

ارزیابی استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند در راستای تحقق اهداف دانشگاه سبز

علی شهیدی^{۱*}، سپیده دولت آبادی^۲

^۱دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند
^۲دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی منابع آب دانشگاه بیرجند

چکیده

امروزه جهان با چالش‌های زیست محیطی فراوانی روبروست. در جهت مقابله با این چالش‌ها، حفظ محیط زیست و در راستای رسیدن به اهداف توسعه پایدار فعالیت‌های بسیاری با هدف ارتقای سطح آموزش و پژوهش در دانشگاه‌های مختلف دنیا در حال انجام است که راهبردهای کوتاه‌مدت و بلندمدت آن عموماً تحت عنوان برنامه دانشگاه سبز مطرح می‌شود. استان خراسان جنوبی با میانگین به ترتیب ۱۲۰ و ۲۷۰۰ میلی‌متر بارندگی و تبخیر سالیانه جزء مناطق خشک کشور محسوب می‌گردد. با توجه به این نکته، وضعیت در حال توسعه کشور و در جهت دست یافتن به اهداف دانشگاه سبز، دانشگاه بیرجند اقدام به طراحی و تاسیس تصفیه‌خانه فاضلاب در محل پردیس شوکت آباد، نموده است. این مقاله به بررسی کیفیت پساب خروجی تصفیه‌خانه و قابلیت استفاده از آن در آبیاری فضای سبز مجتمع دانشگاهی بیرجند می‌پردازد. لذا پارامترهایی نظیر pH، EC، OH، CO₃، HCO₃، Cl، SO₄، Ca، Mg، THD، Na، K، TDS، Fe، Mn، Zn، Cu، Pb، Cd، Ni، Co، Cr، DETERGENT، FAT&OIL، COD، BOD₅، NO₃، NO₂، NO₃، PO₄، کلر آزاد، TSS پساب خروجی تصفیه‌خانه، در بازه زمانی ۹۰-۹۲، تقریباً هر دو ماه اندازه‌گیری و نتایج بدست آمده با ضوابط و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت بکارگیری پساب در آبیاری فضای سبز، مقایسه گردیدند. نتایج نشان داد، پساب خروجی با استانداردها مطابقت داشته و پیشنهاد می‌گردد که علاوه بر استفاده از آن در بخش کشاورزی در جهت نزدیک شدن هر چه بیشتر به اهداف دانشگاه سبز، در آبیاری فضای سبز دانشگاه نیز مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی

دانشگاه سبز، تصفیه‌خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند، پساب، آبیاری فضای سبز، کشاورزی

*ashahidi@birjand.ac.ir

۱- مقدمه

ویل دورانت در جایی گفته بود که «قرن بیستم قرن حداکثرهاست. حداکثر لذت، حداکثر قدرت، حداکثر کار، حداکثر بهره‌کشی، حداکثر استفاده از منابع». استفاده بی‌رویه از محیط زیست در قرن بیستم سبب شد چشم‌انداز حیات در کره زمین به علت آلوده شدن اغلب منابع طبیعی با ترس همراه شود. این آلودگی‌ها باعث تغییرات جوی، گرمایش زمین، افزایش گازهای گلخانه‌ای و کاهش منابع طبیعی گردید. به موجب این مشکلات، بشر در قرن بیست و یکم دانست که توسعه تنها زمانی پایدار خواهد ماند که از منابع طبیعی خود حداقل استفاده را نموده و حفاظت از محیط زیست را در راس امور قرار دهد. بنابراین قرن بیست و یکم قرن محیط زیست است و بسیاری از کشورهای پیشرفته چون خود را در معرض خطر یافته‌اند محیط زیست را اولویت اول جهان می‌دانند.

