

Assessment of Effluent Quality of Isfahan Wastewater Treatment for Irrigation

*Safari, S.A.A., Ph.D. Student, and Hajrasuliha, SH. Prof. Dept. of Soil Science.
College of Agriculture, Isfahan University of Tech. Isfahan, Iran*

Abstract

From 1987, secondary effluent of North Isfahan Wastewater Treatment Plant has been the only irrigation water of some area of Borkhar region in Isfahan. For quality assessment the samples were taken and analyzed during 6 months. The study of its chemical properties revealed that against other global reports, its total dissolved solids (electrical conductivity), nitrogen, phosphorus, and potassium were relatively high ; but meets wastewater quality standard prepared by Iran Environmental Protection Organization (IEPO), for irrigation. However, regarding ground water protection, its nitrogen, phosphorus, and total solids suspension must be reduced. On the other hand, with compare to guideline for irrigation water quality prepared by Food and Agriculture Organization (FAO), its nitrogen, chloride, sodium, and specially bicarbonate ions, are relatively high. According to that guideline, depend on the methods of irrigation, soil and air conditions, and plant species, there are a lot of risks for irrigation. So, for reuse of sewage water in agriculture, apart from the IEPO standard, it would be better that the irrigation water quality was assessed base on agricultural needs and regional conditions.

ارزیابی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان

برای کشاورزی

علی اکبر صفری سنجانی*

شاپور حاج رسولیها**

چکیده

فاضلاب تصفیه شده در تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان تنها منبع آب آبیاری کشاورزان منطقه برخوردار اصفهان است. برای ارزیابی و سنجش کیفیت آب آبیاری کشاورزان این منطقه از این آب آبیاری به مدت ۶ ماه نمونه برداری شد و نمونه‌ها در آزمایشگاه به روش‌های استاندارد تجزیه گردید. بررسی ویژگی‌های شیمیایی پساب نشان داد که اگر چه اندازه ازت، فسفر، پتاسیم و نمک‌های محلول آن نسبت به گزارش‌های موجود بالاست ولی از دیدگاه آلودگی، در سنجش با جدول استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران، برای بهره‌برداری از آن در آبیاری کشتزارها نیازی به تصفیه بیشتر نمی‌باشد، ولی برای رهایی آن در آب‌های زیرزمینی نیاز است که مواد جامد معلق، فسفر و ازت آن کاهش یابد. از سوی دیگر، سنجش و مقایسه ویژگی‌های پساب با جدول رهنمودهای تفسیر کیفیت آب آبیاری سازمان کشاورزی و خوار و بار جهانی نشان داد که ازت، کلر، سدیم و به ویژه بیکربنات پساب بالا بوده و بسته به روش آبیاری و نوع گیاه می‌تواند زیان‌آور باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در بهره‌برداری دوباره از آب‌ها در کشاورزی و ارزیابی کیفیت آن علاوه بر جدول استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران، بسته به نوع گیاه، خاک، آب و هوا و روش آبیاری، ویژگی‌هایی مانند شوری، نسبت جذب سدیم، ازت، سدیم، کلر، کربنات و بی‌کربنات پساب جداگانه بررسی شوند.

مقدمه

بهره‌گیری دوباره از آب یکی از سودمندترین راه‌های جلوگیری از آلودگی زیستگاه‌ها و همچنین برآوردن نیاز آبی مردم در مناطق خشک و نیمه خشک است [۱۰، ۱۱]. برای بهره‌گیری دوباره از آب نیاز است که به کیفیت آن آگاهی داشته و برای کاربرد آن در بخش‌های گوناگون روال درستی در نظر گرفته شود. از فاضلاب‌های شهری و صنعتی، پس از تصفیه و رساندن آن به مرز استاندارد، می‌توان در آبیاری کشتزارها، پارک‌ها، جنگل‌ها و در پرورش ماهی، مصارف صنعتی و جاهای دیگر بهره‌برداری نمود [۳ و ۶]. ولی با یک بررسی در شهرهای بزرگ و کوچک کشور، دیده خواهد شد که بیشتر

شهرها سیستم واحد جمع‌آوری فاضلاب نداشته و این آب‌های آلوده، در چاه‌های فاضلاب به زمین نفوذ کرده و یا بدون تصفیه در آبیاری کشتزارها به کار رفته و حتی در برخی جاها در رودخانه‌ها و جوی‌های آب‌رها می‌گردند [۳ و ۵].

