Tech*** 1998; 38(8-9): 45-53.

3- A. P. H. A., A. W. W. A., W. E. F. ***Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.*** 20 th ed. Washington: American Public Health Association; 1998: 2-57, 60,81.

4- Mercel JG. ***Activated Sludge Process: Theory and Application.*** Torento: Mercel Decker Inc; 1988: 36-37.

5- Mark J, Hammer. ***Water and Waste Water Technology.*** 4 th ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International; 1996: 213-24.

6- Sedlac R. ***Phosphorus and Nitrogen Removal from Municipal Waste Water***. New York: Lewis Publishers; 1991: 45-46.

7- Clauss F, Helaine D, Balavoine C, Bidault A. Improving Activated Sludge Floc Structure and Aggregation for Enhanced Settling and Thickening Performance. ***J Wat Sci Tech*** 1998; 38 (8-9): 35-44.

8- Metcalf & Eddy. ***Waste Water Engineering: Treatment, Disposal And Reuse.*** Boston: McGraw Hill Inc; 1991: 395.