ارزیابی عملکرد هوادهی ۴، ۵ و۷ ساعته در لاگون هوادهی تصفیه خانه فاضلاب دزفول و تاثیر آن بر پارامتر کیفی T.S.S

مسعود نوبهار[۱]، سعید طاهری‌قناد*[۲] و علی افروس[۲]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی ، دزفول، ایران

۲) استادیار، مرکز تحقیقات محصولات سالم و ارگانیک، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی ، دزفول، ایران

***نویسنده مسئول**: staheri2007@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۲۲**

چکیده

در سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی، صنعت و کشاورزی، مصرف سرانه آب و به تبع آن تولید فاضلاب افزایش چشمگیری یافته است. استفاده از پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب در کشاورزی و صنعت مزایای متعددی از قبیل فراهم نمودن یک منبع آب ارزان و دائمی، کاهش هزینه‌های تصفیه، آزادسازی بخشی از منابع آب با کیفیت خوب برای سایر مصارف، کاهش مصرف کودهای شیمیایی و اثرات زیست‌محیطی آنها و کاهش اثرات زیست‌محیطی دفع پساب به منابع آبی را به دنبال دارد. در طرح استفاده مجدد پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب ضرورت دارد تمامی پارامترهای کیفی تصفیه مطابق دستورالعمل‌های کیفی ارائه شده توسط سازمان محیط زیست در نظر گرفته شوند. با توجه به اینکه در تصفیه خانه فاضلاب با سیستم لاگون‌های۱ هوادهی بدون برگشت لجن، نظیر تصفیه خانه فاضلاب دزفول، لاگون‌های هوادهی بویژه نوع هواده‌ها و زمان کارکرد هواده‌ها بیشترین تاثیر را روی روند فعالیت‌های بیولوژیکی و نهایتاً پارامترهای کیفی نظیر T.S.S دارد. لذا در این تحقیق اثر هواده‌ها در فواصل زمانی ۴، ۵ و۷ ساعته بر روی راندمان حذف مواد معلق مورد بررسی قرارگرفت. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که هوادهی اثر معنی‌داری بر میانگین راندمان حذف T.S.S داشته است. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که زمان هوادهی ۷ ساعت نسبت به ۴ ساعت اختلاف معنی‌داری درسطح ۵ درصد بر روی میانگین راندمان حذف پارامتر T.S.S داشته است؛ در حالیکه بین هوادهی ۵ و ۷ ساعته و ۴ و ۵ ساعته اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نشد.

واژه های کلیدی: تصفیه فاضلاب، لاگون، هوادهی.

1- Lagoon

مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی، صنعت و کشاورزی، مصرف سرانه آب و به تبع آن تولید فاضلاب افزایش چشمگیری یافته است. به همین دلیل، استفاده از فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع آب پایدار بیش از پیش مورد توجه مدیران صنعت آب کشور قرار گرفته است. استفاده از پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب در کشاورزی و صنعت مزایای متعددی از قبیل فراهم نمودن یک منبع آب ارزان و دائمی، کاهش هزینه‌های تصفیه، آزادسازی بخشی از منابع آب با کیفیت خوب برای سایر مصارف، کاهش مصرف کودهای شیمیایی و اثرات زیست‌محیطی آنها و کاهش اثرات زیست‌محیطی دفع پساب به منابع آبی را به دنبال دارد(Ghassemi, 2010). فاضلاب‌ها به عنوان یکی از مهمترین عوامل آلوده کننده زیست محیطی شناخته شده و چنانچه پساب خروجی حاوی فاکتورهای آلاینده‌ای باشد که غلظت آنها بیشتراز استاندارد دفع باشد، آثار سوء ناشی از آن به‌صورت تهدید در سلامت محیط زیست پذیرنده ظاهر می‌شود(Abaspor, 1998). لاگون‌ها به عنوان یکی از رایج‌ترین سیستم‌های تصفیه فاضلاب محسوب می‌شوند که از نظر نوع به ۵ گروه شامل: لاگون‌های هوادهی با شدت بالا، هوادهی، اختیاری، بی‌هوازی و ترکیبی تقسیم‌بندی می‌شوند(Arcivala, 2008). در لاگون‌های هوازی، عملیات تصفیه بیولوژیک فاضلاب با هوادهی مصنوعی و فرآیند رشد معلق توده بیوماس صورت می‌گیرد. این سیستم با توجه به ویژگی‌هایی مانند انعطاف‌پذیری قابل توجه در طراحی، هزینه ساخت و بهره‌بردای کمتر نسبت به سایر سیستم‌ها و راندمان مطلوب درتصفیه فاضلاب شهری و صنعتی در ایران کاربرد وسیع دارد(Nadafi et al., 2006).

همچنین لاگون‌های هوادهی با توجه به قابلیت انعطاف قابل ملاحظه‌ای که در طراحی دارند، باعث شده است کاربرد مفیدی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته پیدا کنند(نبی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷). عملکرد لاگون‌های تصفیه فاضلاب تا حدود زیادی به شرایط آب و هوایی به ویژه دما بستگی دارد. دما عاملی مهم در محیط هوازی لاگون بوده به‌طوری که تعیین

کننده گونه غالب جلبک‌ها، باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها در لاگون می‌باشد (EPA, 1983). به دلیل وابستگی شدید این نوع روش تصفیه به تغییرات دمایی، در فصول سرد سال به دلیل افت دما و در نتیجه کاهش فعالیت‌های میکروبی راندمان تصفیه کاهش یافته و استفاده از هواده‌های سطحی موجب افت دما در این فرایندها می‌گردد. در فصول گرم سال نیز به دلیل رشد و نمو جلبک در این لاگون‌ها، پساب خروجی حاوی مقادیر زیادی مواد معلق می‌باشد که باعث افزایش اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) و بیوشیمیایی (BOD) می‌شود(هاشمی و همکاران، ۱۳۹۲). لاگون‌های هوادهی که از نظر ساختمانی مانند برکه‌های تثبیت هستند؛ و از لحاظ مکانیزم تصفیه و روابط بیوسینتیکی حاکم بر سیستم، شبیه لجن فعال می‌باشند، نسبت به سیستم برکه‌ای مشکلات اراضی و جوی را نداشته و نسبت به لجن فعال ارزان‌تر و نیز بهره‌برداری آن راحت‌تر می‌باشد(Nadafi et al., 2006). به دلیل

اینکه فاضلاب‌های شهری غالباً حاوی تعداد بالایی از عوامل بیماری‌زای بیولوژیکی نظیر باکتری، ویروس و انگل هستند، از این رو چنانچه مدیریت جامعی در خصوص تصفیه فاضلاب اعمال نگردد؛ می‌تواند موجبات شیوع بیماری‌های خطرناکی از قبیل تیفوئید، اسهال، کزاز، مننژیت و هپاتیت را فراهم آورد(Cameron, 1997). با وجود متفاوت بودن کیفیت پساب جلبکی این گونه فرآیندها، و میزانBOD، COD و کل ذرات معلق(TSS)، طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست، پساب‌های تصفیه شده قابلیت تخلیه به آب‌های سطحی را ندارند و تنها برای مصارف کشاورزی می‌توان از آنها استفاده نمود (کر و همکاران، ۱۳۸۸). مهرآوران و همکاران(۱۳۹۴) در پساب خروجی تصفیه خانه پرکند آباد مشهد میزان TSS، BOD، COD، کروم، مس و روی را به ترتیب ۱۱۷، ۹۹/۵، ۱۹۹، ۰/۰۰۱۳۶، ۰/۱ و ۰/۱۰۰۷ میلی‌گرم بر لیتر گزارش دادند؛ که با مقایسه با نمودار استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران استفاده از پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه قابلیت استفاده جهت کشاورزی را دارد. نور مرادی و همکاران(۱۳۹۳) راندمان حذف BOD ، COD و ذرات معلق(TSS) در تصفیه خانه شهر ایلام را به ترتیب ۸۰/۴۹، ۷۸/۸۲ و ۸۲/۶ درصد گزارش نمودند. از این رو در این تحقیق عملکرد هوادهی در بازه زمانی ۴، ۵ و ۷ ساعت کارکرد هواده‌ها بر پارامتر کیفی T.S.S به منظور تامین استانداردهای زیست محیطی و بهره‌وری بیشتر و صرفه‌جویی در بخش انرژی و هزینه‌های نگهداری تصفیه خانه با سیستم بدون برگشت لجن مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