در شهر اصفهان دو تصفیه‌خانه فاضلاب وجود دارد که تصفیه‌خانه فاضلاب شمال از سال ۱۳۶۶ با گنجایش ۴۰۰۰۰۰ نفر جمعیت معادل بخش بزرگی از فاضلاب شهری اصفهان را به روش لجن فعال تصفیه نموده و پساب (فاضلاب تصفیه شده) آن در آبیاری کشتزارها به کار می‌رود. گیاهان کشت

* - دانشجوی دکتری خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

** - استاد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

شده در این کشتزارها بیشتر گندم، جو، ذرت، یونجه، چغندر قند و برخی از سبزی‌ها می‌باشد. هدف این پژوهش و ارزیابی کیفیت آب آبیاری این کشتزارها برابر جداول سازمان حفاظت محیط زیست ایران و سازمان کشاورزی و خواربار جهانی است.

مواد و روش‌ها

پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان از سال ۱۳۶۶ تنها منبع آب برای آبیاری کشاورزی کشتزارهای منطقه برخوردار اصفهان است که در این پژوهش برای ۶ ماه از آن نمونه برداری شد. در این تصفیه‌خانه، فاضلاب جمع‌آوری شده در آغاز به وسیله پمپ سانتریفوژ از عمق ۵ متری به روی زمین آورده شده و برای تصفیه اولیه به واحد آشغالگیر وارد می‌شود که از نوع میله‌ای بالا آورنده است. پس از آن فاضلاب به واحد دانه‌گیر و جداکننده چربی می‌رود و از آنجا به نخستین تانک ته‌نشینی رسانده می‌شود. سرریز نخستین تانک ته‌نشینی با نام نخستین خروجی از واحد تصفیه‌خانه^۱ به همراه مقداری از لجن گرفته شده در پساب ثانویه تانک ته‌نشینی وارد تانک هوادهی می‌شود. پس از ۴ تا ۶ ساعت هوادهی و انجام تصفیه بیولوژیکی، فاضلاب و لجن فعال وارد دومین تانک ته‌نشینی می‌شود. سرریز دومین تانک ته‌نشینی با نام دومین خروجی از واحد تصفیه‌خانه^۲ بدون گندزدایی به بیرون تصفیه‌خانه رسانده شده و به عنوان آب آبیاری در کشتزارها به کار می‌رود. از سوی دیگر مواد ته‌نشین شده در تانک ته‌نشینی وارد واحد هاضم و تصفیه لجن می‌شود که پس از آبیگری و خشک شدن به عنوان کود آلی به فروش می‌رود.

برای سنجش و ارزیابی کیفیت پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان در یک دوره شش‌ماهه، نمونه‌گیری به کمک یک نمونه‌گیر پلاستیکی از کانال خروجی تصفیه‌خانه انجام شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه دانشگاه صنعتی اصفهان بدین صورت تجزیه شد: pH آن به کمک یک دستگاه pH سنج مدل ۳۲۰ مترام، رسانایی الکتریکی با دستگاه رسانایی سنج مدل مترام، غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم با دستگاه فیلم فتومتر^۳، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون باورسین، کلر به روش تیتراسیون با نیترات نقره، کربنات و بیکربنات به روش تیتراسیون

با اسید سولفوریک، سولفات به روش کدورت‌سنجی^۴، ازت کل به روش کج‌لال^۵، ازت آمونیاکی و نیتراتی + نیترونی به روش اکسید منیزیم - آلیاز دواردا^۶ و فسفر به روش رنگ‌سنجی و به کمک دستگاه اسپکترونیکی، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عناصر سنگین آهن، منگنز، روی، مس، نیکل و سرب، پساب را پنج برابر غلیظ کرده و سپس به کمک دستگاه جذب اتمی پرکین المر مدل ۷۳۰۳۰ اندازه‌گیری انجام شد [۹ و ۱۲].

