مقاله اصیل پژوهشی

بررسی قابلیّت کاربرد پساب بیمارستان ولی‌عصر(عج) بیرجند جهت آبیاری فضای سبز

طاهر شهریاری[1]، بهنام باریک‌بین[2]، غلامرضا شریف‌زاده[3]، حدیقه درّی[4]

چکیده

زمینه و هدف: استفاده مجدّد از فاضلاب در کشور ما می‌تواند یکی از راه‌های غلبه بر مشکل کم آبی تلقّی شود. هدف از این مطالعه، بررسی قابلیّت کاربرد پساب بیمارستان ولی‌عصر(عج) جهت آبیاری فضای سبز بیمارستان می‌باشد.

روش تحقیق: در ۱۲ ماه ابتدای شروع طرح از دی ماه سال ۱۳۸۸، دوازده نمونه از آب بیمارستان برداشت شد. از فاضلاب خام و پساب تصفیه شده، هر کدام ۳۵ نمونه، به طور متوسط هر ماه ۲ نمونه برداشت شد و فاکتورهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی با روش‌های توصیه شده در کتاب استاندارد متد (*AWWA*) اندازه‌گیری شدند. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار *SPSS* (ویرایش ۱۵) به وسیله آزمون *T-Test* زوج شده، در سطح آلفای ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: راندمان حذف بعضی پارامترها در پساب خروجی مانند: *BOD*، *TSS*، *COD* و *MPN* به ترتیب برابر ۶۳/۵۶٪، ۴۴/۹٪، ۴۲/۹٪ و ۸۹/۹۷٪ بود. پارامترهای *pH*، *Mg*، So_4 و *SAR* در پساب به ترتیب ۷/۵۲، ۶۶/۸۲*mg/l*، ۳۸۲/۱۴*mg/l*، ۵۴/۰*meq/l* بود. پارامترهای *BOD*، *COD*، *TSS*، *MPN*، *EC*، *CL*، *TDS* و *NA%* به ترتیب ۱۶۵/۱۴*mg/l*، ۸۸۷/۶۵۷۱*mg/l*، ۷۸۴/۴۲۸۶*mg/l*، ۱۸۵۶۸۵۷*MPN/100ml*، ۴۱۳۷/۹۷$\mu s/cm$، ۹۹۹*mg/l*، ۲۸۶۶/۵۷*mg/l* و ۷۵/۱۱٪ بود.

نتیجه‌گیری: تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان ولی‌عصر(عج) راندمان تصفیه خوبی ندارد و بعضی پارامترهای پساب به دست آمده مانند: *pH*، *Mg*، So_4، *SAR* مطابق استانداردهای استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری است؛ ولی بسیاری از پارامترهای ضروری دیگر مطابق با استانداردهای مورد نیاز جهت استفاده مجدّد در کشاورزی و آبیاری نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پساب، آبیاری، فضای سبز، بیمارستان ولی‌عصر(عج) بیرجند

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۳۹۱؛۱۹(۱): ۵۹-۶۹

دریافت:۱۳۸۹/۱۱/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۶

۱نویسنده مسؤول، مربی، گروه بهداشت،دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران
آدرس: بیرجند- خیابان غفاری- دانشگاه علوم پزشکی بیرجند- دانشکده بهداشت
تلفن: ۹- ۰۵۶۱-۴۴۴۳۰۴۱ نمابر: ۰۵۶۱-۴۴۴۰۱۷۷ پست الکترونیک: *shahryaritaher@yahoo.com*
[2] استادیار، گروه بهداشت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران
[3] مربی، گروه پزشکی اجتماعی ،دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران
[4] کارشناس شیمی، آزمایشگاه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران

مقدمه

در برنامه‌ریزی و اجرای پروژهای تصفیه فاضلاب و استفاده مجدّد از فاضلاب تصفیه شده، با توجه به نوع استفاده مجدد، نحوه کاربرد و احتمالاً تماس انسان با آن، کیفیّت متفاوتی از فاضلاب تصفیه شده قابل قبول خواهد بود. فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع آب در دسترس تلقی می‌شود که خشکسالی نیز بر آن اثر ندارد و منبع مطمئنّی به حساب می‌آید؛ بنابراین به دلیل رشد بی‌رویه جمعیّت و کاهش منابع آب، بازیابی و استفاده مجدّد از فاضلاب در کشورهای خشک و نیمه‌خشک در حال افزایش است (۱). استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی دارای مزایا و محاسن متعددی است؛ از جمله می‌توان به استفاده مؤثّر از مواد مغذی (N،P) موجود در فاضلاب و همچنین دسترسی به یک منبع قابل اطمینان و دائمی اشاره نمود. مطلوبیّت آب برای آبیاری با توجه به مقدار املاح موجود در آن تعیین می‌شود؛ بنابراین آبیاری با آب‌هایی که کیفیّت مناسبی ندارد، باعث بروز مشکلات گوناگون در خاک و گیاه خواهد شد؛ از جمله مشکلات ناشی از آبیاری با آب‌های نامناسب می‌توان به مشکل شوری، نفوذپذیری و سمیّت اشاره نمود (۳،۲).

کلّ مواد محلول آب آبیاری بر گیاه تأثیر می‌گذارد؛ همچنین عناصری مانند: سدیم، کلسیم، منیزیم و آنیون‌های کربنات و بی‌کربنات موجود در آب نیز بر نفوذپذیری خاک تأثیر دارند (۲).

