

## بررسی قابلیت کاربرد پساب بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> بیرجند جهت آبیاری فضای سبز

طاهر شهریاری<sup>۱</sup>، بهنام باریک‌بین<sup>۲</sup>، غلامرضا شریف‌زاده<sup>۳</sup>، حدیقه درّی<sup>۴</sup>

### چکیده

زمینه و هدف: استفاده مجدد از فاضلاب در کشور ما می‌تواند یکی از راه‌های غلبه بر مشکل کم آبی تلقی شود. هدف از این مطالعه، بررسی قابلیت کاربرد پساب بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> 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<sub>4</sub>* و *SAR* در پساب به ترتیب ۷/۵۲، ۶۶/۸۲ *mg/l*، ۳۸۲/۱۴ *mg/l*، ۵۴ *meq/l* بود. پارامترهای *BOD*، *COD*، *TSS*، *MPN*، *EC*، *CL* و *TDS* به ترتیب ۱۶۵/۱۴ *mg/l*، ۸۸۷/۶۵۷۱ *mg/l*، ۷۸۴/۴۲۸۶ *mg/l*، ۹۹۹ *mg/l*، ۴۱۳۷/۹۷ *μs/cm*، ۸۵۶۸۵۷ *MPN/100ml* و ۲۸۶۶/۵۷ *mg/l* و ۷۵/۱۱٪ بود. نتیجه‌گیری: تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> راندمان تصفیه خوبی ندارد و بعضی پارامترهای پساب به دست آمده مانند: *pH*، *Mg*، *So<sub>4</sub>*، *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.

واژه‌های کلیدی: پساب، آبیاری، فضای سبز، بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> بیرجند

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

دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۰۶

<sup>۱</sup> نویسنده مسؤؤل، مربی، گروه بهداشت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران

آدرس: بیرجند- خیابان غفاری - دانشگاه علوم پزشکی بیرجند- دانشکده بهداشت

تلفن: ۹-۴۱-۴۴۳۰۴۱-۰۵۶۱-۴۴۴۰۱۷۷. شماره: ۰۵۶۱-۴۴۴۰۱۷۷. پست الکترونیک: [shahryarither@yahoo.com](mailto:shahryarither@yahoo.com)

<sup>۲</sup> استادیار، گروه بهداشت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران

<sup>۳</sup> مربی، گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران

<sup>۴</sup> کارشناس شیمی، آزمایشگاه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ایران

## مقدمه

طرح‌های بزرگ و کوچکی در این زمینه در دست مطالعه و اجرا است؛ در این راستا، بررسی کمی و کیفی پساب‌های خروجی به منظور جلوگیری از مخاطرات بهداشتی و انتقال بیماری و حفاظت از محیط زیست از اهمیت 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 ضد 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  $TSS$ ،  $COD$ ،  $NH_4^+$ ،  $BOD$  و ... حذف می‌شوند و از نظر مصرف انرژی نیز راندمان خوبی دارد (۷۶).

فاضلاب خام حاصل از فعالیت‌های مختلف بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> 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 فعال با هوادهی گسترده است. نوع هوادهی سطحی و توریینی است.

استفاده مجدد 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 متفرقه

در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده، با توجه به نوع استفاده مجدد، نحوه کاربرد و احتمالاً تماس انسان با آن، کیفیت 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 مطمئنی به حساب می‌آید؛ بنابراین به دلیل رشد بی‌رویه جمعیت و کاهش منابع آب، بازیابی و استفاده مجدد 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 مؤثر از مواد مغذی ( $N, P$ ) موجود در فاضلاب و همچنین دسترسی به یک منبع قابل اطمینان و دائمی اشاره نمود. مطلوبیت آب برای آبیاری با توجه به مقدار املاح موجود در آن تعیین می‌شود؛ بنابراین آبیاری با آب‌هایی که کیفیت 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 سمیت اشاره نمود (۲، ۳).