با توجه به وظیفه آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌های هر کشور و نقش مهم آن‌ها در تربیت نیروهای متخصص، این جوامع می‌توانند به عنوان یک مجموعه مهم آموزشی بخش مهمی از بار مسئولیت و برنامه‌ریزی جهت اتخاذ مناسب‌ترین استراتژی‌ها را در اجرای برنامه‌های دوست‌دار محیط زیست و استفاده از منابع تجدیدپذیر و پایدار بر عهده گرفته و به سمت حمایت از انرژی‌های پاک و حفظ محیط زیست حرکت کنند [۱]. موضوع دانشگاه سبز و توسعه پایدار برای اولین بار در جهان توسط یک فرد آمریکایی مطرح شد. او در سال ۲۰۰۵ انجمن حرفه‌ای را با عنوان انجمن توسعه پایدار و پیشرفت آموزش عالی^۱ (AASHE) تشکیل داد. اما در حال حاضر AASHE به دانشگاه‌هایی گفته می‌شوند که بالاترین سطح موفقیت را در طراحی-های سبز و توسعه آن در جوامع اطراف خود دارند. به طور کلی هدف از ایجاد دانشگاه سبز پیاده کردن سیاست‌های سازگار با محیط زیست و مدیریت تغییر رفتار در میان جامعه دانشگاهی می‌باشد. ۱۹ دانشگاه جهان از دانشگاه‌های مطرح در این زمینه هستند. این دانشگاه‌ها با ارائه طرح‌هایی برای کاهش زباله، مصرف درست انرژی، ارائه کمک‌های مالی به دانشجویان در پروژه-های محیط زیستی، ترویج حمل و نقل جایگزین و سایر اقداماتی که به نفع محیط زیست خواهد بود به این برتری دست یافته-اند. به عنوان نمونه می‌توان به دانشگاه‌های هاروارد و کلرادو اشاره نمود.

ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه، در صورت عدم توجه به محیط زیست علاوه بر مواجه شدن با مشکلات اساسی، نخواهد توانست به اهداف توسعه‌ای و چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور دست یابد. در این زمینه دانشگاه‌های کشور با توجه به اقلیم متفاوت هر استان فعالیت‌های بسیاری را در خصوص سبزشازی دانشگاه‌ها انجام داده‌اند که از جمله می‌توان به برنامه‌های دانشگاه‌های فردوسی مشهد، صنعتی امیرکبیر، تبریز، اصفهان و صنعتی شریف اشاره کرد. صرفه جویی در نور طبیعی، استفاده صحیح از کاغذ (توسعه استفاده از مکاتبات الکترونیکی)، اصلاح فضای سبز و افزایش فضای سبز داخل و خارج دانشگاه، مدیریت پسماندها و پساب‌ها، انرژی‌های نو (استفاده از انرژی پاک خورشیدی)، انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله مواردی هستند که منجر می‌شود یک دانشگاه به دانشگاه سبز تبدیل شود.

پژوهش‌های متعددی در زمینه بررسی امکان استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه‌ها جهت آبیاری فضای سبز صورت گرفته است. لیو و چن^۲ [۲] برای بررسی اثرات طولانی‌مدت آبیاری با پساب بر کیفیت خاک در فضاهای سبز شهری، نمونه‌هایی را از هفت پارک پکن که در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۴ با پساب آبیاری شده بودند جمع‌آوری و مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد که آبیاری طولانی‌مدت با پساب سبب بهبود کیفیت خاک گردیده است بطوری‌که کیفیت خاک، تقریباً نیمی از نمونه‌ها در حد کیفیت جنگل‌های طبیعی پکن است. نعیمی و همکاران [۳] با مطالعه‌ی تأثیر استفاده مجدد از پساب تصفیه-خانه فاضلاب شهرک غرب تهران در فضای سبز شهری به منظور توسعه پایدار، بیان کردند که استفاده از پساب این تصفیه‌خانه

¹ The Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education

² Lyu and Chen

در آبیاری فضای سبز به دلیل محدودیت با استانداردهای سازمان محیط زیست، سازمان بهداشت جهانی^۱ (WHO) و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا^۲ (EPA) نیاز به مدیریت و برنامه ریزی دقیق داشته و در مقایسه با استانداردهای سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد^۳ (FAO) این پساب برای آبیاری فضای سبز مناسب نمی باشد. کیفیت پساب خروجی از تصفیه خانه مجتمع دانشگاه آزاد اسلامی رودهن جهت آبیاری فضای سبز توسط فراهانی و ملکی آقا [۴] مورد بررسی قرار گرفت. جمع بندی نتایج بیان کرد که می توان از این پساب به طور محدود برای آبیاری گیاهانی که نسبت به شوری حساس نباشند استفاده نمود. مطالعه گلاوی و همکاران [۵] بر روی پساب تصفیه خانه دانشگاه سیستان و بلوچستان نشان داد که پساب مذکور به جز کل کلی فرم و کلی فرم مدفوعی، در بقیه موارد با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست جهت آبیاری فضای سبز و کشاورزی مطابقت دارد.