در زمینه مخاطرات بهداشتی استفاده مجدد از فاضلاب، استانداردهای میکروبیولوژی با توجه به نوع سیستم آبیاری و امکان تماس انسان وضع می‌گردد؛ به طوری که شدیدترین استانداردها مربوط به آبیاری گیاهانی است که به صورت خام مصرف می‌شوند (۴).

فاضلاب تصفیه شده مصارف مختلفی مانند مصارف کشاورزی، صنعتی، تفریحی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و غیره دارد و در این بین شاید مصارف کشاورزی و آبیاری از اهمیّت بیشتری برخوردار است. در بیشتر نقاط دنیا از جمله ایران، طرح‌های بزرگ و کوچکی در این زمینه در دست مطالعه و اجرا است؛ در این راستا، بررسی کمّی و کیفی پساب‌های خروجی به منظور جلوگیری از مخاطرات بهداشتی و انتقال بیماری و حفاظت از محیط زیست از اهمیّت خاصی برخوردار است (۵).

در سال‌های اخیر، روش‌های جدیدتری از تصفیه فاضلاب مانند روش MBR (*Membrane bioreactor*) جهت تصفیه فاضلاب بیمارستانی توسعه زیادی پیدا کرده است؛ با استفاده از این روش در مقایسه با روش‌های موجود، میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا بیشتر حذف می‌شوند و مواد ضدّ عفونی‌کننده، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و هر چه میزان دبی فاضلاب افزایش یابد، هزینه‌ها به نحو چشمگیری کاهش پیدا می‌کند؛ مخصوصاً در مناطقی که از نظر تأمین آب جهت مصارف مختلف با مشکل مواجه هستند، روش MBR روش بسیار خوبی است و در پساب خروجی درصد بالایی از فاکتورهای مختلف مانند COD، TSS، $NH4^+$، BOD و ... حذف می‌شوند و از نظر مصرف انرژی نیز راندمان خوبی دارد (۷،۶).

فاضلاب خام حاصل از فعالیت‌های مختلف بیمارستان ولی‌عصر(عج) به صورت ثقلی و از طریق شبکه جمع‌آوری فاضلاب به تصفیه‌خانه منتقل می‌شود و سپس در محل تصفیه‌خانه به مخزن تلمبه‌خانه وارد می‌شود؛ فاضلاب خام از این حوض توسط پمپ به آشغال‌گیر از نوع دستی پمپاژ می‌شود؛ پس از عبور از میله‌های آشغال‌گیر، فاضلاب وارد مخزن هوادهی می‌شود. فرآیند تصفیه فاضلاب موجود، از نوع لجن فعّال با هوادهی گسترده است. نوع هوادهی سطحی و توربینی است.

استفاده مجدّد از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری فضای سبز و احیای بیابان، در اکثر طرح‌های تصفیه فاضلاب کشور به عنوان یکی از اهداف اصلی طرح‌ها به حساب می‌آید و لذا بررسی عوامل بهداشتی از قبیل پیشگیری از بروز مخاطرات بهداشتی و انتقال بیماری‌ها و همچنین بررسی عوامل متفرّقه

از قبیل: منابع طبیعی، تامین رفاه، حفظ زیبایی و محافظت از محیط زیست و بالأخره حفظ تعادل اکولوژیکی از اهمیّت خاصی برخوردار خواهد شد. درختان کاشته شده در بیمارستان درختان غیر مثمر بوده و بخش عمده آن را درختانی مانند کاج و سرو تشکیل می‌دهد. آب مصرفی بیمارستان از طریق شبکه عمومی شهر تأمین می‌شود؛ لذا با توجه به کمبود محسوس آب در استان و خشکسالی‌های پیاپی و انتقال آب از شهرستان سربیشه و هزینه‌های هنگفت انتقال یا تصفیه آب، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می‌تواند به عنوان یک راهکار مناسب، مقرون به صرفه و انسانی برای جلوگیری از تخریب محیط زیست و جبران کمبود آب تلقی شود. بنابراین بررسی راندمان و کارایی تصفیه‌خانه جهت این امر، یکی از اهداف این مطالعه می‌باشد؛ از طرف دیگر همیشه شاهد شکایت متعدّد شهروندان و اهالی محل در خصوص بوی بد تصفیه‌خانه فاضلاب و مشکلات بهداشتی آن هستیم که با بررسی راندمان تصفیه‌خانه مشکلات بهداشتی آن بیشتر مشخص می‌شود.

روش تحقیق

این مطالعه توصیفی- تحلیلی در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹ انجام شد. از ابتدای شروع طرح (دی ماه سال ۱۳۸۸) تا ۱۲ ماه، در ماه‌های مختلف سال از آب شرب بیمارستان که درنهایت به فاضلاب تبدیل می‌شود، به تعداد ۱۲ نمونه (هر ماه یک نمونه) بر اساس استاندارد ۲۳۴۸ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نمونه‌برداری شیمیایی انجام شد تا چنانچه فصول مختلف بر کیفیّت آب تأثیر داشته باشد، مشخص شود (۸) و در آزمایشگاه، آنالیزهای مورد نیاز بر روی این نمونه‌ها مطابق با روش‌های استاندارد انجام گردید (۹). پارامترهایی مانندکلسیم، منیزیم، قلیائیّت کل، سختی کل، کربنات و بی‌کربنات و کلر را با روش تیتراسیون و BOD[1] (اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی) را با BOD متر شرکت wtw کشور آلمان و COD[2] (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی) به روش تقطیر برگشتی و سدیم و پتاسیم با فلم فتومتر شرکت $Genway$ کشور انگلستان و کرم با اسپکتروفتومتر نوع $Pharmacia\ bio\text{-}tech\ visible$ ساخت انگلستان آنالیز گردید؛ به این ترتیب که ابتدا به ۲۵میلی‌لیتر از نمونه، ۱ تا ۲ قطره اسیدنیتریک غلیظ اضافه شد تا PH به یک برسد؛ سپس ۰/۵میلی‌لیتر معرف دی‌فنیل‌کاربازید اضافه شد و بعد از ۵ تا ۱۰ دقیقه در طول موج ۵۴۰ نانومتر به کمک منحنی استاندارد (منحنی کالیبراسیون)، غلظت مربوط به نمونه قرائت شد؛ همچنین در طی ماه‌های مختلف، به تعداد ۳۵ نمونه از فاضلاب ورودی و ۳۵ نمونه از فاضلاب خروجی یا پساب تصفیه شده برداشته شد. در هر ماه، دو نمونه اول و پانزدهم هر ماه نمونه‌گیری انجام شد. به دلیل اینکه در بعضی موارد تصفیه‌خانه دچار مشکل می‌شد و عملیات تصفیه انجام نمی‌شد، زمان انجام طرح طولانی‌تر شد. نمونه‌برداری از ساعت ۱۱ صبح تا ۱۳ انجام شد تا بعد از فعالیت پرسنل، فاضلاب به دست آمده نماینده واقعی‌تری از فاضلاب بیمارستان باشد. پارامترهای مورد نیاز شامل pH، BOD، COD، TSS[3](کل جامدات معلّق)، MPN[4] (محتمل‌ترین تعداد کلیفرم) بر روی فاضلاب ورودی آنالیز شد. بر روی پساب خروجی بجز پارامترهای فوق پارامترهای دیگری شامل EC[5] (هدایت الکتریکی)، سختی کل[6] (HCO_3^{2-}، CL، SO_4، K، Na، Mg، $TH\ Ca$)، TDS[7] (کلّ جامدات محلول)، TA[8] (کلّ قلیائیّت)، SAR[9] (میزان جذب سدیم) و درصد غلظت سدیم $Na\%$ نیز مطابق با روش‌های استاندارد آنالیز گردید (۱۰)؛ نتایج به دست آمده وارد نرم‌افزار $SPSS$ (ویرایش ۱۵) گردید و ضمن ارائه آمار توصیفی، به وسیله آزمون آماری $T\text{-}Test$ زوج شده در سطح آلفای کمتر از ۰/۰۵

[1] *Biochemical oxygen demand*
[2] *Chemical oxygen demand*
[3] *Total suspended solid*
[4] *Most probable number*
[5] *Electric conductivity*
[6] *Total hardness*
[7] *Total dissolved solid*
[8] *Total alkalinity*
[9] *Sodium adsorption ratio*

مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

نتایج آنالیزهای انجام شده بر روی نمونه‌های آب در جدول شماره یک قید شده است (لازم به ذکر است که آب مصرفی بیمارستان ولی‌عصر(عج) همان آب شرب شهر بیرجند می‌باشد و بر روی ۱۲ نمونه شیمیایی آب آنالیزهای قید شده انجام گرفته است).

در جدول ۲ مشخصات شیمیایی فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه آمده است که بعضی آلاینده‌ها مانند COD با غلظت بالایی وارد می‌شوند و در مقایسه‌ای که بین میانگین پارامترهای شیمیایی فاضلاب ورودی و خروجی شده است، مشخص شده است که بعضی پارامترها مانند TSS راندمان حذف خوبی ندارند.

در جدول ۳ میانگین و انحراف معیار پارامترهای فاضلاب تصفیه شده با استانداردهای استفاده مجدّد فاضلاب در کشاورزی و آبیاری در ایران مقایسه شده است که در بسیاری از موارد با استانداردها هم‌خوانی ندارد.

در جدول ۴ علاوه بر پارامترهای قبلی در پساب خروجی پارامترهای دیگری مانند سختی کل، میزان جذب سدیم و درصد سدیم و ..... که در آبیاری فضای سبز نقش دارند، آمده است.

جدول۱- نتایج آنالیز شیمیایی آب شرب مصرفی بیمارستان ولی‌عصر(عج) در مقایسه با استاندارد ملی

فاکتور	واحد	میانگین	انحراف معیار	استاندارد ۱۰۵۳	درصد موارد مطابق با استاندارد
کدورت	NTU^*	۰/۲۵۸۳	۰/۱۵۰	–	–
pH	–	۷/۹۷۵	۰/۲۴۱	۶ تا ۸/۵	۱۰۰
TS	mg/l	۸۶۷/۷۵	۲۶۸/۸۴۹	–	–
TH^{**}	$mg/l\ caco_3$	۳۶۶/۵	۱۱۳/۱۹۴	۱۵۰ تا ۵۰۰	۹۲/۷
TA^{***}	$mg/l\ caco_3$	۲۶۹/۰۸۳۳	۳۰/۰۲۲۶	۷۵ تا ۲۰۰	۸/۳
F^-	mg/l	۰/۴۵۰۸	۰/۰۷۳	۰/۶ تا ۱/۷	۰
Cl^-	mg/l	۲۳۳/۳۳۳	۴۲/۳۲۸	۲۰۰ تا ۶۰۰	۸۳/۳
SO_4^{--}	mg/l	۳۲۵/۸۳۸۳	۴۰/۳۳۰	۲۰۰ تا ۴۰۰	۱۰۰
CO_3^{--}	mg/l	۰/۰۰	۰/۰۰	-	–
HCO_3^-	mg/l	۳۰۰/۳۱۲۵	۹۱/۱۳۶	-	–
Ca^{++}	mg/l	۴۱/±۲۰۰۰	۴/۹۷۲	۷۵ تا ۲۰۰	۰
Mg^{++}	mg/l	۷۵/۰۴۴۲	۱۳/۵۳۱	کمتر از ۳۰	۰
Na^+	mg/l	۲۳۴/۵۸۳۳	۳۰/۲۶۰	-	–
K^+	mg/l	۴/۹۰	۱/۲۷۸	-	–
Cr_6^+	mg/l	۰/۰۴۲۵	۰/۰۳۱۹	۰/۰۵	۵۸/۳

NTU^* : $Nephlometric\ tourbidity\ unit$ (واحد کدورت سنجی نفلومتری)

TH^{**}: سختی کل TA^{**}: قلیائیت کل

جدول ۲- مقایسه میانگینMPN، TSS، COD، BOD، PH در فاضلاب ورودی وخروجی تصفیه‌خانه

نام متغیر	واحد	ورودی	خروجی	میانگین تغییرات	نتیجه آزمون آماری T-Testزوج شده	درصد حذف
		میانگین±انحراف معیار	میانگین±انحراف معیار			
pH	–	۶/۹۶± ۰/۳۵	۷/۵۲± ۰/۱۹	-۰/۵۶	*T*=۹/۸۵۲ *Df*=۳۴ *P*<۰/۰۰۱	–
BOD[۱]	*mg/l*	۴۵۳/۱۴±۷۹/۴۰	۱۶۵/۱۴±۱۰۹/۶۳	۲۸۸	*T*=۱۲/۱۴۰ *Df*=۳۴ *P*<۰/۰۰۱	۶۳/۵۶
COD[۲]	*mg/l*	۱۶۱۱/۰۶±۸۳۹/۶۶	۸۸۷/۶۵±۴۱۰/۷۱	۷۲۳/۴۰	*T*=۵/۵۵۸ *Df*=۳۴ *P*<۰/۰۰۱	۴۴/۹
TSS[۳]	*mg/l*	۱۳۷۳±۹۶۰	۷۸۴± ۷۳۰	۵۸۹	*T*=۲/۹۵۵ *Df*=۳۴ *P*>۰/۰۰۱	۴۲/۹
MPN[۴]	*MPN/100ml*	۱۸۵۲۲۱۸۲±۴۲۹۱۳۰۴۱	۱۸۵۶۸۵۷±۵۶۱۲۵۸۰	۱۶۶۶۵۳۲۶	*T*=۲/۵۳۴ *Df*=۳۴ *P*<۰/۰۰۱	۸۹/۹۷

۱– *Biochemical oxygen demand* ۲– *Chemical oxygen demand* ۳– *Total suspended solid* ۴– *Most probable number*

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای فاضلاب تصفیه شده با استانداردها

نام متغیر	واحد	میانگین± انحراف معیار	استاندارد استفاده مجدد درکشاورزی و آبیاری	مطابقت با استاندارد
pH	–	۷/۵۲±۰/۱۹۶	۶-۸/۵	دارد
BOD	*mg/l*	۱۶۵/۱۴±۱۰۹/۶۳۵	۱۰۰	ندارد
COD	*mg/l*	۸۸۷/۶۶±۴۱۰/۷۱	۲۰۰	ندارد
TSS	*mg/l*	۷۸۴/۴۳±۷۳۰/۵۲	۱۰۰	ندارد
MPN	*MPN/100ml*	۱۸۵۶۸۵۷/۱±۵۶۱۲۵۸۰/۵۶۵	۱۰۰۰	ندارد
Mg	*mg/l*	۶۶/۸۲۶۹±۱۹/۷۵۷	۱۰۰	دارد
So_4	*mg/l*	۳۸۲/۱۴۳±۳۴/۳۷۸	۵۰۰	دارد
Cl	*mg/l*	۹۹۹±۶۳/۹۰۸	۶۰۰	ندارد
TDS[*]	*mg/l*	۲۸۶۶/۵۷±۳۱۷/۵۱۰	<۴۵۰	ندارد
SAR	*meq/l*	۱۳/۵۴۳±۱/۶۷۴	>۲۶	دارد

[*] *TDS* کمتراز ۴۵۰ هیچ محدودیتی در مصرف آبیاری ندارد و بین ۴۵۰ تا۲۰۰۰ درجه، محدودیت در مصرف آبیاری جزئی تا متوسط است و بیش از ۲۰۰۰ درجه محدودیت در مصرف آبیاری شدید است.

جدول٤- مشخصات شیمیایی فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه

تعداد نمونه	متغیر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۳۵	$EC(25)$	$\mu s/cm$	۳۵۰۰	۴۷۳۰	۴۱۳۷/۹۷۱۴	۳۰۷/۳۲۱۱
۳۵	TH	$mg/l\ Caco_3$	۴۰۰	۵۸۰	۵۰۱/۴۸۵۷	۴۰/۴۲۳۰
۳۵	Ca	mg/l	۶۴	۱۶۰	۹۰/۶۲۸۶	۲۳/۰۶۶
۳۵	Mg	mg/l	۱۹/۵۲	۹۱/۷۰	۶۶/۸۲۶۹	۱۹/۷۵۷
۳۵	Na	mg/l	۵۲۰	۸۲۸	۶۷۲/۳۵۱۴	۸۲/۸۵۷
۳۵	K	mg/l	۱۹/۶۰	۶۲/۶۰	۳۵/۷۹۷۱	۹/۶۸
۳۵	$So4$	mg/l	۳۱۰	۴۶۳	۳۸۲/۱۴۲۹	۳۴/۳۸۷۱
۳۵	Cl	mg/l	۸۷۶	۱۱۵۱	۹۹۹	۶۳/۹۰۸۴
۳۵	Co_3	mg/l	۰	۰	۰	۰
۳۵	Hco_3	mg/l	۱۵۰	۶۰۰	۳۵۵/۱۴۲۹	۱۳۴/۱۱۱۷
۳۵	TDS	mg/l	۲۲۱۸	۳۴۸۶	۲۸۶۶/۵۷۱۴	۳۱۷/۵۱۰۰
۳۵	TA^*	$mg/l\ Caco_3$	۱۵۰	۶۰۰	۳۴۹/۷۱۴۳	۱۲۹/۰۹۷
۳۵	SAR	meq/l	۹/۸۰	۱۶/۱۰	۱۳/۵۴۲۹	۱/۶۷۴۰
۳۵	$Na\%^{**}$	-	۶۸/۵۰	۷۹/۹۰	۷۵/۱۱۱۴	۲/۹۰۶۳

$^*TA$: قلیائیت کل ** : درصد غلظت سدیم

بحث

از آنجا که آب شرب بیمارستان تبدیل به فاضلاب می‌شود؛ بنابراین بر روی آب شرب بیمارستان آنالیزهای مختلف انجام شد و همانگونه که در جدول یک آمده است، از این نظر آب شرب بیمارستان مشکلی جهت آبیاری ایجاد نمی‌کند؛ ضمناً ماه‌های مختلف سال هم اثری بر کیفیت آب بیمارستان نداشتند. غلظت بعضی پارامترها مانند COD در فاضلاب ورودی زیاد است که احتمالاً به دلیل مواد شیمیایی است که بیشتر برای گندزدایی استفاده می‌شود. در فاضلاب خروجی غلظت پارامترهای مختلف کاهش قابل توجهی پیدا می‌کند که در جدول ۲ و ۳ آمده است. همه پارامترها به استانداردهای توصیه شده جهت مصارف مختلف از جمله آبیاری فضای سبز نمی‌رسند که در جدول ۴ به آن اشاره شده است.

نتایج بعضی آزمایشات بر روی فاضلاب تصفیه شده شهری بیانگر آن است که می‌توان از پساب، با تصفیه ثانویه با روش موضعی برای درخت‌کاری بدون نگرانی جدّی از آلودگی محیط زیست استفاده کرد؛ با این آگاهی که در برخی شرایط اثر آن بر رشد درختان بهتر از آب معمولی است. افزون بر آن، آبیاری با پساب در روش موضعی از نظر مسائل محیط زیستی و استفاده بهینه از آب نسبت به دیگر روش‌ها مطلوب‌تر است (۱۰)؛ همچنین بعضی نتایج نشان می‌دهد که فاضلاب شهری از نظر pH و EC و عناصر غذایی از میزان بیشتری نسبت به آب چاه برخوردار است و پیشنهاد شده است که کوشش‌هایی برای دفع مناسب، بی‌خطر و اقتصادی فاضلاب شهری در جهت آبیاری درختان در فضاهای سبز شهری و جنگل کاری‌ها انجام شود (۱۱). از طرف دیگر تحقیق به عمل آمده توسط مصداقی‌نیا و همکاران نشان می‌دهد که فاضلاب بعضی بیمارستان‌ها را بر اساس آنالیز انجام شده روی پارامترهایی مانند: COD، BOD_5، TSS، pH و کل‌کلیفرم می‌توان به شبکه فاضلاب شهری متصل نمود (۱۲)؛ از طرف دیگر تحقیقات زیاد دیگری وجود دارد که نشان می‌دهد در صورت استفاده غیر اصولی از پساب‌های بیمارستانی مشکلات زیادی ممکن است به وجود آید و پساب

بیمارستان‌ها حاوی انواع مواد شیمیایی، گندزداها، داروها، رادیونوکلوئیدها و حلال‌ها و عوامل میکروبی است که تخلیه آن به چاه جاذب یا سپتیک تانک می‌تواند منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی و به مخاطره انداختن سلامت انسان‌ها شود (۱۳). استفاده از فاضلاب خام جهت آبیاری اگرچه منبع خوبی جهت تغذیه گیاهان است، ولی باعث افزایش فلزات سنگین در خاک می‌شود و بعداً به زنجیره غذایی راه پیدا می‌کند. صنایعی مانند صنایع غذایی، فاضلاب آنها برای آبیاری ایمن است؛ ولی صنایعی مانند چرم، صنایع فلزی، بیمارستان‌ها و آزمایشگاه‌های پزشکی و غیره باعث تجمّع فلزات سنگین و فرآورده‌های دارویی در خاک و آلودگی محیط می‌شوند. تجمع این آلاینده‌ها در غذاهایی مانند گوشت و شیر از سبزیجات کمتر است (۱۴-۱۷).

