

Study of Aerated Lagoons in Treating Industrial Effluent from Industrial Bou-ali Zone in Hamedan

Kazem Naddafi¹, Forough Vaezi¹
Mehdi Farzadkia², Ali Reza Kimiaei talab³

بررسی عملکرد لاگون‌های هوادهی در تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان

کاظم ندافی^۱، فروغ واعظی^۱
مهدی فرزادکیا^۲، علیرضا کیمیایی طلب^۳

(دریافت ۸۴/۱/۱۴ پذیرش ۸۴/۴/۳۰)

چکیده

Abstract

Aerated lagoon is a kind of the aerobic suspended growth process that can be used to treat domestic and industrial wastewater. Due to its considerable design flexibility, the aerated lagoon has gained wide applications in both developed and developing countries. This study aims to investigate the performance of aerated lagoons in the wastewater treatment plant in Bou-Ali industrial zone in Hamedan over a period of seven months from May to November 2004. Quality indexes such as pH, TSS, BOD₅, COD, total coliform and fecal coliform, Cu, Pb, Zn, total Cr in plant influent and effluent were determined. The average values of pH, TSS, BOD₅, COD, total coliform and fecal coliform, Cu, Pb, Zn, total Cr in plant effluent were measured to be 7.46, 84mg/l, 76mg/l, 176mg/l, 1.98×10^4 MPN/100ml, 3.31×10^3 MPN/100ml, 0.04mg/l, 0.13mg/l, 0.88mg/l, and 0.03mg/l, respectively. The removal efficiencies recorded for the contaminants studied were 73.56%, 91.58%, 89.95%, 99.968%, 99.713%, 62.24 %, 59.08%, 56.51%, 62.57%, respectively. Total and fecal coliform contents were greater than standard limits for irrigation recommended by Iranian Environmental Protection Organization while the rest were below the standard values. If the effluent from this plant should be reused for agriculture or landscape irrigation, reduction of microbial pollution to standard limits recommended by Iranian EPO or to guidelines set by WHO must be considered.

Key words: Aerated Lagoons, Industrial Wastewater Treatment, Plant Effluent Reuse.

لاگونهای هوادهی نوعی از سیستمهای هوازی رشد معلق در تصفیه فاضلاب هستند که می‌توانند برای تصفیه فاضلابهای شهری و صنعتی مورد استفاده قرار گیرند. لاگونهای هوادهی به دلیل قابلیت انعطاف قابل ملاحظه‌ای که در طراحی دارند، کاربرد وسیعی در تصفیه فاضلابهای شهری و صنعتی هم در کشورهای در حال توسعه و هم در کشورهای توسعه یافته پیدا کرده‌اند. لاگونهای هوادهی در تصفیه فاضلابهای صنعتی، نظیر فاضلاب کارخانه‌های کاغذ، خمیر کاغذ، صنایع غذایی، پتروشیمی و سایر صنایع به کار می‌روند. در این تحقیق عملکرد لاگونهای هوادهی در تصفیه فاضلابهای شهرک صنعتی بوعلی همدان، به مدت هفت ماه از خرداد ماه تا آذر ۱۳۸۳، مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق شاخصهای کیفی pH، BOD₅، TSS، COD، کلیرمها، کلیرمهای مدفوعی، مس، سرب، روی و کروم کل در فاضلاب ورودی و خروجی مورد ارزیابی قرار گرفت. مقادیر میانگین در پساب خروجی به ترتیب pH برابر ۷/۴۶، TSS برابر ۸۴mg/L، BOD₅ برابر ۷۶mg/L، COD برابر ۱۷۶mg/L، میانگین هندسی کلیرمها برابر ۱۰۰۰۰ MPN/۱۰۰mL، میانگین هندسی کلیرمهای مدفوعی برابر با ۳۳۱۰۰ MPN/۱۰۰mL، مس برابر ۰/۰۴mg/L، سرب برابر ۰/۱۳mg/L، روی برابر ۰/۰۸mg/L و کروم برابر ۰/۰۳mg/L می‌باشد. مقدار راندمان حذف آلاینده‌ها به ترتیب: TSS=۷۳/۵۶٪، BOD₅=۹۱/۵۸٪، COD=۸۹/۹۵٪، کلیرمها=۹۹/۷۱۳٪، کلیرمهای مدفوعی، مس، ۶۲/۲۴٪، سرب ۵۹/۰۸٪، روی ۵۶/۵۱٪ و کروم ۶۲/۵۷٪ می‌باشد. در صورت استفاده مجدد از پساب برای آبیاری فضای سبز و کشاورزی باید کاهش آلودگی میکروبی در حد استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و یا رهنمود سازمان بهداشت جهانی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: لاگونهای هوادهی، تصفیه فاضلابهای صنعتی، استفاده مجدد از پساب.

- 1- Associate Professors, Department of Public Health, Tehran University of Medical Sciences
- 2- Assistant Professor, Department of Public Health, Hamedan University of Medical Sciences
- 3- Graduate Student, Department of Public Health, Tehran University of Medical Sciences

- ۱- دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران
- ۲- استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران

۱- لاگون هوازی که اکسیژن محلول و جامدات معلق درون حوضچه بطور یکنواخت توزیع شده است (CMAL)^۱.
 ۲- لاگون هوازی- بی هوازی یا هوازی- اختیاری که اکسیژن در لایه بالایی سیال حوضچه تأمین شده اما فقط بخشی از جامدات معلق در حالت معلق قرار دارد و بخشی از مواد ته‌نشین می‌شود (PMAL)^۲. این فرآیند از نظر استفاده از زمین، ماشین‌آلات و تجهیزات، اجرا و بهره‌برداری، شوک‌پذیری در حقیقت بین واحدهای ساده مثل برکه‌های اختیاری و واحدهای کارآمد و فشرده‌تر مانند لجن فعال که از برگشت لجن استفاده می‌کنند، قرار می‌گیرد و با توجه به قابلیت انعطاف در طراحی، کاربرد مفیدی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته پیدا کرده و به طور وسیعی در تصفیه فاضلابهای صنعتی آلی که قابل تجزیه بیولوژیک هستند به کار می‌رود. استفاده روزافزون از لاگون‌های هوادهی برای تصفیه فاضلاب کارخانه‌های کاغذ، صنایع غذایی، پتروشیمی و سایر صنایع گزارش شده است. این سیستم تصفیه فاضلاب به طور وسیعی در ایالات جنوبی و جنوب غربی آمریکا استفاده می‌شود [۱، ۲، ۳، ۴ و ۵]. جهت تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی، سیستم تصفیه فاضلاب به روش لاگونهای هوادهی از نوع اختلاط کامل انتخاب شده است و هدف از این تحقیق بررسی کارایی این سیستم در تصفیه فاضلابهای صنعتی این شهرک می‌باشد.

شهرک صنعتی بوعلی همدان واقع در ۱۲ کیلومتری شمال شرقی شهر همدان در زمینی به مساحت ۱۴۵ هکتار احداث شده و از مساحت کل شهرک، ۸۳ هکتار برای کاربری صنعتی اختصاص یافته است. صنایع موجود در شهرک به هفت بخش غذایی، نساجی، فلزی، برق و الکترونیک، کانی، سلولوزی و شیمیایی تقسیم‌بندی شده است و براساس آخرین آمار شرکت شهرکهای صنعتی استان همدان، تاکنون از طرف این شرکت برای ۲۶۵ واحد صنعتی، قرارداد صادر شده است [۶]. در حال حاضر به طور متوسط $600 \text{ m}^3/\text{d}$ فاضلاب وارد تصفیه‌خانه می‌شود که از این میان صنایع غذایی و شیمیایی بیشترین مقدار فاضلاب را از نظر بار آلی و بار هیدرولیکی به خود اختصاص داده اند. ظرفیت تصفیه‌خانه برای فاز اول، $800 \text{ m}^3/\text{d}$ می‌باشد که

بیش از دو دهه است که ایجاد شهرکهای صنعتی با هدف تشویق بخش صنعت و با توجه به سیاستهای توزیع جمعیت و به منظور استفاده بهینه از منابع طبیعی و تولید محلی، جلوگیری از تمرکز ناموزون صنایع و تراکم صنعتی در محدوده شهرها و همگام نمودن توسعه صنعتی با مسئله حفظ محیط زیست مورد توجه مسئولین قرار گرفته است. خارج شدن صنایع آلوده کننده از شهرها و متمرکز شدن آنها در یک محل امکان کنترل بهتر آلودگی صنایع آلاینده را فراهم می‌سازد.