کل 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 اهمیت بیشتری برخوردار است. در بیشتر نقاط دنیا از جمله ایران،

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-tech visible* ساخت انگلستان آنالیز گردید؛ به این ترتیب که ابتدا به ۲۵ میلی‌لیتر از نمونه، ۱ تا ۲ قطره اسیدنیتریک غلیظ اضافه شد تا  $PH$  به یک برسد؛ سپس ۵/۰ میلی‌لیتر 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  $BOD$ ،  $pH$ ،  $COD$ ،  $TSS$  (کل جامدات معلق)،  $MPN^4$  (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  $(HCO_3^{2-}, CL)$ ،  $TDS^6$  (کل جامدات محلول)،  $TA^8$  (کل قلیائیت)،  $SAR^9$  (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  $T-Test$  زوج شده در سطح آلفای کمتر از ۰/۰۵

از قبیل: منابع طبیعی، تامین رفاه، حفظ زیبایی و محافظت از محیط زیست و بالأخره حفظ تعادل اکولوژیکی از اهمیت 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 تامین 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 متعدد 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 در نهایت 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 کیفیت 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 مانند کلریم، منیزیم، قلیائیت 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*

<sup>2</sup> Chemical oxygen demand

<sup>3</sup> Total suspended solid

<sup>4</sup> Most probable number

<sup>5</sup> Electric conductivity

<sup>6</sup> Total hardness

<sup>7</sup> Total dissolved solid

<sup>8</sup> Total alkalinity

<sup>9</sup> Sodium adsorption ratio

<sup>1</sup> Biochemical oxygen demand

مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

### یافته‌ها

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 مجدد 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.

نتایج آنالیزهای انجام شده بر روی نمونه‌های آب در جدول شماره یک قید شده است (لازم به ذکر است که آب مصرفی بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> 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

جدول ۱- نتایج آنالیز شیمیایی آب شرب مصرفی بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> 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	۸/۵ تا ۶	۱۰۰
TS	mg/l	۸۶۷/۷۵	۲۶۸/۸۴۹	-	-
TH**	mg/l <i>caco</i> <sub>3</sub>	۳۶۶/۵	۱۱۳/۱۹۴	۵۰۰ تا ۱۵۰	۹۲/۷
TA***	mg/l <i>caco</i> <sub>3</sub>	۲۶۹/۰۸۳۳	۳۰/۰۲۲۶	۲۰۰ تا ۷۵	۸/۳
F <sup>-</sup>	mg/l	۰/۴۵۰۸	۰/۰۷۳	۱/۷ تا ۰/۶	۰
Cl <sup>-</sup>	mg/l	۲۳۳/۳۳۳۳	۴۲/۳۲۸	۶۰۰ تا ۲۰۰	۸۳/۳
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	۳۲۵/۸۳۸۳	۴۰/۳۳۰	۴۰۰ تا ۲۰۰	۱۰۰
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	۰/۰۰	۰/۰۰	-	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	۳۰۰/۳۱۲۵	۹۱/۱۳۶	-	-
Ca <sup>++</sup>	mg/l	۴۱/±۲۰۰۰	۴/۹۷۲	۲۰۰ تا ۷۵	۰
Mg <sup>++</sup>	mg/l	۷۵/۰۴۴۲	۱۳/۵۳۱	کمتر از ۳۰	۰
Na <sup>+</sup>	mg/l	۲۳۴/۵۸۳۳	۳۰/۲۶۰	-	-
K <sup>+</sup>	mg/l	۴/۹۰	۱/۲۷۸	-	-
Cr <sub>6</sub> <sup>+</sup>	mg/l	۰/۰۴۲۵	۰/۰۳۱۹	۰/۰۵	۵۸/۳

(واحد کدورت سنجی نفلومتری) *NTU*\* : Nephelometric turbidity unit

*TH*\*\* : سختی کل      *TA*\*\* : قلیائیت کل

جدول ۲- مقایسه میانگین MPN، TSS، COD، BOD، PH در فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه

نام متغیر	واحد	میانگین ± انحراف معیار		میانگین تغییرات	نتیجه آزمون آماری T-Test زوج شده	درصد حذف
		ورودی	خروجی			
pH	-	۶/۹۶ ± ۰/۳۵	۷/۵۲ ± ۰/۱۹	-۰/۵۶	$T=۹/۸۵۲$ $Df=۳۴$ $P<۰/۰۰۱$	-
BOD <sup>۱</sup>	mg/l	۴۵۳/۱۴ ± ۷۹/۴۰	۱۶۵/۱۴ ± ۱۰۹/۶۳	۲۸۸	$T=۱۲/۱۴۰$ $Df=۳۴$ $P<۰/۰۰۱$	۶۳/۵۶
COD <sup>۲</sup>	mg/l	۱۶۱۱/۰۶ ± ۸۳۹/۶۶	۸۸۷/۶۵ ± ۴۱۰/۷۱	۷۲۳/۴۰	$T=۵/۵۵۸$ $Df=۳۴$ $P<۰/۰۰۱$	۴۴/۹
TSS <sup>۳</sup>	mg/l	۱۳۷۳ ± ۹۶۰	۷۸۴ ± ۷۳۰	۵۸۹	$T=۲/۹۵۵$ $Df=۳۴$ $P>۰/۰۰۱$	۴۲/۹
MPN <sup>۴</sup>	MPN/100ml	۱۸۵۲۳۱۸۲ ± 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 در کشاورزی 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 <sub>4</sub>	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 کمتر از ۴۵۰ هیچ محدودیتی در مصرف آبیاری ندارد و بین ۴۵۰ تا ۲۰۰۰ درجه، محدودیت در مصرف آبیاری جزئی تا متوسط است و بیش از ۲۰۰۰ درجه محدودیت در مصرف آبیاری شدید است.

جدول ۴- مشخصات شیمیایی فاضلاب خروجی تصفیه خانه

تعداد نمونه	متغیر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۳۵	EC(25)	$\mu s/cm$	۳۵۰۰	۴۷۳۰	۴۱۳۷/۹۷۱۴	۳۰۷/۳۲۱۱
۳۵	TH	$mg/l \text{ Caco}_3$	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 <sub>3</sub>	$mg/l$	.	.	.	.
۳۵	Hco <sub>3</sub>	$mg/l$	۱۵۰	۶۰۰	۳۵۵/۱۴۲۹	۱۳۴/۱۱۱۷
۳۵	TDS	$mg/l$	۲۲۱۸	۳۴۸۶	۲۸۶۶/۵۷۱۴	۳۱۷/۵۱۰۰
۳۵	TA*	$mg/l \text{ Caco}_3$	۱۵۰	۶۰۰	۳۴۹/۷۱۴۳	۱۲۹/۰۹۷
۳۵	SAR	$meq/l$	۹/۸۰	۱۶/۱۰	۱۳/۵۴۲۹	۱/۶۴۰
۳۵	Na%**	-	۶۸/۵۰	۷۹/۹۰	۷۵/۱۱۱۴	۲/۹۰۶۳

\* TA : قلیائیت کل  
\*\* درصد غلظت سدیم

## بحث

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:  $TSS$ ,  $BOD_5$ ,  $COD$ ,  $pH$  و کل کلیفرم 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

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 جدی از

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 ولی عصر<sup>(عج)</sup> بیرجند کلیه پارامترهای پساب بجز *So4*، *SAR*، *Mg*، *pH* که با استانداردهای آبیاری و کشاورزی مطابقت دارد، در سایر موارد با استانداردهای مورد نیاز جهت آبیاری و کشاورزی مطابقت ندارد؛ البته 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 حد استانداردهای موجود بالاتر است و سیستم‌های تصفیه کارایی لازم را ندارند. نتایج مشابهی در مورد بالاتر بودن از حد استاندارد پساب در بیمارستان امام خمینی ارومیه به دست آمده است (۲۱). در پساب تصفیه شده بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> بیرجند نیز اگرچه پارامترهای مختلف قید شده کاهش قابل توجهی داشته است، ولی از استانداردهای استفاده مجدد 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 اولیه، تصفیه ثانویه و گندزدایی نیز انجام شود و بر اساس فاکتورهایی که در جدول ۵ آمده است، پساب فاضلاب

بیمارستان‌ها حاوی انواع مواد شیمیایی، گندزداها، داروها، رادیونوکلوئیدها و حلال‌ها و عوامل میکروبی است که تخلیه آن به چاه جذب 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 تجمع 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 (۵، ۱۸) 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 ولی عصر<sup>(عج)</sup> شهر بیرجند ۶۳/۵۶ می‌باشد. درصد حذف *COD* در بیمارستان آتیه‌سازان همدان ۷۸/۲، بیمارستان شهدای کارگر شهر یزد ۸۳/۷ و بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> بیرجند ۴۴/۹ می‌باشد. درصد حذف *MPN* در بیمارستان آتیه‌سازان همدان ۹۹/۹۷، بیمارستان شهدای کارگر یزد ۹۹/۱۵ و بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> بیرجند ۸۹/۹۷ می‌باشد. علی‌رغم اینکه هر سه بیمارستان از یک روش تصفیه فاضلاب که لجن فعال با هوادهی گسترده می‌باشد، استفاده می‌کنند ولی دارای راندمان متفاوتی هستند و این راندمان متأسفانه در بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> 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