نتایج و گفتگو

نتایج این پژوهش به ترتیب زیر ارائه می‌شود:

۱- کربن آلی، ازت، فسفر و پتاسیم پساب

روی هم رفته نسبت N:P:K:OC در پساب برابر ۲/۶۶:۱/۴۳:۱/۵۹:۲ می‌باشد و اندازه آنها از کربن آلی به ازت، پتاسیم و فسفر کاهش می‌یابد. الیوت نسبت N:P:K دومین خروجی از واحد تصفیه ثانویه فاضلاب را ۲/۷:۱/۵:۲/۵ گزارش کرده است [۱۰].

آشکار است که ازت پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان بیشتر و پتاسیم آن کمتر از آنچه که به وسیله الیوت گزارش شده است، می‌باشد. این داده‌ها نشان می‌دهد که ترکیب خروجی از واحد تصفیه ثانویه فاضلاب چندان هم ثابت و یکنواخت نیست.

همان‌گونه که در نمودار ۱ دیده می‌شود، بخش بزرگی (۸۶٪) از ازت پساب به شکل آمونیاکی است و تنها نزدیک ۸/۵ تا ۵/۳ درصد از ازت پساب به شکل آلی و نیتراتی - نیترونی است. فسفر پساب بیشتر به شکل آلی است و تنها نزدیک ۲۸٪ از فسفر پساب به شکل ارتوفسفات است. در اینجا یادآوری می‌شود که اندازه ازت و به ویژه فسفر و پتاسیم در پساب تصفیه‌خانه شمال اصفهان بسیار بیشتر از آنچه که به وسیله

- | | |
|---|-----------------------|
| 1- Primary Effluent | 2- Secondary Effluent |
| 3- Flame Photometer | 4- Turbidometry |
| 5- Kjedal Method (Bremner, 1970) | |
| 6- Magnesium Oxide - Devarda Alloy | |
| 7- Atomic Absorption Spectro Photometer (Perkins-Elmer, 3030) | |

فاضلاب‌های شهری (نزدیک ۷۰ تا ۹۰ درصد) در هنگام تصفیه به همراه مواد آلی پایدار، در تانک‌های ته‌نشینی از پساب جدا شده و در لجن فاضلاب خود را نشان می‌دهد [۳، ۵، ۶، ۸ و ۱۰]. جدول ۱ نشان می‌دهد که میان عناصر سنگین اندازه‌گیری شده در پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان و گزارش‌های بررسی شده همخوانی خوبی وجود دارد [۸، ۱۰ و ۱۱] و اندازه آنها با توجه به جدول سازمان حفاظت محیط زیست ایران کمتر از مرز آلوده‌کنندگی است [۴].

۴- ارزیابی کیفیت پساب در مقایسه با استاندارد جهانی میانگین ترکیب شیمیایی پساب در دوره‌های طولانی مدت می‌تواند راهنمای سودمندی در بهره‌برداری درست و جلوگیری از زیان‌های آن باشد. با برابر نهادن این داده‌ها و به کمک مرزهای استاندارد آماده شده می‌توان بهترین روش بهره‌برداری را برگزید [۲، ۶ و ۷]. جدول ۱ دامنه و میانگین ترکیب پساب را در یک دوره ۶ ماهه نشان می‌دهد. برای آسانی سنجش چگونگی و کیفیت پساب و همچنین درجه تصفیه آن، استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران نیز در جدول آورده شده است [۴]. این جدول نشان می‌دهد که برای بهره‌گیری از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان در آبیاری کشتزارها از جنبه‌های زیست محیطی نیازی به پالایش بیشتر نیست، ولی برای رهایی این پساب در آب‌های زیرزمینی و سطحی نیاز است که مواد جامد معلق، فسفر و ازت آن کاهش یابد. یادآور می‌شود که داوری ما تنها بر پایه ویژگی‌های شیمیایی بررسی شده در این پژوهش است؛ روشن است که برای داوری درست، از شناخت ویژگی‌های فیزیکی و زیستی پساب، نمی‌توان چشم پوشید، به ویژه که در این تصفیه‌خانه کلرزنی خراب بوده و پساب بدون گندزدایی در آبیاری کشتزارها به کار می‌رود. از این رو، انجام پژوهشی در باره آلودگی‌های زیست‌شناختی پساب، خاک و گیاه می‌تواند سودمند باشد.

