استفاده از روش افزایش بیولوژیکی در تصفیه پساب کارخانجات لبنیات

اکبر صمدی[1]*، ویدا مقصودی[2]، سهیلا یغمایی[1]

۱. دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی

۲. دانشگاه صنعتی شریف، مرکز تحقیقات بیو شیمی و محیط زیست

akbarsamadi337@yahoo.com

نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران

۳-۵ آذر ماه ۱۳۸۳

چکیده

به منظور استفاده از روش افزایش بیولوژیکی در بهبود عملکرد سیستم های لجن فعال در تصفیه پساب های مربوط به کارخانجات لبنیات، در مرحله اول ۱۰ میکروارگانیسم خو گرفته از نمونه لجن فعال هوازی سیستم تصفیه شرکت سهامی صنایع شیر ایران(پگاه) جدا شده و سپس عملکرد هر یک از این میکروارگانیسم ها در تصفیه پساب سنتزی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشات در دمای ۳۰°C و pH برابر ۱۱ و COD اولیه mgl^{-1} ۳۰۰۰ و شرایط هوادهی ۱۵۰rpm انجام گرفت و بعد از ۳۰ روز نمونه گیری از نمونه هاو انجام تست COD، میکروب های BM1 و BP3 وBP4 با قابلیت حذف COD بترتیب ۶۹/۵٪، ۷۰/۷٪ و ۶۹/۳٪ انتخاب و گزارش شدند.میکروب های فوق در صورت اضافه شدن به تانک هوادهی لجن فعال و غالب شدن به مخلوط میکروبی، می توانند راندمان عملکرد سیستم لجن فعال را بالا ببرند.

کلمات کلیدی: تصفیه بیولوژیکی، لبنیات، افزایش بیولوژیکی ، لجن فعال

مقدمه

روش های هوازی و بی هوازی بطور گسترده ای در تصفیه پساب کارخانجات لبنیات در کشورمان بکار گرفته می شوند. متداولترین روش هوازی سیستم لجن فعال می باشد که در آن میکروارگانیسم های تصفیه کننده پساب توسط لجن فعال بازگشتی از خروجی تانک هوادهی تأمین می گردد. برای افزایش کارایی سیستم بعد از جداسازی میکروارگانیسم های تصفیه کننده پساب از لجن، عملکرد هر یک از آنها در تصفیه پساب در شرایط هوازی مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا ۱۰ میکروارگانیسم از نمونه لجن فعال هوازی سیستم تصفیه شرکت سهامی صنایع شیر ایران (پگاه) جدا شد که مشخصات پساب این کارخانه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول۱- مشخصات کمی و کیفی پساب کارخانجات شرکت سهامی صنایع شیر ایران(پگاه)

دبی روزانه	۳۵۰۰ m^3/day
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی(BOD)	۱۵۰۰ - ۱۸۰۰ mg/lit
اکسیژن خواهی شیمیایی(COD)	۱۸۰۰ - ۲۸۰۰ mg/lit
چربی	۱۶۰ - ۲۰۰ mg/lit
مواد معلق	۲۰۰ - ۲۵۰ mg/lit
pH	۹ -۱۲

سیستم لجن فعال یک سیستم تصفیه بیولوژیکی است که در آن عمل هضم، تجزیه و تخریب مواد آلی آلوده کننده محیط زیست در طی یکسری فرایندهای پیچیده بیولوژیکی و توسط میکروارگانیزم های مختلف انجام می پذیرد. در حقیقت میکروارگانیزم ها تحت شرایط هوازی رشد کرده و مواد آلی موجود در پساب را به عنوان سوبسترا مصرف می کنند و حذف این مواد تحت مکانیزم تنفس میکروبی انجام می شود[۱]. یکی از فاکتورهای مهم در سیستم لجن فعال نسبت خوراک به میکروارگانیزم (F/M) می باشد که با رابطه زیر بیان می شود[۲]:

$$\frac{F}{M}=\frac{Q\times BOD}{MLSS\times V} \qquad (۱)$$

محدوده مناسب برای (F/M) ، معمولاً بین ۰/۴ - ۰/۲ است ولی برای سیستم هایی که دارای خلوص اکسیژن بالایی باشند تا ۱/۵ نیز قابل افزایش است. حال برای اینکه بتوانیم در عین داشتن نسبت معمول (F/M) بخواهیم خوراک بیشتری را تصفیه کنیم ناگذیر باید مقدار M را نیز به موازات افزایش F افزایش دهیم. افزایش M نیز مطابق رابطه (۱) به MLSS و V مربوط است. افزایش تانک هوادهی باعث افزایش هزینه ها خواهد شد. لذا راه حل دیگر این مسئله به MLSS بر میگردد. با بررسی ترکیب مواد موجود در لجن می توان دید که تنها بخشی از MLSS موجود در آن عمل تصفیه را انجام می دهند و در بین این میکروارگانیزم ها نیز قابلیت هضم مواد آلی متفاوت می باشد و تنها برخی از این میکروب ها عمل هضم را با راندمان بالاو بخوبی انجام می دهند. لذا در حجم ثابت سیستم با استفاده از لجن سنتزی می توان میزان MLSS مؤثر را افزایش داد و از این طریق با افزایش مقدار M بتوان نسبت F/M را ثابت نگه داشت.[۲]

برای اینکه بتوان بجای لجن فعال بازگشتی از لجن سنتزی که از رشد بهترین میکروارگانیزم های تصفیه کننده پساب تهیه شده استفاده کرد ، ابتدا تمای میکروارگانیزم های موجود در لجن را جداسازی کرده و عملکرد هر یک در تصفیه پساب مورد بررسی قرار میگیرد و آنهایی را که بهترین قابلیت را در هضم مواد آلی پساب دارند انتخاب می شود تا برای تهیه لجن سنتزی مورد استفاده قرار گیرد. در نهایت با انجام این کار در یک سیستم تصفیه موجود بدون کوچکترین تغییرات و تنها با تغییر لجن مصرفی میتوان ظرفیت سیستم را تا حد خیلی خوبی افزایش داد و این به معنای اینست که برای یک کارخانه با حجم پساب مشخص می توان سیستم تصفیه کوچکتر و کم هزینه تری را طراحی کرد و یا در یک واحد تصفیه موجود دبی پساب ورودی را افزایش داد (یا همان HRT را کاهش داد).[۳]

مواد و روش های به کار رفته

تهیه میکروارگانیسم ها: برای این کار از لجن فعال هوازی سیستم تصفیه خانه شرکت سهامی صنایع شیر ایران (پگاه) استفاده گردید که غنی از میکروارگانیسم های تصفیه کننده پساب می باشد.pH این لجن ۷/۵ می باشد و غلظت میکروبی بسیار بالا را داراست.

تهیه پساب سنتزی: برای تهیه پساب سنتزی از مخلوط آب و شیر خشک به نسبتی که در COD معادل $۳۰۰۰ mgl^{-1}$ باشد استفاده گردید.

استفاده از کشت غنی شده: هدف از انجام این مرحله غنی سازی میکروارگانیسم ها و حذف مواد سمی از لجن می باشد. برای این کار از محیط مغذی نوترینت براث استفاده گردید. بعد از۲۴ ساعت رشد میکروب ها در محیط نوترینت براث با توجه به تغییرات رنگ(کدر شدن) محیط و پیدایش رشته های میکروبی و رسوبات جداره ها کاملاً پیداست که میکروب ها به حد کافی رشد کرده اند و آماده انتقال به محیط کشت اختصاصی می باشند.

محیط کشت مایع اختصاصی: بدین منظور محیط های مختلفی مورد آزمایش قرار گرفت و در نهایت محیط Milk Broth انتخاب گردید که در آن طیف وسیعی از میکروب های عامل تصفیه رشد مناسبی داشتند. ترکیبات این محیط در جدول (۲) آمده است.

جدول۲- مشخصات محیط کشت Milk Broth

۱	Peptone	۵gr/l
۲	Yeast Extract	۳gr/l
۳	Milk Solid or Fresh Milk	۱۰ml/l
۴	pH	۷/۲±۰/۲
۵	Temperature	۲۵˚C

انتقال به محیط کشت جامد

برای این کار از دو محیط کشت جامد استفاده گردید:

۱- محیط کشت Milk Agar

برای تهیه این محیط به محیط کشت Milk Broth به میزان ۱۵ گرم در لیتر آگار اضافه می کنیم که آگار افزوده شده عامل انعقاد محیط می باشد.

۲-محیط کشت Plate Count Agar

محتویات این محیط به صورت آماده موجود می باشد.

جداسازی میکروارگانیسم ها: بعد از غنی سازی میکروارگانیسم ها در محیط پیش کشت، آنها را در محیط مایع رشد داده و برای جداسازش آنها از ۲ محیط کشت جامد ذکر شده استفاده گردید. عمل جداسازی و خالص سازی میکروارگانیسم ها بطور مکرر و تا زمانیکه مطالعات میکروسکوپی خالص بودن و یک شکل بودن آنها را در محیط کشت جامد گزارش دهد.

نتایج و بحث

عملیات جداسازی و خالص سازی میکروارگانیسم های خو گرفته با پساب کارخانجات لبنیات، منجر به جداسازی ۱۰ نوع میکروارگانیسم گشت که خصوصیات مورفولوژی(شکل)، گرم و نوع محیط کشت اختصاصی آنها در جدول(۳) ذکر شده است. به منظور بررسی عملکرد هر یک از میکروب ها بر روی پساب آزمایشاتی انجام گرفت تا قابلیت هر یک در تصفیه پساب مشخص شود و بهترین آنها انتخاب شوند.

COD که برای پساب سنتزی در نظر گرفته شد mgl^{-1} ۳۰۰۰ بود. pH آن نیز طبق آنچه که دریک پروژه دیگر کار شده است ۱۱ گرفته شد. دما نیز ۳۰ درجه سانتیگراد گرفته شد. بعد از تلقیح نمونه ها در شیکر انکوباتور با دور rpm ۱۵۰ قرار داده شدند تا میکروب ها مواد آلی پساب را هضم کرده و رشد کنند که نتایج حاصله در شکل (۱) آورده شده است.

همانطور که از شکل(۱) پیداست عملکرد میکروب های ۱و۷و۱۰ در تصفیه پساب بسیار خوب بوده و بعد از ۸-۱۰ روز شاهد کاهش ۷۰-۶۵ درصدی COD پساب هستیم که خیلی خوب است. در میکروب های ۴و۲ نیز ۵۰ درصد کاهش COD مشاهده می شود که در حد متوسطی می باشد و لذا برای آزمایشات دقیقتر نگه داشته می شود. ولی در میکروب های ۳و۵و۶و۸و۹ کاهش COD کمتر از ۳۰ درصد است و چندان مناسب نمی باشند و لذا کنار گذاشته می شوند.