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	$pH=6-9$ $BOD_5 \leq 10mg/l$ $NTU \leq 2$ $E. coli=0$ $1mg/l \geq$ کلر باقیمانده	$pH$ =هفتگی $BOD$ =هفتگی مداوم=کدورت $E. coli$ =روزانه مداوم=کلر باقیمانده	۱۵ متر تاجاه آب آشامیدنی
مصارف شهری محدود آبیاری مناطقی که دسترسی عموم محدود، قدغن یا کنترل می شود	• تصفیه ثانویه • گندزدایی**	$pH=6-9$ $BOD_5 < 30mg/l$ $TSS < 30mg/l$ $E. coli < 200/100ml$ $1mg/l \geq$ کلر باقیمانده	$pH$ =هفتگی $BOD$ =هفتگی $TSS$ =روزانه $E. coli$ =روزانه مداوم=کلر باقیمانده	در صورت آبیاری به صورت اسپری ۳۰ متر تا مناطق قابل دسترس برای عموم و ۹۰ متر تا چاه آب آشامیدنی

جدول ۶- طبقه بندی 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

EC: Electric Conductivity\* SAR: Sodium Adsorption Ratio (نسبت جذب سدیم)

در مطالعات آتی این نوع فاضلابهای تولیدی در بیمارستان مشخص شوند و جهت مدیریت این نوع فاضلابها برنامه ریزی گردد.

### نتیجه گیری

تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> 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 نمی باشد که در مجموع از پسایی با این سطح تصفیه نمی توان جهت فضای سبز استفاده نمود. و بسیاری از تصفیه خانه های فاضلاب در بیمارستان های کشور

بیمارستان ولی عصر<sup>(عج)</sup> شرایط لازم را ندارد (جدول ۶). با توجه به اینکه میزان جذب سدیم ( $SAR$ ) در فاضلاب خروجی میانگین آن ۱۳/۵۴ می باشد؛ بنابراین بر اساس جدول ۶ این آب جهت آبیاری جزء آب های خوب طبقه بندی می شود. متوسط درصد سدیم در پساب ۷۵/۱۱ است و جزء آب های مشکوک به حساب می آید. متوسط  $EC$  در خروجی ۴۱۳۷/۹۷ است که جهت آبیاری نامناسب می باشد.

پیشنهاد می شود جهت تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان اپراتوری که آموزش های مورد نیاز را دریافت کرده باشد، استخدام شود؛ همچنین در بسیاری از واحدها مانند همودیالیز (۲۲) حجم زیادی آب مصرف می شود که به آسانی می توان فاضلاب تولید شده را به مصرف آبیاری فضای سبز رساند، بدون آنکه هزینه زیادی را متحمل شویم که توصیه می شود

**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.

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

**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. 1<sup>st</sup> ed. Esfahan: Arkan Press; 1997. pp: 48-50. [Persian]
- 3- Hajrasooliha SH. Water quality in agriculture. 1<sup>st</sup> ed. Tehran: Iran University Press; 1985. pp: 65-90. [Persian]
- 4- Alizadeh A. Irrigation in small fields. 1<sup>st</sup> 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, Montaña 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. 20<sup>th</sup> 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 10<sup>th</sup> 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, Garcia-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, Navidjoui 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.

Archive of SID

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

T. Shahryari<sup>1</sup>, B. Barikbin<sup>2</sup>, Gh. Sharifzadeh<sup>3</sup>, H. Dorri<sup>4</sup>

**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<sub>4</sub>, 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, 4137.97 $\mu$ s/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, SO<sub>4</sub>, 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*

<sup>1</sup>Corresponding Author, Instructor, Department of Public Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran  
Email:shahryaritaher@yahoo.com

<sup>2</sup> Assistant professor, Health department, Health faculty, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran.

<sup>3</sup> Instructor, Department of Social Medicine, School of medicine, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

<sup>4</sup>BSc in Chemistry, laboratory, Health faculty, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran