

## بررسی تأثیر توأم پرتوهای الکترونی پراثری و سیستم لجن فعال بر تصفیه و رنگ زدایی پساب نساجی

بهرام و خشور\*، اقدس مهدیزاده شاهی، نیره فلاح نژادتفتی، رضا امرائی، محمد حسین

مسعودی، محمد لوک زاده

سازمان انرژی اتمی ایران، مجتمع پژوهشی کاربرد پرتوها(یزد)

### چکیده:

تصفیه صحیح و کامل پسابهای نساجی به علت وجود مواد و رنگهای مختلف و حجم بالای آب مصرفی تأثیر بسزایی در حفظ محیط زیست و منابع آبی دارند

تصفیه بیولوژیک یکی از مراحل اصلی و نهایی در تصفیه انواع فاضلاب به خصوص فاضلابهای نساجی است که حذف نهایی مولکولهای بزرگ و سنگین رنگی توسط میکروارگانیسمهای موجود در لجن فعال سیستم های بیولوژیک انجام می گیرد. در این تحقیق پس از سازگارسازی لجن فعال بیمارستانی با محلولهای رنگی اقدام به تصفیه انواع محلولهای رنگی خام و پرتودهی شده و در نهایت پساب کارخانه نساجی (خام و پرتودهی شده) شد که نمونه های پرتودهی شده با عملکرد و بازده بالاتری رنگبری و تصفیه شد.

پرتودهی نمونه ها با دستگاه شتابدهنده الکترون انجام شد

**کلمات کلیدی:** پرتودهی، پساب نساجی، تصفیه بیولوژیک، شتابدهنده الکترون، لجن فعال

### مقدمه:

فرآیند لجن فعال سالها پس از بیوفیلتر توسعه یافت و در صنعت فاضلابها بکار گرفته شد. این روش بر مبنای رشد بیولوژیکی شناور (توده های میکربی غوطه ور در فاضلاب) که در تجزیه مواد آلی محلول فاضلاب فعال می باشند شکل گرفته است. پساب (فاضلاب) که دارای مواد آلی و مواد مغذی برای رشد بیولوژیکی می باشد وارد مخزن هوادهی می گردد. در این مخزن برای ایجاد اکسیژن محلول در محیط، به فاضلاب از طریق سیستم هوادهی مکانیکی (سطحی) و یا بوسیله هوادم های فشاری (کمپرسور) هوا افزوده می شود. میکروارگانیسمهای موجود در مخزن هوادهی با استفاده از مواد آلی موجود در فاضلاب و اکسیژن محلول رشد نموده و به این ترتیب مواد آلی محلول تبدیل به جرم میکربی (نامحلول) می گردد. پس از توقف چندین ساعته در استخر هوادهی، فاضلاب همراه با توده های میکربی شناور به مخزن ته نشینی انتقال یافته و در این مخزن توده ها و لخته های

تشکیل یافته از میکروارگانیسمها ته نشین می گردند و برای حفظ غلظت میکربها در مخزن هوادهی بوسیله پمپ به مخزن (استخر) هوادهی بازگشت داده می شوند. به این جریان لجن برگشتی گفته می شود .

مقداری از میکروارگانیسمها و مواد آلی نیز بصورت لجن اضافی دفع می گردند.

فعل وانفعالاتی که عمل تغذیه میکروارگانیسمها از مواد آلی محلول را دقیقاً تشریح نمایند مشخص نیست ولی نظر داده شده است که ابتدا میکروارگانیسمها مواد آلی موجود در پساب را بصورت هاله ای بدور خود جذب می کنند و با دسترسی به حباب های بسیار کوچک اکسیژن، مواد جذب شده را بتدریج مصرف می نمایند. میکروارگانیسم های ته نشین شده در برگشت به استخر هوادهی (لجن برگشتی) عامل اصلی در تجزیه مواد آلی و تصفیه فاضلاب محسوب می شوند لذا با این فرآیند فرآیند لجن فعال گفته می شود .

