



## بررسی عملکرد و روش های بهینه سازی لاگون های هوادهی تصفیه خانه فاضلاب شهر بندرگز

نویسندگان: یوسف کر \* محمد علی ززولی \*\* سعید کرامت \*\*\* محسن کرد \*\*\*\*

محمد خادمیان \*\*\*\*\* رقیه ایوبی \*\*\*\*\*

\* نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب و فاضلاب دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس

تلفن: ۰۹۱۱۱۷۸۳۰۳۸ - Email: yko54@yahoo.com

\*\* استادیار و مدیر گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی مازندران

\*\*\* کارشناس عمران شرکت آب و فاضلاب استان گلستان

\*\*\*\* کارشناس ارشد مدیریت شرکت آب و فاضلاب استان گلستان

\*\*\*\*\* کارشناس میکروبیولوژی شرکت آب و فاضلاب استان گلستان

\*\*\*\*\* کارشناس اقتصاد شرکت آب و فاضلاب استان گلستان

### طلوع بهداشت

فصلنامه پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال هشتم

شماره: اول و دوم

بهار و تابستان ۱۳۸۸

شماره مسلسل: ۲۶

تاریخ وصول: ۸۹/۴/۱۳

تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۳۰

#### چکیده

**سابقه و اهداف:** با توجه به جدید بودن تکنولوژی تصفیه فاضلاب به روش لاگون هوادهی در کشور و فعالیت تصفیه خانه فاضلاب بندرگز باین روش و عدم انجام مطالعات کافی در این زمینه، لزوم بررسی بیشتر در زمینه عملکرد تصفیه خانه بندرگز محسوس گردیده است. این تصفیه خانه در سال ۱۳۷۵ با ظرفیت ۳۱۰۰ متر مکعب در روز به بهره برداری رسیده ولی بعد از گذشت ۱۴ سال، بدلا بلی از قبیل افزایش در جمعیت و سرانه مصرف کنندگان، راندمان سیستم در حذف فاکتورهای اساسی آلودگی فاضلاب افت نموده است. لذا هدف این مطالعه بررسی عملکرد لاگونهای هوادهی این تصفیه خانه و ارائه روشهایی است که با حداقل هزینه بتوان نسبت به بهینه سازی آن اقدام نمود.

**روش بررسی:** در این مطالعه تحلیلی که در ۱۳ ماه متوالی منتهی به بهمن ۸۸ انجام گرفت، ضمن ارزیابی وضعیت موجود فرآیند و آنالیز پارامترهای کمی و کیفی، نسبت به بررسی گزینه های مختلف جایگزین و اولویت بندی آنها بر اساس روش ماتریسی پژوهش گردید. آزمایشات لازم بر اساس روشهای مندرج در کتاب روشهای استاندارد آزمایش آب و فاضلاب ۲۰۰۳ در آزمایشگاه تصفیه خانه فاضلاب بندرگز انجام گرفت.

**یافته ها:** نتایج بررسیها نشان داد راندمان سیستم موجود در حذف TSS, COD, BOD5, کل کلیفرمها و کلیفرم کل به ترتیب برابر (۷۶/۸±۲/۲)، (۷۹±۲/۹)، (۷۶±۲/۶)، (۹۹/۳±۱۳/۴)، (۹۹/۱۶±۱۰/۶) بوده و پساب خروجی از کیفیت بیوشیمیایی قابل پذیرش دفع یا کاربری مجدد برخوردار نبوده، ولی از نظر میکروبی کیفیت قابل قبول سازمان حفاظت محیط زیست ایران را دارد. وضعیت پساب خروجی برعکس وضعیتهای متعارف، در زمستان غالباً مطلوب و در بقیه فصول غالباً نامطلوب می باشد (۹). در این مطالعه تعداد ۹ آلترناتیو با ارزش گذاری پارامترهای مؤثر مطرح و نهایتاً ۴ آلترناتیو برتر بر ترتیب اولویت جهت بهینه سازی سیستم پیشنهاد شده اند: ۱- احداث یک واحد زلالساز جدید و تبدیل کلاریفایر قدیم به لاگون اختلاط ناقص

۲- افزایش مدول دوم با تغییر در جانمایی لاگون زلالساز ۳- تبدیل لاگونهای اختلاط ناقص ۱ و ۲ به لاگون اختلاط کامل ۴- تبدیل فرآیند سیستم به هوادهی گسترده با افزایش MLSS در لاگون CML و ذخیره لجن در لاگون FL1

**بحث:** تحلیل نتایج بررسیها حاکیست که علی رغم تاثیر مثبت دمای محیط در روند تصفیه فاضلاب، عامل اصلی نوسان کیفیت پساب خروجی بجای دما نشتاب بوده که در زمستان با تریق بیش از حد فاضلاب ورودی در کیفیت پساب خروجی مؤثر است. با توجه به هدف مطالعه، در بین ۹ پیشنهاد گزینه ای برای بهینه سازی لاگونهای تصفیه خانه بندرگز راهکارها بدین صورت بیان می شود. راهکار ۳، راهکار ۲، راهکار ۱، راهکار ۵

#### واژه های کلیدی

تصفیه خانه فاضلاب، بهینه سازی، لاگون هوادهی



## مقدمه

فاضلابها به عنوان یکی از مهمترین عوامل آلوده کننده زیست محیطی شناخته شده و چنانچه پساب خروجی حاوی فاکتورهای آلاینده ای باشد که غلظت آنها بیشتر از استاندارد دفع باشد، آتار سوء ناشی از آن بصورت تهدید در سلامت محیط زیست پذیرنده ظاهر می شود (۱).

لذا در ارتباط با پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب بندرگز از یک سو برای جلوگیری از تداخل در اکوسیستم طبیعی در محل ریزش به دریای خزر و از سوی دیگر به منظور کاربری در آبیاری اراضی کشاورزی لزوم تصفیه مطلوب و دستیابی به استاندارد های دفع پساب ضروری می باشد (۲).

لاگوها به عنوان یکی از رایج ترین سیستم های تصفیه فاضلاب محسوب می شوند که از نظر نوع به ۵ گروه شامل لاگون های هوادهی با شدت بالا، هوادهی، اختیاری، بیهوازی و ترکیبی تقسیم بندی می شوند (۳). در لاگون های هوازی، عملیات تصفیه بیولوژیک فاضلاب با هوادهی مصنوعی و فرآیند رشد معلق توده بیومس صورت می گیرد. این سیستم با توجه به ویژگی های مانند انعطاف پذیری قابل توجه در طراحی هزینه ساخت و بهره برداری کمتر نسبت به سایر سیستمها و راندمان مطلوب در تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی در ایران کاربرد وسیع دارد (۴ و ۵).

لاگونهاى هوادهی که از نظر ساختمانی مانند برکه های تثبیت و از لحاظ مکانیزم تصفیه و روابط بیوسینتیکی حاکم بر سیستم شبیه لجن فعال می باشد، نسبت به سیستم برکه ای مشکلات ارضی و جوی رانداشته و نسبت به لجن فعال ارزانتر و نیز بهره داری آن راحت تر می باشد (۳).

فاضلاب شهری شهر بندرگز استان گلستان باروش لاگون هوادهی تصفیه می شود. این فرآیند تصفیه به ترتیب شامل یک لاگون هوازی با اختلاط کامل سه لاگون اختیاری با اختلاط ناقص و یک لاگون تکمیلی به عنوان زلال ساز نهایی بطور سری قرار دارند. در

شکل شماره ۱ (فلودیاگرام تصفیه خانه) مشخص شده است.

نظر به اینکه این تصفیه خانه برای جمعیت سال مقصد ۱۳۸۵ و دبی میانگین ۳۱۰۰ متر مکعب در شبانه روز صورت گرفته در سال های اخیر به علت عدم توانایی پاسخگویی لاگون ها به بار هیدرولیکی و آلی ورودی تأثیرات منفی در پارامتر های بیولوژیک موثر در پالایش سیستم بوجود آورده و به تبع آن کیفیت پساب خروجی نیز نا مطلوب بوده است. لذا در این مطالعه تحلیلی، اهدافی از قبیل بررسی وضعیت موجود به منظور شناخت نقاط ضعف طراحی، ارائه راهکار های بهینه سازی، افزایش ظرفیت بار ورودی افزایش راندمان تصفیه و کیفیت پساب خروجی مورد پژوهش قرار میگیرند. و در عین حال با توجه به هزینه زیاد توسعه فیزیکی و سازه ای سیستم ارتقا تصفیه خانه با صرف حداقل تغییرات فیزیکی در دستور کار بهره وران قرار دارد (۶).

## روش بررسی

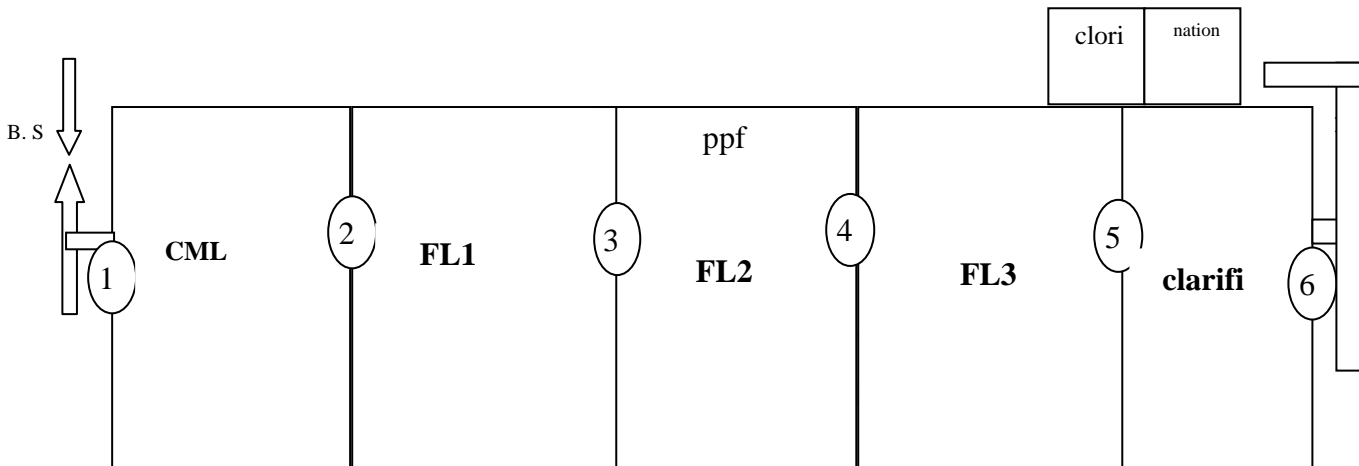
این مطالعه از نوع تحلیلی و بارویکرد کاربردی بوده و به منظور مقایسه بهتر و تحلیل وضعیت در فصول مختلف سال و نیز فصل زمستان دو سال، پایش و بررسی پروژه از بهمن ۸۷ آغاز و در ۱۳ ماه متوالی (منتهی به بهمن ۸۸) در تصفیه خانه فاضلاب بندرگز انجام گرفت.

برای ارزیابی راندمان تصفیه خانه نمونه برداری از نقاط مندرج در شکل به دو صورت ساده و مرکب انجام گرفته است. برای سنجش دما، pH و کلر باقیمانده از نمونه برداری ساده روزانه و برای آزمایش BOD<sub>5</sub>، TSS، COD از نمونه های مرکب هفتگی استفاده شده است (۷ و ۸). همچنین نمونه برداری و آزمایش کلیفرم مدفوعی و کل کلیفرم هر دو هفته صورت گرفته است. در دوره آزمایش ۶ ماهه مجموعاً تعداد ۴۳۴ نمونه، به صورت ۳۲۸ نمونه ساده، ۷۹ نمونه مرکب و ۲۷



گردیده است (۱۳) برای تحلیل نتایج آزمایشات از آزمون Ttest و نرم افزار spss14 استفاده گردیده است.

نمونه کلیفرمی آزمایش شده و در بقیه موارد به نتایج قبلی آزمایشات استناد شده است (۸ و ۹). در انجام آزمایشات مذکور به روش های مندرج در کتاب مرجع روشهای استاندارد آزمایش آب و فاضلاب استناد



نقاط نمونه برداری:

- |                        |                             |                        |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1: فاضلاب خام          | 4: fl3: ورودی به لاگون      | 7: fl3: ورودی به لاگون |
| 2: fl1: ورودی به لاگون | 5: ورودی به لاگون کلاریفایر | PF: پارشال فلوم        |
| 3: fl2: ورودی به لاگون | 6: ورودی به حوض تماس کلر    | BS: آشغالگیر           |

### فلودیاگرام تصفیه خانه قبل از ارتقا و محل های نمونه برداری

در بررسی نتایج سنجش درجه حرارت محیط و دمای فاضلاب ورودی به تصفیه خانه مشخص می گردد که یک سو آن مقدار اختلاف دمای محیط که به مانند تصفیه خانه های سایر نقاط بر فرآیند تصفیه تاثیر منفی دارد، در این تصفیه خانه دیده نمی شود. این مساله مربوط به اقلیم جغرافیایی منطقه می باشد. و از سوی دیگر روند تغییرات کیفیت پساب نسبت به تغییرات دمای محیط، برعکس شرایط سیستم های مشابه در دیگر نقاط کشور که از اقلیمهای متفاوت برخوردار هستند، می باشد (۱۱). که این تفاوت از یک جهت دقیقاً منطبق بر ترقیق غلظت آلی فاضلاب در فصل سرما که متاثر از فاکتور نشتاب می باشد.