نتایج به دست آمده در بسیاری از موارد با تحقیق انجام شده در بیمارستان شهدای کارگر شهر یزد و بیمارستان آتیه‌سازان شهر همدان (۱۸،۵) متفاوت و در مواردی نیز روند مشابهی به چشم می‌خورد؛ به عنوان مثال، درصد حذف BOD در بیمارستان آتیه‌سازان همدان ۸۵/۳، بیمارستان شهدای کارگر شهر یزد ۸۶/۴ و بیمارستان ولی‌عصر(عج) شهر بیرجند ۶۳/۵۶ می‌باشد. درصد حذف COD در بیمارستان آتیه‌سازان همدان ۷۸/۲، بیمارستان شهدای کارگر شهر یزد ۸۳/۷ و بیمارستان ولی‌عصر(عج) بیرجند ۴۴/۹ می‌باشد. درصد حذف MPN در بیمارستان آتیه‌سازان همدان ۹۹/۹۷، بیمارستان شهدای کارگر یزد ۹۹/۱۵ و بیمارستان ولی‌عصر(عج) بیرجند ۸۹/۹۷ می‌باشد. علی‌رغم اینکه هر سه بیمارستان از یک روش تصفیه فاضلاب که لجن فعّال با هوادهی گسترده می‌باشد، استفاده می‌کنند ولی دارای راندمان متفاوتی هستند و این راندمان متأسفانه در بیمارستان ولی‌عصر(عج) بیرجند از همه کمتر است که مهمترین دلیل این اختلاف به نظر می‌رسد طراحی یا اجرای غیر اصولی و یا بهره‌برداری و نگهداری نامناسب از تصفیه‌خانه باشد. بنا بر یافته‌های به دست آمده، پساب بیمارستان آتیه‌سازان همدان در کلیه پارامترها بجز MPN و درصد سدیم جهت آبیاری فضای سبز با استانداردها مطابقت دارد و پساب بیمارستان شهدای کارگر یزد از وضعیت مناسب‌تری برخوردار است و کلیه پارامترهای پساب بجز MPN مطابق استانداردها بوده و با کلریناسیون مناسب جهت فضای سبز استفاده می‌شود. بیمارستان ولی‌عصر(عج) بیرجند کلیه پارامترهای پساب بجز SAR، So_4، Mg، pH که با استانداردهای آبیاری و کشاورزی مطابقت دارد، در سایر موارد با استانداردهای مورد نیاز جهت آبیاری و کشاورزی مطابقت ندارد؛ البتّه در کشور ما بسیاری از بیمارستان‌ها، سیستم‌های تصفیه فاضلاب آنها با مشکل مواجه است. در مطالعه‌ای که توسط مجلسی بر روی ۱۲ بیمارستان از بیمارستان‌های دانشگاه شهید بهشتی در تهران انجام شد (۱۹) و نیز مطالعه‌ای که توسط مجلسی و یزدانبخش بر روی سیستم‌های تصفیه فاضلاب در بیمارستان‌های ایران بر روی ۷۰ بیمارستان دولتی انجام شد (۲۰)، به این نتیجه رسیدند که اگرچه پارامترهای مختلف مانند TSS، COD، BOD و غیره در فاضلاب خروجی از تصفیه‌خانه نسبت به فاضلاب خام ورودی کاهش می‌یابد، ولی هنوز از حدّ استانداردهای موجود بالاتر است و سیستم‌های تصفیه کارآیی لازم را ندارند. نتایج مشابهی در مورد بالاتر بودن از حدّ استاندارد پساب در بیمارستان امام خمینی ارومیّه به دست آمده است (۲۱). در پساب تصفیه شده بیمارستان ولی‌عصر (عج) بیرجند نیز اگرچه پارامترهای مختلف قید شده کاهش قابل توجهی داشته است، ولی از استانداردهای استفاده مجدّد پساب جهت مصارف مختلف از جمله آبیاری بالاتر است که نتایج با بیشتر مطالعات فوق هم‌خوانی دارد (جدول ۵).

در مصارف شهری محدود یا آبیاری مناطقی که دسترسی عموم محدود، قدغن و یا کنترل می‌شود، بر اساس رهنمودهای سازمان محیط زیست آمریکا (۱۸) باید علاوه بر تصفیه اولیّه، تصفیه ثانویّه و گندزدایی نیز انجام شود و بر اساس فاکتورهایی که در جدول ۵ آمده است، پساب فاضلاب

جدول ۵- خلاصه رهنمودهای US EPA(سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا) در استفاده مجدد از پساب‌ها برای مصارف شهری محدود و نامحدود