( به عبارت دیگر میکروارگانیسمها در طول مسیر خود از هوادهی به تانک ته نشینی و بازگشت مجدد به استخر هوادهی بعلت دور بودن مواد آلی و مواد مغذی در یک حالت قحطی وارد مخزن هوادهی می گردند و با فعالیت بیشتری شروع به جذب مواد غذایی می کنند، از این رو به توده ها میکربی لجن فعال شده اطلاق می شود. در فرآیند لجن فعال شده، یکی از عوامل مهم انتقال هوا (اکسیژن) به جرم میکربی است. مقدار اکسیژن مورد نیاز برای تنفس میکروارگانیسمها و یا شدت مصرف اکسیژن تابعی است که به غلظت توده میکروارگانیسم  $MLVSS$  و بار ورودی براستخر  $BOD Load$  و درجه حرارت و متابولیسم میکروارگانیسمها بستگی دارد. در عمل متابولیسم میکروارگانیسمها فقط تا حد نقطه بحرانی، که معمولاً در حدود  $۰/۵$  تا  $۲/۰$  میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول می باشد، به غلظت اکسیژن محلول بستگی پیدا می کند و چنانچه مقدار اکسیژن محلول بیش از این حد باشد، متابولیسم میکروارگانیسمها مستقل از اکسیژن محلول خواهند بود. در نتیجه سیستم های هوادهی بنحوی طرح می گردند که غلظت اکسیژن محلول در پساب را حدود  $۲/۰$  میلی گرم در لیتر حفظ و تامین کنند. نیازی به غلظت های بیشتر اکسیژن عملاً وجود ندارد و چون اکسیژن بیشتر موجب اتلاف انرژی دستگاه های هوادهی خواهد بود از نظر اقتصادی هوادهی بیش از این میزان بصرفه نخواهد بود. همچنین چنانکه دیده شد در غلظت های کم اکسیژن، شدت هوا رسانی بیشتر خواهد بود یعنی راندمان سیستم هوادهی بالاتر است بنابراین صلاح در این است که غلظت اکسیژن در تانک هوادهی در حدود نقطه بحرانی ( $۲$  میلی گرم در لیتر) حفظ گردد.

عوامل مهم و تعیین کننده در فرآیند لجن فعال

به دلیل ماهیت خاص این نوع بیوراکتور (لجن فعال) عوامل متعدد و مختلفی در عملکرد این سیستم نقش دارند. برخی از این عوامل به شرح زیر می باشد:

### غلظت میکربی:

مایع داخل مخزن هوادهی که مشتمل بر فاضلاب و میکرب های شناور می باشند به **Mixed Liquor** (مایع مخلوط) معروف می باشد و غلظت ذرات شناور در استخر هوادهی به **Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS)** (مواد معلق و شناور مایع مخلوط) نامیده می شود. این غلظت مربوط به مواد جامد معلق و شناور معدنی و یا آلی از جمله میکروارگانیسمها می باشد.

در استخرهای هوادهی با توجه به نوع سیستم لجن فعال شده معمولا در حدود ۴۰۰۰-۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد در حدود ۸۰-۷۰ درصد **MLSS** را جرم میکرب های فعال تشکیل می دهند که عمل تصفیه بیولوژیکی (تجزیه مواد آلی محلول) را انجام می دهند، و به آنها **Mixed Liquor Volatile Suspended Solids (MLVSS)** (مواد جامد معلق و شناور و فرار در مایع مخلوط) گفته می شود. بنابراین برای مشخص نمودن غلظت میکربی، باید مواد معلق در استخر (**MLSS**) را اندازه گیری نموده و در ضریب ۰/۷ ضرب نمود تا غلظت میکربی (**M.L.V.S.S**) تعیین شود. معمولا هر چقدر غلظت میکربی در استخر هوادهی بیشتر باشد قابلیت تصفیه بیولوژیکی نیز افزایش می یابد ولی محدودیت انتقال اکسیژن به فاضلاب باعث می گردد که امکان افزایش این غلظت از حدود قید شده میسر نگردد.

### میزان اکسیژن و هوای مورد نیاز

مقدار اکسیژن مورد نیاز را می توان از طریق موازنه جرم و میزان فعالیت میکروارگانیسمها محاسبه نمود ولی به طور متعارف با روشهای تجربی نیز می توان این مقدار را محاسبه نمود.

### اندکس حجم لجن

بمنظور مشخص نمودن کیفیت ته نشینی لجن از پارامتری به نام اندکس حجم لجن استفاده می شود. این پارامتری است برای کنترل طرز عمل سیستم هوادهی. برای به دست آوردن این اندکس ابتدا **MLSS** (غلظت مواد معلق و شناور در مایع مخلوط) را محاسبه نموده سپس یک لیتر از مایع مخلوط را در یک استوانه ۱ لیتری ریخته و پس از ۳۰ دقیقه حجم لجن ته نشین شده در این استوانه مدرج (**V**) اندازه گیری می شود. اندکس حجم لجن از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$S.V.I = \text{Sludge Volume Index} = 1000 \times V / \text{MLSS}$$

در حقیقت اندکس حجم لجن، حجمی است بر حسب میلی لیتر که یک گرم از مواد معلق (وزن خشک) اختیار کرده اند. معمولاً اندکس حجم لجن بین ۵۰ تا ۱۵۰ میلی لیتر بر گرم نشان دهنده لجنی است که قابلیت ته نشینی خوبی دارد. [۲و۱]

## مواد و روشها:

### ۱- دزیمتری و پرتودهی:

به منظور بررسی اثر پرتو، نمونه‌های پساب کارخانه نساجی اردکان تحت شرایط یکسان، بوسیله الکترونهای ۱۰ MeV ناشی از شتابدهنده الکترون Rhodotron مدل TT۲۰۰ (IBA, Belgium) پرتودهی شده‌اند. نمونه‌ها به صورت بچ آماده‌سازی شده‌اند. نمونه‌ها در بازه‌ی دزهای ۳ و ۵ کیلوگری پرتودهی شده‌اند. در دزیمتری نمونه‌ها از فیلم دزیمترهای CTA و FWT استفاده شده است. این فیلم‌ها بر اساس تغییر جذب اپتیکی در اثر پرتو در دزیمتری مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳و۴]

### ۲- تصفیه بیولوژیک

در این مرحله از لجن فعال موجود در بیمارستان شهدای کارگر استفاده شد. در ابتدا به منظور آدابته نمودن لجن و همچنین بهینه شدن شرایط از مخلوط‌های معذی به عنوان فاضلاب به عنوان ورودی به لجن استفاده شد (در چهار روز اول از محلول محیط کشت NB (نوترین برات) و ساکارز و کلرید آمونیوم و در بقیه روزها از مخلوط کود ماکرو، ساکارز، محیط NB و ساکارز به عنوان فاضلاب مصنوعی استفاده شد) همانطور که در شکل‌های ۶ و ۵ مشخص است و با توجه به توضیحات ابتدایی مشاهده می‌شود که در روزهای ابتدایی مقادیر MLSS و SVI پایین بوده و لجن از شرایط مطلوبی برخوردار نبود اما کم کم با تغذیه مناسب و ایجاد شرایط دمایی مطلوب (حدود ۲۳ درجه سانتیگراد) لجن شرایط مساعدی را پیدا کرده و آماده اضافه کردن رنگ و پساب به منظور تصفیه بیولوژیک شد. مدل شبیه سازی شده مخزنی پلی آکریلی است که شامل یک بخش هوادهی به حجم حدوداً ۳ لیتر و یک بخش ته نشینی به حجم حدوداً ۱ لیتر است. چون پمپهای لازم جهت تزریق پساب به لجن وجود نداشت از ارتفاع به عنوان به وجود آورنده فشار و از شیر فلکه به منظور تنظیم دبی ورودی به مخزن استفاده شد. حجم مخزن پساب حدوداً ۲۴ لیتر بود. (شکل ۱) همچنین چون پمپ (پیرستالیک) موجود نبود، برای ایجاد جریان لجن برگشتی به طور دستی هر ۸ ساعت یکبار ۵۰۰ CC از مخزن ته نشینی به مخزن هوادهی اضافه شد. برای هوادهی لجن نیز از پمپ آکواریوم با دو لوله استفاده شده که جزئیات در شکل شماره ۱ آمده است.

پس از دو هفته که لجن فعال هوادهی و تغذیه شده ابتدا تک رنگهای پرتودهی شده را به عنوان پساب با  $5CC$  در دقیقه به صورت روزانه به مخزن اضافه گردید تا لجن کم کم با مخلوط های رنگی خو بگیرد و محلول جمع آوری شده پس از تصفیه بیولوژیک را با رنگهای قبل از تصفیه بیولوژیک مقایسه شد که محلولهای رنگی بصورت بسیار موفقیت آمیزی رنگبری شده بودند (شکلهای ۱). پس از آن از پسابهای واقعی نساجی قبل از پرتودهی و در روز بعد، از پساب نساجی واقعی پس از پرتودهی به عنوان فاضلاب ورودی استفاده شد و در این مورد نمونه های قبل و بعد از تصفیه بیولوژیک مورد آنالیزهای همچون BOD نیز قرار گرفتند

### نتیجه گیری:

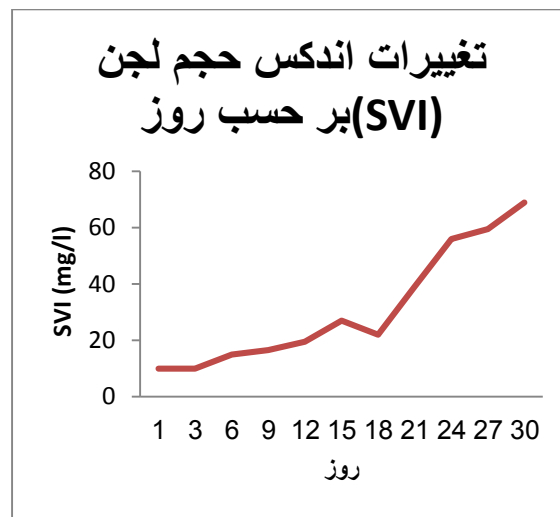
نمونه های مختلف تک رنگهای نساجی و نیز پساب اصلی کارخانجات نساجی قبل و بعد از پرتودهی با دزهای مختلف توسط لجن فعال آدابه شده مورد تصفیه بیولوژیک قرار گرفتند که همانطور که در شکل ۲ قابل مشاهده است رنگبری نمونه های پرتودهی شده بسیار عالی انجام شد. همچنین شکلهای ۳ و ۴ روند خو گرفتن لجن و بهبود پارامترهای آن در مجاورت رنگهای نساجی و شکل ۵ عملکرد فوق العاده این نوع لجن در تصفیه پساب نساجی را نشان می دهد.



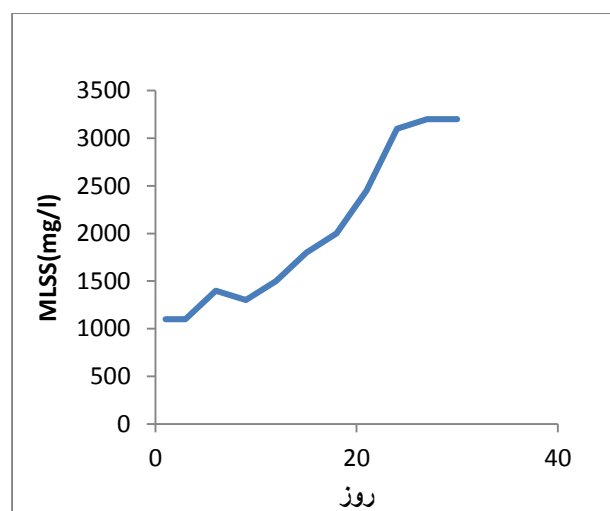
شکل ۱: نمونه شبیه سازی شده تصفیه بیولوژیک