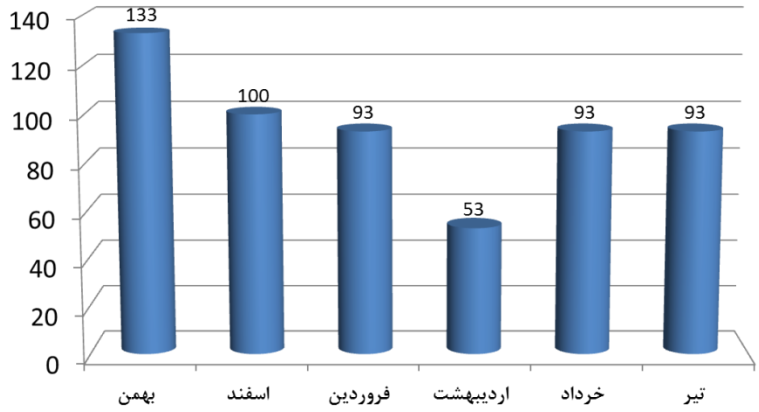
ارتقای کیفیت فعالیت‌های بیولوژیکی و نهایتاً کیفیت پساب لاگون‌های هوادهی تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب دزفول و به کارگیری مجدد پساب جهت کشاورزی یکی از اولویت‌های زیست‌محیطی طرح فاضلاب دزفول می‌باشد. دمای فاضلاب و اکسیژن دمیده شده در فاضلاب موجود در لاگون هوادهی، در نحوه فعالیت باکتری‌ها و میکروارگانیزم‌های موجود درلاگون هوادهی موثر هستند. در واقع افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌ها و باکتری‌ها نقش اساسی در بهبود پارامترهای کیفی ایفا خواهند کرد. لذا شرایط تحقیق به نحوی انتخاب شد تا هم در ماه‌های سرد دزفول نمونه برداشت شود (بهمن و اسفند) و هم درماه‌هایی که شرایط آب و هوایی معتدل است(فروردین و اردیبهشت) و هم در ماه‌هایی که شرایط آب و هوایی گرم است (خرداد و تیرماه)؛ تا با تحلیل داده‌ها امکان ارزیابی پارامترهای کیفی بهتر صورت پذیرد. در این مطالعه تصفیه خانه دزفول (شکل ۱) واقع در غرب رودخانه دز، در ۸ درجه و۲۴ دقیقه طول جغرافیایی و حدود ۳۲ درجه و۲۴ دقیقه عرض جغرافیایی در محلی به نام گاومیش آباد غربی انتخاب شد. نمونه‌برداری در ۶ ماه متوالی از بهمن ۹۵ تا تیر ۹۶ انجام گرفت. به نحوی که ابتدا مقدار T.S.S در نمونه‌ای که از فاضلاب ورودی به تصفیه خانه گرفته شد اندازه‌گیری گردید. مقدار پارامتر کیفی T.S.S بعد از ۴، ۵ و ۷ ساعت هوادهی به صورت مجزا اندازه‌گیری شدند. در این تحقیق در هر ماه تعداد ۱۰ نمونه از فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه خانه، شامل: یک نمونه از ورودی و ۳ نمونه به ازاء هر هوادهی ۴، ۵ و

۷ ساعته و در یک بطری یک لیتری از عمق نیم متری برداشت گردید. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه کیفیت آب مرکز تحقیقات محصولات سالم دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول انتقال داده شد. پس از اندازه‌گیری مقدار TSS این داده‌ها به کمک نرم افزار اکسل و نرم افزار SPSS (تحلیل واریانس و میانگین ها و آزمون دانکن) مورد تحلیل قرار گرفت تا بهترین زمان هوادهی که بیشترین تاثیرگذاری را بر پارامترهای کیفی داشته؛ مشخص گردد.

