فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۰، بهار ۹۱

احیای بیولوژیکی کربن دانه ای مستعمل کارخانه فولاد مبارکه اصفهان

سعیدرضا عاصمی زواره[1*]

سعیده رفعت نژاد[2]

چکیده

هدف از این مطالعه احیاء بیولوژیکی کربن دانه ای مصرف شده در تصفیه پساب شیمیایی کارخانه فولاد مبارکه اصفهان در یک سیستم لجن فعال در آزمایشگاه بود.

ابتدا در یک بیو راکتور (حجم موثر ۶۰/۷۵ لیتر) در ابعاد ۵۰× ۲۹× ۴۳ سانتی متر مجهز به هوادهی و بخاری و غذادهی پیوسته (ملاس، فسفات، اوره) با دبی ۴۲ سی سی ر دقیقه به سازگار سازی لجن میکروبی حاصل از پساب شیمیایی تصفیه شده کارخانه فولاد مبارکه اصفهان به مدت ۳ ماه پراخته شد. غلظت میکروبی در طی این مدت از ۸۰ میلی گرم بر لیتر به ۲۴۲۰ میلی گرم بر لیتر رسیده و میزان اکسیژن با نوساناتی روند کاهشی داشته، همچنین مقدار COD بیو راکتور بعد از ۳ ماه از ۱۰۰۰ به میزان ۲۷ میلی گرم بر لیتر رسید.

درمرحله دوم آزمایش که فرایند احیاء بیولوژیکی کربن مستعمل دانه ای انجام می شود، با ورود ۳۰۰ گرم کربن مستعمل دانه ای خشک شده به وسیله سبدی پلاستیکی درون بیو راکتور قرار داده شد سپس نمونه برداری از کربن داخل سبد هفته ای یکبار صورت می گرفت.

در روز ۷ احیاء بیولوژیکی کربن مستعمل دانه ای، غلظت میکروبی (MLSS) به میزان ۳۵۲۰ میلی گرم بر لیتر و میزان فنل جذب شده توسط کربن ۵/۶۰۵ میلی گرم بر لیتر و درصد راندمان احیاء (RE%) به اندازه ۶/۱۷٪ بود. MLSS در روز ۵۳ به میزان ۱۳۴۶۰ میلی گرم برلیتر، میزان فنل جذب شده توسط کربن در روز ۵۳ احیاء بیولوژیکی، ۲۶/۲۸۹ میلی گرم بر لیتر و درصد راندمان احیاء به ۲۸/۹۳٪ رسید.

با حفظ دامنه تراکم میکروبی در محدوده ۴۰۰۰ میلی گرم بر لیتر، نیز می توان احیاء بیولوژیکی مطلوبی داشته و ظرفیت جذب کربن های مستعمل را افزایش داد. همچنین این نکته قابل ذکر است که با گذشت زمان بیشتر در داخل بیو راکتور افزایش غلظت میکروبی، ظرفیت جذب فنل توسط کربن های احیاء شده بیشتر می شود.

کلمات کلیدی: احیاء بیولوژیکی، کربن مستعمل دانه ای، غلظت میکروبی (MLSS)، راندمان احیاء.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دماوند، گروه محیط زیست، دماوند، ایران*(مسئول مکاتبات).

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واح دماوند، باشگاه پژوهشگران جوان، دماوند، ایران.

مقدمه

بسیاری از صنایع منبع تولید فاضلاب های حاوی فنل هستنداز جمله این صنایع صنایع تولید کاغذ و چوب صنایع تولید مواد معدنی خودروسازی صنایع شیمیایی صنایع کودسازی وتولید رزین صنایع نظامی داروسازی صنایع الکتریکی صنایع تولید فلز واستیل صنایع تصفیه و تولید محصولات نفتی و پتروشیمی و حتی تاسیسات فاضلاب شهری می باشد (۱).

این ترکیبات با غلظت های متوسط ۱-۰/۱ میلی گرم درلیتر در فاضلاب های شهری و با غلظت بیش از ۳ میلی گرم درلیتر با پساب های بیمارستانی یافت می شود که عمدتاً ناشی ازمصرف مواد ضدعفونی کننده دراین مراکز می باشند (۲).

تخلیه فاضلاب های فنلی سبب پیامدهای جدی می شود. هنگامی که آب های پذیرنده چنین فاضلاب هایی برای مقاصد شهری و صنعتی به کار گرفته می شود فنل باعث پخش بوی خاص دارویی شده و موجب مرگ آبزیان و تغییر فن و فلور سیستم آبی می شود. فنل درگازهای خروجی از اگزوز وسایل نقلیه گازهای خروجی از زباله سوزها و بخاری های خانگی باسوخت چوب دود سیگارو مواد غذایی دود داده شده به مقادیرمختلف یافت می شود. منبع بلقوه دیگرفنل تجزیه اتمسفری بنزن تحت اثرنوراست. فنل همچنین طی تجزیه طبیعی مواد آلی وگیاهی وحیوانی تشکیل می شود. میزان محیطی ان ازطریق آتش سوزی جنگل افزایش می یابد اما در این بین انتشار فنل از طریق کاربرد رزین های فنلی بسیار مهم است نکته قابل توجه در آلودگی محیط زیست به ترکیبات فنلی حلالیت نسبی بالای فنل در آب و فشار بخار نسبتاً کم آن در دمای اتاق است لذا انتظار می رود که انتقال آن به خاک و آب به راحتی صورت پذیرد بنابراین فنل به مقدار زیاد در فاز آب باقی خواهد ماند (۳).

فنل به آسانی از طریق پوست و بافت داخلی معده جذب شده و بخارات آن نیز می تواند در چرخه تنفس و شش ها و مجاری تنفسی جذب شود، بعد از جذب سریعاً در تمام بافت های بدن منتشر می شود. زنون جذب شده به طور عمده با اسید گلوکرونیک و اسید سولفوریک و گاهی با فسفات باند شده و باعث شکل گیری متابولیک های واکنش پذیر می گردد. کبد، ریه و مخاط دستگاه گوارش مهم ترین و اعضا بستگی به نحوه ورود غلظت آن دارد (۳).

نگرانی های دایمی درباره کیفیت آب احتمالاً تقاضای زیاد برای کربن فعال را در تسهیلات شهری حفظ خواهد کرد. در برخی کشورها تصفیه افزوده، تقاضای برای کربن فعال را در چرخه آب خصوصاً در شهرداری، کارخانجات و واحد های الکتریکی افزایش خواهد داد. در ۲۵ تا ۳۰ سال گذشته، کربن فعال به طور گسترده ای به همراه میکروارگانیسم ها در تصفیه پساب ها مورد استفاده قرار گرفته است.بنابراین کربن آلوده یا باید با کربن نو جایگزین شود و یا احیاء گردد.

احیاء بیولوژیکی، بازیابی کربن فعال با استفاده از فعالیت های میکروبی می باشد. روش احیا میکروبی ارزان قیمت می باشد. اتلاف کربن فعال در این روش ناچیز است. اما این روش در مقیاس صنعتی صورت نپذیرفته و فقط در مقیاس آزمایشگاهی از این روش استفاده شده است. قابل توجه است که در این روش عملیات احیاء کند می باشد (۴).

احیاء شیمیایی کربن فعال دارای این مزیت است که اتلاف کربن بسیار کم می باشد که این اتلاف در روش احیاء کاتالیستی و روش استخراج با سیال فوق بحرانی ناچیز است. همچنین اغلب موارد در دمای محیط انجام می شود. به همین خاطر می باشد که کنترل دما اهمیت خاصی ندارد. بنابراین مصرف انرژی ناچیز دارد و عمل احیاء به سرعت روی می دهد (۵).

هدف کلی از ارایه و اجرای این پژوهش، احیای بیولوژیکی کربن مستعمل دانه ای و مقایسه ظرفیت جذب کربن تازه دانه ای، کربن مستعمل دانه ای، کربن احیاء شده می باشد.

اهداف ویژه این پژوهش:

۱- بررسی عملکرد میکروب های پساب صنایع فولاد در احیاء کربن مستعمل در تصفیه پساب صنایع فولاد

۲- تعیین راندمان احیاء کربن مستعمل
۳- بررسی تاثیر حضور کربن مستعمل بر شرایط بیولوژیکی و شیمیایی بیورآکتور

روش بررسی

۱- مکان و زمان آزمایشات

آزمایشات این تحقیق در آزمایشگاه محیط زیست واقع در دانشگاه آزاد دماوند و به مدت ۵ ماه از تاریخ ۸۹/۱۱/۲ الی ۹۰/۴/۱ انجام شد.

۲- مواد مورد استفاده

۲-۱- مواد شیمیایی

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش با grade آزمایشگاهی و درجه خلوص ۹۹٪ می باشد.

۲-۲- کربن گرانولی

کربن تازه و مستعمل مود استفاده در این پژوهش از شرکت صنایع فولاد مبارکه اصفهان خریداری شد و شرکت سازنده این کربن ها شرکت شیمی پژوهان اردبیل بود.

۲-۳- مشخصات کربن گرانولی

مشخصات کربن دانه ای مورد استفاده در این مطالعه به شرح ذیل می باشد:

کربن	تولیدی کارخانه شیمی پژوهان اردبیل
روش فعال سازی	فیزیکی- بخار
شکل فیزیکی	گرانول
حجم چگالی (g/L)	۴۶۰-۵۰۰
رطوبت (٪)	۹
محتوای خاکستر (٪)	۸
جذب متیلن بلو (g/100g)	۲۲
شماره یدین (mg/g)	۹۵۰
محیط کلی سطح (BET) (m2/g)	۹۰۰-۱۱۰۰
توزیع اندازه ذرات µm	۰/۶ -۲/۴
حجم کلی منافذ (cm3/g)	۱/۱
میکرو (Φ< 2 nm)	۰/۲۵
مزو (Φ< 2 nm)	۰/۶۰
ماکرو (Φ< 2 nm)	۰/۱۵

۲-۴- میکروارگانیسم

در این مطالعه از پساب شیمیایی کارخانه فولاد مبارکه اصفهان برداشته شده سپس در شرایط غذادهی (ملاس، اوره و فسفات) و هوادهی و دمای تقریبی ۱±۳۱ درون راکتور (۵۰ ×۳۰×۴۵ cm) به شیوه Continues کشت داد شد. مدت ۳ ماه برای پرورش و رشد میکروب ها در نظر گرفته شد.

۳- روش انجام آزمایش

این تحقیق یک مطالعه توصیفی-تحلیلی و کاربردی است و هدف از انجام آن احیای کربن مستعمل صنایع فولاد با روش بیولوژیکی و شیمیایی است. این تحقیق به صورت آزمایشگاهی انجام شده و پس از انجام مراحل مختلف آزمایش، نتایج با توجه به مقادیر تعیین شده به وسیله روش های دستگاهی تفسیر گردیدند.

در مرحله اول آزمایش میکروهای پساب صنایع فولاد به مدت ۳ ماه در راکتور (حجم کل ۵۰ ×۳۰×۴۵ cm - حجم موثر ۴۵cm×۳۰×۴۵) به شیوه Continues پرورش داد شد. این راکتور مجهز به بخاری اتوماتیک و لوله های هوادهی بود.دبی ورود غذا(ملاس، اوره و فسفات) از دبه ۱۰۰ لیتری غذادهی به راکتور ۴۲ mL/min بود. در شروع آزمایش COD غذا ۱۰۰۰ mg/L در نظر گرفته شد.فاکتورهای اندازه گیری شده طی دوره ۳ ماه پرورش و رشد میکروب های پساب صنایع فولاد مبارکه اصفهان شامل:

غلظت میکروبی در ورودی (MLSS, MLVSS) و خروجی راکتور (TSS)، pH، درجه حرارت (T)، اکسیژن محلول (DO)، درصد اشباع اکسیژن (O_2)، میزان مصرف شیمیایی اکسیژن (COD).

در مرحله دوم آزمایش احیای کربن مستعمل گرانولی به مدت ۲ ماه انجام گردید. این مرحله شامل ریختن ۳۰۰ گرم کربن گرانول مستعمل درون سبد پلاستیکی (پوشیده

با پارچه حریر) و آویزان کردن سبد(۱۲×۲۴×۲۴ cm) به وسیله ۴ طناب پلاستیکی به طول ۲۱ cm از دو میله (با روکش لاستیکی) به درون راکتور می باشد. نمونه برداری از کربن داخل سبد هفته ای یکبار صورت می گرفت. در مرحله دوم آزمایش COD غذا ۵۰۰ mg/L در نظر گرفته شد.

فاکتورهای اندازه گیری شده طی دوره ۲ ماه احیای کربن گرانولی مستعمل شامل:

TSS، MLSS، MLVSS، pH، درجه حرارت (T)، اکسیژن محلول (DO)، درصد اشباع اکسیژن (O_2)، میزان مصرف شیمیایی اکسیژن (COD)، راندمان احیاء (RE)، مقادیر مختلف جذب کربن های احیاء شده طی مدت ۲ ماه و مقایسه ظرفیت جذب آن ها با کربن تازه و مستعمل (C_r , C_f)، میزان فنول جذب شده به ازای واحد جرم کربن مستعمل و تازه(Q_r , Q_f)

۳-۱- روش انجام احیاء بیولوژیکی کربن مستعمل گرانولی

در کل روند انجام آزمایشات مربوط به احیاء کربن فعال بوده و مراحل انجام آزمایشات به قرار ذیل می باشد:

۱- خشک نمودن کربن مستعمل در آون به مدت ۱ ساعت.

۲- توزین کربن مستعمل به مقدار ۳۰۰ گرم و ریختن آن در یک سبد پلاستیکی (۱۲×۲۴×۲۴ cm) و قراردادن آن در داخل بیورآکتور پیوسته

برای جلوگیری از خروج کربن های گرانولی، سبد با پارچه ای از جنس حریر پوشانده شده سپس به وسیله ۴ طناب پلاستیکی به طول ۲۱ cm از دو میله (با روکش لاستیکی) روی راکتور آویزان گردید.