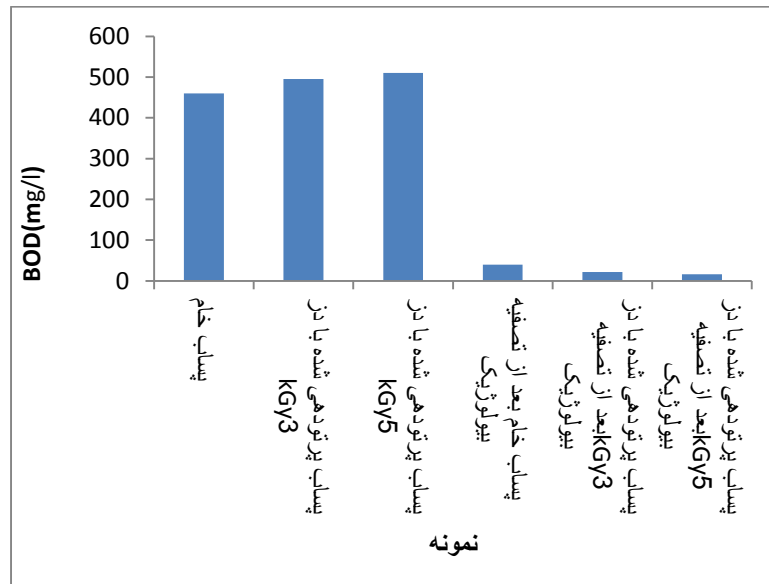
شکل ۲: نمونه ای از رنگ سیاه پرتودهی شده قبل و بعد از تصفیه بیولوژیک



شکل ۳: نمودار تغییرات اندکس حجم لجن در روزهای مختلف



شکل ۴: نمودار تغییرات MLSS در روزهای مختلف



شکل ۵: مقدار BOD در نمونه های مختلف

#### بحث:

در صد کاهش BOD نمایانگر عملکرد مطلوب هردو نوع لیجن فعال بوده و نشانگر آن است که پرتودهی پساب، باعث شکست مولکولهای بزرگ و سنگین رنگ شده و این مولکولها را تبدیل به مواد قابل هضم تری برای میکروارگانیسمها نموده است و همانطور که در شکل (۵) مشاهده می شود در صد کاهش BOD را افزایش داده است که این روند کاهش BOD با افزایش دز جذبی افزایش می یابد. یعنی در پساب پرتودهی شده، BOD کاهشی بین ۹۰-۸۹ درصد و برای پساب پرتودهی شده، ۹۵-۹۳ درصد را نشان می دهد.

#### منابع:

- ۱-Soli J Areceivala, Shyam R Asolekar, "Wastewater treatment for pollution control and reuse" McGraw-Hill, Third edition ۲۰۰۷ ۱۲۳-۱۴۰.
- ۲-Gabriel Bitton, "Wastewater Microbiology", Willy-Liss third edition ۲۰۰۵ ۲۲۵-۲۵۹
- ۳-ISO/ASTM Standard Practice for Use of a Cellulose Triacetate Dosimetry System. ۵۱۶۵۰ (E), (۲۰۰۵).
- ۴-ISO/ASTM Standard Practice Selection and Calibration of Dosimetry Systems for Radiation Processing. ۵۱۲۶۱ (E), (۲۰۰۲).
- ۵-Tak-Hyun Kim, Jae-Kwang Lee, Myun-Joo Lee "Biodegradability enhancement of textile wastewater by electron beam irradiation", Radiation Physics and Chemistry( ۲۰۰۷)