

ارزیابی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب شهرستان قروه و بررسی امکان استفاده از پساب حاصل از آن برای کشاورزی

آزیتا فرهمند، معصومه حیدری و مهدی ریاحی خرم

دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۵۸-۶۸

Vol. 6(1), Spring 2020, 58 – 68

DOI: 10.22034/jewe.2020.223427.1353

Performance Evaluation of Qorveh Wastewater
Treatment Plant and Survey the Possibility Usage
of Effluent for Agriculture
Farahmand A., Heidari M. and Riyahi Khoram M.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

فرهمند آ.، حیدری م. و ریاحی فر م. (۱۳۹۹). ارزیابی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب شهرستان قروه و بررسی امکان استفاده از پساب حاصل از آن برای کشاورزی و آبیاری. محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۱، صفحات: ۵۸-۶۸.

Citing this paper: Farahmand A., Heidari M. and Riyahi Khoram M. (2020). Performance evaluation of Qorveh wastewater treatment plant and survey the possibility usage of effluent for agriculture. Environ. Water Eng., 6(1), 58-68. DOI: 10.22034/jewe.2020.223427.1353.

ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان قروه و بررسی امکان استفاده از پساب حاصل از آن برای کشاورزی

آزیتا فرهمنده^۱، معصومه حیدری^{۲*} و مهدی ریاحی خرم^۳

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران

^۲استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، ایران

^۳استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: heidarimas@yahoo.com

مقاله اصلی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۵

چکیده

تصفیه فاضلاب شهری و دفع مناسب آن یکی از ضروری‌ترین خدمات شهری است. روش برکه تثبیت برای تصفیه فاضلاب یکی از روش‌های ساده و کم‌هزینه با بهره‌برداری و نگهداری آسان است. برای ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان قروه به روش برکه تثبیت، از فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی در دو فصل زمستان و بهار ۵۴ نمونه برداشت و ۱۲ شاخص شامل: pH، TSS، TDS، COD، BOD، کلی‌فرم، کلی‌فرم مدفوعی، دما، فسفات، نیتрат، آمونیاک و کدورت طبق روش استاندارد اندازه‌گیری و بررسی شدند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه آن‌ها با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، از آزمون‌های آماری ANOVA و *t*-Test استفاده شد. نتایج نشان داد میانگین راندمان حذف BOD، COD، TSS، TDS، کلی‌فرم، کلی‌فرم مدفوعی، نیترات، فسفات و آمونیاک به ترتیب ۸۱/۵۶، ۸۲/۴۴، ۷۰/۸۱، ۹۹/۲۴، ۹۲/۲۳، ۷۹/۳۴، ۱۶/۵۱، ۹۶/۵۶٪ بود. همچنین نتایج آزمون ANOVA برای مقایسه راندمان حذف پارامترها در دو فصل مختلف نشان داد عملکرد تصفیه‌خانه تحت تأثیر تغییر فصل نبود. در مقایسه میزان پارامترها با مقادیر استاندارد تخلیه در آب‌های سطحی مشخص گردید که مقدار پارامترهای BOD، COD، TSS، TDS، FC و TC بیش‌تر از حد استاندارد بوده و نمی‌توان آن را در آب‌های سطحی رها نمود. با مقایسه مقدار پارامترها با استانداردهای استفاده از پساب در آبیاری و کشاورزی، اگرچه مقدار همه پارامترها به‌جز پارامترهای بیولوژیکی کم‌تر از حد مجاز است، اما با توجه به حساسیت و اهمیت سلامت محصولات کشاورزی استفاده از این پساب بدون گندزدایی و تصفیه تکمیلی امکان‌پذیر نیست.

واژه‌های کلیدی: استفاده مجدد؛ تصفیه؛ قروه؛ کیفیت پساب خروجی؛ فاضلاب شهری.

۱- مقدمه

برای تصفیه فاضلاب‌های شهرهای مختلف ساخته شده و شمار این واحدها در کشور رو به افزایش است (Baraee et al. 2013).

مطالعات متعددی در مورد ارزیابی کارایی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کشور و دنیا انجام شده است. Melidis et al. (2008) و Cirja et al. (2008) به این نتیجه رسیدند که بهترین و مهم‌ترین پارامترها برای ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب پارامترهای COD, BOD, TSS, pH و خروجی از تصفیه‌خانه است. در مطالعه‌ای که توسط Alipoor et al. (2015) در بررسی عملکرد سیستم برکه تثبیت تصفیه‌خانه فاضلاب اولنگ مشهد انجام شد، مشخص گردید که راندمان حذف پارامترهای COD, BOD₅ و TSS در سال ۹۱ به ترتیب ۸۰، ۸۲ و ۷۷٪ و در سال ۹۲ به ترتیب ۸۳، ۸۳ و ۷۸٪ بود. در نتیجه با توجه به مطابقت میزان پارامترهای مذکور در پساب خروجی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، پساب این تصفیه‌خانه قابلیت استفاده در امر کشاورزی را دارد. (Nourmoradi et al. 2014) در ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهر ایلام نشان دادند شدت آلودگی فاضلاب خام در حد متوسط بوده و راندمان حذف COD, BOD₅، ذرات معلق، نیتروژن کل، کل کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی به وسیله تصفیه‌خانه به ترتیب ۴۹/۸۰، ۸۲/۷۸، ۶/۸۲، ۵۹/۱۶، ۷۵/۲۳، ۸۵/۵۱٪ بود. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که تصفیه‌خانه فاضلاب ایلام کارایی لازم جهت تولید پساب مطابق با استانداردهای زیست‌محیطی را ندارد و نیاز است اقدامات اساسی در خصوص اصلاح و ارتقاء ظرفیت واحدهای تصفیه‌خانه انجام پذیرد. بر اساس مطالعه‌ای که توسط Kor et al. (2009) در مورد عملکرد و روش‌های بهینه‌سازی لاگون‌های هوادهی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر بندر گز انجام گرفت، نتایج به دست آمده نشان داد که راندمان سیستم موجود در حذف COD, BOD, TSS، کل کلیفرم‌ها و کلیفرم مدفوعی به ترتیب برابر ۷۶، ۷۶، ۷۹/۸ و ۹۹/۳ و ۹۹/۱۶٪ بوده و پساب خروجی از کیفیت بیوشیمیایی قابل‌پذیرش دفع یا کاربری استفاده مجدد برخوردار نبوده، ولی از نظر میکروبی کیفیت قابل‌قبول سازمان