در اینجا یادآور می‌شود که تعیین مرز استاندارد سراسری برای بهره‌گیری از پساب در آبیاری و کشاورزی کار درستی نیست و بهتر است که درجه تصفیه فاضلاب و مرز

بوزیل، درایور و همکاران، منزیز و چانی، هایز و همکاران و باور در دومین خروجی از واحد تصفیه‌خانه در آمریکا اندازه‌گیری و گزارش شده است، می‌باشد. کمی مصرف سرانه آب در ایران (۱۵۰ لیتر در شبانه روز) در برابر آمریکا (۲۵۰ لیتر)، همچنین ناهمانندی عادات غذایی و خوراکی‌ها در دو کشور می‌تواند دلیلی بر این نابرابری‌ها باشد [۳، ۵، ۸، ۱۰ و ۱۱].

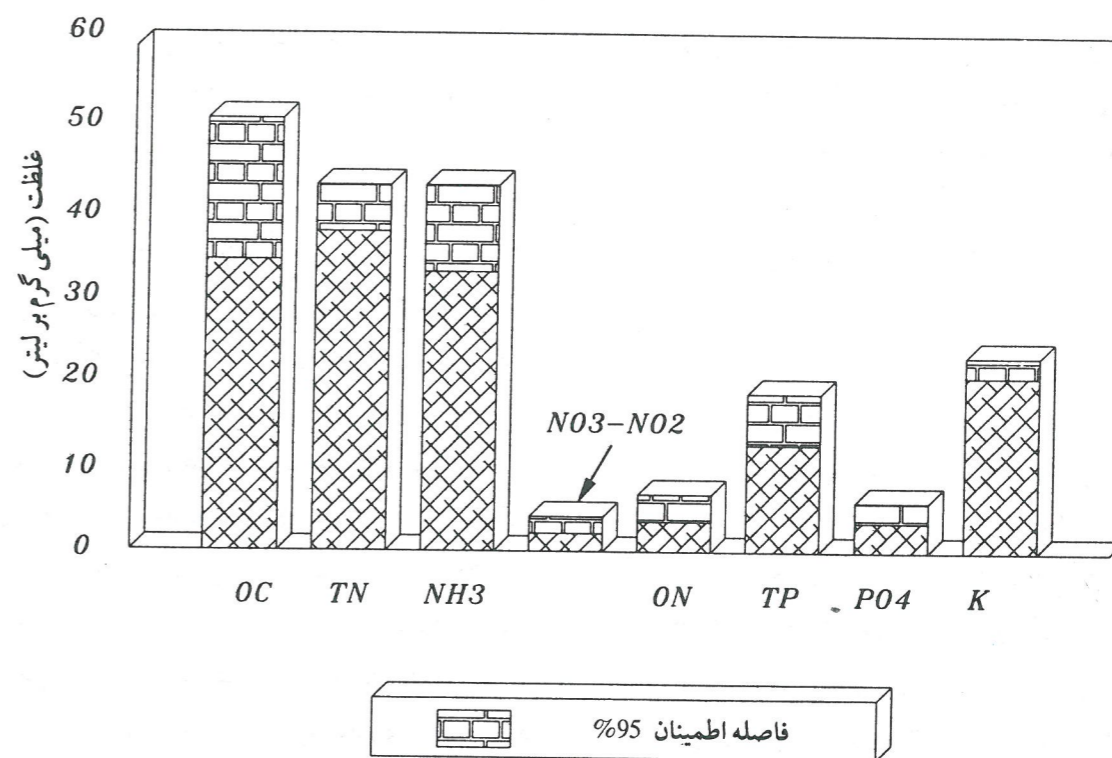
۲- شوری و برخی عناصر محلول پساب

نمودار ۲ نشان دهنده کمترین و بیشترین مرز شوری، نسبت جذب سدیم و برخی عناصر محلول پساب با ۹۵٪ اطمینان است. میانگین شوری پساب ۱/۵۷ دسی‌زیمنس بر متر است که از شوری پساب شهر فونیکس در آریزونا، آمریکا بیشتر است. روی هم رفته شوری پساب شمال اصفهان با ۹۵٪ اطمینان از ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر کمتر بوده و در دامنه شوری گزارش شده پساب‌ها (۰/۲ تا ۲/۲) جای می‌گیرد [۶ و ۱۰].