نوع استفاده مجدد	سطح تصفیه مورد نیاز	کیفیت پساب مورد استفاده	ارزیابی برنامه و پایش پساب مورد استفاده	فاصله مجاز تخلیه تا منبع آب آشامیدنی
مصارف شهری نامحدود شامل آبیاری انواع فضای سبز شهری	•تصفیه ثانویه •فیلتراسیون •گندزدایی	pH= ۶-۹ $BOD_5 \leq 10mg/l$ کدورت≤$2NTU$ $E.\ coli$=۰ کلر باقیمانده≥$1mg/l$	pH=هفتگی BOD=هفتگی کدورت=مداوم $E.\ coli$=روزانه کلر باقیمانده=مداوم	۱۵ متر تاچاه آب آشامیدنی
مصارف شهری محدود آبیاری مناطقی که دسترسی عموم محدود، قدغن یا کنترل می شود	•تصفیه ثانویه •گندزدایی**	pH=6-9 BOD_5<30mg/l TSS<30mg/l $E\ .coli$ <200/100ml کلر باقیمانده≥$1mg/l$	pH=هفتگی BOD=هفتگی TSS=روزانه $E.\ coli$=روزانه کلر باقیمانده=مداوم	درصورت آبیاری به صورت اسپری ۳۰متر تا مناطق قابل دسترس برای عموم و۹۰متر تا چاه آب آشامیدنی

جدول ٦- طبقه‌بندی آب آبیاری بر حسب SAR (میزان جذب سدیم) و درصد سدیم و هدایت الکتریکی (۸)

کیفیت آب	SAR(meq/l)*	Na%	EC(µS/Cm) **
عالی	<۱۰	<۲۰	<۲۵۰
خوب	۱۰-۱۸	۲۰-۴۰	۲۵۰-۷۵۰
قابل قبول	۱۸-۲۶	۴۰-۶۰	۷۵۰-۲۰۰۰
مشکوک	>۲۶	۶۰-۸۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰
نامناسب	-	>۸۰	>۳۰۰۰

SAR: Sdium Adsorbtion Ratió (نسبت جذب سدیم) *EC: Electeric Conductivitý*

بیمارستان ولی‌عصر(عج) شرایط لازم را ندارد (جدول ۶). با توجه به اینکه میزان جذب سدیم (SAR) در فاضلاب خروجی میانگین آن۱۳/۵۴ می‌باشد؛ بنابراین بر اساس جدول ۶ این آب جهت آبیاری جزء آب‌های خوب طبقه‌بندی می‌شود. متوسط درصد سدیم در پساب ۷۵/۱۱ است و جزء آب‌های مشکوک به حساب می‌آید. متوسط EC در خروجی ۴۱۳۷/۹۷ است که جهت آبیاری نامناسب می‌باشد.

پیشنهاد می‌شود جهت تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان اپراتوری که آموزش‌های مورد نیاز را دریافت کرده باشد، استخدام شود؛ همچنین در بسیاری از واحدها مانند همودیالیز (۲۲) حجم زیادی آب مصرف می‌شود که به آسانی می‌توان فاضلاب تولید شده را به مصرف آبیاری فضای سبز رساند، بدون آنکه هزینه زیادی را متحمل شویم که توصیه می‌شود در مطالعات آتی این نوع فاضلاب‌های تولیدی در بیمارستان مشخص شوند و جهت مدیریت این نوع فاضلاب‌ها برنامه‌ریزی گردد.

نتیجه‌گیری

تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان ولی‌عصر(عج) راندمان تصفیه خوبی ندارد و بعضی پارامترهای پساب به دست آمده مانند pH، Mg، So_4، SAR مطابق استانداردهای استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری است ولی بسیاری از پارامترهای ضروری دیگر مطابق با استانداردهای مورد نیاز جهت استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری نمی‌باشد که در مجموع از پسابی با این سطح تصفیه نمی‌توان جهت فضای سبز استفاده نمود. و بسیاری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در بیمارستان‌های کشور

با شرایط مشابه، بخوبی و با راندمان بالایی مشغول به کار هستند که جا دارد مسؤولین مربوطه در این زمینه چاره‌اندیشی نمایند.

تقدیر و تشکر

این طرح تحقیقاتی با استفاده از اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند با کد ۲۷۹ به اتمام رسیده است که جا دارد از مسؤولین مربوطه تقدیر و تشکر شود.

منابع:

1- Hashemi H, Amin MM, Bina B, Movahedian Attar H, Farrokhzadeh H. Survey on possibility of disinfection of Isfahan north wastewater treatment plant effluent by low and medium pressure ultraviolet systems in pilot scale. Iranian Journal of Health and Environment. 2010; 3(1): 47-58. [Persian]

2- Afyoni M, Noorbakhsh F. Sodium saline soils and their reform. 1st ed. Esfahan: Arkan Press; 1997. pp: 48-50. [Persian]

3- Hajrasooliha SH. Water quality in agriculture. 1st ed. Tehran: Iran University Press; 1985. pp: 65-90. [Persian]

4- Alizadeh A. Irrigation in small fields. 1st ed. Mashhad: Jahad Daneshgahy Press; 1995. pp: 25-36. [Persian]

5- Binavapour M, Koulivand A, Sabzevari A, Farzadkia M, Mohammadtaheri A, Zafaripour H, et al. Investigation of irrigation reuse potential of wastewater treatment effluent from Hamadan Atieh-Sazan general hospital. Water and Wastewater. 2007; 64: 83-7. [Persian]

6- Gil JA, Túa L, Rueda A, Montaño B, Rodríguez M, Prats D. Monitoring and analysis of the energy cost of an MBR. Desalination. 2010; 250(3): 997-1001.