تولید فاضلاب در حجم زیاد از نتایج اجتناب‌ناپذیر گسترش جوامع امروزی است. فاضلاب به دلیل دارا بودن مواد آلوده‌کننده مختلف قبل از ورود و تخلیه مستقیم به محیط‌زیست باید تصفیه شود، در غیر این صورت موجب آلودگی محیط‌زیست و سفره آب‌های زیرزمینی شده و سلامت افراد جامعه را به خطر می‌اندازد (Ensink et al. 2007). امروزه فاضلاب تصفیه‌شده در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به عنوان یک منبع بالقوه کمی آب (منبع غیرمتداول) محسوب شده که می‌تواند برای مصارف مختلف با توجه به کیفیت پساب و استانداردهای مربوط به نوع مصرف مورد استفاده قرار گیرد. از مهم‌ترین اهداف در نظر گرفته شده برای پساب هر شهر می‌توان طرح‌های جایگزینی پساب با آب کشاورزی، احیای دشت‌ها، تأمین آب فضای سبز شهری و ... را برشمرد (Tafazolli and Minooee 2010). روش‌های مختلفی برای تصفیه فاضلاب وجود دارد.

از بین این فناوری‌ها، سیستم برکه تثبیت بیشتر برای کشورهای در حال توسعه توصیه می‌گردد (AlHashimi and Hussain 2013). برکه‌های تثبیت فاضلاب در ساده‌ترین شکل خود حوضچه‌های عریض و کم‌عمقی هستند که در آن فاضلاب خام به وسیلهی روش‌های طبیعی و به ویژه در اثر واکنش جلبک‌ها و باکتری‌ها تصفیه می‌گردد (Fazeliyan Dehkordi, and Ghaneiiyan 2006). این سیستم به طور کلی متشکل از یک سری استخرهای بی‌هوازی، اختیاری و تکمیلی است که در آن آلاینده‌های مختلف طی فرآیندهای بیولوژیکی و شیمیایی از فاضلاب حذف می‌شوند (Almasi et al. 2013). برکه‌های تثبیت به دلیل سادگی عملکرد و راهبری و عدم نیاز به تجهیزات مکانیکی و الکتریکی در مقایسه با سایر سیستم‌های تصفیه فاضلاب از مقبولیت خاصی برخوردارند. از مزایای دیگر برکه‌های تثبیت می‌توان به بازده بسیار بالای آن‌ها در حذف زیست‌مندهای بیماری‌زا و شوک‌پذیری در مقابل مواد سمی و بارهای آلی و هیدرولیکی اشاره کرد. در حال حاضر تعداد زیادی از برکه‌های تثبیت فاضلاب در کشورهای نظیر هند، پاکستان، اردن و تایلند ساخته و به کار گرفته شده‌اند. در ایران نیز تعدادی از این واحدها

تصفیه‌خانه حدود d ۱۳ است. به‌طور کلی بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان قروه به شرح زیر است: ایستگاه پمپاژ ورودی، دانه‌گیری، پارشال فلوم، کنارگذر، استخر بی‌هوازی، استخر هوازی-بی‌هوازی، استخر تکمیلی، حوضچه کلرزنی و لاگون زلال‌ساز.

۲-۲- پارامترهای موردبررسی

به‌منظور ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان قروه در این پژوهش که از نوع توصیفی - مقطعی است، نمونه‌برداری از فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه و پساب خروجی انجام گردید. در این مطالعه از روش نمونه‌برداری مرکب استفاده شد. نمونه‌ها در دو فصل زمستان ۱۳۹۷ و بهار ۱۳۹۸ طی مدت ۶ ماه برداشت شدند. در هر ماه ۳ بار و در هر مرتبه ۳ نمونه و در مجموع ۵۴ نمونه مرکب در دو فصل برداشت شد. پس از نمونه‌گیری، نمونه‌ها سریعاً به آزمایشگاه اداره آب و فاضلاب شهرستان قروه منتقل و به‌وسیله لوازم آزمایشگاهی با روش‌های استاندارد مورد آنالیز قرار گرفتند. نمونه‌برداری، انتقال نمونه‌ها و آنالیز آن‌ها طبق روش‌های استاندارد صورت گرفت (Rice et al. 2012).

در این پژوهش ۱۲ شاخص کیفی تصفیه‌ی فاضلاب شامل: اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی (BOD)، اکسیژن موردنیاز شیمیایی (COD)، کل جامدات محلول (TDS)، کل ذرات جامد معلق (TSS)، pH، کل باکتری‌های کلی-فرم (TC)، باکتری‌های کلی‌فرم مدفوعی (FC)، دما، فسفات، نیتрат، آمونیاک و کدورت فاضلاب ورودی و پساب خروجی اندازه‌گیری و موردبررسی قرار گرفت. در نهایت جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش، از آزمون‌های آماری One Way ANOVA و One Sample T-Test و نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۲ و Excel استفاده شد.

۳- یافته‌ها و بحث

در تصفیه‌خانه شهرستان قروه مانند بسیاری از نقاط کشور فاضلاب ورودی پس از تصفیه برای مصارف کشاورزی مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. در نتیجه در این پژوهش قابلیت پساب خروجی برای کاربری موردنظر در قالب بخش‌های زیر موردسنجش و ارزیابی قرار گرفت.