طراحی و تاسیس تصفیه خانه فاضلاب، استفاده از انرژی پاک خورشیدی، توسعه فضای سبز، مدیریت و تفکیک پسماندها و توسعه مکاتبات الکترونیک با هدف کاهش استفاده از کاغذ از جمله فعالیت هایی است که در دانشگاه بیرجند در جهت تحقق اهداف دانشگاه سبز، صورت پذیرفته است. در همین راستا، این مطالعه به بررسی کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند با هدف استفاده مجدد از آن برای آبیاری فضای سبز دانشگاه و مقایسه آن با استانداردهای سازمان محیط زیست کشور می پردازد. با توجه به استفاده روزانه ۷۵۰ مترمکعب (در زمان اوج مصرف) حجم آب شیرین، برای آبیاری فضای سبز و مصارف انسانی واحدهای مختلف دانشگاه، و از طرف دیگر حجم بالای پساب تولیدی قسمت های مختلف دانشگاه می توان با ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب علاوه بر استفاده از این پساب در آبیاری ۴۰ هکتار فضای سبز کنونی مجتمع و صرفه جویی در آب شیرینی که هم اکنون صرف آبیاری فضای سبز دانشگاه می شود از آن در جهت توسعه فضای سبز داخلی و خارجی دانشگاه و نزدیک شدن هر چه بیشتر به اهداف دانشگاه سبز استفاده نمود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

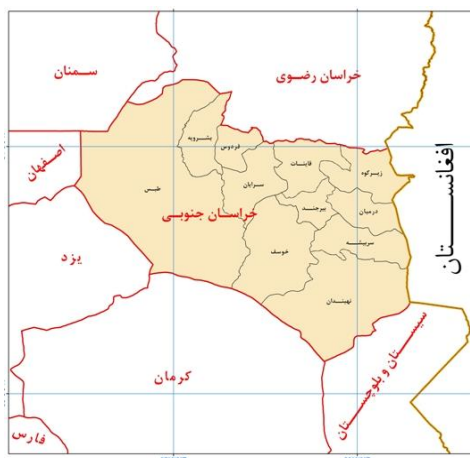
استان خراسان جنوبی (به مرکزیت شهرستان بیرجند) در شرق کشور با مساحت ۹۵۳۸۵ کیلومتر مربع بین طول های جغرافیایی ۳۲° ۵۷' تا ۶۱° ۵۰' شرقی و عرض های جغرافیایی ۳۱° ۳۰' تا ۳۴° ۱۵' شمالی قرار گرفته است. این استان از شمال با استان خراسان رضوی، از شرق با کشور افغانستان، از جنوب با استان سیستان و بلوچستان، از جنوب غربی با استان کرمان و از غرب با استان های یزد، اصفهان و سمنان همسایه است که این خود نشان دهنده اهمیت استراتژیک استان از نظر مرزی و امنیتی می باشد (شکل ۱).

پردیس شوکت آباد، بزرگترین پردیس و سایت اصلی دانشگاه بیرجند، در ۵۹ درجه و ۱۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۵۰ دقیقه عرض جغرافیایی در محور جاده بیرجند-زاهدان واقع شده است. سازمان مرکزی و معاونت های اداری، دانشکده ها (به جز دانشکده کشاورزی) و همچنین مجموعه های خوابگاهی، مذهبی، ورزشی و رفاهی در این پردیس قرار دارند. فاضلاب تولیدی این مجموعه به تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه که در ضلع شمال غربی پردیس با هدف کاهش آلودگی محیط زیست و استفاده آتی پساب خروجی آن جهت آبیاری فضای سبز و محصولات کشاورزی طراحی و تاسیس شده، هدایت می گردد. شکل (۲) موقعیت تصفیه خانه در پردیس شوکت آباد را به همراه نمایی کلی از آن نشان می دهد.

¹ World Health Organization

² US Environmental Protection Agency

³ Food and Agriculture Organization of the United Nations



شکل ۱: موقعیت استان خراسان جنوبی



شکل ۲: تصویر ماهواره‌ای موقعیت تصفیه خانه در پردیس به همراه نمایی کلی از آن

واحدهای تصفیه‌خانه شامل آشغالگیر، چربی‌گیر، حوض بی‌هوایی، لاگون‌های هوادهی، حوضچه ته‌نشین لجن، واحد کلرزنی و اتاقک پمپاژ هستند که در حال حاضر واحد کلرزنی مجموعه بلا استفاده می‌باشد (شکل ۳). بخش عمده پساب خروجی در فاصله چند متری از مکان تصفیه خانه، جهت آبیاری درختان کاج ورودی مجموعه پردیس مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۴). بخش دیگری از پساب نیز متاسفانه بدون استفاده در زمین‌های بایر دانشگاه رها می‌شود.

۲-۲- پارامترهای فیزیکوشیمیایی مورد بررسی

به منظور استفاده از پساب در زمینه‌های مختلف، استانداردهای گوناگونی توسط سازمان‌های جهانی از جمله WHO، EPA و FAO ارائه شده‌اند. در ایران نیز استانداردهای استفاده مجدد از پساب توسط سازمان حفاظت محیط زیست در سه بخش تخلیه پساب به آب‌های سطحی، تخلیه به چاه‌های جاذب و مصارف کشاورزی و آبیاری فضای سبز تدوین شده است. در نهایت تصمیم‌گیری در مورد قابلیت استفاده از پساب در زمینه موردنظر با مقایسه نتایج به دست آمده از آزمایشات با استانداردها امکان‌پذیر خواهد بود. لذا با توجه به پتانسیل بالای مجموعه در تولید پساب و اهداف دانشگاه جهت استفاده از این

منبع عظیم در کشاورزی و فضای سبز، پساب حاصل باید استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور را در این مصارف تامین نماید.



حوض هوایی



چربی گیر



آشغال گیر



اتاقک پمپاژ



حوضچه ته نشین لجن



لاگون هوادهی

شکل ۳: واحدهای مختلف تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند



شکل ۴: آبیاری درختان کاج ورودی دانشگاه با پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب

پارامترهای اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، هیدروکسید (OH)، کربنات (CO_3)، بی کربنات (HCO_3)، کلرید (Cl)، سولفات (SO_4)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سختی کل (THD)، سدیم (Na)، پتاسیم (K)، کل مواد محلول (TDS)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، روی (Zn)، مس (Cu)، سرب (Pb)، کادمیوم (Cd)، نیکل (Ni)، کبالت (Co)، کروم (Cr)، اکسیژن

موردنیاز بیوشیمیایی ۵ روزه (BOD_5)، اکسیژن موردنیاز شیمیایی (COD)، روغن و چربی ($FAT\&OIL$)، دترجنت ($DETERGENT$)، نیترات (NO_3)، نیتريت (NO_2)، فسفات (PO_4)، کلر آزاد، کل مواد معلق (TSS) در فاضلاب تصفیه شده اندازه گیری شد. کلیه نمونه برداری و آزمایشها در شرایط ذکر شده، کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب انجام گرفت [۶]. پارامترهای نسبت سدیم قابل جذب (SAR)، کربنات سدیم باقی مانده (RSC) و درصد سدیم محلول (SSP) نیز طبق روابط زیر محاسبه گردیدند [۷].

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (1)$$

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad (2)$$

$$SSP = \frac{Na^+}{Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}} \times 100 \quad (3)$$

در کلیه روابط فوق غلظت تمامی کاتیونها و آنیونها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر ($meqL^{-1}$) می باشد. برای نشان دادن میزان سدیم مضر آب، شاخص نسبت سدیم قابل جذب استفاده می شود و از آنجایی که هیچگاه نباید اثر سدیم در آب و یا خاک را به صورت منفرد دید و همواره بایستی آن را به صورت نسبی در کنار سایر کاتیونهای موجود در آب سنجید، درصد سدیم محلول محاسبه می گردد. جهت برآورد میزان خسارت کربنات و بی کربناتها، کربنات سدیم باقی مانده به کار می رود.

۳- نتایج و بحث

پساب خروجی تصفیه خانه دانشگاه در بازه زمانی ۹۰-۹۲ تقریباً هر ۲ ماه یکبار مورد آزمایش قرار گرفت. میانگین پارامترهای کیفی اندازه گیری شده در بازه زمانی مورد نظر در جدول شماره ۱ جهت تصمیم گیری در مورد قابلیت استفاده از آن برای آبیاری فضای سبز با استانداردهای ارائه شده توسط سازمان محیط زیست ایران مقایسه شده است. نتایج نشان داد که کیفیت پساب خروجی از نظر همه پارامترها به جز غلظت منیزیم و مس در سال ۹۲ با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست جهت کاربرد در آبیاری فضای سبز و کشاورزی مطابقت دارد. افزایش غلظت منیزیم پساب خروجی از حد استاندارد و انتقال آن به خاک اثر سوپی بر خاک و گیاه نخواهد داشت و در کنار کلسیم می تواند سبب بهبود ساختمان خاک شود. اما استفاده از پساب حاوی مس با غلظت غیرمجاز در آبیاری باعث بروز مشکلاتی چون سردردهای میگرنی، جوش و آکنه ها در آینده خواهد شد. در صورت رشد صعودی غلظت مس در اندازه گیری های آتی، بایستی اقدامات مناسب جهت تصفیه بیشتر و جلوگیری از تبعات منفی آن در نظر گرفته شود. در استفاده از فاضلاب تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز، توجه به کیفیت پساب از نظر هدایت الکتریکی، غلظت فلزات سنگین و مواد آلی سخت تجزیه پذیر به دلیل تاثیرگذاری به بافت خاک از اهمیت بالایی برخوردار می باشد [۸] که با رعایت کلیه موازین، کاربرد پساب تصفیه شده سایت پردیش شوکت آباد دانشگاه بیرجند جهت آبیاری فضای سبز مناسب می باشد. پسابهای شهری براساس ویژگی فیزیکی، شیمیایی و زیستی در سه گروه پسابهای قوی، متوسط و ضعیف طبقه بندی می گردند. به طوری که فاضلابی با $BOD_5 < 150$ و $TSS < 200$ میلی گرم در لیتر، به عنوان فاضلاب ضعیف شناخته می شود و هرگاه کیفیت فاضلاب به $BOD_5 > 300$ و $TSS > 450$ میلی گرم در لیتر برسد جزء پساب های قوی شناخته خواهد شد [۸]. با توجه به این گروه بندی پساب خروجی تصفیه خانه در گروه فاضلاب ضعیف قرار می گیرد.

جدول ۱: مقایسه کیفی پساب تصفیه خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران در مورد استفاده مجدد در آبیاری فضای سبز

استفاده از پساب در آبیاری فضای سبز و کشاورزی	میانگین میزان پارامتر در پساب خروجی			واحد	پارامتر
	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰		
۶-۸/۵	۷/۴۰	۷/۳۲	۷/۳۵	-	pH
-	۲۴۷۷/۳۳	۲۶۹۳/۳۳	۲۶۳۲/۵	μsm^{-1}	EC
-	-	-	-	mg^{-1}	OH
-	-	-	-	mg^{-1}	CO ₃
-	۵۹۶/۲۷	۵۸۵/۱	۴۹۰/۵۸	mg^{-1}	HCO ₃
۶۰۰	۵۵۶/۱۳	۳۶۷/۳	۴۰۵/۴۲	mg^{-1}	Cl
۵۰۰	۱۸۲/۸۸	۲۴۹/۰۲	۳۰۲/۸	mg^{-1}	SO ₄
-	۶۵/۱۸	۷۵	۵۱/۰۲	mg^{-1}	Ca
۱۰۰	۱۰۳	۷۲/۲	۸۵/۵۸	mg^{-1}	Mg
-	۶۴۹/۶۷	۴۸۸/۵	۴۶۷/۱۴	mg^{-1}	THD
-	۳۳۱/۹۷	۳۹۲/۴	۳۸۵/۸	mg^{-1}	Na
-	۱/۱	۰/۸۶	۰/۳۱	mg^{-1}	K
-	۱۷۵۰	۱۷۲۱/۱۷	۱۶۳۴/۲۵	mg^{-1}	TDS
۳	۰/۵۱	۰/۳۲	۰/۱۵	mg^{-1}	Fe
۱	۰/۵۷	<۰/۱	<۰/۱	mg^{-1}	Mn
۲	۰/۲۹	<۰/۱	<۰/۱	mg^{-1}	Zn
۰/۲	۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۱۳	mg^{-1}	Cu
۱	۰/۳۱	۰/۱۸	<۰/۱	mg^{-1}	Pb
۰/۰۵	ناچیز	ناچیز	<۰/۱	mg^{-1}	Cd
۲	۰/۳۴	۰/۲۷	<۰/۱	mg^{-1}	Ni
۰/۰۵	ناچیز	ناچیز	<۰/۱	mg^{-1}	Co
۱	۰/۴۷	۰/۳	۰/۱۲	mg^{-1}	Cr
۱۰۰	۵۲/۹۸	۱۹/۹۸	۹/۲۵	mg^{-1}	BOD ₅
۲۰۰	۱۰۸/۶۳	۲۸/۱۲	۱۱/۶۳	mg^{-1}	COD
۱۰	۳/۴۱	۳/۰۲	۲/۳۸	mg^{-1}	FAT&OIL
۰/۵	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۰۶	mg^{-1}	DETERGENT
-	۳۷/۴	۲۹/۱۵	۲۸/۹۳	mg^{-1}	NO ₃
-	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۷	mg^{-1}	NO ₂
-	۱/۱۲	۲/۲۱	۲/۵	mg^{-1}	PO ₄
۰/۲	ناچیز	ناچیز	ناچیز	mg^{-1}	کلر آزاد

۱۰۰ ۲۶/۵۷ ۳۷/۱۳ ۳۹/۳ mg l^{-1} TSS

سدیم علاوه بر تاثیر بر فیزیک خاک از نظر مسمومیت نیز حائز اهمیت است. نظر به اینکه اثر سدیم، به میزان کاتیون-های دیگر موجود در آب نیز بستگی دارد لذا در ارزیابی اثر آن از شاخص نسبت سدیم قابل جذب و درصد سدیم محلول استفاده می‌شود. باقیمانده کربنات سدیم به عنوان معیاری برای ارزیابی آب‌های کربناته به کار می‌رود [۹]. براساس نتایج حاصله از آنالیز پساب خروجی تصفیه‌خانه و روابط ارائه شده، پارامترهای SAR، SSP، RSC محاسبه شدند (جدول شماره ۲). با توجه به نتایج مندرج در جدول شماره ۲ میزان سدیم قابل جذب (به جز سال ۹۲)، درصد سدیم محلول و کربنات سدیم باقیمانده بالاتر از استانداردهای مجاز برای آب آبیاری هستند. با توجه به پارامترهای EC و SAR و استفاده از نمودار ویل کاکس [۹] کیفیت فاضلاب تصفیه‌شده در سال ۹۰ و ۹۱ از نوع C4-S2 و در سال ۹۲ از نوع C4-S1 می‌باشد.

جدول ۲: مقایسه پارامترهای SAR، SSP، RSC فاضلاب تصفیه شده با استانداردهای موجود برای آب آبیاری

پارامتر	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	استاندارد
SAR	۱۰/۷۸	۱۰/۹۲	۸/۳۹	۱۰
SSP	۷۷/۵۷	۷۷/۶۶	۷۰/۸	۶۰
RSC	۳/۰۷	۴/۵۵	۳/۷	۲/۵

با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای BOD_5 ، COD، TSS در پساب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند، راندمان حذف این پارامترها طی عملیات این تصفیه‌خانه محاسبه و در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است. با توجه به جدول، کارایی تصفیه‌خانه مذکور در حذف پارامترهای BOD_5 ، COD و TSS به ترتیب ۹۶/۸۵، ۹۰/۵۷ و ۵۴/۶۶ درصد می‌باشد که با توجه به میزان این پارامترها در فاضلاب خام، عملیات تصفیه سبب کاهش میزان این پارامترها در پساب خروجی، در محدوده مجاز از نظر استانداردهای سازمان حفاظت از محیط زیست ایران می‌گردد.

جدول ۳: نتایج راندمان حذف پارامترهای BOD_5 ، COD، TSS در تصفیه‌خانه فاضلاب دانشگاه بیرجند

پارامتر (mg l^{-1})	فاضلاب خام	فاضلاب تصفیه شده	راندمان حذف (%)
BOD_5	۳۸۱	۱۲	۹۶/۸۵
COD	۵۹۴	۵۶	۹۰/۵۷
TSS	۱۵۰	۶۸	۵۴/۶۶

از آنجایی که نوع پساب مورد استفاده، میزان تصفیه، اقلیم منطقه و نوع خاک و گیاه نقش مهمی در چگونگی استفاده از فاضلاب دارد بنابراین مراحل پایش استفاده از پساب در آبیاری فضای سبز، بایستی در منابع آب سطحی، منابع آب زیرزمینی، خاک و گیاهان منطقه انجام شود. تشریح مراحل پایش مذکور در جدول شماره ۴ آورده شده است [۸].



جدول ۴: مراحل پایش استفاده از پسابها و آبهای برگشتی در آبیاری فضای سبز [۸]

خواص مورد پایش	هفتگی	ماهانه	فصلی	شش ماه	سالانه
TSS-COD-DO-BOD					
منابع آب سطحی	-	pH-EC-TDS	آنیون (کربنات- بیکربنات- سولفات- کلرو) کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم) فکال کلی فرم- فسفر کل- ازت کل- نیترات	فلزات سنگین (کادمیوم- جیوه- سرب)	تخم انگل نماتود
منابع آب زیرزمینی	-	pH-EC-TDS	آنیون (کربنات- بیکربنات- سولفات- کلرو)- کاتیون (کلسیم- منیزیم- سدیم- پتاسیم)- نیترات	فلزات سنگین شامل: روی، کادمیوم، جیوه و سرب	تخم انگل نماتود
خاک	-	شوری خاک -Ec _e قلیابیت خاک	مواد آلی خاک- فسفر کل- ازت کل- ظرفیت تبادل یونی خاک	نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک- آزمایش خواص زیستی خاک	-
گیاهان	-	-	-	تخم انگل نماتود	-

۴- نتیجه گیری

افزایش سریع آلودگی‌های زیست محیطی و لزوم رسیدن کشورها به توسعه پایدار، سبب شد به دلیل نقش غیرقابل انکار دانشگاه‌ها در آموزش جامعه در قرن بیست و یکم بحث دانشگاه سبز مطرح شود. منظور از دانشگاه سبز دانشگاهی است که در تمام فعالیت‌های آن اعم از آموزشی و پژوهشی و تمامی خدمات موجود (امور اداری، مالی، آزمایشگاه‌ها، کارگاه‌ها)، دیدگاه‌های بهداشتی، ایمنی و حفاظت از محیط زیست و استفاده کارآمد و بهینه از منابع و مواد مصرفی را در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار جامعه مورد تاکید قرار داده و به آن عمل نماید. شاید بتوان دهه آینده ایران را دهه آموزش همگانی محیط زیست و توسعه پایدار دانست، که زمینه‌ساز آن دانشگاه‌های سبز ایران خواهند بود. براساس مطالعات صورت گرفته امروزه کمبود آب نیز به عنوان یکی از معضلات توسعه پایدار به شمار می‌آید که در حال حاضر استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع تامین کننده آب مخصوصا برای نیازهای آبیاری فضای سبز و کشاورزی، ارزانه‌ترین و قابل دسترس‌ترین روش برای کاهش یا حل مسائل کم‌آبی تلقی می‌شود.

دانشگاه بیرجند نیز در رسیدن به اهداف توسعه پایدار و دانشگاه سبز برنامه‌هایی را اجرا کرده است. تاسیس تصفیه-خانه فاضلاب با هدف کاهش آلودگی محیط زیست و استفاده از منبع عظیم پساب تولیدی با توجه به محدودیت منابع آب حاضر، جهت توسعه فضای سبز دانشگاه از جمله این فعالیت‌هاست. پارامترهای مختلف فیزیکی-کوشیمیایی پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب پردیس شوکت آباد دانشگاه بیرجند جهت استفاده مجدد در آبیاری فضای سبز دانشگاه در این مقاله مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش‌ها در بازه زمانی ۹۲-۹۰، تقریبا هر دو ماه یکبار انجام شدند. نتایج حاکی از آن بودند که به استثنای غلظت مس و منیزیم در سال ۹۲، کلیه پارامترها با استانداردهای سازمان محیط زیست جهت استفاده پساب در آبیاری فضای سبز مطابقت داشتند. کارآیی تصفیه‌خانه در حذف پارامترهای TSS و COD، BOD₅ به ترتیب ۹۶/۸۵، ۹۰/۵۷ و ۵۴/۶۶ درصد می‌باشد. میزان SAR، SSP و RSC پساب خروجی، نیز محاسبه گردیدند. با توجه به بالابودن مقدار این پارامترها از استانداردهای موجود، جهت کاهش میزان سدیم قابل جذب و درصد سدیم محلول و رساندن به حد استاندارد،

پیشنهاد می‌گردد CaO و CaSO_4 در تصفیه‌خانه به پساب خروجی اضافه گردند. بنابراین می‌توان گفت سیستم تصفیه اجرا شده در تصفیه‌خانه با انجام تغییراتی جزئی، مناسب می‌باشد.

از نظر کیفی عامل مهم محدودیت‌زا در استفاده از فاضلاب‌های تصفیه‌شده برای آبیاری فضای سبز، استاندارد بهداشتی آن‌ها می‌باشد که نیاز به کیفیت بالایی از نظر کلی فرم، فکال کلی فرم و تخم انگل نامتود دارد. بنابراین جهت استفاده از پساب در آبیاری فضای سبز، واحد کلرزنی تصفیه‌خانه دانشگاه بایستی راه‌اندازی و در صورت عدم توانایی کلر در حذف این عوامل از سیستم‌های گندزدایی پیشرفته‌تر استفاده نمود.