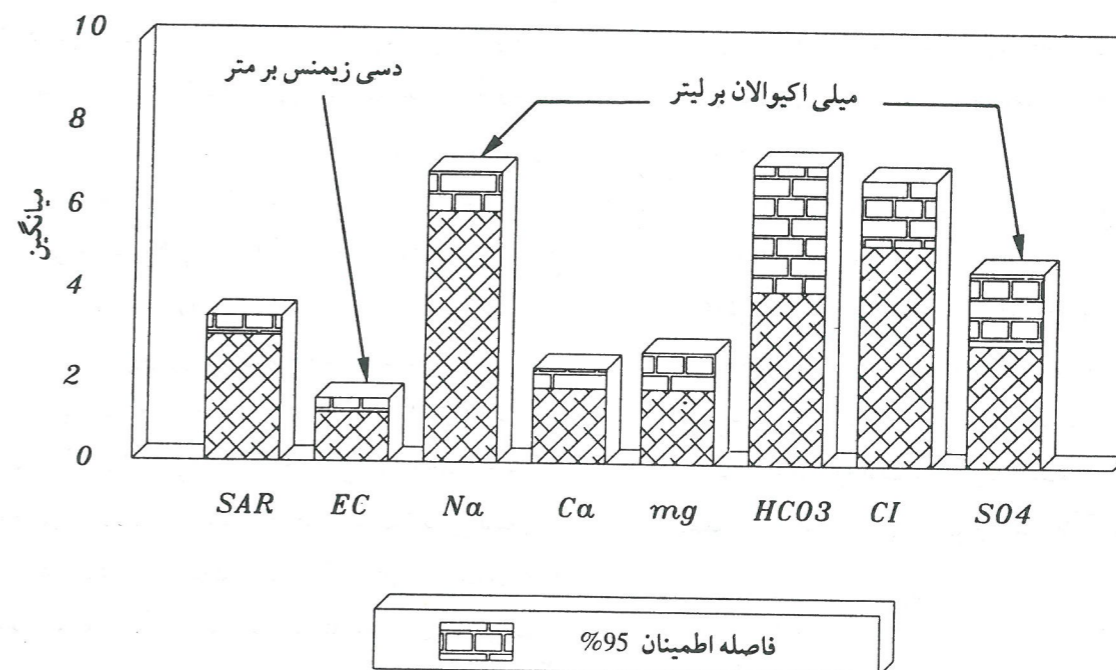
همان‌گونه که در نمودار ۲ دیده می‌شود، سدیم کاتیون غالب در پساب است. اندازه کلسیم و منیزیم پساب به هم نزدیک است و از میان آنیون‌ها اندازه کلر و بیکربنات بر حسب میلی‌اکیوالان بر لیتر به هم نزدیک و بالاتر از سولفات پساب است. میانگین اندازه شوری و عناصر محلول پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان در سنجش با شوری و عناصر محلول از دومین خروجی از واحد تصفیه ثانویه شهرهای آمریکا که به وسیله بوزیل، درایور و همکاران، هایز و همکاران و باور گزارش شده است، نشان می‌دهد که این ویژگی‌های پساب در اصفهان، بالاتر از آمریکا است [۸، ۱۰ و ۱۱]. کمی مصرف سرانه آب در ایران، در برابر آمریکا و همچنین ناهمانندی کیفیت آب آشامیدنی این کشورها و بالا بودن نمک و سختی آب آشامیدنی شهر اصفهان می‌تواند دلیلی بر این نابرابری‌ها باشد [۱، ۳ و ۵].