حفاظت محیط‌زیست ایران را داشت. همچنین پژوهش مذکور نشان داد وضعیت پساب خروجی تصفیه‌خانه برعکس وضعیت‌های متعارف در زمستان غالباً مطلوب و در بقیه فصل‌ها نامطلوب است. در پژوهش دیگری که Muga et al. (2009) در بولیوی انجام دادند دریافتند که راندمان سیستم لاگون‌های تصفیه فاضلاب در حذف پارامترهای BOD، COD و TSS به‌ترتیب ۹۸-۷۸٪، ۷۰-۹۹٪ و ۷۴-۹۷٪ و عملکرد سیستم مذکور متناسب با میزان مورد انتظار بود.

در شهرستان قروه برای مدیریت فاضلاب شهری از تصفیه‌خانه به روش برکه تثبیت استفاده می‌گردد. از آنجایی که ۸۵٪ فاضلاب پس از تصفیه در این تصفیه‌خانه جهت مصارف کشاورزی هدایت می‌گردد؛ این پژوهش با توجه به اهمیت دفع بهداشتی فاضلاب و استفاده سالم و مطمئن از پساب حاصل برای مصارف کشاورزی به بررسی کارایی سیستم تصفیه‌خانه شهرستان قروه و بررسی امکان استفاده از پساب حاصل از آن جهت کشاورزی و آبیاری فضای سبز پرداخت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- ویژگی‌های تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان قروه

شهر قروه در طول جغرافیائی 47° و $48'$ شرقی و عرض جغرافیائی 35° و $10'$ شمالی در جنوب شرقی استان کردستان قرار گرفته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۹۰۰ m و میزان بارندگی متوسط سالانه آن ۴۸۰ mm می‌باشد. بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، جمعیت قروه بالغ بر ۷۸۲۷۶ نفر می‌باشد. شهر قروه مهم‌ترین شهر استان از لحاظ کشاورزی، صنعتی و معدنی است. تصفیه‌خانه فاضلاب شهر قروه به‌عنوان اولین تصفیه‌خانه فاضلاب احداث‌شده در استان کردستان در سال ۱۳۸۳ و در دو مرحله و با افق سال ۱۴۰۰ ساخته شده است. در مرحله اول ۸۰ هزار نفر و در مرحله دوم ۱۶۰ هزار نفر از جمعیت شهری را تحت پوشش قرار داد. دبی متوسط فاضلاب ورودی به این تصفیه‌خانه $800 \text{ m}^3/\text{d}$ است. این تصفیه‌خانه در منطقه شمالی و در ۴ km شهر قروه واقع شده است و فرآیند تصفیه در آن از نوع استخرهای تثبیت است. زمان ماند فاضلاب در این

۳-۱- اندازه‌گیری پارامترها در فاضلاب ورودی و مقدار پارامترهای اندازه‌گیری شده در فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- مقدار میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه قروه در دو فصل نمونه‌برداری

Table 1 Average of measured parameters in influent and effluent wastewater from Qorveh treatment plant in two sampling seasons

انحراف معیار	میانگین کل ماه‌ها	ماه‌های نمونه‌برداری						پارامترها
		خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	
13.93	215.83	210	205	200	230	235	215	BOD ورودی (mg/l)
9.61	40	32.5	40	30	57.5	40	40	BOD خروجی (mg/l)
62.44	472.58	411	457	393	500	539.5	535	COD ورودی (mg/l)
10.43	82.41	72	74	79	100.5	81.5	87.5	COD خروجی (mg/l)
0.06	7.94	7.92	7.99	7.85	7.91	7.94	8.04	pH ورودی (mg/l)
0.11	7.97	7.93	8.17	7.89	7.84	8.03	7.95	pH خروجی (mg/l)
128.8	359	468.5	483.5	457.5	214.5	206	321.5	TDS ورودی (mg/l)
104.6	283	291.5	441.5	363	183.5	177.5	237	TDS خروجی (mg/l)
68.13	308	294.5	301	293	306	333.5	319	TSS ورودی (mg/l)
3.28	89.6	85	84	103	92	91.5	82	TSS خروجی (mg/l)
5.34	30.08	23.5	28	33	27.5	29.5	39	دما ورودی (°C)
11.10	15.83	34	20.5	20	8.5	6.5	5.5	دما خروجی (°C)
302	809×10^9	750×10^9	506×10^9	460×10^9	960×10^9	126×10^{10}	920×10^9	TC ورودی (MPN/100ml)
150	127×10^4	69×10^4	43×10^4	41×10^4	91×10^4	43×10^5	88×10^4	TC خروجی (MPN/100ml)
209	324083	391000	279000	235500	342000	395000	302000	FC ورودی (MPN/100ml)
90	25167	28000	23500	22000	26000	27500	24000	FC خروجی (MPN/100ml)
3.26	78.83	78.5	77	85	79	78	75.5	کدورت ورودی (NTU)
10.53	48.83	28	51	58	51	52	53	کدورت خروجی (NTU)
2.51	10.41	7.5	8.5	11	9	12.5	14	فسفات ورودی (mg/l)
1.39	4.58	3	3.5	5.5	3.5	6	6	فسفات خروجی (mg/l)
1.36	10.25	12.5	11	10.5	9.5	9	9	نیتрат ورودی (mg/l)
0.58	2.5	2.5	3.6	2.4	2.5	2	2	نیترات خروجی (mg/l)
3.23	21.75	26	22.5	25	19.5	19	18.5	آمونیاک ورودی (mg/l)
0.06	0.82	0.83	0.79	0.83	0.93	0.81	0.73	آمونیاک خروجی (mg/l)

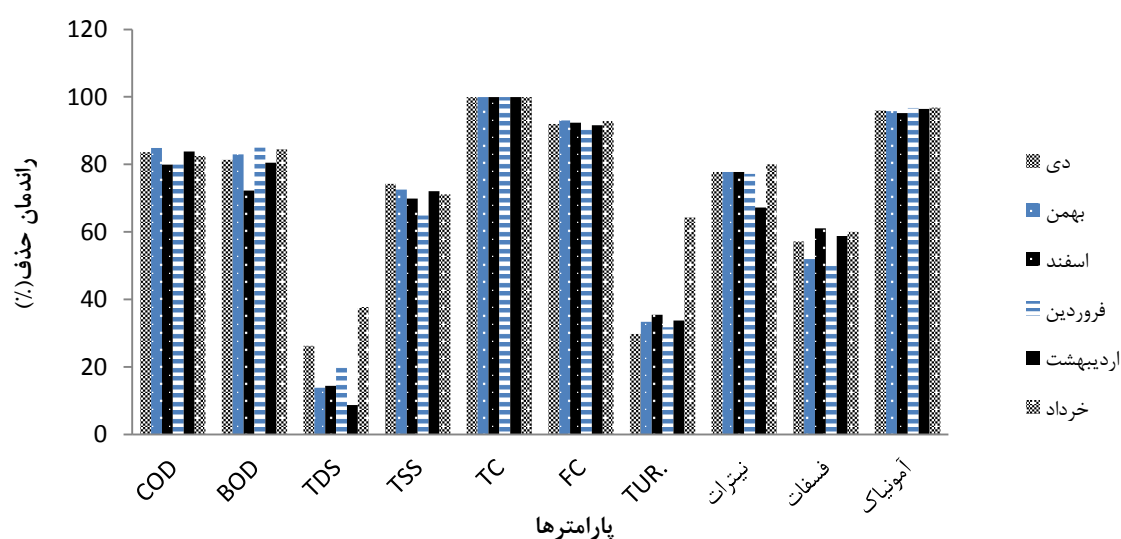
فاضلاب خام را مورد تصفیه بیولوژیکی قرار داد. در فاضلاب ورودی بیش‌ترین مقادیر سایر پارامترها شامل: TSS در بهمن ($33/5 \text{ mg/l}$)، TDS در اردیبهشت ($483/5 \text{ mg/l}$)، نیترات و آمونیاک در خردادماه به ترتیب با مقادیر $12/5 \text{ mg/l}$ و 26 mg/l ، فسفات در دی 14 mg/l و کدورت در فروردین 85 NTU مشاهده شد. بیش‌ترین میزان TC و FC در فاضلاب ورودی نیز همانند دو پارامتر BOD و COD در بهمن‌ماه و کم‌ترین مقدار آن‌ها در فروردین رخ داده است.

در پساب خروجی، هردو پارامتر BOD و COD در اسفندماه به‌ترتیب با 57 mg/l و $100/5 \text{ mg/l}$ بیش‌ترین مقدار را دارا می‌باشند. با توجه به روند تغییرات مشابه در مقدار این دو پارامتر در پساب

همان‌طور که جدول (۱) نشان می‌دهد در فاضلاب ورودی، بیش‌ترین مقدار BOD و COD مربوط به بهمن‌ماه و کم‌ترین مقدار مربوط به فروردین است. میزان BOD در فاضلاب ورودی در محدوده $235 - 200 \text{ mg/l}$ است و بنابراین می‌توان گفت فاضلاب شهرستان قروه جز فاضلاب‌های متوسط از نظر شدت آلودگی قرار دارد. یکی از ویژگی‌های مهم در تصفیه فاضلاب نسبت BOD/COD است که در فاضلاب خام شهری مقدار این نسبت $0/8 - 0/3$ است. اگر این نسبت $0/5$ یا بیش‌تر باشد می‌توان فاضلاب را به‌راحتی با فرایندهای بیولوژیکی تصفیه نمود (Alipoor et al. 2015). در مورد فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه قروه این نسبت برابر با $0/46$ بوده، در نتیجه احتمالاً نمی‌توان به‌راحتی و بدون پیش‌تصفیه

تصفیه فاضلاب است. البته با توجه به استفاده از پساب برکه‌ها در اغلب موارد برای آبیاری و کشاورزی حضور جلبک‌ها در پساب این برکه‌ها به عنوان یک نوع کود گیاهی مضر به نظر نمی‌رسد. بیش‌ترین میزان سایر پارامترها در پساب خروجی شامل آمونیاک در اسفندماه 0.93 mg/l ، فسفات در ماه‌های بهمن و دی 6 mg/l و نیترات نیز در اردیبهشت‌ماه 3.6 mg/l مشاهده شد. در شکل (۱) میانگین راندمان حذف پارامترهای مورد بررسی برحسب درصد نمایش داده شده است.

خروجی، برای تشخیص ارتباط بین آن‌ها از آزمون آماری همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که بین BOD خروجی و COD خروجی ارتباط معنادار مستقیم وجود دارد ($P=0.030$). بدین معنی که با افزایش مقدار BOD خروجی، مقدار COD خروجی نیز افزایش می‌یابد ($R^2=0.85$). TSS در پساب خروجی با مقدار 103 mg/l و کدورت با مقدار 58 NTU در فروردین‌ماه دارای بیش‌ترین مقدار هستند. اصولاً در برکه‌های تثبیت به دلیل حضور جلبک‌ها در پساب خروجی میزان TSS بیش‌تر از سایر سیستم‌های



شکل ۱- راندمان حذف (برحسب درصد) پارامترهای مورد بررسی به وسیله تصفیه‌خانه قروه

Fig.1 Removal efficiency (in percentage) of parameters studied by Qorveh wastewater treatment plant

۳-۲- آزمون One-way ANOVA

در جدول (۲) نتایج آزمون One-way ANOVA برای مقایسه راندمان حذف پارامترها در دو فصل مختلف و اینکه آیا عملکرد تصفیه‌خانه تحت تأثیر تغییر فصل است یا خیر، نمایش داده شده است.

نتایج آزمون آماری One-way ANOVA نشان داد که بین فصل بهار و زمستان در حذف پارامترهای مختلف (به جز آمونیاک $p=0.019$) تفاوت معناداری وجود ندارد ($p > 0.05$). به عبارت دیگر تغییر فصل بر روی کارایی و عملکرد تصفیه‌خانه قروه تأثیری نداشته است. در پژوهشی که (Mozaheb et al. 2009) در شهر یزد با عنوان تأثیر تغییرات بار آلی، pH، EC فاضلاب ورودی و شرایط آب و هوایی بر کارایی برکه‌های تثبیت انجام داد،

همان گونه که شکل (۱) نشان می‌دهد بیش‌ترین راندمان حذف به ترتیب مربوط به پارامترهای TC، آمونیاک، FC، COD، نیترات، TSS، فسفات، و TDS است. پژوهش‌ها نشان داده است برکه‌های تثبیت می‌توانند ۷۰ تا ۸۰٪ BOD نمونه‌های صاف نشده و ۹۱٪ نمونه‌های صاف شده را حذف کنند (Alipoor et al. 2015). در تصفیه‌خانه قروه نیز راندمان حذف BOD، ۸۱/۵۶٪ است که در محدوده ذکر شده قرار دارد. بیش‌ترین راندمان حذف BOD₅ در فروردین (۸۵٪)، COD و FC در بهمن به ترتیب ۸۴/۸۹ و ۹۳٪، TDS، کدورت، نیترات و آمونیاک در خرداد به ترتیب به میزان ۳۷/۷۸، ۴۴/۳۳، ۶۴/۳۳ و ۸۰ و ۹۶/۸ و TSS در دی‌ماه به میزان ۷۴/۲۹٪ رخ داده است.

به این نتیجه رسیدند که اصولاً تغییرات pH، EC و BOD و COD تأثیر چندانی ندارد که با نتایج پژوهش فاضلاب ورودی و تغییر فصل در طول سال بر حذف حاضر هم‌خوانی دارد.

جدول ۲- نتایج آزمون One-way ANOVA برای مقایسه راندمان حذف پارامترها در دو فصل مختلف

Table 2 One-way ANOVA test results to compare the removal efficiency of the parameters in two different seasons

نتایج آزمون	پارامترها						
	BOD	COD	TSS	TDS	Phosphate	Nitrate	Ammonia
Sig.	0.278	0.717	0.807	0.678	0.913	0.06	0.019
F	1.574	0.151	0.068	0.200	0.13	36.31	14.71

Hoseini et al. (2003) نیز در پژوهشی که در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرخوی انجام داد، نشان داد متوسط دمای فاضلاب و هوای محیط در تابستان به ترتیب ۵ و ۱۵ °C از متوسط دمای فاضلاب و هوای محیط در فصل پاییز بیش‌تر بود که این امر سبب کاهش کارایی سیستم در فصل سرما نسبت به فصل گرما به علت کندتر شدن سرعت فعالیت‌های بیولوژیکی شده است. در نتیجه در این پژوهش در مقایسه کارایی

سیستم در فصول مختلف نشان داده شد که میزان حذف مواد آلاینده فاضلاب در فصل تابستان بیش از سایر فصول می‌باشد؛ اما همان‌گونه که در جدول (۲) مشهود است در پژوهش حاضر تغییر فصل و دمای محیط اثر چندانی بر کارایی سیستم نداشته است. در جدول (۳) مقدار میانگین پارامترها در پساب خروجی با مقادیر استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران مقایسه شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین کل پارامترها در پساب خروجی تصفیه‌خانه قروه با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست
Table 3 Comparison of total mean parameters in the effluent of Qorveh treatment plant with Iranian organizations of environmental protection standards

پارامترها	استاندارد	استاندارد در پساب خروجی تصفیه‌خانه قروه	میانگین پارامترها	آزمون T برای مقایسه پارامترها با استاندارد مصارف کشاورزی و آبیاری	نتایج آزمون T برای مقایسه پارامترها با استاندارد مصارف کشاورزی و آبیاری
pH	6.5-8.5	6-8.5	7.97	p=0.029	P=0.031
BOD (mg/l)	30	100	40	P=0.049	p=0.000
COD (mg/l)	60	200	82.41	p=0.003	p=0.000
TDS (mg/l)	تبصره ۱	450	282.16	-	P=0.011
TSS (mg/l)	40	100	89.58	P=0.000	P=0.022
(MPN/100ml)	1000	1000	1270000	P=0.039	P=0.039
TC					
FC (MPN/100ml)	400	400	25166	p=0.000	p=0.000
کدورت (NTU)	50	50	48.83	P=0.797	P=0.797
دما (°C)	تبصره 2	-	15.83	-	-
فسفات (mg/l)	6	6	4.58	P=0.055	P=0.055
آمونیاک (mg/l)	5.2	5.2	0.82	p=0.000	p=0.000
نیتрат (mg/l)	50	50	2.16	p=0.000	p=0.000

لازم به ذکر است که تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص‌شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی، غلظت کلراید، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ m بیش از ده درصد افزایش ندهد. همچنین درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ °C در شعاع ۲۰۰ m محل ورود آن، درجه حرارت منبع پذیرنده را افزایش یا کاهش ندهد. در خصوص پارامتر pH همان‌طور که نتایج جدول (۳) نشان

تصفیه‌خانه شهرستان قروه صورت گرفت؛ تنها سه پارامتر BOD، COD و TSS آن‌هم بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از شرکت آب و فاضلاب شهرستان قروه در یک دوره ۸ ساله (از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد میانگین راندمان حذف سه پارامتر BOD، COD و TSS به‌ترتیب ۶۹/۴۴، ۶۷/۳۴ و ۵۸/۱۳٪ است. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد در مقایسه میزان پارامترها با مقادیر استاندارد تخلیه در آب‌های سطحی مقدار هر سه پارامتر بیش‌تر از حد استاندارد بوده و در مقایسه آن‌ها با استاندارد مصارف کشاورزی، مقدار BOD و COD در حد مطلوب بوده اما مقدار TSS بیش‌تر از استاندارد است. در نهایت می‌توان اذعان نمود اگرچه تعداد پارامترهای موردبررسی در این پژوهش محدود و فاقد هرگونه تجزیه‌وتحلیل آماری است اما به‌طور تقریبی با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. در پژوهشی که توسط Dehghani et al. (2012) در ارزیابی تصفیه‌خانه فاضلاب شیراز انجام شد میزان COD در پساب خروجی ۵۸ mg/l، میزان نیترات ۵ mg/l، میزان TSS ۱۰/۴ mg/l و میزان کدورت ۱۰ NTU گزارش شد که نشان می‌داد این تصفیه‌خانه نیز در تصفیه فاضلاب ورودی به‌ویژه در زلال سازی پساب خروجی عملکرد خوبی دارد. در تحقیق دیگری که در تصفیه‌خانه فاضلاب منطقه صنعتی هی تاودا نپال توسط (2008) Sushil and Shah انجام شد، میزان TSS به‌دست‌آمده در پساب خروجی ۵۹۵ mg/l، میزان TDS ۳۸۴ mg/l، میزان BOD ۲۵۲ mg/l و میزان COD ۲۲۱ mg/l گزارش شد که این مقادیر نشان از عملکرد نامناسب تصفیه‌خانه مورد مطالعه داشت. در تحقیقی که در تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی آبادان توسط et al. (2013) Baraee انجام شد، ضمن بررسی وضعیت عملکرد برکه‌های تثبیت شاخص‌های کیفی تصفیه فاضلاب مانند TSS، BOD₅، COD، pH، کل باکتری‌های کلی‌فرم، باکتری‌های کلی‌فرم مدفوعی موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد حداکثر بازده حذف آلاینده‌ها در تصفیه‌خانه فاضلاب مربوط به مردادماه است. در این ماه میانگین مقادیر COD، BOD₅ و TSS در پساب خروجی برکه‌های تثبیت به‌ترتیب ۸۰۵، ۴۴۰ و ۳۰ mg/l بود و کل باکتری‌های کلی‌فرم و باکتری‌های

می‌دهد میزان pH در کل دوره نمونه‌برداری در پساب خروجی با مقدار ۷/۹۷ در محدوده مجاز استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست هست. میزان دما نیز در پساب خروجی در کل دوره نمونه‌برداری ۱۵/۸۳ °C است. طبق تبصره قوانین استاندارد درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ °C در شعاع ۲۰۰ m محل ورود آن، درجه حرارت منبع پذیرنده را افزایش یا کاهش ندهد. در مورد زمین‌های کشاورزی روستای قصلان به‌عنوان پذیرنده پساب تصفیه‌خانه قروه باید اذعان کرد که با توجه به مسافت نسبتاً زیاد بین این محل و تصفیه‌خانه به نظر می‌رسد مشکل خاصی در مورد دما وجود ندارد.

نتایج آزمون آماری One sample T-test در جدول (۳) برای مقایسه میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده در پساب خروجی و استاندارد تعریف‌شده آن‌ها برای تخلیه به آب-های سطحی و مصرف کشاورزی و آبیاری نشان داد، مقدار میانگین پارامترهای BOD₅، COD، TSS، TC و FC به‌طور معناداری از حد استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی بیش‌تر است ($p < 0.05$). در ضمن نتایج آزمون فوق در مورد استفاده از پساب خروجی برای مصرف کشاورزی و آبیاری نشان داد که مقدار میانگین همه پارامترهای مورد مطالعه به‌جز TC و FC به‌طور معناداری از حد استاندارد تعیین‌شده در این رابطه کم‌تر می‌باشد ($p < 0.05$). در رابطه با بالا بودن کل کلی‌فرم و کلی‌فرم مدفوعی در پساب خروجی علیرغم راندمان حذف بالای این دو پارامتر به‌وسیله تصفیه‌خانه، باید گفت که واحد کلرزنی تصفیه‌خانه قروه بیش از ۹ سال است که غیرفعال است و عملاً گندزدایی پساب خروجی صورت نمی‌گیرد و در نتیجه مقدار این دو پارامتر بسیار بیش‌تر از استاندارد تعیین‌شده برای مصارف کشاورزی و آبیاری است. در بین پارامترهای موردبررسی در خصوص کدورت و فسفات اگر چه مقدار میانگین آن‌ها از مقدار استاندارد تخلیه به آب-های سطحی و کاربرد برای مصارف کشاورزی و آبیاری کم‌تر است، اما این اختلاف معنادار نبود ($p > 0.05$). بنا بر نتایج به‌دست‌آمده تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان قروه در کاهش برخی از آلاینده‌ها کارکرد نسبتاً مناسب و در خصوص برخی دیگر به‌ویژه پارامترهای بیولوژیکی ضعف مشهودی دارد. در مطالعه‌ای که توسط and Noorali Koosha (2014) در خصوص ارزیابی عملکرد

موردبررسی به‌اندازه ۳ تا ۵ °C افزایش خواهد یافت. طی مطالعه‌ی دیگری (Hesami and Asakereh (2018) با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و SDSM دمای بیشینه و کمینه ایستگاه اصفهان را شبیه‌سازی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که دمای بیشینه و کمینه در سه دوره‌ی ۲۰۱۶-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۹۹-۲۰۷۱ افزایش چشمگیری خواهند داشت. Zulkaranian and Arun (2012) با استفاده از مدل SDSM داده‌های بزرگ‌مقیاس مدل گردش عمومی جو HadCM3 را در حوضه رودخانه کارائو در مالزی، ریزمقیاس نمود و نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که متوسط بارندگی سالانه در دوره ۲۰۱۰-۲۰۹۹ افزایش می‌یابد.

۴- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به تطبیق خصوصیات فیزیکی - شیمیایی و میکروبی پساب خروجی تصفیه‌خانه شهرستان قروه با استانداردهای ارائه‌شده ملی پرداخت که نتایج زیر حاصل گردید:

۱- مقدار اکثر پارامترها در پساب خروجی تصفیه‌خانه قروه بیش‌تر از حد استاندارد تخلیه در آب‌های سطحی بوده و نمی‌توان آن را در آب‌های سطحی رها نمود.

۲- در مقایسه مقدار پارامترها با استانداردهای استفاده از پساب در آبیاری و کشاورزی، اگرچه مقدار همهی پارامترها به‌جز پارامترهای بیولوژیکی کم‌تر از حد مجاز می‌باشد، اما با توجه به اهمیت سلامت محصولات کشاورزی استفاده از این پساب با این خصوصیات برای مصارف کشاورزی مطلوب نیست.

۳- به‌منظور کاربرد پساب خروجی تصفیه‌خانه قروه برای کشاورزی و آبیاری نیاز به عملیات تکمیلی و بی‌خطر سازی آن مانند راه‌اندازی هرچه سریع‌تر واحد گندزدایی و لاگون زلال‌ساز می‌باشد.

در نهایت پیشنهاد می‌شود به‌منظور افزایش کارایی تصفیه‌خانه قروه می‌بایست اقدامات اساسی نظیر بهینه‌سازی فرایند تصفیه جهت افزایش راندمان کلی تصفیه‌خانه، آموزش راهبران و پرسنل تصفیه‌خانه در راستای دستیابی به حد مجاز تخلیه به آب‌های سطحی

کلی‌فرم مدفوعی در پساب خروجی به‌ترتیب، $9/2 \times 10^5$ MPN/100 ml و $6/1 \times 10^5$ MPN/100 ml بود. این نتایج نشان داد که مقادیر به‌دست‌آمده به‌جز TSS با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران جهت تخلیه پساب به آب‌های سطحی و استفاده مجدد در کشاورزی فاصله زیادی دارد. در پژوهشی که توسط (Khademi kiya et al. (2017) با عنوان ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب خرم‌آباد توسط شبکه هوش مصنوعی انجام شد، با استفاده از مدل ANN-LM و مبنا قرار دادن مشخصه‌های کیفی اندازه‌گیری شده در ورودی تصفیه‌خانه شامل TSS، TDS، COD، BOD، DO، pH، نیترات و فسفات مقدار متناظر سه مشخصه COD، BOD و TSS در خروجی تصفیه‌خانه پیش‌بینی گردید. شاخصه‌ای آماری مورد‌استفاده شامل R، MSE و نرم‌افزارهای مورد‌استفاده شامل Matlab و SPSS بودند. براساس نتایج COD، BOD و TSS به‌ترتیب با حداکثر R، ۰/۹۸، ۰/۹۱ و ۰/۹۲ برای داده‌های آموزش و ۰/۵، ۰/۶۶ و ۰/۵ برای داده‌های آزمایش و حداقل MSE، ۳/۵، ۳۳/۱۵ و ۲/۱۷ برای داده‌های آموزش و ۱۱، ۱۱۵ و ۲۰/۹۹ برای داده‌های آزمایش پیش‌بینی شدند و نتایج قابل قبولی ارائه شد. همچنین در این پژوهش با محاسبه درصد بازده حذف آلاینده‌ها در خروجی تصفیه‌خانه مشخص شد حداکثر میزان حذف در تصفیه‌خانه مربوط به آلاینده TSS به میزان ۸۷/۶۸٪ است. سایر آلاینده‌ها نیز مقادیری نزدیک به TSS داشتند. در این مطالعه ANN-LM یک ابزار قابل‌اطمینان برای پیش‌بینی عملکرد سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب خرم‌آباد ایجاد نمود و توانست بر مبنای پارامترهای اندازه‌گیری شده، کیفیت پساب خروجی را پیش‌بینی نماید. همچنین مشخص شد که تصفیه‌خانه خرم‌آباد در کاهش مقادیر کیفی در حد مقادیر استاندارد تعیین‌شده از سوی سازمان حفاظت محیط‌زیست از کارایی مطلوبی برخوردار است.

(SajadiBami and Neshat (2017) با استفاده از مدل SDSM داده‌های مدل گردش عمومی جو HadCM3 را در کرمان و بم ریزمقیاس نمودند و تأثیر تغییر اقلیم را بر دما در سه دوره ۲۰۱۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱ الی ۲۰۹۹ شبیه‌سازی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که دما در ایستگاه‌های کرمان و بم در هر سه دوره

و مصارف کشاورزی، راه‌اندازی پیوسته سیستم گندزدایی پساب خروجی و بهینه‌سازی کیفیت آن صورت پذیرد.

References

- Al-Hashimi M. A. I. and Hussain H. T. (2013). Stabilization pond for wastewater treatment. *Eur. Sci. J.*, 9(14), 278-294 [In Persian].
- Alipoor M. R., Alidadi H., Najafpoor A. A., Peirovi R. and Rahmatiyar H. (2015). The evaluation of the performance of stabilization ponds in the wastewater treatment plant of Olang Mashhad, 2011-2012. *J. Res. Environ. Health*, 1(1), 60-68 [In Persian].
- Almasi A., Dargahi A. and Pirsahab M. (2013). The effect of different concentrations of phenol on anaerobic stabilization pond performance in treating petroleum refinery wastewater. *J. Water Wastewater*, 24(1), 61-68 [In Persian].
- Baraee I., Farzadkia M., Jafarzadeh N. and Mohammadi M. (2013). Study on the application of wastewater treatment of Abadan industrial estate for stabilizing ponds. *J. Environ. Sci. Technol.*, 15(3), 23-30 [In Persian].
- Cirja M., Ivashechkin P., Schäffer A. and Corvini P. F. X. (2008). Factors affecting the removal of organic micro pollutants from wastewater in conventional treatment plants (CTP) and membrane bioreactors (MBR). *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.*, 7, 61-78.
- Dehghani F., Karimi Jashni A. and Minoosepehr M. (2012). Evaluation of the efficiency of Shiraz wastewater treatment plant. *Proc. 2012, 1st National Conf. on Protection and Environmental Planning*, Hamadan Islamic Azad University, Iran [In Persian].
- Ensink J. H., Mukhtar M., Vander Hoek W. and Konradsen F. (2007). Simple intervention to reduce mosquito breeding in waste stabilization ponds. *Trans. Royal Soc. Tropical Med. Hygiene*, 101(11), 1143-6.
- Fazeliyan Dehkordi E. and Ghaneiyani M. T. (2006). Performance evaluation of Yazd wastewater treatment plant (stabilization pond of Health Faculty, Yazd University of Medical Sciences). *8^{ed} National Conf. on Environmental Health*, Tehran University of Medical Sciences, Iran [In Persian].
- Hoseini M. M., Babaloo E. and Vafadar Afshar M. (2003). Investigation of the effectiveness of lagoon by mechanical aeration in reduction of biochemical oxygen demand (BOD5), chemical oxygen demand (COD) and suspended solids (TSS) in Khoy wastewater treatment plant. *J. Urmia Univ. Med. Sci.*, 14(3), 158-166 [In Persian].
- Koosha S. and Noorali A. (2014). Investigating the efficiency of Qorveh wastewater treatment plant during the years 2006-2013. *1st Environmen National Conf.*, Payam Noor University, Isfahan, Iran [In Persian].
- Kor Y., Zazoli M. A., Karamat S., Kord M., Ayyobi R. and Khademian M. (2009). Survey of performance and optimizing methods of aerated lagoons of bandargaz wastewater treatment plants. *J. Toloo-e-Behdasht*, 8(26), 46-53 [In Persian].
- Khademi Kia S., Haghizadeh A., Godini H. and Shams Khorramabadi G. (2016). Evaluation of Khorramabad wastewater treatment plant performance by artificial intelligence network. *Yafteh Quart. Res. J., Lorestan Univ. Med. Sci.* 18(3), 12-23 [In Persian].
- Melidis P., Vaiopoulou E. and Aivasidis A. (2008). Development and implementation of microbial sensors for efficient process control in wastewater treatment plants. *Bioprocess Biosyst Eng.*, 31, 277 -282.
- Muga H. E., Mihelcis J. R., Reents N. W., Morales S., Gemio G. and Ballard M. (2009). Treatment performance of wastewater lagoons in south Yungas province of Bolivia. *The World Environmental and Water Resource Congress*, Kansas City, Missouri, U.S.
- Nourmoradi H., Karimi H., Alihosseini A., Baghi A. and Farokhi moghadam K. (2014). Survey on the performance of

- Ilam wastewater treatment plant in the removal of coliform, fecal coliforms and other parameters effected on water quality. J. Ilam Univ. Med. Sci., 22 (1), 77-83 [In Persian].
- Rice E. W., Baird R. B., Eaton A. D. and Clesceri L. S. (2012). Standard method for the examination of water and wastewater. 22nd Ed. Washington: American Public Health Association.
- Sushil K. and Shah T. (2008). Performance evaluation of central wastewater treatment plant: a case study of Hetauda industrial district, Nepal. Environ. Nat. Resour. J., 6(2).
- Tafazolli H.R. and Minooee A. (2010). Environmental Health, Ofogh Publications, Iran [In Persian].

Performance Evaluation of Qorveh Wastewater Treatment Plant and Survey the Possibility Usage of Effluent for Agriculture

Azita Farahmand¹, Masoomeh Heidari^{2*} and Mehdi Riyahi Khoram³

¹M.Sc. Alumni, Department of Environment, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran

²Assist. Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran

³Assist. Professor, Department of Environment, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran

*Corresponding author: heidarimas@yahoo.com

Original Paper

Received: March 14, 2020

Revised: April 07, 2020

Accepted: April 13, 2020

Abstract

Treatment of municipal wastewater and its proper disposal is one of the most critical needs for urban services. Stabilization pond method is one of the simplified methods, low cost, and easy maintenance and operation. For evaluation of the Qorveh County Wastewater Treatment Plant, 54 samples were taken from the raw wastewater and the effluent in winter and spring seasons and 12 factors including: BOD, COD, TDS, TSS, pH, TC, FC, temperature, phosphate, nitrate, ammonia and the inlet and outlet turbidity of wastewater were measured according to Standard Methods. ANOVA and *t*-Test were used to analyze the data and to compare them with the national standards. The results showed that removal efficiency of BOD, COD, TSS, TDS, TC, FC, nitrate, phosphate and ammonia by Qorveh treatment plant were 81.56, 82.44, 70.81, 24.12, 99.91, 92.23, 79.34, 56.51, and 96.16% respectively. The results of ANOVA also showed that the treatment plant performance was not affected by the season change. Comparing the amount of parameters with discharge standard determined that the values of BOD, COD, TSS, TDS, TC, and FC were higher than the standard and the effluent could not be discharged into surface waters. Based on the grey water reuse for agricultural purposes, although all parameters except biological parameters were lower than the permitted level, the reuse of this wastewater without disinfection and supplementary purification is not possible due to the sensitivity and importance of health of agricultural products.

Keywords: Effluent Quality; Municipal Wastewater; Reuse; Qorveh; Treatment.