محیط شناسی، سال سی و ششم، شمارهٔ ۵۳ بهار ۸۹، صفحهٔ ۶۳-۷۰

مقایسهٔ آثار پوست گردو، رس و کربن فعال پودری بر روی ته‌نشین‌پذیری لجن فعال

چکیده

فرایند لجن فعال، غالب‌ترین روش تصفیهٔ بیولوژیکی فاضلاب در دنیاست. یکی از مشکلات تصفیهٔ فاضلاب به‌روش لجن فعال، حجیم شدن لجن و در نتیجه ته‌نشین نشدن آن در حوض ته‌نشینی ثانویه است. هدف این تحقیق بررسی تأثیر پوست گردو به‌عنوان ماده زاید کشاورزی، کربن فعال پودری به‌عنوان جاذب متداول و رس به‌عنوان ماده‌ای معدنی بر میزان ته‌نشین‌پذیری لجن فعال است. نمونه‌های مورد آزمایش از مایع مخلوط حوض هوادهی فاز دوم تصفیه‌خانهٔ شاهین‌شهر اصفهان، برداشت شدند. SVI لجن فعال نمونهٔ شاهد به‌طور متوسط برابر با ۸۲۳ mL/g بود که با افزودن دزهای بهینهٔ پوست گردو، کربن‌فعال‌پودری و رس، مقدار آن به ۱۰۰ mL/g (حدود ۸۸ درصد کاهش) رسید. میانگین ZSV برای نمونه شاهد ۱/۲۲۲ m/h بود و مقادیر آن برای نمونه‌های حاوی سه مادهٔ مختلف، به حدود ۲ تا ۳ برابر رسید. افزایش ZSV به آن دلیل اهمیت دارد که وقتی ZSV افزایش می‌یابد، می‌توان آهنگ بار سطحی هیدرولیکی حوض ته‌نشینی را نیز بدون کاهش بازدهی آن افزایش داد. بازگشت لجن فعال حاوی مواد افزودنی، ته‌نشین‌پذیری لجن را بهتر کرد. با انجام آزمایش‌های جار، مشاهده شدکه مواد افزوده بیشتر به‌عنوان عوامل سنگین‌کننده و کمی به‌عنوان عوامل لخته‌ساز عمل کرده و باعث کاهش SVI لجن می‌شوند. پوست گردو و رس نیز، ته‌نشین‌پذیری لجن‌فعال را بهبود بخشیدند. البته باید در نظر داشته باشیم که کربن‌فعال جاذبی گرانقیمت است و استفاده از این ماده پرهزینه است ولی استفاده از پوست گردو و رس بسیار مقرون به‌صرفه بوده و می‌توانند جایگزین‌های مناسبی برای کربن فعال‌پودری باشند.

کلید واژه

شاخص حجمی لجن، سرعت ته‌نشینی ناحیه‌ای، پوست گردو، کربن فعال پودری، رس

سرآغاز

فرایند لجن فعال، غالب‌ترین روش تصفیهٔ بیولوژیکی در دنیاست (Seka, 2001). مخازن ته‌نشینی ثانویه نقش مهمی در کارکرد فرایند لجن فعال با رشد مولکولی معلق ایفا می‌کنند. به‌طوری‌که حوض ته‌نشینی خوب قادر است پساب زلال و لجن تغلیظ‌شده تأمین کند (Metcalf and Eddy, 2003). مشکلات متداول در بهره‌برداری از حوض‌های ته‌نشینی ثانویه شامل حجیم شدن لجن[1] در نتیجهٔ تکثیر باکتری‌های رشته‌ای و تشکیل لخته‌های کوچک و سبک است. معمولاً برای ته‌نشینی خوب لجن‌فعال، وجود لخته‌های بزرگ، محکم و سنگین مطلوب است (Jin, et al., 2003). با وجود مطالعات گسترده روی حجیم شدن لجن، هنوز این مشکل به طور کامل برطرف نشده است (Martins, et al., 2004).

دو روش معمول برای تعیین کمّی خاصیت ته‌نشین‌پذیری لجن‌فعال عبارتند از "شاخص حجمی لجن[2]"(SVI) و "سرعت ته‌نشینی ناحیه‌ای[3]" (ZSV). (SVI) حجمی از لجن بر حسب میلی‌لیتر است که بعد از مدت ۳۰ دقیقه ته‌نشینی، توسط حدود یک‌گرم جامدات لجن اشغال می‌شود (APHA, 1998). کیفیت لجن را می‌توان بر حسب SVI به سه دسته تقسیم‌بندی کرد: لجن با ته‌نشینی خوب (SVI ≤۱۰۰ mL/g)، ته‌نشینی متوسط(۱۵۰ SVI> ≥۱۰۰) و ته‌نشینی بد (SVI >۱۵۰). ZSV، سرعت ته‌نشینی سطح

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۳۱۱-۳۹۱۳۸۳۰

E-mail: amirth@cc.iut.ac.ir

مشترک آب/ لجن در شروع آزمایش ستون ته‌نشینی لجن است. به‌عبارت دیگر، ZSV شیب خط برازش‌شده به داده‌های مربوط به ارتفاع سطح مشترک در مقابل زمان، برای دوره با سرعت ثابت است که معمولاً" ضریب تبیین (R^2) بالاتر از ۰/۹۸ دارد (Wu, et al., 2001; Jean, et al., 2001).