۳- عناصر سنگین پساب

در جدول ۱ میانگین و دامنه تغییرات عناصر سنگین آهن، منگنز، روی، مس، نیکل و سرب در پساب گزارش شده است، که از میان آنها تنها اندازه آهن توانسته است به ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر برسد. گزارش شده است بخش بزرگی از عناصر سنگین



نمودار ۱- برآورد میانگین غلظت کربن آلی، ازت، فسفر و پتاسیم پساب



نمودار ۲- برآورد میانگین نسبت جذب سدیم، شوری و برخی از کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول پساب

جدول ۱- دامنه و میانگین ترکیب شیمیایی پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال (شماره ۲) اصفهان

آلاینده	دامنه	میانگین	واحد	*مرز استاندارد آلوده کننده ها در پساب کشاورزی	
				بهره گیری در آبیاری و کشاورزی	رهایی در آبهای پذیرنده
اکسیژن خواهی زیست شیمیایی	۲۰-۱۰۰a	۱۵	میلی گرم بر لیتر	۱۰۰	۵۰
اکسیژن خواهی شیمیایی	۹۰-۶۵a	۷۷/۵	میلی گرم بر لیتر	۲۰۰	۱۰۰
کل مواد جامد	۳۵۰۰-۱۵۰۰a	۲۰۰۰	میلی گرم بر لیتر	-	-
کل مواد جامد معلق	۶۰-۲۰a	۴۰	میلی گرم بر لیتر	۱۰۰	۴۰
کل مواد جامد محلول	۸۳۰-۷۲۰a	۷۷۵	میلی گرم بر لیتر	-	-
مواد آلی	۱۰۰-۶۰	۶۵	میلی گرم بر لیتر	-	-
رسانایی الکتریکی	۱/۴۵-۱/۷	۱/۵۷	دسی زیمنس بر متر	-	-
pH	۷/۸-۷/۲	۷/۴۵	-	۶-۸/۵	۶/۵-۸/۵
سدیم	۱۷۲-۱۴۵	۱۵۳/۴	میلی گرم بر لیتر	-	-
پتاسیم	۲۴-۲۲	۲۲/۸	میلی گرم بر لیتر	-	-
کلسیم	۵۵-۳۴	۴۴	میلی گرم بر لیتر	-	۷۵
منیزیم	۶۲-۴۵	۵۳	میلی گرم بر لیتر	۱۰۰	۱۰۰
کلر	۲۹۸-۱۵۲	۲۲۹	میلی گرم بر لیتر	۶۰۰	۶۰۰b
سولفات	۲۶۰-۱۱۰	۱۸۸	میلی گرم بر لیتر	۵۰۰	۴۰۰b
بیکربنات	۵۸۰-۲۳۰	۳۶۰	میلی گرم بر لیتر	-	-
ازت کل	۴۶-۳۵	۴۱/۵	میلی گرم بر لیتر	-	-
ازت آمونیاکی	۴۳-۳۰	۳۵/۸	میلی گرم بر لیتر	-	۲/۵
ازت نیتراتی - نیترونی	۴-۲	۲/۲	میلی گرم بر لیتر	-	۱۰
فسفر کل	۲۵-۱۲	۱۶	میلی گرم بر لیتر	-	-
فسفر فسفاتی	۷/۵-۴	۴/۵	میلی گرم بر لیتر	-	۱۰
آهن	۰/۶۸-۰/۰۵	۰/۲۹	میلی گرم بر لیتر	۳	۳
منگنز	۰/۰۸-۰/۰۲	۰/۰۴	میلی گرم بر لیتر	۱	۱
روی	۰/۰۸-۰/۰۱	۰/۰۳	میلی گرم بر لیتر	۲	۲
مس	۰/۰۶-۰/۰	۰/۰۲	میلی گرم بر لیتر	۰/۲	۱
نیکل	۰/۰۴-۰/۰	۰/۰۱	میلی گرم بر لیتر	۲	۲
سرب	۰/۰۴-۰/۰	۰/۰۲	میلی گرم بر لیتر	۱	۱
نسبت جذب سدیم	۳/۹۰-۳/۳۴	۳/۶۱	^{۱/۲} (میلی مول بر لیتر)	-	-