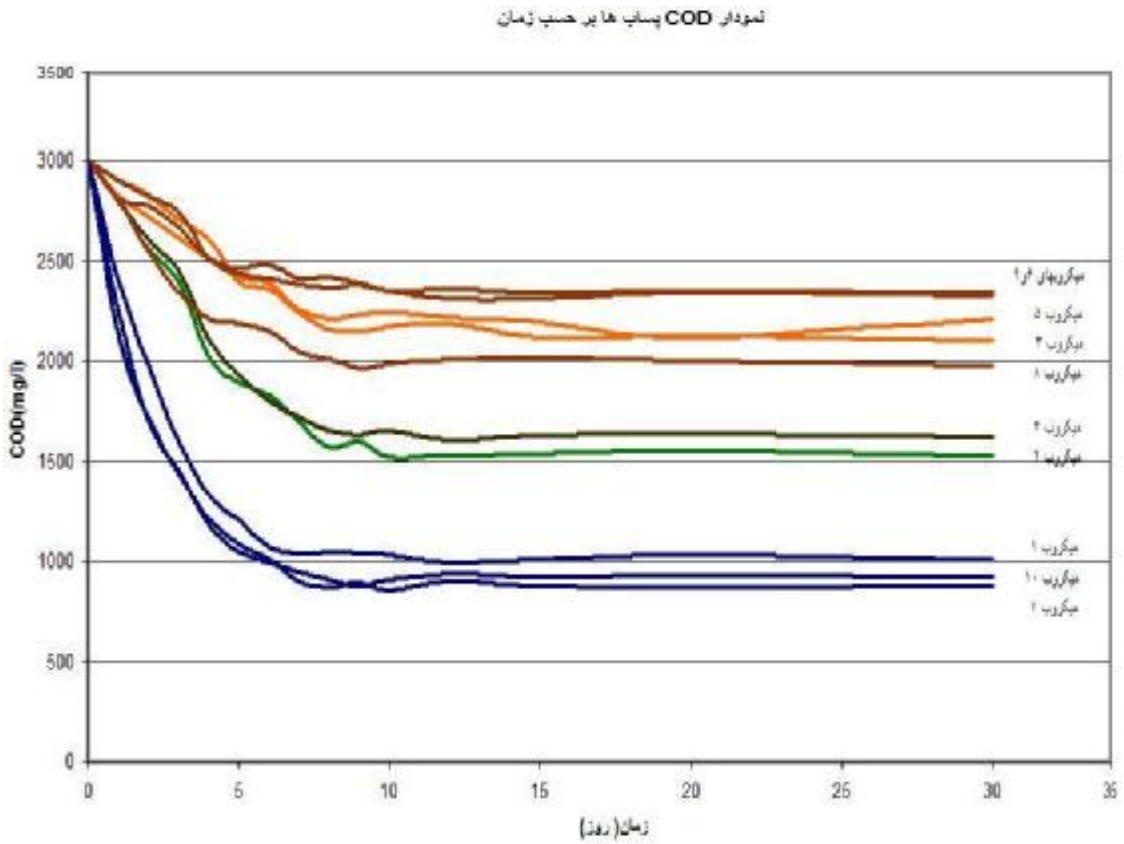
جدول ۳- مشخصات میکروارگانیسم های جداشده

شماره میکروب	نام میکروب	شکل ظاهری	خلوص	گرم	محیط کشت ختصاصی
۱	BM1	کوکسی های بسیار ریز	خوب	منفی	M.Agar
۲	BM2	کوکوباسیل های بسیار ریز	خوب	منفی	M.Agar
۳	BP1	باسیل های درشت	متوسط	مثبت	P.Count Agar
۴	BM3	باسیل های ریز تر از BP1	خوب	مثبت	M.Agar
۵	BP2	باسیل های بلند	خوب	مثبت	P.Count Agar
۶	BM4	کوکو باسیل های متوسط	خوب	منفی	M.Agar
۷	BP3	باسیلهای از نوع خاص که بعضی ها انحنا دارند	خوب	مثبت	P.Count Agar
۸	BM5	کوکو باسیل های نسبتاً بزرگ	خوب	منفی	M.Agar
۹	BM6	کوکو باسیل های ریز	متوسط	مثبت	M.Agar
۱۰	BP4	کوکسی های درشت تر از BM1	خوب	منفی	P.Count Agar

همچنین از شکل(۱) پیداست که در ۳-۲ روز اول کاهش سریع COD تا حدوداً ۵۰ درصد می باشیم که حاصل تجزیه مواد قندی می باشد زیرا مواد قندی از نظر بیولوژیکی مواد ساده تجزیه شونده ای هستند. بعد از تجزیه مواد قندی نوبت به تجزیه مواد پروتئینی و چربی می باشد که تا روزهای ۱۰-۸ طول می کشد و COD پساب تا مقدار ۷۰-۶۵ درصد کاهش میابد و بعد از آن دیگر تغییری در COD پساب مشاهده نمی شود. [۴]

در جدول (۴) میزان کاهش COD نمونه ها زمان های مختلف آورده شده است و مشاهده می شود که بعد از ۳ روز در نمونه های ۱و۷و۱۰ بترتیب کاهش ۴۶/۷٪ و ۵۲/۲٪ و ۵۱/۷٪ را شاهد هستیم. و در نمونه های ۲و۴و ۸ بترتیب کاهش ۲۰٪ و ۱۸/۳٪ و ۲۲٪ را شاهد هستیم که خیلی خوب نیست. در روز پنجم در نمونه های ۱و۷و۱۰ بترتیب کاهش۵۹/۵٪ و ۶۳/۷٪ و ۶۵٪ می باشیم که کاهش خوبی مشاهده می شود که این مقدار بعد از روز ۳۰ تنها مقدار کمی تغییر یافته و به مقادیر ۶۶/۳٪ و ۷۰/۷٪ و ۶۹/۳٪ می رسد. در

نهایت میکروب ۷ و ۱۰ به عنوان مؤثر ترین میکروب ها انتخاب شده و گزارش شدند. در ادامه تحقیق بهینه سازی شرایط عملکرد میکروب های فوق مورد بررسی قرار خواهند گرفت.



شکل ۱- منحنی کاهش COD پساب با شرایط pH=10.5 و $COD= 3000mgl^{-1}$ توسط ۱۰ میکروب انتخاب شده

نتیجه گیری

۱- روش افزایش بیولوژیکی با توجه به مزایایی که دارد هزینه اضافی بر سیستم ندارد لذا استفاده از آن در داخل کشورمی تواند گوشه ای از مشکلات محیط زیستمان را حل کند.

۲- با توجه به اینکه آزمایشات در محیط ارلن انجام گرفتند لذا می توان انتظار داشت که در اشل صنعتی و شرایط لجن فعال ، بتوان به مقادیر بیشتری از حذف مواد آلی رسید.

۳- استفاده از این روش در مورد تصفیه بی هوازی نیز می تواند به نتایج مشابهی بیانجامد.