شکل ۱: تصویر تصفیه خانه فاضلاب دزفول

نتایج و بحث

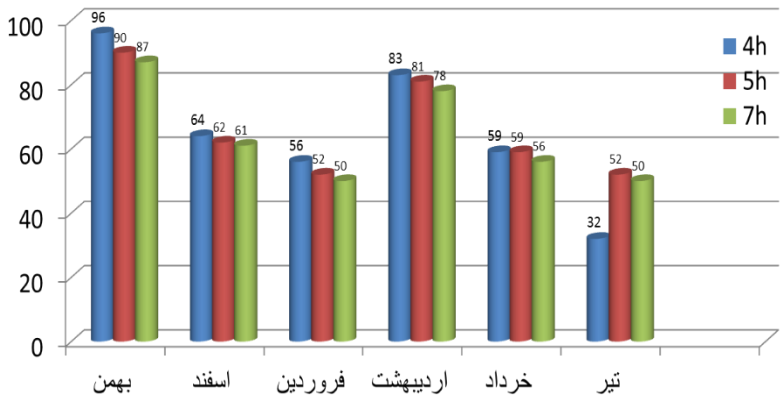
جدول (۱) نتایج اندازه‌گیری مواد معلق در فاضلاب ورودی و خروجی را نشان می‌دهد. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که مقدار T.S.S در فصول مختلف در فاضلاب ورودی به تصفیه خانه متغیر می‌باشد و معمولاً مقدار ورودی به تصفیه خانه فاضلاب دزفول بیشتر از ۱۰۰ ppm است. لازم به ذکر است این مقدار طبق استاندارد محیط زیست برای ورود پساب به آب‌های سطحی و یا آبیاری زمین‌های کشاورزی به ترتیب نباید از ۴۰ PPM و ۱۰۰ PPM بیشتر باشد.



شکل ۳: مواد معلق ورودی از بهمن ۹۵ تا تیر ۹۶ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر

جدول ۱: مطابقت داده های ورودی و پساب خروجی با استاندارد محیط زیست

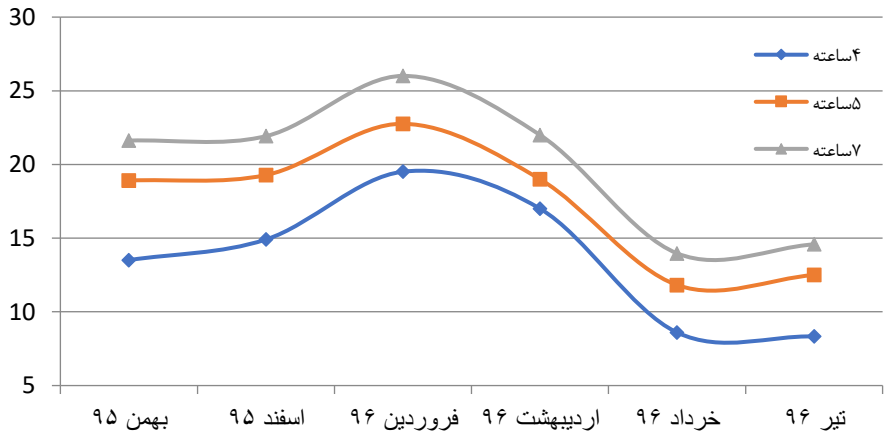
زمان	واحد	فاضلاب ورودی	۴ ساعت هوادهی	۵ ساعت هوادهی	۷ ساعت هوادهی	استاندارد محیط زیست	نتیجه
بهمن ۹۵	PPM	۱۱۱	۹۶	۹۰	۸۷	۴۰ :تخلیه آبهای سطحی ۱۰۰:کشاورزی	برای کشاورزی مجاز
اسفند ۹۵	PPM	۱۱۴	۹۷	۹۲	۸۹	۴۰ :تخلیه آبهای سطحی ۱۰۰:کشاورزی	برای کشاورزی مجاز
فروردین ۹۶	PPM	۱۲۳	۹۹	۹۵	۹۱	۴۰ :تخلیه آبهای سطحی ۱۰۰:کشاورزی	برای کشاورزی مجاز
اردیبهشت ۹۶	PPM	۱۰۰	۸۳	۸۱	۷۸	۴۰ :تخلیه آبهای سطحی ۱۰۰:کشاورزی	برای کشاورزی مجاز
خرداد ۹۶	PPM	۹۳	۸۵	۸۲	۸۰	۴۰ :تخلیه آبهای سطحی ۱۰۰:کشاورزی	برای کشاورزی مجاز
تیر ۹۶	PPM	۹۶	۸۸	۸۴	۸۲	۴۰ :تخلیه آبهای سطحی ۱۰۰:کشاورزی	برای کشاورزی مجاز



شکل ۴: مواد معلق خروجی پساب از بهمن ۹۵ تا تیر ۹۶ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر

شکل‌های (۳) و (۴) به ترتیب مقایسه T.S.S فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب، از بهمن ۹۵ تا تیر۹۶ را نشـان می‌دهند. نتایج اندازه‌گیری‌های دما نشـان داد که اختلاف دمای فاضـلاب درسـطح لاگون وکف لاگون که موجب تشـدید جریان‌های کنوکسـیونی می‌شـود در افزایش و کاهش T.S.S موثر اسـت. در فروردین ماه به دلیل بارندگی، افزایش دبی فاضـلاب به تصفیه خانه بیشتر بوده و لذا با وجود وصل بودن شبکه‌های آب سطحی در بعضی از مناطق به شبکه فاضلاب، موجب هدایت گل و لای به شـبکه و سـپس حمل به تصـفیه خانه فاضـلاب شـده اسـت؛ به همین دلیل مقدار آن نسـبت به ماه‌های بهمن و اسـفند بیشـتر اسـت. شـکل (۵) نیز بررسـی روند تغییرات راندمان حذف T.S.S با تغییر زمان هوادهی را نشـان می‌دهد. مطابق شـکل (۵) داده‌های راندمان حذف T.S.S مربوط به بهمن ۹۵ تا تیر ۹۶ که مشتمل بر۲۴ نمونه می‌باشد (۶ نمونه فاضلاب ورودی از بهمن ۹۵ تا تیر ۹۶

و ۱۸ نمونه مربوط به فاضلابی که تحت هوادهی۴، ۵ و۷ ساعته قرارگرفته) نشان داد که زمان هوادهی اثر معنی‌داری بر راندمان حذف پارامتر کیفی T.S.S داشته، بگونه‌ای که با افزایش زمان هوادهی از ۴ ساعت به ۵ و ۷ ساعت در بهمن ماه ۹۵ راندمان حذف از ۱۳/۵۱ درصد به ۲۱/۶۲ درصد افزایش یافته و دراسفند ۹۵ از۱۴/۹۱ درصد به ۲۱/۹۲ درصد، فروردین ۹۶ از ۱۹/۵۱ درصد به ۲۶/۰۱ درصد، اردیبهشت ۹۶ از ۱۷ درصد به ۲۲ درصد، خرداد ۹۶ از ۸/۶۰ درصد به ۱۳/۹۷ درصد و در تیر ماه ۹۶ از ۸/۳۳ به ۱۴/۵۸ درصد افزایش داشته است. بنابراین از روند افزایشی آن می‌توان نتیجه گرفت که اثر هوادهی۷ ساعته بر مقدار T.S.S معنی‌دار است. همچنین تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و با استفاده از نرم افزار SPSS و با اختلاف ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطابق جدول۲ نشان داد که اختلاف کلی میانگین‌ها در سطح ۵درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد که بین زمان هوادهی ۴ و ۵ ساعت و همچنین ۵ و ۷ ساعت زمان هوادهی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. ولی بین زمان هوادهی ۴ و ۷ ساعت در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار بود. بنابراین بهترین زمان هوادهی برای بهبود راندمان حذف T.S.S با توجه به مقایسه میانگین‌ها مدت زمان ۷ ساعت پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۵: نمودار راندمان حذف مواد معلق بر حسب درصد

جدول ۲: نتایج تحلیل واریانس و مقایسه میانگین ها

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	123.061	2	61.530	3.022	0.079
Within Groups	305.388	15	20.359		
Total	428.449	17			

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از بررسی داده‌ها نشان داد که هوادهی اثر معنی‌داری بر T.S.S داشته است. همچنین نتایج تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که زمان ۷ ساعت نسبت به ۴ ساعت اختلاف معنی‌داری درسطح ۵ درصد بر روی میانگین پارامتر T.S.Sداشته است. لازم به ذکر است زمان هوادهی ۴ الی ۷ ساعت میانگین راندمان حذف T.S.S را از ۱۳/۶۴ به ۲۰/۰۱ درصد افزایش داده است و بر اساس نتایج این تحقیق زمان هوادهی ۷ ساعته پیشنهاد می‌گردد.

منابع

عباسپور، م. (۱۳۸۹). مهندسی محیط زیست. جلد اول انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.

کر، ی.، زززولی، م. ع.، کرامت، س.، کرد، م.، خادمیان، م. و ایوبی، ر. (۱۳۸۸). بررسی عملکرد و روش‌های بهینه‌سازی لاگون‌های هوادهی تصفیه خانه فاضلاب شهر بندر گز. طلوع بهداشت، دوره ۸، شماره ۲۶، ص ۵۳-۴۶.