* برگرفته از معاونت تحقیقاتی سازمان حفاظت محیط زیست ایران [۴]

a گرفته شده از آزمایشگاه تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان

b پساب نباید این ویژگی آب پذیرنده را در بر توی ۲۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش دهد.

جدول ۲- رهنمودهای ارزیابی چگونگی آب آبیاری (آبزر و وست کات، ۱۹۸۵)

درجه پیامد بد آبیاری	یکان	زیان آب آبیاری	
		هیچ	کم تا میانه
بالا			
	شوری		
	رسانایی الکتریکی	< ۰/۷	۰/۷-۳/۰
	کل جامدهای محلول	< ۴۵۰	۴۵۰-۲۰۰۰
	نفوذ پذیری		
	نسبت جذب سدیم	< ۰/۷	۰/۷-۰/۲
		> ۱/۲	۱/۲-۰/۳
		> ۱/۹	۱/۹-۰/۵
		> ۲/۹	۲/۹-۱/۳
		> ۵/۰	۵/۰-۲/۹
	مضر بودن یون های ویژه		
	سدیم		
	نسبت جذب سدیم	< ۳	۹-۳
	آبیاری بارانی	< ۳	> ۳
	آبیاری سطحی		
	آبیاری بارانی		
	آبیاری سطحی		
	آبیاری بارانی		
	بور		
	میلی گرم بر لیتر	< ۰/۷	۳/۰-۰/۷
	اثرهای جانبی بر گیاهان حساس		
	نیتروژن (NO ₃ -N)	< ۵	۳۰-۵
	بیکربنات (HCO ₃)	< ۱/۵	۸/۵-۱/۵
	آبیاری بارانی		
	pH	۸/۴-۶/۵	

استاندارد پساب برای بهره گیری از آن در کشاورزی با آگاهی از ویژگی های آب و هوایی، خاک، گیاه و روش های کارفرمایی کشاورزان در هر جای کشور جدا گانه تعیین شود. گذشته از گونا گونی این ویژگی ها در سراسر کشور، نیاز است که در بهره گیری از پساب در آبیاری کشتزارها به آلاینده های مهم دیگر که برای آن ها مرزی گمارده و تعیین نشده است نیز نگاه شود. برای نمونه در جدول استاندارد پیشنهادی سازمان محیط زیست

ایران برای ویژگی های بنیادی چون رسانایی الکتریکی (شوری)، کاتیون ها و آنیون های محلول (به ویژه سدیم و بیکربنات)، نسبت جذب سدیم و عناصر غذایی (به ویژه ازت) که در کشاورزی و آبیاری نمی توان از آنها چشم پوشید، مرزی تعیین نشده است (جدول ۱). برای جبران این کمبودها می توان از جدول رهنمودهای ارزیابی چگونگی آب آبیاری که به وسیله ایرز و وست کات آماده شده، کمک گرفت [۲ و ۷].

چنانچه ویژگی های پساب با این جدول سنجیده شود، دیده خواهد شد که:

(۱) از جنبه شوری: درجه پیامد بد آبیاری با این پساب کم تا میانه است (رسانی الکتریکی پساب در دامنه ۰/۷ تا ۳ دسی زیمنس بر متر جای می گیرد)

(۲) از جنبه نفوذ پذیری: با دارا بودن نسبت جذب سدیم ۳/۶۱ و رسانی الکتریکی ۱/۵۷ پیامد بدی بر خاک نخواهد داشت.

(۳) از جنبه مضر بودن یون های ویژه: دارای نسبت جذب سدیم ۳/۶۱ بوده و در آبیاری سطحی می تواند پیامد بد کم تا میانه ای بر گیاهان حساس به سدیم داشته باشد و در آبیاری بارانی با دارا بودن ۶/۶۷ میلی اکیوالان در لیتر سدیم، می تواند به گیاهان حساس آسیب برساند. اندازه کلرید پساب ۶/۴۵ میلی اکیوالان در لیتر است که در آبیاری سطحی و بارانی می تواند بر

گیاهان حساس پیامدی بد با درجه کم تا میانه ای داشته باشد. (۴) برخی ویژگی های دیگر پساب مانند نیتروژن آن در اندازه ای است (۴۱/۵ میلی گرم بر لیتر) که می تواند به گیاهان آسیب پذیر، زیان بسیاری برساند. بیکربنات پساب (۳۶۰ میلی گرم در لیتر) نیز بالاست و در آبیاری بارانی می تواند به بسیاری از گیاهان حساس آسیب برساند. ولی pH آن در دامنه بی زیانی (۶/۵-۸/۴) جای می گیرد [۷].

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارکنان تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان برای همکاری های دوستانه در تهیه نمونه ها و دادن برخی داده ها و پیشنهادهای سودمند و همچنین از سازمان تحقیقات کشاورزی برای تأمین بخشی از هزینه های اجرای این تحقیق قدردانی می گردد.

منابع و مراجع

- ۱- امیروفایی، ا. (۱۳۷۱) "استفاده از پساب تصفیه شده در شهر سنت پترزبورگ"، مجله آب و فاضلاب، شماره ۴، صفحه ۲۶-۲۹.
- ۲- حاج رسولیها، ش. مترجم. (۱۳۶۴). "کیفیت آب برای کشاورزی". تألیف آیزو وست کات. مرکز نشر دانشگاهی.
- ۳- حسینیان، م. (۱۳۶۰)، "روش عملی تصفیه فاضلاب"، انتشارات حسینیان.
- ۴- معاونت تحقیقاتی سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۷۱). "استاندارد خروجی فاضلاب ها"، انتشارات دفتر آموزش زیست محیطی.
- ۵- منزوی، م. ت. (۱۳۶۶). "فاضلاب شهری، جلد دوم تصفیه فاضلاب"، انتشارات دانشگاه تهران.

- 6- An Institution of Civil Engineers Symposium, (1985). " Reuse of Sewage Effluent ". Thomas Telford Ltd, London.
- 7- Ayers, R.S., and Westcot, D.W. (1985). " Water Quality for Agriculture ", Rev. 1, FAO, Rome.
- 8- Bower, C.A., Reitmeir, R.F. and Fireman, M. (1952). " Exangeable Cation Analysis of Saline and Alkali Soils", Soil Sci. 73 : 251-261.
- 9- Chapman, H.D., and Pratt, (1961). " Methods of Analysis for Soil, Plant and Water ", University Divisoin of Agricultural Science, USA.
- 10- Elliott, L.F., and Stevenson, F.J. (1986). " Soils for Management of Organic Waste and Wastewaters ". Second Printing, Soil Sci. Soc. Am. INC. Publisher. Madison. Wisconsin, USA.
- 11- Hayes, A.R., Mancino, C.F. and Pepper, I.L. (1990). " Irrigation of Turfgrass with Secondary Sewage Effluent : I. Soil and Leachate Water Quality ". Agron. J., 82:939-943.
- 12- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. (1982). " Methods of Soil Analysis. Part 2 : Chemical and Microbiological Properties ", Second Edition. Soil Sci. Soc. Am, INC. Publisher Madison, Wisconsin, USA.