فاضلابهای صنعتی از جمله مهمترین آلودگی‌های شهرکهای صنعتی می‌باشند که می‌توان به صورت متمرکز برای تصفیه آنها اقدام نمود. انواع مختلفی از آلاینده‌ها در فاضلابهای صنعتی یافت می‌شود که می‌توان آنها را به عوامل بیماریزا، مواد مغذی، ترکیبات شیمیایی آلی مصنوعی، ترکیبات شیمیایی غیر آلی، مواد رادیو اکتیو، مواد معلق و حرارت تقسیم بندی نمود. تغییرات گسترده بارهای آلی و هیدرولیکی در فاضلابهای صنعتی نسبت به فاضلابهای شهری دقت خاصی را در انتخاب روش تصفیه می‌طلبد و تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی باید توانایی تطبیق با گستره‌ای از تغییرات دبی و بار آلودگی به مراتب بیشتری از تصفیه خانه‌های شهری را داشته باشند. روشهای متعددی در تصفیه فاضلابهای صنعتی کاربرد دارد که انتخاب روشهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی با توجه به شرایط محل و بعد از بررسی از نظر ملاکهای انتخاب فرآیند، انتخاب می‌شوند [۱].

روشهای بیولوژیکی تصفیه فاضلابهای صنعتی شامل فرآیندهای هوازی، بی هوازی، آنوکسیک، ادغام فرآیندهای هوازی-بی هوازی-آنوکسیک و سیستم برکه‌ای می‌باشد که فرآیندهای هوازی، بی هوازی و آنوکسیک به سیستم رشد معلق، رشد چسبیده و ادغام رشد معلق و رشد چسبیده تقسیم‌بندی می‌شوند. لاگونهای هوادهی نوعی از سیستم هوازی رشد معلق می‌باشند که در آنها با استفاده از هوادهی مصنوعی در یک حوضچه و فراهم نمودن شرایط رشد و تکثیر میکروارگانیسمها تبدیل مواد زائد صورت می‌گیرد. دو نوع لاگون هوادهی وجود دارد:

¹ Completely Mixed Aerated Lagoon

² Partial Mixed Aerated Lagoon

حذف آلاینده‌های مورد سنجش توسط سیستم تصفیه مشخص گردید و سپس مقادیر به دست آمده از این تحقیق با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و سازمان بهداشت جهانی (حداکثر ۱۰۰۰ کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌متر) مقایسه شد [۸]. برای تجزیه تحلیل آماری نیز از آزمون T-test استفاده گردید.

۳- نتایج

نتایج به دست آمده از آزمایشهای انجام شده بر روی فاضلاب ورودی و خروجی در جداول ۱ و ۲ بیان شده است.

به کمک نتایج به دست آمده مندرج در جدول ۳ راندمان حذف آلاینده‌ها به ترتیب: $TSS_{500}/56\%$ ، $BOD_5/91/58\%$ ، $COD/89/95\%$ ، کل کلیفرم‌ها $99/968/$ ، کلیفرم‌های مدفوعی $99/713/$ ، مس $62/24/$ ، سرب $59/08/$ ، روی $56/51/$ و کروم $62/57/$ برآورد گردید. با توجه به نتایج به دست آمده و مقایسه مقدار آلاینده‌های سنجش شده با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران مندرج در جدول ۴، پساب خروجی این تصفیه‌خانه قابلیت استفاده در کشاورزی را دارد. بررسیهای آماری نیز نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین TSS ، BOD_5 ، COD و فلزات سنگین اندازه‌گیری شده و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای دفع پساب برای آبیاری کشاورزی مشاهده نمی‌شود ($P < 0/05$). همچنین مقایسه بین مقدار میانگین هندسی کلیفرم‌های مدفوعی و کل کلیفرم‌ها با مقادیر پیشنهادی از طرف سازمان بهداشت جهانی برای آبیاری کشاورزی (حداکثر ۱۰۰۰ کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران، جهت دفع پساب برای آبیاری کشاورزی اختلاف معنی‌داری به چشم می‌خورد ($P > 0/001$).

تا انتهای طرح، سه فاز مشابه دیگر، به فاز اول اضافه خواهد شد. فرآیند تصفیه شامل دو لاگون هوادهی از نوع اختلاط کامل به صورت سری و به دنبال آنها لاگون ته نشینی می‌باشد. فاضلاب پس از عبور از آشغالگیر وارد لاگون هوادهی اول شده و پس از گذشت زمان ماند سه روز، فاضلاب وارد لاگون هوادهی دوم می‌شود و پس از گذشت زمان ماند دو روز فاضلاب وارد لاگون ته‌نشینی شده و بعد از زمان ماند دو روز کلر زنی شده و سپس به مصرف کشاورزی می‌رسد.

در شکل شماره ۱ شماتیک تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان نشان داده شده است.

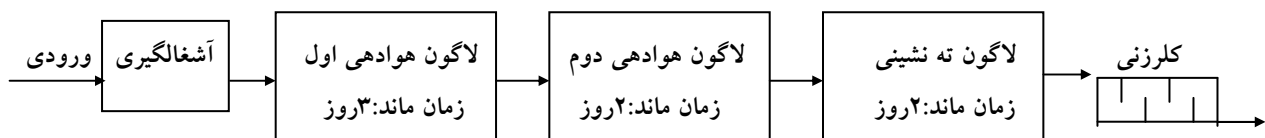
۲- روش تحقیق

این بررسی بر روی فاضلاب ورودی و پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی شهرک صنعتی بوعلی همدان و به مدت هفت ماه از خرداد ماه تا آذر ۱۳۸۳ انجام گرفته است. برای ارزیابی عملکرد راندمان این تصفیه‌خانه، پس از بررسی‌های لازم در محل، مقادیر COD ، BOD_5 ، pH ، TSS به صورت هفتگی، کلیفرم‌های مدفوعی و کل کلیفرم‌ها دو بار در ماه و فلزات سنگین (مس، کروم، سرب، روی) یک بار در ماه آزمایش گردید. نمونه‌ها به صورت همزمان از کانال ورودی و خروجی تصفیه‌خانه جمع‌آوری شده و آزمایش‌ها نیز در آزمایشگاه تصفیه‌خانه طبق روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب، آزمایش گردید. برای آزمایش فلزات سنگین، نمونه‌ها در شرایط استاندارد حفظ نمونه، به آزمایشگاه گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران منتقل گردید و طبق روشهای استاندارد، مقدار فلزات سنگین تعیین شد [۷]. پس از تعیین پارامترهای مورد نظر، راندمان

جدول ۱- نتایج آنالیز فاضلاب ورودی به تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان

پارامتر	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	میانگین	انحراف معیار
pH	۶/۷۸	۷/۱۲	۶/۸۸	۶/۹۷	۷/۱۱	۶/۹۲	۶/۹۶	۶/۹۸	۰/۰۹
TSS (mg/L)	۲۷۰	۲۸۴	۲۷۶	۲۹۶	۳۷۱	۳۷۴	۳۷۸	۳۲۱	۴۶/۸
BOD ₅ (mg/L)	۸۵۰	۸۰۵	۱۳۵۰	۷۹۵	۱۱۲۴	۹۷۰	۸۵۰	۹۸۴	۱۹۰/۶
COD (mg/L)	۱۷۴۰	۱۶۵۰	۲۲۴۰	۱۷۲۵	۱۷۵۲	۱۸۱۷	۱۵۳۸	۱۷۸۰	۲۹/۲
Cu (mg/L)	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۶
Pb (mg/L)	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۱
Zn (mg/L)	۱/۳۲	۱/۹۶	۳/۹۶	۲/۶۷	۱/۸۷	۱/۶۵	۰/۹۷	۲/۰۶	۰/۹۲
Cr (mg/L)	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۳
*TC(No/ 100mL)	۹/۱۲×۱۰ ^۷	۹/۱۱×۱۰ ^۸	۶/۲۱×۱۰ ^۸	۴/۵۱×۱۰ ^۸	۷/۳۱×۱۰ ^۷	۸/۶۲×۱۰ ^۷	۵/۴۳×۱۰ ^۶	۱/۳۴×۱۰ ^۸	-
*FC(No/ 100mL)	۱/۲×۱۰ ^۰	۳/۳۳×۱۰ ^۶	۲/۵۴×۱۰ ^۷	۱/۲۱×۱۰ ^۷	۳/۵۵×۱۰ ^۶	۱/۲۳×۱۰ ^۰	۲/۸۵×۱۰ ^۰	۱/۴۷×۱۰ ^۶	-

* به صورت میانگین هندسی. (کل کلیفرم‌ها = TC و کلیفرم مدفوعی = FC)