۳- هفته ای یکبار نمونه براری از کربن درون راکتور

در هر نمونه برداری حدود ۲۰ گرم کربن از محتوی سبد (درون راکتور) برداشت سپس با آب مقطر شسته و به مدت یک ساعت در آون خشک می شد. بعد از خشک شدن، کربن را درون ظرف پتریدیش ریخته و تاریخ نمونه برداری روی برچسب ظرف نوشته می شد.

۴- تعیین راندمان احیاء و کارایی جذب کربن ها

۰/۵ گرم از کربن خشک شده درون ظروف پتریدیش را وزن کرده و داخل ارلن محتوای ۱۰۰ میلی لیتر محلول فنول با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر ریخته، سپس به مدت یک ساعت ارلن را شیک نموده و بعد کربن از محلول فنول جدا شده و در نهایت غلظت فنول به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج ۵۰۰ nm (طیف مرئی) تعیین گردید. قابل ذکر است cell دستگاه اسپکتروفتومتر بایستی از جنس شیشه باشد.

با اندازه گیری کاهش غلظت فنل در محلول می توان مقدار فنل جذب شده بر روی کربن را محاسبه نمود. که این مقدار با میزان فنل حذف شده از روی سطح کربن در طی فرآیند احیاء برابر بوده و لذا می توان بر اساس آن راندمان احیاء بیولوژیکی کربن را محاسبه نمود.

۵- تعیین ظرفیت جذب کربن تازه

قبل از استفاده از کربن تازه (بعد از خریداری) لازم است به مدت ۶ ساعت آن را در آب جوش شستشو داد و سپس ۱۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد خشک کرد تا در صورت وجود ذرات گرد و غبار و یا مواد احتمالی دیگر این مواد از منافذ کربن فعال تخلیه شوند. کربن فعال شسته شده همواره در یک ظرف سربسته نگه داری شود. ۰/۵ گرم از کربن تازه خشک شده وزن کرده و داخل ارلن محتوای ۱۰۰ میلی لیتر محلول فنول با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر ریخته، سپس به مدت یک ساعت ارلن را شیک نموده و بعد کربن از محلول فنول جدا شده و در نهایت غلظت فنول به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج ۵۰۰ nm (طیف مرئی) تعیین گردید.

۶-انجام محاسبات جهت تعیین راندمان احیاء کربن تازه و کربن مستعمل و کربن احیاء شده (درون راکتور) و مقایسه ظرفیت جذب فنول سه نوع کربن.

۳-۲- محاسبات

۳-۲-۱- تعیین غلظت فنل

الف) آماده سازی معرف ها:

۱) بافر کربنات- بی کربنات، ۵۰ میلی مولار، Ph = ۱۰/۱ : g ۳/۱۸ سدیم کربنات به علاوه ۱/۶۸g سدیم بی کربنات را در آب دوبار تقطیر حل کرده و به حجم نهایی یک لیتر می رسانیم.

۲) محلول A: ۴۵mg، ۴-آمینوآنتی پرین(4-AAP) در ml ۱۰۰ بافر کربنات- بی کربنات حل کرده.

۳) محلول B: ۱/۳g بوریک اسید و ۰/۱۹g پتاسیم فری سیانید را در ۱۰۰ml آب دوبار تقطیر حل کرده.

ب) روش کار

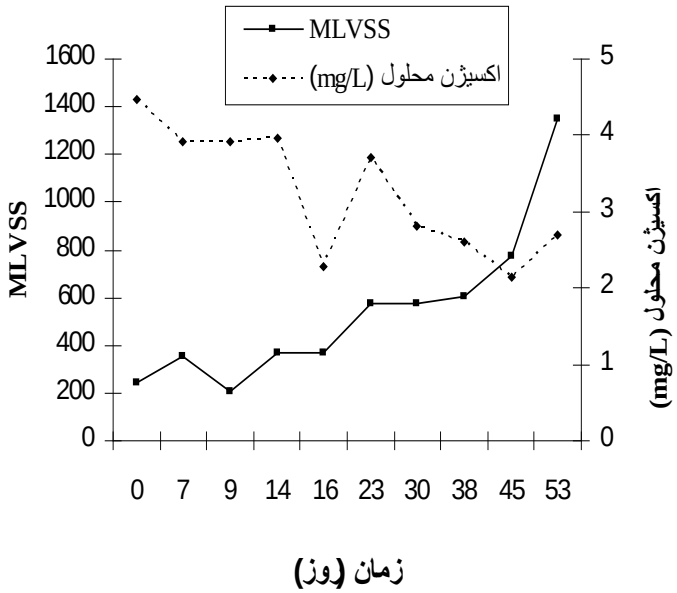
۰/۲ میلی لیتر از نمونه سانتریفیوژ شده به لوله آزمایش منتقل کرده، به هر لوله آزمایش ۱/۵میلی لیتر محلول A اضافه شده و به خوبی مخلوط شد. سپس ۱/۵ میلی لیتر محلول B به هر نمونه اضافه شده و به خوبی مخلوط شدند. لوله های آزمایش به مدت سه دقیق به حال خود گذاشته شدند و در نهایت جذب نوری آن ها در طول موج ۵۰۰nm و در مقابل بلانک خوانده شد.