### نتایج

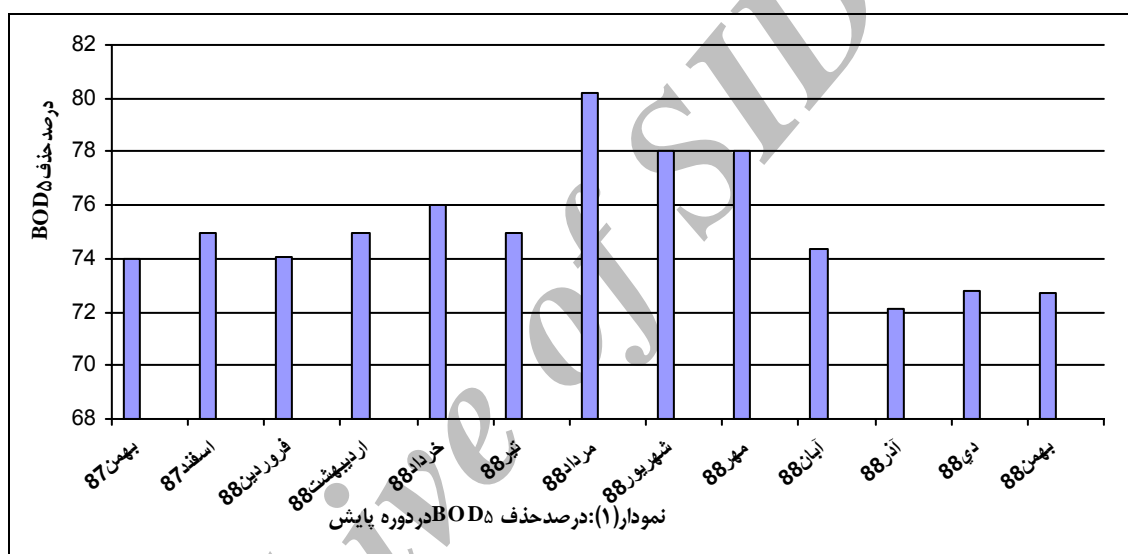
نتایج بدست آمده از آزمایشات فاضلاب ورودی و خروجی برای نشان دادن تغییرات میزان BOD5، COD، TSS در نمودارهای شماره ۱ الی ۴ ارائه شده است. در نمودار شماره ۱ مشخص است که بیشترین درصد حذف BOD5 در فصل تابستان بوده و در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است که در پساب خروجی غلظت این فاکتورها در فصل تابستان بیشترین مقدار بوده و نشتاب حداکثر در زمستان باعث رقیق نمودن و به حداقل رساندن بار آلی فاضلاب ورودی در این فصل گردیده و متعاقب آن، بار پساب خروجی نیز کاسته شده است (۱۰).



بیشترین درصد حذف TSS در حوض زلال ساز نهایی رخ می دهد. در نمودار شماره ۲ مشخصا میتوان به تاثیر فاکتور نشتاب فصول بهار و زمستان در تریقیق فاضلاب ورودی که آن هم باعث کاهش غلظت فاضلاب شده است پی برد. ماکزیمم دبی فاضلاب ورودی به تصفیه خانه در فصل زمستان و اوایل بهار و حداقل غلظت پارامترهای آلودگی فاضلاب خام نیز در این فصل وجود داشته است.

در نمودار شماره ۳ میزان کاهش مقادیر فاکتورهای آلایندهی اساسی (BOD<sub>5</sub>، TSS، COD)، بارگرسیمون یکنواخت قابل مشاهده بوده و در زمان تغییر راندمان تصفیه خانه در حذف یک فاکتور در یک زمان، راندمان فاکتورهای دیگر نیز به همان نسبت تغییر یافته است.

در نمودار شماره ۴ نشان داده شده است که میزان کاهش فاکتورهای BOD<sub>5</sub> و COD در لاگون اختلاط کامل بیشتر از لاگونهای اختلاط ناقص بوده و نیز



در ارتقاء تصفیه خانه از پارامترهای تصحیح شده استفاده گردیده است.

برای اصلاح این وضعیت و بهینه سازی کمی و کیفی تصفیه خانه ۹ راهکار بشرح زیر مطرح شده اند:

۱- افزایش مدول دوم با تغییر در جانمایی لاگون زلال ساز

۲- تبدیل لاگون های FL1 و FL2 به حالت هوازی

۳- تبدیل فرآیند سیستم به هوادهی ممتد و افزایش MLSS لاگون CML و ذخیره لجن در لاگون FL1

۴- استفاده از یک سیستم لجن فعال متداول بصورت موازی با سیستم موجود و دفع لجن مازاد در لاگون اختلاط کامل

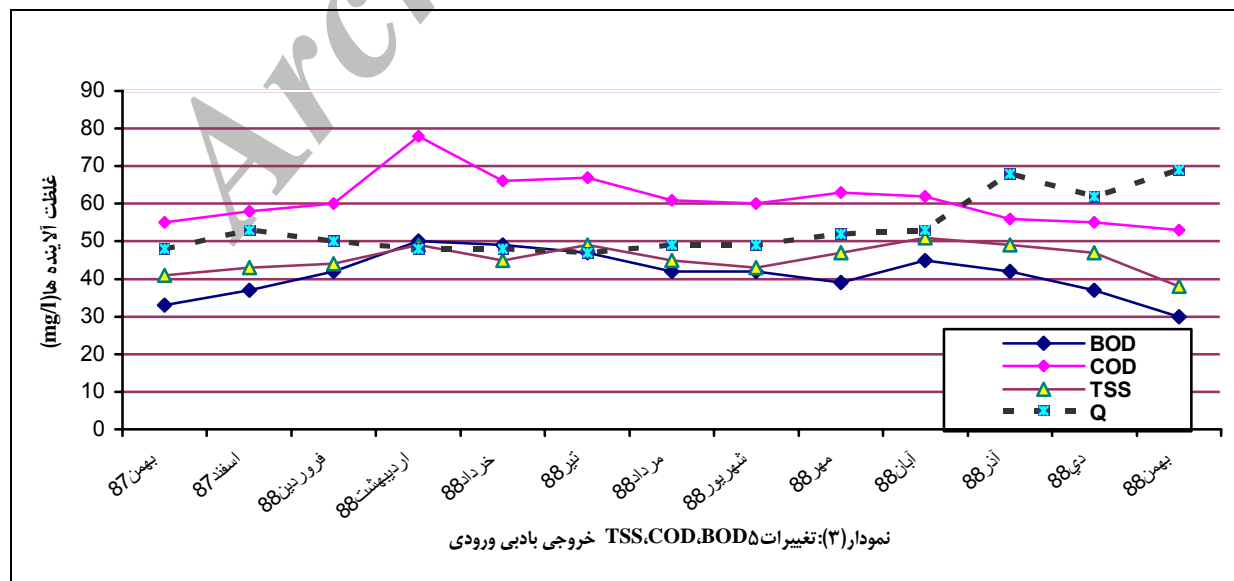
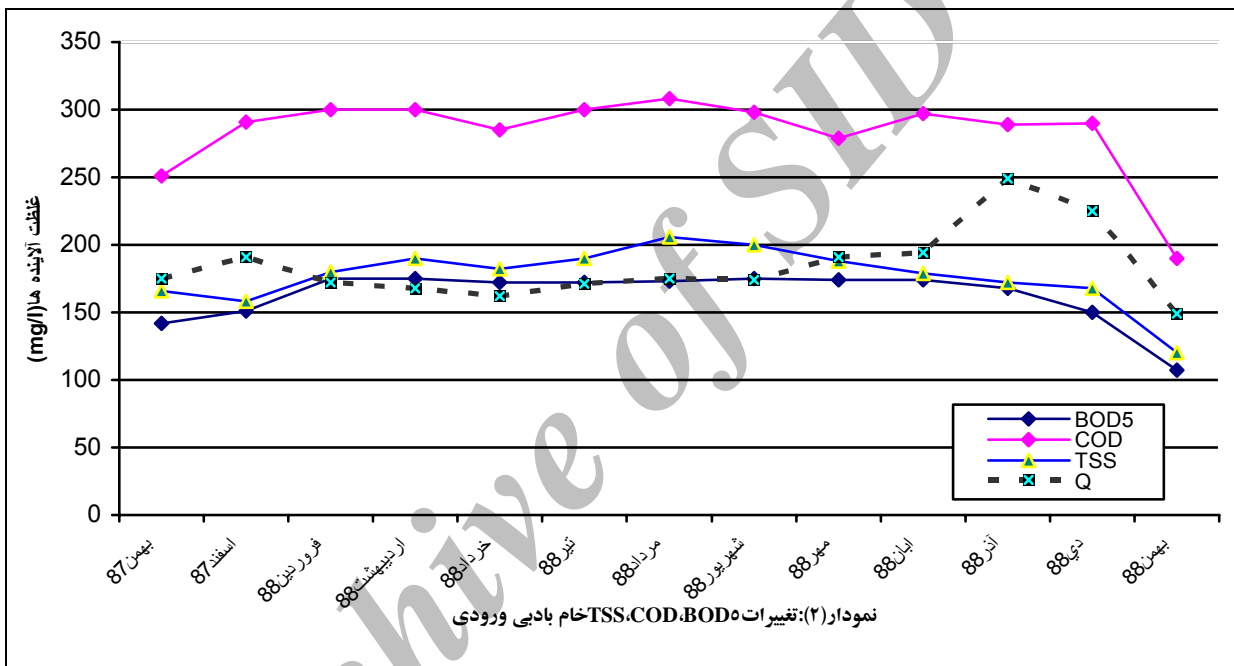
در نمودار شماره ۴ مشخص است که حداکثر حذف آلاینده ها در لاگون هوادهی با اختلاط کامل (CML) صورت گرفته است و دلیل این وضعیت را می توان در افزایش میزان مصرف اکسیژن و سرعت واکنش تصفیه بیولوژیکی دانست.

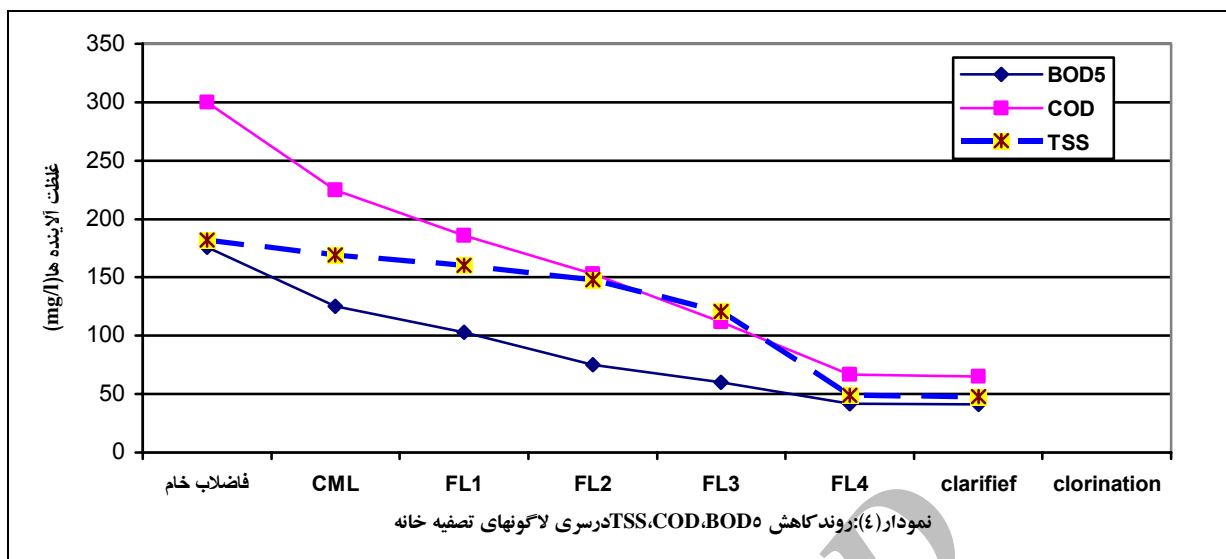
بر اساس مبانی طراحی اولیه، ظرفیت تصفیه خانه برای بار هیدرولیکی ۳۱۰۰ متر مکعب در روز طراحی شده است. در حالیکه در بررسی مجدد این بار به میزان متوسط ۴۴۵۸ متر مکعب در روز پایان سال ۱۳۸۸ افزایش یافته است که در این حالت با توجه به افت زمان ماند هیدرولیکی قطعا در راندمان نهایی سیستم کاهش محسوس رخ خواهد داد و این روند در بررسی آمار ۵ سال اخیر بوضوح تشخیص داده می شود. لذا



در نهایت راهکار های پیشنهادی بهینه سازی سیستم برحسب معیار های مطلوب هدف مطالعه (هزینه سرمایه گذاری، اولیه هزینه بهره برداری و نگهداری، پتانسیل حذف ازت و فسفر، انعطاف پذیری در شرایط مختلف عملکرد حداکثر بهره مندی از امکانات موجود) بر اساس متد ماتریسی آنالیز شده و با احتساب امتیازات اکتسابی اولویت بندی آنها بدین صورت مطرح میگردد:  
 راهکار ۵ < راهکار ۱ < راهکار ۲ < راهکار ۳

- ۵- احداث یک واحد زلال ساز جدید و تبدیل کلاریفایر قبلی به لاگون FL4
- ۶- استفاده از فیلتراسیون قلوه سنگی در انتهای برکه جلادهی برای بهبود کیفیت پساب
- ۷- افزودن ماده بیوویستا به درون لاگون های هوادهی جهت تسریع فرایند نانو ذرات اشعه
- ۸- بکارگیری اشعه UV و صفحات کاتالیستی برای تشدید عملیات تصفیه
- ۹- استفاده از میکرواسترینر برای فیلتراسیون پساب :





### بحث

فصل سرما با نشتاب رابطه معنی داری وجود دارد ( $P-V=0/001$ )

ارتباط بین میزان نشتاب و کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه بصورت معنی دار و باروند کاهش پارامترهای آلودگی تصفیه خانه بی معنی بوده است.

همچنین نتایج مهندسی مجدد سیستم بیانگر عدم انطباق مبانی طراحی قبلی با پارامترهای فعلی تصفیه خانه بوده لذا در ارتقاء تصفیه خانه از پارامترهای تصحیح شده استفاده گردیده است.

در خصوص روش های ارتقا با توجه به تاسیسات موجود و اهداف ارتقاء تعداد ۹ گزینه مطرح گردیده و با توجه به اهداف این مطالعه راهکارهای ذیل به ترتیب اولویت پیشنهاد می گردند.

۱- احداث یک واحد زلال ساز جدید و تبدیل

کلاریفایر قبلی به لاگون FL4

۲- افزودن مدول دوم با تغییر با در جانمایی لاگون

زالال ساز

۳- تبدیل لاگون های اختلاط ناقص ۱ و ۲ به حالت

هوازی

۴- تبدیل فرآیند سیستم به هوادهی ممتد و افزایش

MLSS لاگون CML و ذخیره لجن در لاگون FL1

هر چند راندمان تصفیه خانه در کاهش تمامی آلاینده ها در فصول گرم در حداکثر مقدار خود می باشد. ولی وجود نشتاب بسیار زیاد در فصل زمستان علیرغم افزایش بار هیدرولیکی سیستم، باعث ترقیق غلظت فاکتور های آلی فاضلاب شده و منجر به بهبود کیفیت پساب می گردد. و چون این رقت آلاینده های در فصل تابستان وجود ندارد لذا کیفیت پساب خروجی در این فصل پایین تر بوده و باعث تجاوز غلظت آلاینده های پساب از حدود مجاز استاندارد های تعیین شده برای تخلیه به آبهای پذیرنده می گردد (۱۲ و ۱۳).

نتایج مهندسی مجدد فرآیند حاکی از آنست که عمده ترین دلیل این نقصیه عدم انتخاب صحیح مبانی طراحی و فرآیند مناسب با شرایط آب و هوایی منطقه می باشد (۹).

نتایج طراحی مجدد مشخص نموده که واحد های آشغالگیر، دانه گیر، پارشال فلوم و سیستم کلر زنی برای دوره طرح این مطالعه طراحی مطلوب دارشته و تا ۲۰ سال مقصد ۱۴۰۸ نیاز به ارتقای ظرفیت ندارند.

مطابق آزمون مجذور کای دو بین درجه حرارت محیط و کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه ارتباط معنی دار وجود نداشته ( $P-V > 0/05$ ) ولی بین میزان بارش و



هماهنگی های لازم و تامین امکانات همکاری لازم را بعمل آوردند، کمال تشکر بعمل آورند.

**قدردانی:** در پایان، محققین از زحمات مسئولین محترم شرکت شرکت آب و فاضلاب شهری استان گلستان که در کلیه مراحل انجام این تحقیق اعم از

### References

1-Abaspor M. Environmental Engineering. 1<sup>nd</sup> ed, Tehran university, 1998, 122-124 [Persian].

2-Hasanli A, Javan M. Assesment of water & wastewater Efluent sewage. Environmental recognize. 2006;13:30-38 [ Persian].

3-Arcivala S. Waste water treatment for pollution control. 2<sup>nd</sup>, NewDehli, McGrow publishing company limited, 1998; 65-157

4-Izanloo H, Takdastan A, Zazoli M, "in translation" Marosi M Waste water treatment concept & design Approach, RI. cristian, JL karia, 1<sup>nd</sup>, Ghom, Mehr Amiral momenin, 2008: 161-168.

5-Nadafi K, Farzadkia M, Vaeazi F. study of Aerated lagoons in treating Efluent Industrial Bou Ali-zon in hamedan. available from: in www SID.ir 2006; 3-7 [ Persian].

6-Barani M, Tarfetaban M. Investigation of twofold dynamic

manner for optimizing of requirement volum to treatment. (ICHS); 2002: 439-443 [ Persian].

7-Yosefi Z. in translation Simple style of wastewater examination. Federation of water pollution control. 1<sup>nd</sup>. Mazandaran university, 1995, 42-51

8-AWW. Standard methods for the examination of water and waste water, 22ed, 2005; 47-112

9-Metcalf & Eddy. Waste water Engineering, Treatment, reuse & Disposal. 4<sup>nd</sup>, New Dehli, Mc Grow-Hill, 2003; 204-289

10-Alizadeh A. Using of WWTP in irrigation of agricultur productes. Shahrab letter publices. Corporation of engineering water & waste water. 2005; 16: 12-15 [ Persian].

11-Rahimi Y, Mahvi A, Mesdaghinia A, Optimizing of Khoy Aerated lagoos waste water treatment plant



process in cool climat,water&waste water,2007;58:70-75[ Persian].

12-Bina B, Study of tempuratur effect on bacteries mortality in waste

water treatment, Water&wastewater journal.11:6-8[Persian].

13-Vakili.B.Wastwater and reuse in agronomy.Water&wastewaterjournal 1996;7: 11-13[ Persian].

Archive of SID





## *Survey of Performance and Optimizing Methods of Aerated Lagoons of Bandargaz Wastewater Treatment Plants*

Kor Y\* (MS.c) – Zazoli MA\*\* (Ph.D) – Keramat S\*\*\* (B.S) – kord M \*\*\*\* (MS.c) Ayyobi R \*\*\*\*\* (B.S) - Khademian M \*\*\*\*\* (B.S)

\*Correspondence Author: Water & Wastewater Callegian of Bandarabbas Islamic Azad University  
Email: yko54@yahoo.com

\*\*Department of Environmental Eng, Faculty of Health of Mazandaran medical science university

\*\*\*Engineering & Development vicar

\*\*\*\*Schematization Vicar

\*\*\*\*\*Research Segment Responder

\*\*\*\*\*Quality Control Responder of Golestan Water & wastewater Company

### *Abstract*

**Background:** As aerated lagoons method is a new method of wastewater treatment in our country and being used in Bandargaz wastewater plant and as there was no such study in this area, it was necessary to study the performance of Bandargaz wastewater plants. The treatment was started in 1996 with a capacity of treating 3100 m<sup>3</sup>/d wastewater per day, but now, after 14 years, its efficacy has been decreased because of the factors such as, population growth, increase of water consumption. So, the aim of this study was to determine the performance of aerated lagoons and presenting methods for optimizing them with minimum costs.

**Method:** In this analytical study, carried out in 13 months and terminated in February 2009 current status of plants with qualitative and quantitative parameters was assessed. Moreover, alternative options and also prioritizing them with the matrix method was carried out, according to the standard methods of water and wastewater, in Bandargaz wastewater plants.

**Results:** The results showed that present output for removing BOD, COD5 TSS, total coliform and fecal coliform were (76.8±2.2), (79±2.9), (76±2.6), (99.3±13.4), (99.16±10.6), respectively so not being acceptable.

But in terms of microbial quality, it is something acceptable on the basis of WMO. The output status is favorable in winter but not in other seasons (a). In this study 4 different alternatives were proposed four of which were chosen for optimization of the system:

with assessment of effective parameters. extremely score earned by 4 alternatives are:

1) introduction of new clarifier and converting the last clarifier to fl4. 2) addition of new module with a change in the replacement of clarifier 3) converting facultative lagoon no1&2 to complete mixed lagoon, 4) changing the process of the system to extended aeration with an increase in MLSS in lagoon CML and storing sludge in Fli.

**Conclusion:** Analysis of the data indicates that despite positive effect of temperature on wastewater treatment, seepage water is the main cause for this process which is more effective in winter. Therefore the following alternatives are important respectively. alternative5 > alternative1 > alternative2 > alternative3

**Key words:** Wastewater treatment plant, Optimizing, Aerated lagoons