



## استفاده مجدد از پسابها(منافع و موانع) به عنوان آب نامتعارف راهی برای کاهش بحران کم آبی

علیرضا فرارویی<sup>۱</sup>

### چکیده

استفاده مجدد از پسابها چندسالی است که به عنوان راهی دو منظوره جهت استفاده برای اراضی کشاورزی، فضای سبز و ... مورد توجه قرار گرفت است. پسابها ضمن اینکه به عنوان یک تهدید برای محیط زیست به شمار می آیند می توانند یک فرصت به عنوان یک منبع آب قابل اطمینان برای کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده مجدد از پسابها می تواند فشار تخلیه آب از محیط زیست را کاهش دهد. هر گونه پسابی در منطقه شهری و روستایی باید از یک حداقل تصفیه ای برخوردار باشد تا تماس انسان با آلودگی های موجود در پساب به حداقل برسد. مواد آلاینده ای که در پسابها موجودند و موجب آلاینده های محیط زیست می شوند مثل ریزمغذیها، سدیم، فلزات سنگین و آلودگیهای انسانی و حیوانی مثل پاتوژنها، داروهای مصرفی، (آنتی بیوتیک ها و ...) و EDCS ها و ... هستند. نگرانی اصلی جامعه تولید محصولات کشاورزی با اینگونه پسابها می باشد. با حداقل تصفیه و فعالیتهای مدیریتی میتوان کلیه این مضرات را به سطح بدون خطر رساند. این مقاله شرحی بر منافع استفاده مجدد از انواع پسابها با در نظر گرفتن تهدیدهای موجود با استفاده از یافته های جدید دنیای امروز می باشد.

کلید واژه: پساب، استفاده مجدد، پاتوژن، شوری، هدایت هیدرولیکی.

<sup>۱</sup> دانشجو دکتری دانشگاه شیراز و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مرودشت، [fararooei@shirazu.ac.ir](mailto:fararooei@shirazu.ac.ir)



همایش ملی مدیریت بحران آب  
*The National Conference on Water Crisis Management*  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



## مقدمه

افزایش راندمان در مدیریت زارعی و تداوم افزایش در عملکرد نیاز به منابع آب برای اهداف آبیاری را افزایش داده است. پسابها برای اهداف آبیاری در کشورهای زیادی در اطراف جهان مورد استفاده مجدد قرار گرفته است. در همه قاره های دارای جمعیت زیاد تعدادی از این کشورها دستور العملهایی برای معیارهای کیفی پسابهای مورد استفاده مجدد برای اهداف آبیاری ارائه داده اند. یک نمونه از این دستورات در دستور العمل USEPA بطور خلاصه در استفاده مجدد از آب آمده است. در مناطق جهان فشارهای زیادی روی منابع آب موجود ایجاد شده که تاثیرات زیست محیطی شدیدی دنبال داشته است یک نمونه آن در پرت استرالیا است که عمده آبخوان آب آشامیدنی بوسیله ترکیبی از فعالیتها مانند منبع آب آشامیدنی، عمومی، آبیاری باغها و کاشت کاج در سطح وسیعی از تپه ها اتفاق افتاده است. عربستان سعودی مثال دیگری از یک کشور با تاثیرات شرح داده شده روی منابع آب طبیعی می باشد. به علت افزایش نیاز آب زیرزمینی بوسیله بخش کشاورزی کاهش زیادی در سطح آب زیرزمینی (بیش از ۲۰۰ متر) مشاهده شده است. در بعضی مناطق بخاطر برداشت بیش از حد، این مسئله ترکیب شده با دوره های طولانی خشکسالی و با فصلهای کم باران.

در ایران امروز نیز بهره برداری بیش از حد از ذخائر (به علت عدم به کارگیری قانون آب) آب و آلودگی بالای آن به علت همین مصرف بیش از حد به همراه تغییرات اقلیمی و برخورد بادهای زیادتر خشکسالی مقدار آب موجود جهت ادامه حیات را با تهدید جدی مواجه کرده است. این برداشت بیش از حد باعث کاهش سطح سفره آبهای زیرزمینی به بیش از ۱۲۰ متر شده است. البته این کاهش سطح به همراه جایگزینی سفره های آب شور با سفره های آب شیرین بوده است. فعالیتهایی وجود دارد که می تواند برای کاهش فشار روی منابع آب تازه مورد استفاده قرار گیرد. یک مکانیزم ممکن، باز یافت فاضلابها و آب زهکشی است که می تواند بجای منابع آب تازه استفاده شود. انواع فاضلابهای استفاده شده برای بازیافت شامل پسابهای فاضلاب تصفیه شده یا تصفیه نشده، روانابهای ناشی از سیل، آب کدر خارج شده از دامداریها و فاضلابهای صنعتی می باشد. برای این مقاله همه انواع این پسابهای که قابلیت استفاده دارند بررسی شده اند. این انواع مختلف آب در کیفیت با توجه به آلوده کننده هایی که به طور بالقوه در آنها وجود دارد می تواند متغیر باشد.