کربن فعال یکی از معروف‌ترین جاذب‌های مورد استفاده در صنعت آب و فاضلاب است ولی استفاده از این ماده هزینه بالایی را در بردارد. رس نیز ماده معدنی معروفی است. کاربرد ضایعات طبیعی در فاضلاب‌های صنعتی به‌عنوان جاذب در حذف رنگ (Gong, et al., 2005; Meyer, et al., 1992; Isa, et al., 2007; Santhy, et al., 2006) و فلزات سنگین (Demirbas, et al., 2008; Farajzadeh, et al., 2004; Meunier, et al., 2002; Kuh and Kim., 2000) به‌طور وسیع مورد بررسی قرار گرفته است، لیکن از تأثیر آن روی بهبود مشخصات ته‌نشین‌پذیری لجن اطلاعات چندانی در دسترس نیست. Ong و همکاران در قسمتی از تحقیق خود بر روی فاضلاب صنعتی مشاهده کردند که با افزودن سبوس برنج فعال شده[۴]، شاخص حجمی لجن کاهش یافت (Ong, et al., 2003). Hamoda و Fahim (1984) زغال چوب و کائولین را به راکتورهای هوادهی سیستم لجن فعال در مقیاس آزمایشگاهی اضافه کردند و دریافتند که افزایش این دو ماده موجب افزایش بازدهی سیستم در کاهش مواد آلی و بهبود مشخصات ته‌نشین‌پذیری لجن در حوض ته‌نشینی ثانویه شد.

Chudoba و Pujol (1996) نیز از مواد افزودنی معدنی در شرایط افزایش دبی‌های فصلی در تصفیه‌خانهٔ فاضلاب بهداشتی شهر Eguisheim فرانسه استفاده کردند که در نتیجهٔ آن، این تصفیه‌خانه توانست در شرایط افزایش بار هیدرولیکی و آلی به بیش از ظرفیت اسمی از عملکرد خوبی برخوردار شود. Clauss و همکاران (1999) ملاحظه کردند که افزودن مقدار بالای پودر معدنی به سیستم لجن فعال فاضلاب صنعت چوب، امکان کنترل سریع ته‌نشینی ضعیف و انبساط توده لجن را میسر کرد.

در اکثر تصفیه‌خانه‌های ایران مشکل ته‌نشینی لجن وجود دارد و شاید یکی از راه‌حل‌های ته‌نشینی بهتر لجن در این تصفیه‌خانه‌ها، استفاده از ضایعات طبیعی باشد. در ضمن ضایعات طبیعی که سازگاری بالایی با محیط زیست دارند، احتمالاً" اثر سوئی روی جمعیت میکربی لجن‌فعال به‌جای نمی‌گذارند. بنابراین، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر پوست گردو به‌عنوان یک ماده زاید طبیعی، کربن‌فعال‌پودری به‌عنوان جاذب متداول و رس به‌عنوان مادهٔ فراوان معدنی بر مشخصات ته‌نشین‌پذیری لجن فعال است.

مواد و روش‌ها

در زمان انجام این تحقیق، فاز دوم تصفیه‌خانهٔ فاضلاب شاهین‌شهر واقع در شمال اصفهان درگیر مشکل حجیم شدن لجن بود و بنابراین مایع مخلوط[۵] (ML) حوض هوادهی آن برای انجام آزمایش‌های لازم مورد استفاده قرار گرفت. مشخصات کیفی مایع مخلوط استفاده شده در جدول مربوط به مرحله چهارم آزمایش‌ها، در ردیف "نمونه شاهد" آمده است.

پوست گردو پس از شست‌وشوی کامل، در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس آسیاب شد. مواد آسیاب شده‌ای که از الک شماره ۴۰ (با روزنه‌های۴۲۵ میکرومتر) عبور داده شد، برای انجام آزمایش‌های تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. کربن‌فعال‌پودری و رس به‌همان حالتی که تهیه شده بودند استفاده شدند و هیچ‌گونه آماده‌سازی روی این دو ماده انجام نشد. همه آزمایش‌ها با سه تکرار و در پنج مرحلهٔ مجزا برای مقاصد زیر انجام گرفتند:

مرحلهٔ اوّل: به‌دست آوردن میزان بهینهٔ مواد افزودنی مورد آزمایش؛

مرحلهٔ دوم: تعیین ZSV نمونه‌های لجن‌فعال در مقیاس پایلوتی؛

مرحلهٔ سوم: تعیین اثر برگشت لجن بر عملکرد مواد افزوده شده در جهت کاهش SVI لجن‌فعال؛

مرحلهٔ چهارم: تعیین اثر مواد افزوده شده بر کیفیت پساب حوض ته‌نشینی؛

مرحلهٔ پنجم: تعیین اثر شدت و مدت اختلاط مواد افزودنی وML بر روی SVI. قبل از انجام تمام مراحل آزمایشی در این تحقیق، مخلوط مواد افزودنی و نمونه‌های ML که از داخل حوض هوادهی تصفیه‌خانهٔ فاضلاب شاهین‌شهر برداشت شده بود، به‌مدت ۴۵ دقیقه با کمپرسور و دیفیوزر هوادهی شدند تا سطح اکسیژن محلول مخلوط به mg/L ۱/۷ برسد. در مرحلهٔ اوّل آزمایش‌ها، اندازه‌های ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۳/۵ گرم در لیتر از هر مادهٔ افزودنی به نمونه‌های ML اضافه و SVI آنها اندازه‌گیری شد. میزان اضافه شده به نمونه‌ای که SVI آن برابر با mL/g ۱۰۰ شد، به‌عنوان اندازه بهینه تلقی شد. اندازه‌های بهینه برای مواد مختلف در جدول شمارهٔ (۱) نشان داده شده است و

برای انجام آزمایش‌های مراحل دوم، سوم، چهارم و پنجم از این اندازه‌های بهینه استفاده شد.

جدول شمارهٔ (۱): میزان بهینه،میانگین ZSV و ضریب تبیین خط برازش شده برای نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی مواد افزودنی مختلف

نوع سوسپانسیون	میزان بهینه (g/L)	میانگین ZSV (m/h)	ضریب تبیین (R^2) خط برازش شده
ML نمونه شاهد (بدون ماده افزودنی)		۱/۲۲۲	۰/۹۹۲
ML حاوی کربن فعال پودری	۱/۷۱۳	۳/۷۳۲	۰/۹۹۰
ML حاوی رس	۱/۸۶۳	۳/۸۲۷	۰/۹۹۰
ML حاوی پوست گردو	۲/۳۶۲	۲/۷۶۵	۰/۹۹۱

در مرحلهٔ دوم آزمایش‌ها، برای اندازه‌گیری ZSV از یک ستون استوانه‌ای با جنس پلاکسی‌گلاس و به قطر ۲۰cm و عمق ۲۰۰cm استفاده شد. برای تعیین ZSV، موقعیت سطح مشترک لجن/ پساب در مقابل زمان ثبت شد.

در مرحلهٔ سوم و چهارم آزمایش‌ها، اثر برگشت لجن حاوی مواد افزودنی مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی اثر برگشت لجن، ۲۵۰ میلی‌لیتر لجن حاوی مادهٔ افزودنی به ۷۵۰ میلی‌لیتر ML تازه اضافه می‌شد تا حجم کل به یک لیتر برسد. از طریق موازنهٔ جرم، میزان ماده افزودنی مورد نیاز برای رسیدن به میزان بهینه محاسبه و اضافه می‌شد و سپس بر روی چنین نمونه‌ای آزمایش SVI و بر روی پساب آن (مایع رویی استوانه آزمایش SVI) مشخصه‌های pH، کدورت، sCOD و TSS طبق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. در مرحلهٔ آخر آزمایش‌ها، به‌منظور تعیین اثر شدت و مدت اختلاط مواد افزودنی و ML بر روی SVI لجن‌فعال، از دستگاه جارتست استفاده شد و سه گزینهٔ زیر مورد آزمایش قرار گرفتند:

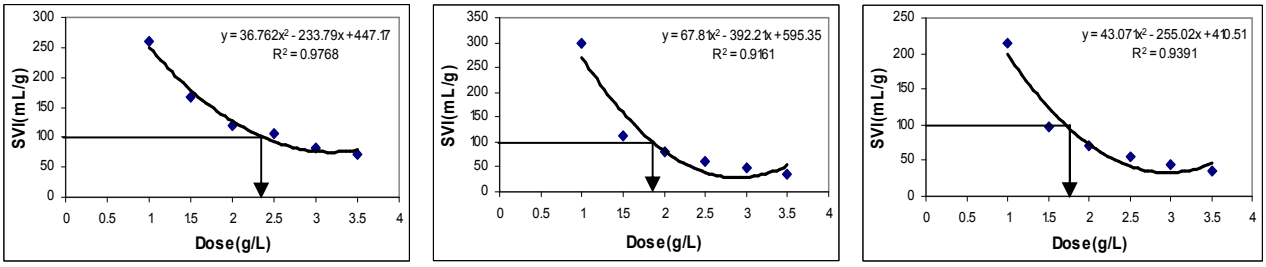
۱- دور تند ۱۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۳ دقیقه و دور کند ۶۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه؛

۲- دور تند ۱۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲ دقیقه و دور کند ۳۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه؛

۳- دور تند ۲۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲ دقیقه و دور کند ۴۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه.

بحث و نتیجه‌گیری

ابتدا اندازه‌های ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۳/۵ گرم در لیتر از کربن فعال پودری، رس و پوست گردو به نمونه‌های ML اضافه و SVI آنها اندازه‌گیری شد. داده‌های SVI اندازه‌گیری شده در مقابل میزان مادهٔ افزودنی در شکل شمارهٔ (۱) رسم شده است.

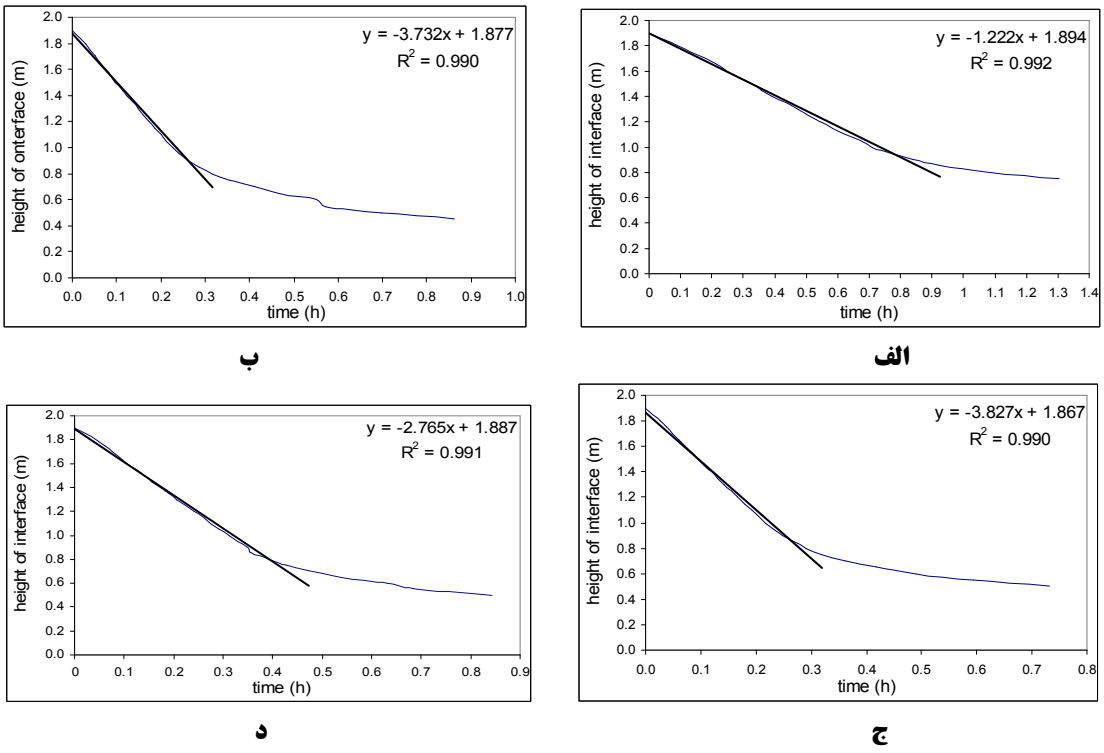


الف ب ج

شکل شمارهٔ (۱): SVI لجن‌فعال حاوی: (الف) کربن فعال پودری، (ب) رس، (ج) پوست گردو

هر کدام از داده‌های این نمودارها، مربوط به میانگین سه مرتبهٔ آزمایش است. در شکل شمارهٔ (۱)، منحنی‌های درجهٔ دوم برازش شده به داده‌ها و نیز اندازه‌های بهینه مشخص شده‌اند. (طبق تعریف، دُز بهینه هر ماده افزودنی، آن است که SVI لجن را به ۱۰۰ mL/g برساند.) اندازه‌های بهینه به‌دست آمده برای مواد افزودنی مختلف در جدول شمارهٔ (۱) به نمایش گذاشته شده است. SVI لجن فعال نمونهٔ شاهد به‌طور متوسط برابر با ۸۲۳ mL/g بود که با افزودن اندازه‌های بهینهٔ مواد افزودنی مختلف، مقدار SVI به ۱۰۰ mL/g (حدود ۸۸ درصد کاهش) رسید. این مقدار کاهش در میزان SVI لجن فعال توسط پوست گردو، می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. یکی از بزرگترین مزیت‌های استفاده از ضایعات طبیعی مثل پوست گردو به‌منظور کاهش SVI و کنترل مشکل حجیم شدن لجن، طبیعی بودن این مواد است که معمولاً اثر سوء بر زیست‌جرم[۶] به جای نمی‌گذارد و اگر به‌همراه لجن مازاد از سیستم لجن‌فعال دفع شوند و به عنوان کود به مصارف کشاورزی برسند، هیچ مشکلی به‌وجود نمی‌آورند. برای تعیین ZSV برای کربن‌فعال‌پودری، رس و پوست گردو، مقادیر دُز

بهینه به‌دست آمده از جدول شمارهٔ (۱) استفاده شده است. در شکل شمارهٔ (۲)، داده‌ها و نمودارهای حاصله برای محاسبه ZSV نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی مواد افزودنی مختلف آمده است. هر کدام از داده‌های این نمودارها، مربوط به میانگین سه مرتبهٔ آزمایش است.



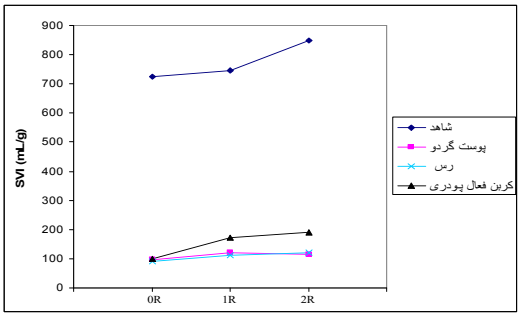
شکل شمارهٔ (۲): موقعیت سطح مشترک آب/ لجن در مقابل زمان در آزمایش ستون ته‌نشینی و خط راست برازش شده به قسمت خطی منحنی‌ها برای محاسبه ZSV نمونه‌های حاوی: (الف) شاهد، (ب) کربن‌فعال‌پودری، (ج) رس، (د) پوست گردو)

به‌عنوان مثال برای نمونه شاهد (شکل شمارهٔ ۲- الف) با توجه به نمودار خطی برازش‌شده با ضریب تبیین ۰/۹۹۲ و معادلهٔ به‌دست آمده، ZSV که همان شیب خط راست است، برابر با ۱/۲۲۲ m/h است. میانگین ZSV و ضریب تبیین خط برازش شده برای محاسبه ZSV نمونه‌های مختلف ML در جدول شمارهٔ (۱) به‌نمایش گذاشته شده است. آهنگ بار سطحی هیدرولیکی[۷] بر مبنای سرعت ته نشینی ناحیه‌ای (ZSV)، با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$SOR = \frac{(ZSV) \times 24}{SF} \quad (۱)$$

که در آن، SOR میزان بار سطحی هیدرولیکی $(m^3/m^2.d)$، ZSV سرعت ته نشینی ناحیه‌ای (m/h)، عدد ۲۴ ضریب تبدیل از m/h به m/d و SF ضریب اطمینان (از ۱/۷۵ تا ۲/۵) است. با توجه به جدول شمارهٔ (۱)، با افزودن مواد افزودنی مختلف، مقدار ZSV حدود ۲ تا ۳ برابر افزایش می‌یابد. این افزایش ZSV از آن نظر حایز اهمیت است که طبق معادله (۱) با افزایش ZSV، آهنگ بار سطحی هیدرولیکی (SOR) نیز افزایش می‌یابد و این بدان معنی است که می‌توان بدون توسعهٔ سازه‌ای حوض‌های ته‌نشینی ثانویه موجود، ظرفیت هیدرولیکی آنها را افزایش داد. در مرحلهٔ سوم آزمایش‌ها، اثر برگشت لجن به‌طور ناپیوسته بر روی مشخصات ته‌نشین‌پذیری لجن‌فعال تعیین شد که نتایج به‌دست آمده در شکل شمارهٔ (۳) ترسیم شده است. هرکدام از داده‌های این نمودار، مربوط به میانگین سه مرتبه آزمایش است. مقادیر میزان بهینهٔ به‌دست آمده از جدول شمارهٔ (۱) برای تعیین اثر برگشت لجن توسط کربن‌فعال‌پودری، رس و پوست گردو استفاده شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده دیده می‌شود که با برگشت دادن لجن، اثر مواد افزودنی در پایین آوردن SVI همچنان پا برجاست. در شکل شمارهٔ (۴) اثر یک و دو بار برگشت لجن روی pH،کدورت، sCOD و TSS پساب (مایع رویی ستون ته‌نشینی) نشان داده شده است. کل آزمایش‌های این مرحله با سه تکرار انجام شد و هرکدام از داده‌های این نمودارها، مربوط به میانگین سه مرتبهٔ آزمایش است. از مقادیر میزان بهینه به‌دست آمده از جدول شمارهٔ (۱) برای تعیین اثر یک و دو بار برگشت لجن بر روی کیفیت پساب توسط کربن‌فعال‌پودری، رس و پوست گردو استفاده شده

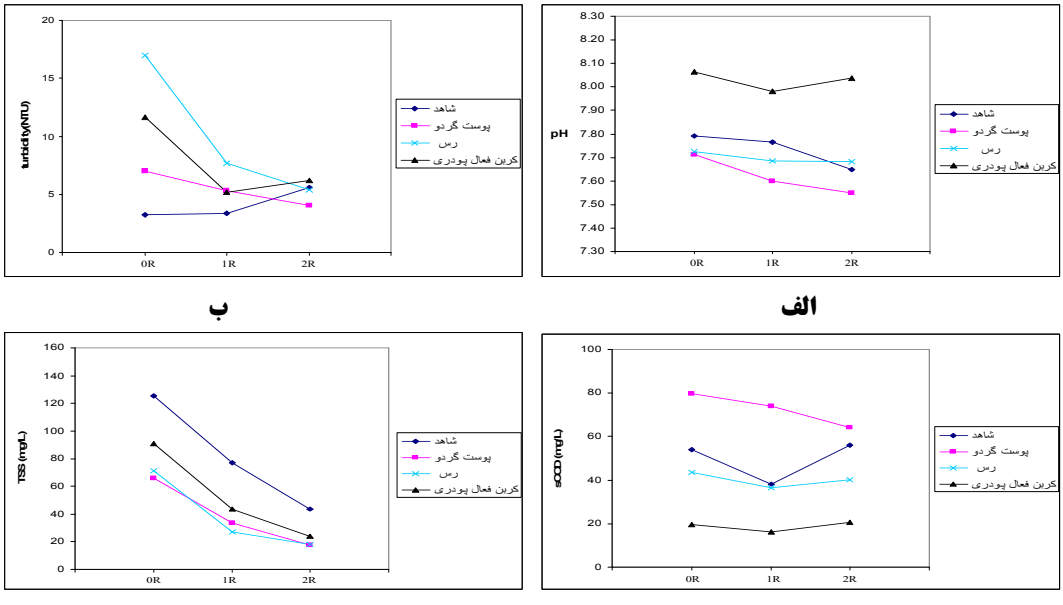
است. مقادیر تغییر یافته مشخصه‌های کیفیت پساب در اثر مادهٔ افزودنی، که تغییرات آنها از نظر آماری معنی‌دار است، در جدول شمارهٔ (۲) به نمایش گذاشته شده است. معنی‌داری اثر مواد افزودنی مختلف بر روی کیفیت پساب با آزمون Dannett's t-test با سطح اطمینان ۹۹ درصد(سطح معنی‌داری ۱ درصد) تعیین شد. همان‌طورکه در جدول شمارهٔ (۲) مشاهده می‌شود، در مرحلهٔ بدون برگشت لجن و مرحلهٔ با برگشت لجن، فقط کربن فعال پودری موجب افزایش pH نمونه شاهد شد.



شکل شمارهٔ (۳): تغییرات ایجاد شده در SVI لجن‌فعال نمونه شاهد در اثر اضافه کردن مواد افزودنی مختلف و در شرایط مختلف

(بدون برگشت لجن (0R)، با یک‌بار برگشت لجن (1R) و با دو بار برگشت لجن (2R))

در مرحلهٔ بدون برگشت لجن و همچنین مرحله با برگشت لجن خوشبختانه پوست گردو و رس، اثر معنی‌داری بر روی pH نمونه شاهد نداشتند و pH نمونه شاهد را تغییر ندادند. با توجه به جدول شمارهٔ(۲)، ملاحظه می‌شود که در مرحله بدون برگشت لجن، تنها رس باعث افزایش کدورت پساب فاضلاب نمونه شاهد شد و دو ماده دیگر تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی کدورت پساب فاضلاب نمونه شاهد نداشتند. همچنین دیده می‌شود که با برگشت لجن، میزان افزایش کدورت پساب توسط رس از بین رفت و لذا برگشت لجن تأثیر مثبتی بر روی کاهش کدورت پساب داشته است. نتایج ارائه شده در جدول شمارهٔ(۲) نشان می‌دهد که در مرحلهٔ بدون برگشت لجن و مرحله با برگشت لجن، مواد افزودنی اثر معنی‌داری بر روی sCOD پساب فاضلاب نمونه شاهد نداشتند و تغییر معنی‌داری را ایجاد نکردند. جدول شمارهٔ(۲) نشان می‌دهد که در مرحلهٔ بدون برگشت لجن، پوست گردو و رس باعث کاهش TSS پساب نمونه شاهد شدند. در مرحله با برگشت لجن، تعداد مواد افزودنی که سبب کاهش TSS پساب فاضلاب نمونه شاهد شدند، افزایش یافت و همان‌طورکه دیده می‌شود، کربن‌فعال‌پودری نیز باعث کاهش TSS پساب فاضلاب نمونه شاهد شد. روی‌هم رفته ملاحظه می‌شود که این مواد، غلظت TSS پساب را کاهش داده، زیرا با افزایش خاصیت ته‌نشین‌پذیری لجن توسط این مواد، از غلظت TSS پساب کاسته می‌شود. به‌منظور تعیین اثر شدت و مدت اختلاط بر روی مشخصات ته‌نشین‌پذیری لجن‌فعال از دستگاه جارتست با سرعت‌های همزن و مدت‌های اختلاط مختلف تند و کند استفاده شد که نتایج مربوطه در شکل شمارهٔ(۵) نشان داده شده است.



شکل شمارهٔ (۴): تغییرات ایجاد شده در کیفیت پساب نمونه شاهد در اثر افزودن مواد مختلف

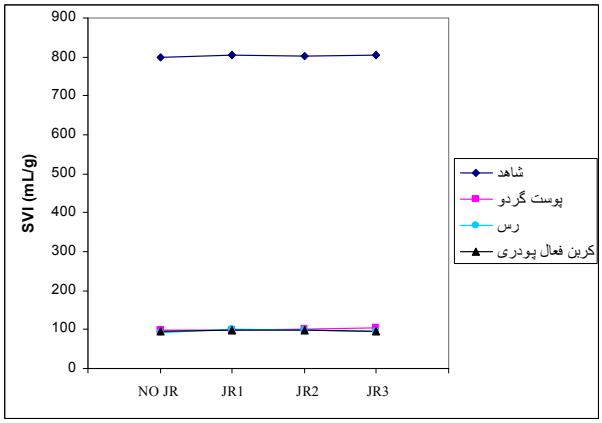
(الف) pH، (ب) کدورت (ج) sCOD، (د) TSS و در شرایط مختلف: بدون برگشت لجن (0R)، با یک‌بار برگشت لجن (1R) و با دو بار برگشت لجن

جدول شمارهٔ (۲): مقادیر تغییر یافته مشخصه‌های کیفیت پساب در اثر افزایش مواد افزودنی

(موارد ذکر نشده، از نظر آماری تغییر معنی‌داری نداشته‌اند)

نوع ماده افزودنی	مرحله بدون برگشت لجن				مرحله با برگشت لجن			
	pH	کدورت (NTU)	sCOD (mg/L)	TSS (mg/L)	pH	کدورت (mg/L)	sCOD (mg/L)	TSS (mg/L)
نمونه شاهد	۷/۷۹	۳/۲۴	۵۴/۱۵	۱۲۵	۷/۶۵	۵/۵۸	۵۶/۱۱	۴۴
کربن‌فعال‌پودری	۸/۰۶				۸/۰۴			۲۴
رس		۱۶/۹۸		۷۱				۱۸
پوست گردو				۶۶				۱۸

پساب نمونه شاهد مورد استفاده در ابتدای این مرحله از آزمایش‌ها از نظر کیفی دارای مشخصات: pH= ۷/۷۹ ; TSS= ۱۲۵ (mg/L) ; sCOD= ۵۴/۱۵ (mg/L) و کدورت برابر با ۳/۲۴ (NTU) بود.



شکل شمارهٔ (۵): اثر شدت و مدت اختلاط بر روی SVI لجن‌فعال در شرایط مختلف (بدون آزمایش جار (NO JR)، با آزمایش جار حالت اول (JR1)، با آزمایش جار حالت دوم (JR2) و با آزمایش جار حالت سوم (JR3)

هر کدام از داده‌های این نمودارها مربوط به میانگین سه مرتبه آزمایش است. مقادیر دُز بهینه به‌دست آمده از جدول شمارهٔ (۱) برای تعیین اثر شدت و مدت اختلاط بر روی مشخصات ته‌نشین‌پذیری لجن فعال توسط کربن‌فعال‌پودری، رس و پوست گردو استفاده شده است. با توجه به شکل شمارهٔ (۵)، ملاحظه می‌شود که شدت و مدت اختلاط مواد افزودنی و ML تأثیر زیادی بر SVI لجن‌فعال ندارد و به‌نظر می‌رسد که این مواد افزودنی به‌عنوان لخته‌ساز عمل نمی‌کنند و به احتمال زیاد همانند عوامل سنگین‌کننده باعث کم شدن SVI لجن‌فعال می‌شوند.

پوست گردو و رس همانند کربن‌فعال‌پودری، آثار خوبی بر روی بهبود ته‌نشین‌پذیری لجن فعال داشتند، ضمن این‌که کربن‌فعال پودری pH نمونهٔ فاضلاب را که پارامتری مهم است افزایش داد ولی پوست گردو و رس اثر معنی داری بر روی pH نمونه شاهد نداشتند. باید متذکر شویم که کربن‌فعال‌پودری یک جاذب گران‌قیمت است و استفاده از این ماده هزینه‌بر است ولی به‌کارگیری پوست گردو و رس بسیار مقرون به‌صرفه بوده و طبیعی هستند.

نتیجه‌گیری

از یافته‌های این تحقیق، نتایج زیر قابل استنتاج است:

۱) مواد افزوده استفاده شده در این تحقیق بخوبی موجب کاهش SVI لجن‌فعال شدند و در نتیجه این مواد از نیروی لازم برای رفع مشکل حجیم شدن لجن در تصفیه‌خانه‌های کشور برخوردارند. پوست گردو و رس که سبب کاهش SVI لجن فعال شدند با محیط زیست نیز سازگاری بسیار بالایی دارند.

۲) میانگین SVI لجن‌فعال نمونهٔ شاهد به‌طور متوسط mL/g ۸۲۳ بود که با افزودن اندازه‌های بهینه مواد افزودنی مختلف، مقدار آن به mL/g ۱۰۰ (حدود ۸۸ درصد کاهش) کاهش یافت.

۳) میانگین ZSV برای نمونه لجن‌فعال شاهد m/h ۱/۲۲۲ بود که پس از افزودن مواد افزودنی مختلف در حدود ۲ تا ۳ برابر افزایش یافت. با افزایش ZSV، می‌توان آهنگ بار سطحی هیدرولیکی (SOR) را نیز افزایش داد. این بدان معنی‌است‌که در شرایط شوک هیدرولیکی، با کاربرد این مواد افزودنی می‌توان مانع از کاهش بازدهی حوض ته‌نشینی ثانویه سیستم لجن‌فعال شد.

۴) برگشت لجن، از اثر مواد افزودنی در پایین آوردن SVI لجن‌فعال نمی‌کاهد و حتی در مواردی موجب بهبود آن می‌شود.

کربن‌فعال‌پودری pH فاضلاب نمونه شاهد را افزایش داد ولی دو ماده دیگر تأثیر چشمگیری بر روی pH فاضلاب نمونهٔ شاهد نداشتند. فقط رس در مرحله بدون برگشت لجن سبب افزایش کدورت

پساب شد. همه مواد افزودنی موجب کاهش TSS پساب می‌شوند. هیچ‌کدام از مواد افزوده طبیعی استفاده شده در این تحقیق، اثر معنی‌داری بر روی sCOD پساب ندارند.

۵) دو عامل مؤثر در فرایند انعقاد و لخته‌سازی، شدت و مدت اختلاط، تأثیر چندانی روی کاهش SVI ندارند و به نظر می‌رسد که احتمالاً این مواد به‌عنوان عوامل سنگین کننده عمل می‌کنند و توسط این سازوکار باعث کاهش SVI نمونه‌ها می‌شوند.

۶) پوست گردو و رس همانند کربن‌فعال‌پودری، ته‌نشین‌پذیری لجن‌فعال را بهبود بخشیدند. البته باید در نظر داشت که کربن‌فعال پودری جاذبی گرانقیمت است و استفاده از این ماده پرهزینه است ولی استفاده از پوست گردو و رس بسیار مقرون به‌صرفه بوده و طبیعی‌اند و می‌توانند جایگزین‌های مناسبی برای کربن فعال پودری باشند.

یادداشت‌ها

1- Sludge Bulking
2- Sludge Volume Index (SVI)
3- Zone settling Velocity (ZSV)
4- Activated Rice Husk (ARH)
5- Mixed Liquor (ML)
6- Biomass
7- Surface Overflow Rate (SOR)

منابع مورد استفاده

APHA. 1998. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th Ed, American Public Health Association, Washington DC.

Choduba,P. and R., Pujol. 1996. Activated sludge plant facing grape harvest period- Acase study. Water Sci Technol, 34(11), 25-32.

Clauss,F.and et al. 1999. Controlling the settling of activated sludge in pulp and paper wastewater treatment plants. Water Sci Technol, 40(11-12), 223-229.

Demirbas,O. and et al. 2008. Removal of copper ions from aqueous solutions by hazelnut shell. J Hazard Mater, 153, 677-684.

Farajzadeh,M.A. and A.B.,Monji. 2004. Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations. Sep Purif Technol, 38, 197-207.

Gong,R. and et al. 2005. Effect of chemical modification on dye adsorption capacity of peanut hull. Dyes Pigments, 67, 175-181.

Hamoda,M.F., and M.A.,Fahim. 1984. Enhanced activated sludge waste treatment by the addition of adsorbents. Environ Pollut A, 36(3), 283-294.

Isa,M.H.and et al. 2007. Low cost removal of disperse dyes from aqueous solution using palm ash. Dyes Pigments, 74, 446-453.

Jean,D.S., D.J.,Lee and C.Y.,Chang. 2001. Direct sludge freezing using dry ice. Adv Environ Res, 5, 145-150.

Jin,B., Wilén and B.M., Lant. 2003. A comprehensive insight into floc characteristics and their impact on compressibility and settleability of activated sludge. Chem. Eng. J., 95, 221-234.

Kuh,S.E. and D.S.,Kim. 2000. Removal characteristics of cadmium ion by waste egg shell. Environ Thechnol, 21(8), 883-890.

Martins,A.M.P.and et al. 2004. Filamentous bulking sludge- a critical review. Water Res, 38, 793-817.

Metcalf and Eddy. 2003. Wastewater engineering: Treatment and Reuse. 4th Ed, McGraw-Hill, New York.

Meunier,N., J.F.,Blais and R.D.,Tyagi. 2002. Selection of a natural sorbent to remove toxic metals from acidic leachate produced during soil decontamination. hydrometallurgy, 67, 19-30.

Meyer, V., F.H.H.,Carlsson and R.A.,Oellermann. 1992. Decolourization of textile effluent using a low cost natural adsorbent material. Water Sci Technol, 26(5-6), 1205-1211.

Ong,S.A., P.E.,Lim and C.E.,Seng. 2003. Effects of adsorbents and copper(II) on activated sludge microorganisms and sequencing batch reactor treatment process. J Hazard Mater, B103, 263-277.

Santhy,K. and P.,Selvapathy. 2006. Removal of reactive dyes from wastewater by adsorption on coir pith activated carbon. Bioresource Technol, 97, 1329-1336.

Seka,A.M., T.V.D.,Wiele and W.,Verstraete. 2001. Feasibility of a multi component additive for efficient control of activated sludge filamentous bulking. Water Res, 35(12), 2995–3003.

Wu,R.M.and et al.2001. Novel cake characteristics of waste-activated sludge. Water Res, 35(5), 1358-1362.