۲-۵- روش تجزیه و تحلیل نتایج

برای تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار آماری Excel استفاده گردید.

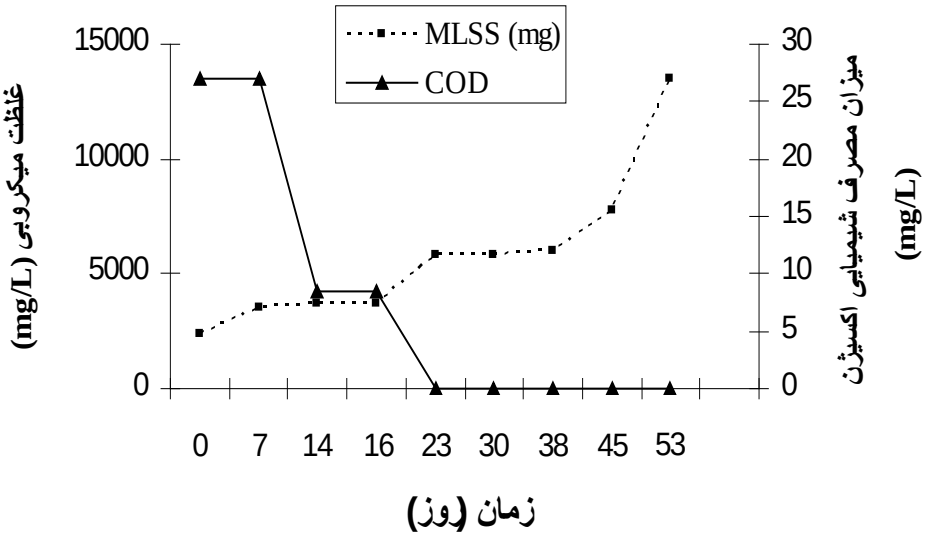
نتایج

در روز اول احیاء میزان اکسیژن محلول ۴/۴۶ میلی گرم بر لیتر به تدریج با گذشت زمان بیشتر از احیاء بیولوژیکی و با افزایش غلظت میکروبی، میزان اکسیژن محلول کاهش یافته و به میزان ۲/۶۹ میلی گرم رسید. قابل ذکر است که در طی ۲ ماه فرایند احیاء بیولوژیکی میزان اکسیژن محلول بیش از ۲ میلی گرم بر لیتر بود.



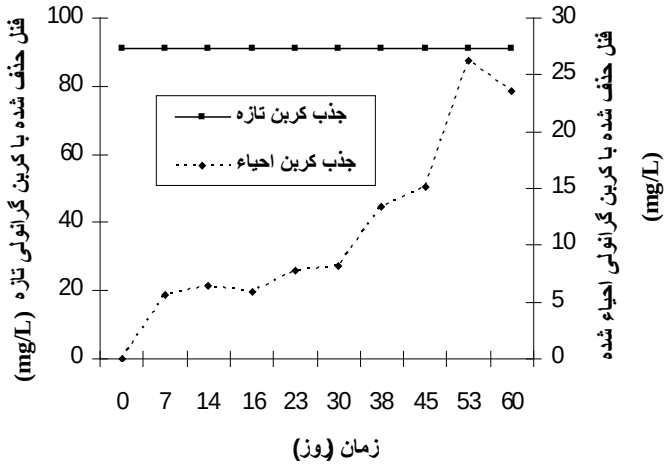
نمودار ۱- رابطه MLVSS با میزان اکسیژن محلول (mg/L) طی ۲ ماه قرارگیری کربن گرانول مستعمل داخل راکتور به منظور احیاء بیولوژیکی آن

نمودار ۱ نشان می دهند که با افزایش توده میکروبی مصرف اکسیژن محلول افزایش و در نتیجه میزان اکسیژن محلول بیورآکتور کاهش یافت. دلیل کاهش اکسیژن در روز ۱۶ احیای بیولوژیکی، مخلوط کردن کل محتویات بیوراکتور جهت مشاهده غلظت میکروبی بود



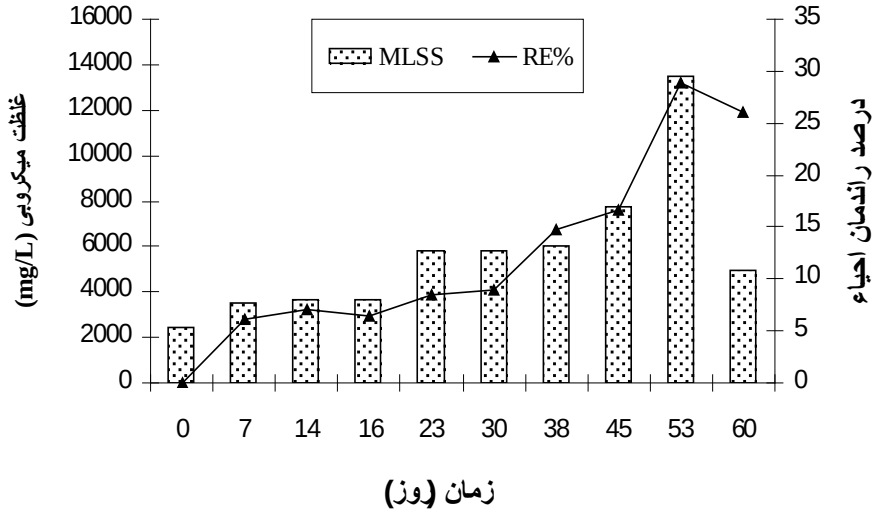
نمودار ۲- رابطه غلظت میکروبی (mg/L) با میزان مصرف شیمیایی اکسیژن (mg/L) طی ۲ ماه قرارگیری کربن گرانول مستعمل داخل راکتور به منظور احیاء بیولوژیکی آن

نمودار فوق نشان می دهد که با افزایش توده میکروبی، میزان مصرف شیمیایی اکسیژن کاهش می یابد.



نمودار ۳- مقایسه ظرفیت جذب فنل توسط کربن تازه (mg/L) با ظرفیت جذب فنل توسط کربن هایی (mg/L) که در مدت زمان های متفاوتی احیاء شده اند.

نمودار ۳ نشان داده شده که ظرفیت جذب فنل توسط کربن تازه ۹۰/۸۷۷ میلی گرم برلیتر است و ظرفیت جزب کربن مستعملی که به مدت ۷ روز داخل بیوراکتور به منظور احیاء بیولوژیکی قرار گرفته بود ۵/۶۰۵ میلی گرم برلیتر بود و ظرفیت جذب کربن مستعملی که به مدت ۵۳ روز داخل راکتور قرار گرفت، ۲۶/۲۸۹ میلی گرم برلیتر می باشد.



نمودار ۴- رابطه راندمان احیاء و غلظت میکروبی (mg/L) طی ۲ ماه احیاء بیولوژیکی کربنهای مستعمل گرانولی

با ورود کربن مستعمل و قرار گیری آن طی ۲ ماه درون بیو راکتور، غلظت میکروبی روند افزایشی داشت. در روز ۷ احیاء بیولوژیکی کربن مستعمل دانه ای، غلظت میکروبی به میزان ۳۵۲۰ میلی گرم بر لیتر و درصد راندمان احیاء به اندازه ۶/۱۷٪ بود. غلظت میکروبی در روز ۵۳ به میزان ۱۳۴۶۰ میلی گرم بر لیتر و درصد راندمان احیاء به ۲۸/۹۳٪رسید به طوری که همزمان با افزایش غلظت میکروبی درصد راندمان احیاء نیز روند افزایشی داشت. در روز ۵۴ به منظور کنترل تراکم میکروبی تخلیه لجن میکروبی از شیر پایین بیوراکتور صورت گرفت، و در نهایت در روز ۶۰ غلظت میکروبی به میزان ۴۹۳۰ میلی گرم بر لیتر و درصد راندمان احیاء به ۲۵/۹۹٪ رسید. اما با این کاهش دستی تراکم میکروبی به اندازه ۸۵۳۰ میلی گرم بر لیتری از روز ۵۳ تا روز ۶۰، درصد راندمان احیاء فقط به اندازه ۳٪ کمتر شد (نمودار ۴).

بحث و نتیجه گیری

۱- بررسی نتایج حاصل از دوره پرورش و تکثیر میکروب های پساب صنعتی (مرحله اول آزمایش)

با توجه به نتایج مربوط به تکثیر و پرورش میکروب ها طی ۳ ماه، می توان اذعان داشت که با افزایش توده میکروبی، غذای ورودی به راکتور به طور کامل توسط میکروب ها هضم شده و در نهایت میزان مصرف شیمیایی اکسیژن (COD) کاهش یافت. به تدریج با افزایش تکثیر و رشد میکروب ها، میزان مصرف اکسیژن (DO) بیشتر می شد و نتیجتاً اکسیژن محلول و درصد اشباعیت اکسیژن راکتور کاهش می یافت.

۲- بررسی نتایج حاصل از احیاء بیولوژیکی کربن مستعمل (مرحله دوم آزمایش)

در حالی که مرحله دوم آزمایش با ورود ۳۰۰ گرم کربن مستعمل دانه ای به بیورآکتور ۶۰ لیتری آغاز گردید، رشد و تزاید میکروب ها همچنان ادامه داشت.

همان طور که در نمودار ۲ نشان داده شد، با افزایش توده میکروبی، میزان مصرف شیمیایی اکسیژن کاهش می یابد. این روند کاهشی در اثر افزایش غلظت میکروبی و متعاقب آن هضم کامل غذا می باشد.

۳- اختلاف غلظت و اشباع کربن

با افزایش غلظت میکروبی و افزایش ظرفیت جذب فنل توسط کربن از روز ۷ تا روز ۵۳ می توان نتیجه گرفت که با گذشت زمان بیشتر در داخل بیو راکتور و افزایش غلظت میکروبی، ظرفیت جذب فنل توسط کربن های احیاء شده بیشتر می شود. احیاء بیولوژیکی کربن فعال همچنین تحت تأثیر غلظت مورد نظر در فاز مایع و مقدار آن بر روی سطح کربن فعال قرار دارد (۷).

محققان دریافتند که بازده احیاء بیولوژیکی در اثر کاهش غلظت تعادلی در ستون BAC، کاهش می یابد (۷). آن ها وابستگی احیاء بیولوژیکی به غلظت را به دو پدیده نسبت داده اند. اولین پدیده این است که هر چقدر غلظت آلودگی در توده مایع بیشتر باشد، میزان آن بر روی سطح GAC نیز کم تر خواهد بود. در نتیجه آلودگی ها با سایت های پر انرژی جذب روی کربن واکنش داده و باعث افزایش بازگشت ناپذیری جذب می گردند. این مطلب با آزمایشاتی که در آن ها افزایش میزان ۴- کلروفنل بر روی کربن فعال، بازده احیاء بیولوژیکی نیز زیاد شد، مورد تأیید قرار گرفت (۸).

۴- غلظت بیومس

با کاهش ۸۰۰۰ میلی گرمی غلظت میکروبی با دخالت پژوهشگر در روز ۵۴ و کاهش میزان اندکی از ظرفیت جذب فنل توسط کربن احیاء شده یعنی ۲/۶۷ میلی گرم بر لیتر می توان استنباط نمود که با حفظ دامنه تراکم میکروبی در محدوده ۴۰۰۰ میلی گرم بر لیتر، نیز می توان احیاء بیولوژیکی مطلوبی داشته و ظرفیت جذب کربن های مستعمل را افزایش داد. (نمودار ۳).

به تدریج با گذشت زمان بیشتر از شروع مرحله احیاء بیولوژیکی و با افزایش غلظت میکروبی، میزان اکسیژن محلول کاهش یافت، البته قابل ذکر است در طی ۲ ماه فرایند احیاء بیولوژیکی میزان اکسیژن محلول بیش از ۲ میلی گرم بر لیتر بود.

گودرتز و همکاران (۱۹۸۸) گزارش داده اند که با افزایش غلظت MLVSS متوسط از mg/L ۱۲۶ به mg/L ۹۶۳، بازده احیاء بیولوژیکی پس از ۲۴ ساعت از حدود ۱۰٪ به حدود ۶۰٪ افزایش یافته است. گودرتز و همکاران (1988) دریافتند که افزایش طول احیاء بیولوژیکی در یک سیستم جداگانه از ۴۲ ساعت به ۹۶ ساعت، منجر به افزایش احیاء بیولوژیکی از حدود ۶۰-۱۰٪ به ۷۵- ۶۰٪ بسته به MLVSS در راکتور شده است (۹).

۵- نوع میکروارگانیسم

در این آزمایش مخلوط میکروبی مورد استفاده که از پساب صنعتی تصفیه شده کارخانه فولاد سازی دریافت شده بود به خوبی با شرایط فیزیکوشیمیای بیوراکتور در شرایط غذادهی (ملاس، اوره و فسفات) و هوادهی و دمای تقریبی ۱±۳۱ سازگاری نشان داد.

عامل مهم دیگری که بر احیاء بیولوژیکی مؤثر است، ماهیت جمعیت میکروبی مورد استفاده در فرآیند احیاء می باشد. به ویژه، در حالت هایی که ترکیبات به کندی تجزیه می شوند و مواد آلی ای که در فعالیت های تصفیه بیولوژیکی مرسوم جزء مواد مقاوم محسوب می گردند، به میکروارگانیسم های مخصوص برای تجزیه این گونه ترکیبات نیاز است.

بحث و نتیجه گیری

نتیجه ی مهمی که می توان از این بررسی گرفت، این است که استفاده از روش بیولوژیکی برای احیاء کربن فعال آلوده به فنل مؤثر خواهد بود.

ترکیب روش بیولوژیکی با روش شیمیایی می توان نتایج مطلوب تری را برای مراحل بعدی احیاء کربن فعال آلوده به فنل به دست آورد.

ممکن است ترکیب روش بیولوژیکی با دیگر روش های احیاء کربن نیز نتایج مطلوبی داشته باشد که نیاز به مطالعه مستقل دارد.

با توجه به این که کربن فعال جاذبی پر مصرف می باشد، می توان با رویکردی ویژه به امر بازیافت و بر اساس شرایط اقلیمی متفاوت در هر منطقه به تولید آن با استفاده از مواد طبیعی با کربن بالا نمود.

در رابطه با احیاء کربن فعال توجه به دو نکته حایز اهمیت می باشد. اولین نکته این است که مواد اولیه و شیوه تولید می توانند نوع خصوصیات کربن فعال را تغییر دهند. برای مثال می توانند بر روی عدد یدی، سطح مخصوص منافذ کربن فعال تأثیر گذار باشند و خود این عوامل نیز می توانند بر روی عملکرد کربن فعال در موقع احیاء تأثیر گذار باشند. نکته دوم این است که باید بر اساس ماده اشباع شده بر روی کربن فعال روش مورد را انتخاب نمود.

در احیاء کربن فعال توجه به مباحث اقتصادی از جایگاه ویژه ای برخوردار است. برای مثال از دو واکنشکر شیمیایی به دلیل افزایش قیمت استفاده نمی گردد و در پاره ای از مواقع به دلیل هزینه بالای احیاء، کربن فعال بازیابی نمی شود و دفن می گردد که این کار زیست محیطی بسیار خطرناک می باشد.

مزایای و معایب روش احیا بیولوژیکی عبارتند از:

مزایا:

- روش احیا میکروبی ارزان قیمت می باشد.
- اتلاف کربن فعال در این روش ناچیز است.

معایب:

- حساس بودن مواد بیو به شرایط آزمایش.
- عدم بررسی در مقیاس صنعتی (فقط در مقیاس آزمایشگاهی بررسی شده است).
- کند بودن فرآیند احیا.
- پایین بودن راندمان احیا.

۴-۴- پیشنهادات

۱. بررسی ظرفیت جذب کربن در حذف مواد شیمیایی مختلف (ترکیبات فنولیک مانند کاتکول، بنزو کوئینون، فنول سولفونیک اسید و غیره)
۲. ترکیب روش های دیگر احیاء با روش بیولوژیکی احیاء کربن فعال
۳. استفاده از حلالهای شیمیایی ارزان و در دسترس به منظور احیاء شیمیایی کربن مستعمل در ترکیب احیاء بیولوژیکی کربن

قدردانی

از گروه مهندسی شیمی و مهندسی محیط زیست دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه آزاد دماوند که به ما یاری رساندند تشکر نموده، همچنین از جناب آقای سهرابی قدردانی می نماییم.

منابع

1. Minister of public works and Government saervices Canadian, 2000. Priority substances list assessment report, phenol, Environmental protection act, Environment canad Health Canada, (accessed April 2005).
2. Abu Zeid N., Nakhla G., Farooq S., Osei-Twum E., 1995. Activated carbon Adsorption in oxidizaing Environments. Water Research, Vol. 29, pp. 653-66۰
3. WHO., 1994. Phenol, Inter Rational programme on chemical safety, Environment health criteria 161, (accessed may 2005), http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc 161.htm.
۴. رجب زاده کهنمویی، سعید. بررسی آزمایشگاهی روش های مختلف احیاء کربن فعال آلوده به فنل، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده شیمی دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۱، صفحه ۸۱

۵. لطف اللهی، محمد نادر، احمد پناه، سید سعید- حقیقی اصل، علی، بازیابی کربن فعال اشباع از اتیل استات با دی اکسید کربن فوق بحرانی. یازدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران ، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۵، ۷- ۹ آذر ، تهران، ایران

۶. اطلاعات کاتالوگ شرکت شیمی پژوهان

7. Putz, A.R. H., Losh, D.E. and Speital Jr, G.E., 2005. Removal of nonbiodegradable chemicals from mixtures during granular activated carbon bioregeneration¸ Journal of Envionmental Engineering, Vol. 131, pp. 196-205

8. Caldeira¸ M., Heald¸ S.C., Carvalho¸ M.F., Vasconcelos¸ I., Bull A.T., and Castro¸ P.M.L., 1999. 4-Chlorophenol degradation by a bacterial consortium: development of granular activated carbon biofilm reactor¸ Applied Microbiology and Biotechnology, Vol. 25¸ pp. 722-729

9. Goeddertz, J.G., Matsumonto M.R., and Weber, A.S., 1988. Offline Bioregeneration of granular activated carbon, Journal of Environmental Engineering, Vol. 114, pp. 1063-1076