مهرآوران، ب.، انصاری، ح.، بهشتی، ع. ا.، و اسماعیلی، ک. (۱۳۹۴). بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری با توجه به اثرات زیست محیطی آن (مطالعه موردی پساب خروجی تصفیه خانه پرکند آباد مشهد). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۳، شماره ۹، ص ۴۴۷-۴۴۰.

نبی‌زاده، ر.، ندافی، ک.، واعظی، ف.، خزایی، م. و صفدری، م. (۱۳۸۷). کارایی صافی درشت دانه با جریان افقی (HRF) در کاهش کلیفرم پساب خروجی لاگون هوادهی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر قم. آب و فاضلاب، شماره ۶۶، ص ۹-۲.

ندافی، ک.، واعظی، ف.، فرزادکیا، م. و کیمیایی طلب، ع. ر. (۱۳۸۴). بررسی عملکرد لاگون‌های هوادهی در تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان. مجله آب و فاضلاب، دوره ۱۶، شماره، ۲، ص ۵۳-۴۷.

نور مرادی، ح. ا.، کریمی، ح.، حسینی، ا. ع.، باقی، ا. و فرخی مقدم، ک. (۱۳۹۳). ارزیابی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب شهر ایلام در حذف کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی و سایر عوامل موثر بر کیفیت آب. مجله علمی و پژوهشی دانشگاه علومپزشکی ایلام، دوره ۲۲، شماره۱، ص۸۳-۷۷.

هاشمی، ح.، ابراهیمی، ا. و خدابخشی، ع. (۱۳۹۲). بررسی قابلیت استفاده از پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب شهر اصفهان در آبیاری محدود. مجله تحقیقات نظام سلامت، دوره۱۰، شماره ۲، ص۳۳۴-۳۲۶.

Arcivala, S. (2007). Wastewater treatment for pollution control.2nd, NewDehli, McGrow publishing company limited,1998;65-157.

Cameron, D.R. (1997). Sustainable effluent irrigation phase ll: Review of monitoring data, Moose Jaw, Tech.Rept. Prepared for Irrigation Sustainability Committee, Agriculture Green Plan, Canada.

EPA.(1983). Municipal wastewater stabilization ponds. Design manual, US Environmental protection Agency office of research and development, Cincinnati OH, 1983, EPA-625/1-83-015, 16-17.104.

Ghassemi, S.A. (2010). Assessment of the effluent quality from wastewater treatment plants for using in agriculture. M.Sc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.

Evaluation of 4, 5, 7 hours aeration performance in aeration lagoon of Dezful treatment plant and its effect on T.S.S

Masoid Nobahar [1], Saeed Taheri Ghanad[2*] and Ali Afros[3]

1) Postgraduate, water Engineering group, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

2) Assistant professor, Healyhy and organic products technology research center, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

3) Assistant professor, Healyhy and organic products technology research center, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

* **Correspondence author:** staheri2007@yahoo.com

Received Data: 2019. 07. 25 **Accepted Data: 2020. 11. 13**

Abstract

In recent years, due to population growth and development of urbanization, industry and agriculture, water consumption per capita and consequently wastewater production has increased significantly. For this, the use of treated wastewater as a sustainable water source has considered more and more attention from the water industry managers. The use of wastewater treatment plants in agriculture and industry has several benefits such as providing a cheap and permanent water source, reducing treatment costs, releasing some good quality water resources for other uses, reducing the use of chemical fertilizers and their biological effects and the reduction of environmental effects of discharge to water resources. In the wastewater treatment plant reuse effluent plan, it is necessary to consider all the quality parameters of the treatment in accordance with the quality instructions provided by the Environment Organization. Due to that in wastewater treatment plants with aerated lagoon system without return of sludge, such as Dezful wastewater treatment plant, aeration lagoons, especially aeration type and aeration operation time have the greatest impact on the process of biological activities and ultimately quality parameters such as TSS. Therefore, in this study, the effect of aerators at 4, 5 and 7 hour intervals on the removal efficiency of suspended solids was investigated. The results of analysis of variance showed that aeration had a significant effect on the mean removal efficiency of T.S.S. Also, the comparison of means, showed that the aeration time of 7 hours compared to 4 hours had a significant difference at the 5% level on the average removal efficiency of the T.S.S parameter, While there was no significant difference between 5 and 7 hours and 4 and 5 hours aeration at 5% level.

Keywords: Wastewater treatment, lagoon, aeration