با توجه به طیف گسترده آلودگی‌های میکروبی و حضور عناصر سمی و سنگین در پساب‌ها، بایستی برنامه پایش ارائه شده برای استفاده از پساب در آبیاری فضای سبز به صورت مرتب اجرا شود. با توسعه دانشگاه و کوی مسکونی پرسنل در آینده، حجم پساب تولیدی مجموعه بالا رفته و می‌توان با پایش مداوم و تجهیز و توسعه تصفیه‌خانه در جهت رسیدن به پساب با کیفیت بالاتر از این منبع عظیم جهت مصارفی چون آبیاری فضای سبز، کشاورزی، تفریحی و محیط زیستی استفاده نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری و مساعدت معاونت محترم اداری و مالی و همچنین واحد نظارت بر اجرای طرح‌های عمرانی دانشگاه بیرجند تشکر می‌گردد.

مراجع

- [۱] موسوی قیداری، سیده زهرا، محتشمی، نازیلا، دانشگاه سبز، دومین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، ۱۳۹۳، تهران.
- [2] Lyu S, Chen W. Soil quality assessment of urban green space under long-term reclaimed water irrigation. *Environmental Science Pollution Research*. 2016, 23(5): 4639-4649.
- [۳] نعیمی، لیلا، جاوید، امیرحسین، میرباقری، سید احمد، بررسی تأثیر استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب در فضای سبز شهری به منظور توسعه پایدار (مطالعه موردی: شهرک غرب تهران)، پایداری، توسعه و محیط زیست، بهار ۹۳، دوره ۱، ۳۷-۴۶، تهران.
- [۴] فراهانی، مریم، ملکی آل آقا، مینا، ارزیابی امکان استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده مجتمع دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن در آبیاری فضای سبز این مجتمع، فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم، زمستان ۱۳۹۱، شماره ۳۳، ۵۰-۴۱، تهران.
- [۵] گلاوی، مرضیه، بذرافشان، ادیس، کرد مصطفی پور، فردوس، امکان‌سنجی استفاده مجدد پساب تصفیه‌خانه فاضلاب دانشگاه سیستان و بلوچستان در فضای سبز و کشاورزی، کنفرانس بین‌المللی آب و فاضلاب، اردیبهشت ۱۳۹۰، تهران.
- [6] Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD. Editor. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation. 20th ed. Washington DC. USA. 1998.
- [۷] علیزاده، امین، رابطه آب و خاک و گیاه، ۱۳۸۳، ۲، مشهد، دانشگاه امام رضا (ع).
- [۸] معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها، ۱۳۸۹، نشریه شماره ۵۳۵، تهران، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.
- [۹] عابدی، محمد جواد، نجفی، پیام، ترجمه و تدوین، استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی، ۱۳۸۰، تهران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

Assessment of use of wastewater treatment of Birjand University in order to fulfill the objectives of the Green University

Ali Shahidi, Sepideh Dowlatabadi

Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural, University of Birjand, Birjand, Iran,
E-mail: ashahidi@birjand.ac.ir

Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural, University of Birjand, Birjand, Iran,
E-mail: sepideh.dowlatabadi@birjand.ac.ir

Abstract.

Now, the world faces with many the environmental challenges. The many activities is performing in the various universities of world for deal with these challenges, environmental protection and achieve to objectives of sustainable development. Short-term and long-term strategies of these activities are generally considered as scheme of green university. The average annual rainfall and evaporation are 120 and 2700 mm in South Khorasan province, therefore this province is from arid regions of Iran. With considering to this point, situation of developing country and in order to achieve the objectives of the green university, Birjand University designed and built a wastewater treatment at the Shaukatabad Campus. This article studies the treated wastewater quality and its usability in irrigation of green space of Birjand University. Therefore, parameters such as pH, EC, OH, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, Ca, Mg, THD, Na, K, TDS, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Co, Cr, BOD₅, COD, FAT&OIL, DETERGENT, NO₃, NO₂, PO₄ and free chloride measured in treated wastewater for the period 2011-2014(every two months). The results showed that treated wastewater quality matches with Environmental Protection Organization criteria of Iran in treated wastewater reuse in irrigation of green space. In addition to treated wastewater reuse in the agricultural part, it is recommended that treated wastewater applies in irrigation of green spaces of University.

Keywords:

Green University, wastewater treatment of Birjand University, treated wastewater, irrigation of green spaces, agricultural