7- Liu Q, Zhou Y, Chen L, Zheng X. Application of MBR for hospital wastewater treatment in China. Desalination. 2010; 250(2): 605-8.

8- Institute of Standard and Industrial Research of Iran (ISIRI). Available From: http://www.isiri.org/portal/files/std/2348. [Persian]

9- Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE, Franson MAH. Standard methods for the examination of water & wastewater. 20th ed. USA: American Public Health Association; 1995.

10- Hasan Li AM, Javan M. Evaluation of wastewater in urban and refined its application in irrigation gardening. Journal of Environmental Studies. 2005; 31: 23-30. [Persian]

11- Salehi A, Tabari M, Mohammadi J, Aliarab A, Shahsavaripor N. Some physical and chemical properties sewage Tehran and its use for irrigation work acacia forests. Proceeding of the 10th National Conference of Environmental Health; 2007; oct 30-nov 1, Hamadan, Iran. [Persian]

12- Mesdaghinia AR, Naddafi K, Nabizadeh R, Saeedi R, Zamanzadeh M. Wastewater characteristics and appropriate method for wastewater management in the hospitals. Iranian Journal of Public Health. 2009; 38(1): 34-40. [Persian]

13- Emmanuel E, Pierre MG, Perrodin Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers. Environ Int. 2009; 35(4): 718-26.

14- Murtaza G, Ghafoor A, Qadir M, Owens G, Aziz MA, Zia M, et al. Disposal and use of sewage on agricultural lands in Pakistan: A review. Pedosphere. 2010; 20(1): 23-34.

15- Sasakova N, Vargova M , Ondrasovicova O, Ondrasovic M, Kottferova J, Skalicka M. Environmental pollution and health risk related to metals in the solid fraction and effluent from waste water treatment. Bull Environ Contam Toxicol. 2006; 76(4): 671-6.

16- Munoz I, Gomez-Ramos MJ, Aguera A, Garcıa-Reyes JF, Molina-Diaz A, Fernandez-Alba AR. Chemical evaluation of contaminants in wastewater effluents and the environmental risk of reusing effluents in agriculture. Trends Anal Chem. 2009; 28(6): 676-94.

17- Singh A, Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. Food Chem Toxicol. 2010; 48(2): 611-9.

18- Poordara H, Zeini M, Falah J. Using hospital wastewater effluent for irrigation of green fields. Water and Wastewater. 2004; 49: 45-52. [Persian]

19- Majlesinasr M. Study of wastewater disposal status and effluent quality in hospital of Shahid Beheshti University of Medical Sciences,1998. Pejouhandeh. 2001; 6(4): 371-6.

20- Majlesinasr M, Yazdanbakhsh AR. Study on wastewater treatment system in hospitals of Iran. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2008; 5(3): 211-5.

21- Khorsandi H, Navidjouy N. Study of wastewater treatment plant efficiency in Urmia Imam Khomeini hospital and guidance for operation suitable ways. Journal of Urmia University of Medical Sciences. 2005; 16(1): 1-6. [Persian]

22- Tarrass F, Benjelloun M, Benjelloun O. Recycling wastewater after hemodialysis: an environmental analysis for alternative water sources in arid regions. Am J Kidney Dis. 2008; 52(1): 154-8.

Abstract *Original Article*

Evaluation of Vali Asr (aj) hospital effluent for irrigation of the green

T. Shahryari[1], B. Barikbin[2], Gh. Sharifzadeh[3] , H. Dorri[4]

Background and Aim: *Recycling of sewage in our country can be one of the ways to overcome the problem of water shortage. The aim of this paper is evaluation of Valli-e-asr hospital effluent for irrigation of the green.*

Materials and Methods: *During the 12 months of the project since January 2009, twelve samples of the hospital water were selected. 35 samples were taken both from raw sewage and refined effluent with the average frequency of two samples every month. Various physical, chemical, and biological factors were measured on the basis of the standard method book (AWWA).*

The gathered data was statistically analyzed using SPSS software (version 15) and paired T test at the significant level $\alpha = 0.05$.

Results: *The percentages of separating some parameters such as BOD, TSS, COD, and MPS in the exiting effluent were 63.56%, 44.9%, 42.9%, and 89.97% respectively and those of the parameters pH, Mg,* SO_4*, and SAR were 7.52mg/l, 66.82 mg/l, 382.14 mg/l, and 0.54 mg/l respectively. The amount of parameters BOD, COD, TSS, MPN, EC, CL, TDS, and NA% were 165.14mg/l, 887.657mg/l, 784.4286mg/l, 1856857 MPN, 4137.97µs/cm, 999mg/l, 2866.57mg/l, and 75.11% respectively.*

Conclusion: *The sewage refinery of Valli-e-asr hospital does not produce a favorable outcome and some of the parameters of the effluent such as pH, Mg, SO4, and SAR are in accord with the standards of reusing in agriculture and irrigation; but many of the necessary parameters do not correspond with the necessary standards for this task.*

Key Words: *Effluent, Irrigation, The green, Valli-e-asr hospital, Birjand*

Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2012; 19 (1): 59-69

Received: February 07, 2011 Accepted: December 27, 2011

[1]*Corresponding Author, Instructor, Department of Public Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran .Email:shahryaritaher@yahoo.com*
[2] *Assistant professor, Health department, Health faculty, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran.*
[3] *Instructor, Department of Social Medicine, School of medicine, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*
[4]*BSc in Chemistry, laboratory, Health faculty, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*