جدول ۴- در صد کاهش COD پساب بر حسب روز توسط میکروب های مختلف

	میکروب ۱	میکروب ۲	میکروب ۳	میکروب ۴	میکروب ۵	میکروب ۶	میکروب ۷	میکروب ۸	میکروب ۹	میکروب ۱۰
روز ۱	٪۲۰	٪۷	٪۳/۳	٪۶/۷	٪۵/۸	٪۳/۲	٪۲۹/۲	٪۶/۵	٪۶/۳	٪۲۵/۲
روز ۲	٪۳۳/۷	٪۱۴/۷	٪۵/۷	٪۱۳	٪۹/۲	٪۵/۸	٪۴۲/۵	٪۱۵	٪۷/۳	٪۴۳/۲
روز ۳	٪۴۶/۷	٪۲۰	٪۹/۸	٪۱۸/۳	٪۱۲/۸	٪۸/۳	٪۵۲/۲	٪۲۲	٪۱۱	٪۵۱/۷
روز ۴	٪۵۵/۸	٪۳۲/۷	٪۱۳	٪۲۹/۸	٪۱۶/۵	٪۱۶/۲	٪۵۹/۷	٪۲۶/۳	٪۱۶/۳	٪۶۰/۸
روز ۵	٪۵۹/۵	٪۳۷	٪۲۰	٪۳۵/۷	٪۱۹/۲	٪۱۷/۷	٪۶۳/۷	٪۲۷	٪۱۸/۷	٪۶۵
روز ۶	٪۶۴/۳	٪۳۹	٪۲۱/۳	٪۴۰	٪۲۰/۳	٪۱۷/۲	٪۶۳/۴	٪۲۸/۵	٪۱۹/۸	٪۶۷
روز ۷	٪۶۵/۳	٪۴۳	٪۲۵/۳	٪۴۲/۷	٪۲۴/۶	٪۱۹/۸	٪۷۰	٪۳۱/۵	٪۲۱/۷	٪۶۸/۲
روز ۸	٪۶۵	٪۴۷/۷	٪۲۸	٪۴۵	٪۲۶/۳	٪۱۹/۴	٪۷۱	٪۳۳	٪۲۱	٪۶۹/۶
روز ۹	٪۶۵/۳	٪۴۶/۷	٪۲۸/۳	٪۴۵/۶	٪۲۵/۵	٪۲۰/۲	٪۷۰/۳	٪۳۴/۵	٪۲۰/۶	٪۷۰/۷
روز ۱۰	٪۶۵/۷	٪۴۹/۳	٪۲۷/۷	٪۴۴/۸	٪۲۵/۲	٪۲۱/۹	٪۷۱/۷	٪۳۳/۵	٪۲۱/۴	٪۶۹/۷
روز ۱۲	٪۶۷	٪۴۹	٪۲۷	٪۴۶/۴	٪۲۶	٪۲۱/۴	٪۷۰	٪۳۳	٪۲۳	٪۶۸/۷
روز ۱۵	۶۶۵/۵	٪۴۸/۷	٪۲۹/۳	٪۴۷/۵	٪۲۶/۷	٪۲۲	٪۷۰/۵	۳۲۵/۷	۲۲۵/۸	٪۶۹/۳
روز ۲۰	٪۶۶/۸	٪۴۸/۴	٪۲۹	٪۴۵/۳	٪۲۹/۳	٪۲۱/۵	٪۷۱	٪۳۳/۲	٪۲۲	٪۶۹
روز ۳۰	۶۶۵/۱	٪۴۹/۲	٪۳۰	٪۴۵/۸	٪۲۶/۳	٪۲۱/۸	٪۷۰/۷	٪۳۴	٪۲۲/۵	٪۶۹/۳

منابع و مراجع

1. F. Carta, P. Alvarez *, F. Romero, J. Pereda,” Aerobic purification of dairy wastewater in continuous regime; reactor with support”, Process Biochemistry, Vol. 34, 1999, pp613-619.
2. Dennis A. Burke, P.E., “Dairy Wastewater Anaerobic Digestion Handbook”, Environmental Energy Company, 6007 Hill Street, Olympia, WA 98516, June 2001.
3. A. F. Zamora, M. A. L. Lit, “Biodegradation of Effluent from Fish Canning Factory and dairy Products Processing Plant”, Environmental Biotechnology, 1995, pp. 481-490.
4. E. GuillenJimenez, P. Alvarez-Mateos*M, F. Romero-Guzman and J. Pereda-Marin,” Bio-Mineralization of Organic Matter in Dairy Wastewater, as Affected by pH. The evolution of ammonium and phosphates”، Wat. Res. Vol. 34, No. 4, 2000, pp. 1215-1224.