شکل ۱- شماتیک تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان

جدول ۲- نتایج آنالیز پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان

پارامتر	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	میانگین	انحراف معیار
pH	۷/۲۲	۷/۵۴	۷/۴۵	۷/۶۴	۷/۳۴	۷/۴۵	۷/۵۶	۷/۴۶	۰/۱۳
TSS (mg/L)	۷۸	۸۹	۷۱	۶۷	۸۴	۱۱۲	۷۷	۸۴	۱۴/۶
BOD ₅ (mg/L)	۷۵	۷۲	۶۷	۶۲	۸۴	۹۱	۸۲	۷۶	۹/۴
COD (mg/L)	۱۶۳	۱۶۸	۱۵۷	۱۶۲	۱۹۸	۲۰۶	۱۸۱	۱۷۶	۱۷/۷۱
Cu (mg/L)	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲
Pb (mg/L)	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۳
Zn (mg/L)	۰/۵۵	۰/۷۶	۱/۴۲	۱/۳۳	۰/۸۷	۰/۸	۰/۴۲	۰/۸۸	۰/۳۴
Cr (mg/L)	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱
*TC(No/100mL)	۳/۳۸×۱۰ ^۳	۴/۵×۱۰ ^۴	۱/۸۶×۱۰ ^۴	۳/۰۵×۱۰ ^۴	۱/۹×۱۰ ^۴	۹/۵۴×۱۰ ^۴	۵/۸۳×۱۰ ^۳	۱/۹۸×۱۰ ^۴	—
*FC(No/100mL)	۱/۲۱×۱۰ ^۳	۲/۰۳×۱۰ ^۳	۲/۲۸×۱۰ ^۳	۲/۰۹×۱۰ ^۳	۹۸۳	۶۸۴	۸۹۷	۱/۳۱×۱۰ ^۳	—

* به صورت میانگین هندسی (کل کلیفرمها = TC و کلیفرم مدفوعی = FC)

جدول ۳- درصد راندمان حذف آلاینده‌های سنجش شده در تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان

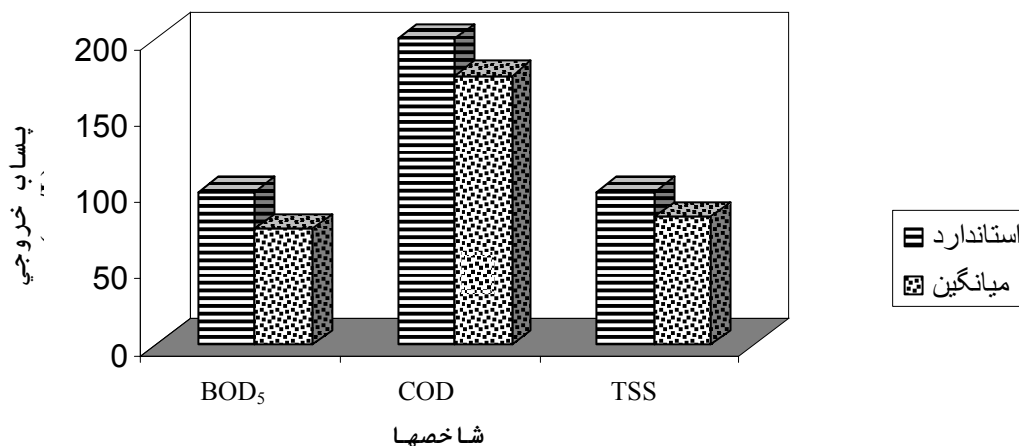
پارامتر	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	میانگین	انحراف معیار
TSS	۷۱/۱۱	۶۸/۶۶	۷۴/۲۸	۷۷/۰۵	۷۴/۱۲	۷۰/۰۵	۷۹/۶۳	۷۳/۵۶	۳/۶۳
BOD ₅	۹۱/۱۸	۹۱/۰۶	۹۵/۰۴	۹۲/۲	۹۲/۵۳	۹۰/۶۲	۹۰/۳۵	۹۱/۵۸	۱/۴۹
COD	۹۰/۶۳	۸۹/۸۲	۹۲/۹۹	۹۰/۶۱	۸۸/۷	۸۸/۶۶	۸۸/۲۳	۸۹/۹۵	۱/۵۳
Cu	۶۲/۵	۶۶/۶۷	۷۲/۷۳	۶۶/۶۷	۶۰	۵۰	۵۷/۱۴	۶۲/۲۴	۶/۸۷
Pb	۶۰/۴۷	۶۴/۲۹	۶۶/۶۷	۶۰/۶۱	۵۵/۵۶	۵۲/۳۸	۵۳/۵۷	۵۹/۰۸	۵/۰۲
Zn	۵۸/۳۳	۶۱/۲۲	۶۴/۱۴	۵۰/۱۹	۵۳/۴۸	۵۱/۵۲	۵۶/۷	۵۶/۵۱	۴/۷۵
Cr	۶۲/۵	۶۴/۲۹	۷۱/۴۳	۶۶/۶۷	۵۷/۱۴	۵۵/۵۶	۶۰/۳۸	۶۲/۵۷	۵/۰۹
*TC	۹۹/۹۹۶	۹۹/۹۹۵	۹۹/۹۹۷	۹۹/۹۹۳	۹۹/۹۷۴	۹۹/۹۳۲	۹۹/۸۹۲	۹۹/۹۶۸	۰/۰۴
*FC	۹۸/۹۹۱	۹۹/۹۹۳	۹۹/۹۹۱	۹۹/۹۸۲	۹۹/۹۷۲	۹۹/۴۴۳	۹۹/۶۸۵	۹۹/۷۱۳	۰/۳۶

* کل کلیفرمها = TC و کلیفرم مدفوعی = FC

آلاینده	تخلیه به آبهای سطحی	تخلیه به چاه جذب	مصارف کشاورزی و آبیاری
BOD ₅ (mg/L)	۳۰	۳۰	۱۰۰
COD(mg/L)	۶۰	۶۰	۲۰۰
TSS(mg/L)	۴۰	—	۱۰۰
Cu(mg/L)	۱	۱	۰/۲
Pb(mg/L)	۱	۱	۱

۲	۲	۲	Zn(mg/L)
۱	۱	۰/۵	Cr ^{+۶} (mg/L)
۲	۲	۲	Cr ^{+۳} (mg/L)
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	TC (تعداد/100ml)
۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	FC (تعداد/100ml)

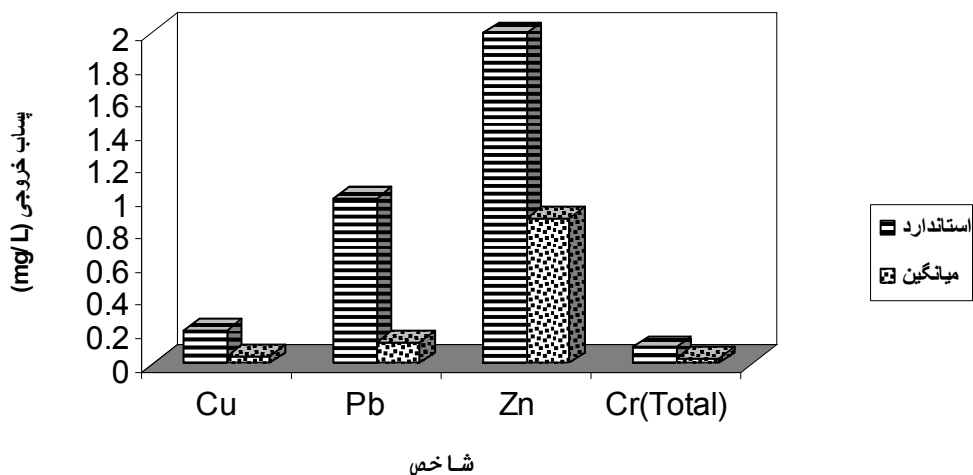
جدول ۴- استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای دفع فاضلابها و استفاده مجدد از پساب [۱۱]



شکل ۲- مقایسه غلظت آلاینده‌ها در پساب خروجی با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای مصارف کشاورزی
 استاندارد : استاندارد استفاده مجدد از پساب سازمان حفاظت محیط زیست ایران
 میانگین : متوسط مقدار آلاینده‌ها در پساب خروجی

مقادیر با نتایج به دست آمده نشان دهنده راندمان نسبتاً خوب لاگونهای هوادهی در حذف سه پارامتر ذکر شده در تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی شهرک صنعتی بوعلی همدان می‌باشد. با توجه به رشد جلبک در فصل بهار و تابستان در لاگون ته‌نشینی میزان کاهش TSS بمانند برکه‌های تثبیت فاضلاب به دلیل حضور جلبک‌ها در پساب خروجی مقادیری کمتر از BOD₅ امکان‌پذیر می‌باشد [۱۰]. در مطالعات طراحی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی پساب خروجی از تصفیه‌خانه برای استفاده در آبیاری کشاورزی پیش‌بینی شده با توجه به اینکه پساب بعد از فصل

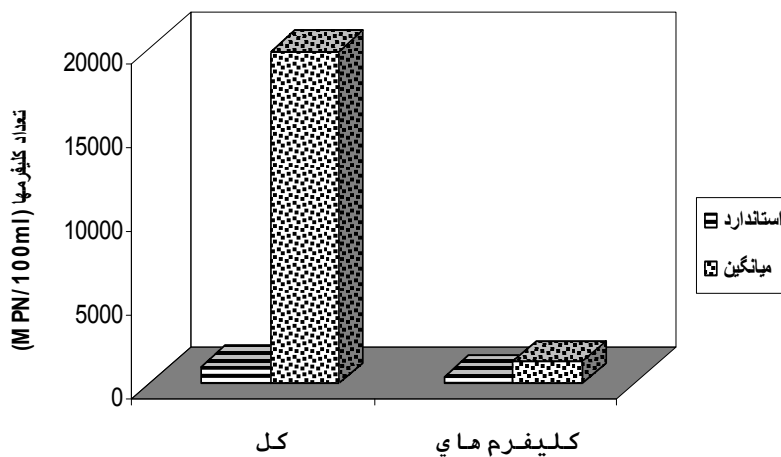
۴- بحث و نتیجه‌گیری
 وضعیت عملکرد لاگونهای هوادهی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی
 با توجه به نتایج آنالیزهای فاضلاب ورودی و پساب خروجی مندرج در جداول ۱ و ۲، متوسط راندمان حذف آلاینده‌های سنجش شده در جدول ۳ بیان شده است. نتایج به دست آمده نشان دهنده راندمان حذف TSS برابر با ۷۳/۵۶٪، BOD₅ برابر با ۹۱/۵۸٪ و COD برابر با ۸۹/۹۵٪ است. نتایج به دست آمده از تلفیق سیستم لاگون هوادهی و سیستم برکه تثبیت که برای تصفیه فاضلاب شهری استفاده شده، نشان دهنده راندمان حذف BOD₅، TSS و COD به ترتیب برابر ۹۲٪، ۹۵٪ و ۹۳٪ می‌باشد [۹]. مقایسه این



شکل ۳- مقایسه غلظت فلزات سنگین در پساب خروجی با مقادیر سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای مصارف کشاورزی

استاندارد : استاندارد استفاده مجدد از پساب سازمان حفاظت محیط زیست ایران

میانگین : متوسط مقدار فلزات سنگین در پساب خروجی



شکل ۴- مقایسه تعداد باکتریهای سنجش شده با استانداردهای سازمان محیط زیست ایران برای مصارف کشاورزی

استاندارد : استاندارد استفاده مجدد از پساب سازمان حفاظت محیط زیست ایران

میانگین : متوسط هندسی باکتریهای کلیفرم در پساب خروجی

می باشد و پساب قابلیت تخلیه جهت مصارف کشاورزی را دارد و اختلاف معناداری بین استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت دفع پساب برای آبیاری کشاورزی و نتایج به دست آمده از این تحقیق مشاهده نمی شود ($P < 0/05$). با توجه به جدول ۴ و شکل ۴ در مورد کلیفرم های مدفوعی و کل کلیفرم ها با مقایسه مقادیر سنجش شده و استاندارد پساب جهت مصارف کشاورزی و آبیاری و همانطور که در نمودار شکل ۴ نیز مشخص

آبیاری وارد رودخانه فصلی می شود لذا برای مقایسه گزینه های ذیل انتخاب شده است:

الف- قابلیت دفع پساب جهت مصارف آبیاری و کشاورزی با مقایسه اعداد به دست آمده با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت مصارف کشاورزی مندرج در جدول ۴ و همینطور نمودارهای موجود در شکل های ۲ و ۳، موارد سنجش شده کمتر از حد استاندارد

می باشد. مقادیر سنجش شده بیشتر از استاندارد می باشد. اختلاف معناداری نیز بین مقادیر سنجش شده و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران مشاهده می شود ($P > 0/001$). بنابر این از لحاظ استانداردهای میکربی برای آبیاری کشاورزی و فضای سبز قابلیت تخلیه جهت مصارف کشاورزی را ندارد، که با توجه به عدم نتیجه گیری از روش کلر زنی در رسیدن به استانداردهای میکربی می توان با استفاده از روشهای جایگزین کلرزنی، استانداردهای میکربی را نیز برآورده نمود.

ب- قابلیت دفع پساب جهت تخلیه به آبهای سطحی

با مقایسه اعداد به دست آمده با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت دفع پساب به آبهای سطحی، پساب این تصفیه خانه قابلیت تخلیه به آبهای سطحی را ندارد. زیرا فقط در مورد فلزات سنگین سنجش شده بر اساس آزمون آماری اختلاف معناداری بین مقادیر سنجش شده و استاندارد تخلیه پساب به آبهای سطحی وجود ندارد ($P < 0/05$) و در مورد BOD_5 ، COD و TSS ($P > 0/05$) و کلیفرم های مدفوعی ($P > 0/001$) است.

با توجه به بررسیهای انجام شده مهمترین مشکلاتی که باعث ایجاد اختلال در فرآیند تصفیه فاضلاب در شهرک صنعتی بوعلی می شود را می توان بصورت زیر بیان نمود:

- عدم رعایت حدود مجاز تخلیه پساب شهرک

در صنایع اصلی و تولید کننده اکثر فاضلاب ورودی به تصفیه خانه. (mg/L ، $BOD_5 = 1000$ ، mg/L ، $COD = 2000$ ، $TSS = 300$ ، $pH = 6/5 - 8/5$) [۱۲].

- تحت تأثیر قرار گرفتن فرآیند، در ماههای سرد سال به خصوص در همدان که دمای هوا تا ۲۵ درجه زیر صفر نیز می رسد.

با توجه به موارد ذکر شده پیشنهاد های ذیل جهت حصول نتیجه بهتر ارائه می شود:

بازدید و نظارت مستمر بر واحدهای صنعتی مستقر در شهرک، ایجاد پیش تصفیه برای صنایع با بار آلودگی بالا، تدوین برنامه راهبری تصفیه خانه، ساخت فیلتر شنی در خروجی تصفیه خانه برای کاهش مواد معلق خروجی و استفاده از سایر روشهای گندزدایی بجای سیستم کلر زنی.

۵- مراجع

- ۱- دفتر محیط زیست شرکت شهرکهای صنعتی ایران. (۱۳۷۸). "گزارش مطالعات فاز اول طرح تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان". شرکت شهرکهای صنعتی ایران، ۴۸-۴۵، ۶۹-۶۸.
- ۲- ترکیان، ا.، مردان، س. (۱۳۷۹). "واحدهای عملیاتی و فرایندی در مهندسی محیط زیست". جلد دوم، انتشارات شرکت شهرکهای صنعتی تهران، ۶۵۸-۶۴۵.
- ۳- ترکیان، ا.، عظیمی قالیباف، ا. (۱۳۸۰). "تصفیه فاضلابهای صنعتی". جلد دوم، انتشارات شرکت شهرکهای صنعتی تهران، ۴۰۰-۳۹۸.
- ۴- واعظی، ف. (۱۳۷۶). "انتخاب روش مناسب تصفیه و دفع فاضلابهای صنعتی". نشریه شماره ۲۱۵۷، انتشارات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۷-۱۶.
- 5 -Gaetano.J.C.(2000)."Industrial wastewater treatment process engineering." *Technomic Publishing Co.*,2, 81-85.
- ۶- شرکت شهرکهای صنعتی همدان. (۱۳۸۳). "آمار واحدهای مستقر در شهرک صنعتی بوعلی". شرکت شهرکهای صنعتی همدان، ۱.
- 7 -APHA, WPCF, AWWA.(1995). " Standard methods for the examination of water and wastewater." *APHA NW*, 19th ed. 2-562-574-65,4-70, 5-1, 5-10, 9-45, 9-53.
- 8 -WHO.(1989). "Health guideline for use of wastewater in agriculture and aquaculture." *WHO Tech. Rep. Ser.*, 778, 38-40.
- 9 - Sharkawi, F. El., El Sebaie, O., Hossam, A., and Abdel Kerim, G.(1995). "Evaluation of Daqahla wastewater treatment plant, aerated lagoon and ponds system." *J. Water Science and Technology*, 32 (11) , 111-119.
- ۱۰- فرزادکیا، م. (۱۳۸۳). "بررسی کارایی برکه های تثبیت در تصفیه فاضلاب شهر کرمانشاه". م. آب و فاضلاب، ۵۱، ۱۵-۱۰.
- ۱۱- قانعیان، م.ت.، مصداقی نیا، ع.، و احرامپوش، م.ح. (۱۳۸۰). "مبانی استفاده مجدد از فاضلاب، کلیات، روشها، استانداردها، مخاطرات بهداشتی". انتشارات طب گستر، ۴۵-۲۰، ۴۷-۲۱.
- ۱۲- شرکت شهرکهای صنعتی ایران. (۱۳۷۹). "مجموعه قوانین و مقررات شرکت شهرکهای صنعتی ایران". انتشارات شرکت شهرکهای صنعتی ایران، ۱۲۲-۱۲۱.