همایش ملی مدیریت بحران آب  
*The National Conference on Water Crisis Management*  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



کیفیت و وجود آلوده کننده ها همچنین روی میزان تصفیه مورد نیاز تاثیر می گذارند. این قضیه روی صرفه اقتصادی استفاده مجدد از فاضلابهای گوناگون اثر می گذارد.

### فواید زیست محیطی استفاده مجدد از پسابها

استفاده مجدد از پساب، منبع آبی است که پتانسیل استفاده در کشاورزی پایدار را دارد. آب مورد استفاده مجدد بهر حال یک فایده اصلی دارد که ذخیره ثابت و غیرقابل انکارمی باشد بویژه برای منابعی مانند خروجی صنایع و فاضلابهای تصفیه شده. به علاوه یک منبع آب دائم، حجم زیادی از آب برای استفاده مجدد تولید می شود که اگر استفاده نشود صرفاً در محیط زیست تخلیه شود. مسائلی متعددی را به وجود می آورد. تخلیه پسابهای تصفیه شده یا تصفیه نشده در محیط زیست بویژه در آبهای طبیعی مانند دریاچه ها، رودخانه ها و سواحل دریایی می تواند سبب تنزل کیفی این آبها شود. افت کیفی اغلب به ورود مواد آلی و غیر آلی مرتبط است که می تواند موجب مسائلی مانند جلبک زدن آب، کهولت آب و مغذی شدن آب با عناصر غذایی شود. استفاده مجدد میتواند تاثیر معنی داری روی کاهش یا حذف کامل تاثیر این پسابها روی محیط زیست داشته باشد. بعلاوه استفاده مجدد از پسابها برای اهدافی مانند آبیاری کشاورزی، میزان آب مورد نیاز تخلیه شده از منابع آبی طبیعی را کاهش می دهد. فاضلابها اغلب حاوی غلظت های قابل ملاحظه ای از کودهای آلی و غیر آلی مانند نیتروژن و فسفر می باشند. می توان از آب بازیافتی به عنوان منبعی از مواد مغذی استفاده شود. هنگامی که از آب بازیافتی استفاده می شود مشاهده شده است که میکروارگانیزم های خاک افزایش می یابد و فعالیت های متابولیکی را بالای برد.

### خطرات استفاده از آب بازیافتی

عوامل خطر زایی جهت استفاده مجدد از پسابها در کشاورزی شناخته شده است. تعدادی از این عوامل خطرزا عمر کوتاهی دارند و میزان آنها وابسته به تماس با انسان، حیوان و محیط زیست می باشد (مثل میکروبیهای بیماری زا). در حالی که تعداد



دیگری از آنها تاثیرات بلند مدت خواهند داشت که با استفاده از پسابها خطرات آنها افزایش می یابند(مثل اثرات شوری روی خاک).

به طور اختصار سعی می شود کلیه خطرات در ذیل شرح داده شود.

## ۱. پاتوژنها<sup>۲</sup>

پاتوژنها متداول ترین میکروبهای بیماری زای موجود در آبهای بازیافتی که دارای منشا داخلی می باشند. عوامل بیماریزای داخلی از طریق مدفوع میزبان مبتلا به محیط زیست وارد می گردد و می تواند بطور مستقیم از طریق خروج مدفوع، داخل آب گردد.

خطر آلودگی های انتقال یافته بوسیله آب از این عوامل بیماری زا به عواملی مانند تعداد پاتوژنها، میزان پخش شدگی در آب، مقدار دز بیمای زایی لازم و میزان تصفیه انجام شده قبل از ورود به محیط زیست، بستگی دارد .

## ۲. ویروسها<sup>۳</sup>

ویروسهای داخلی موجود در آب کوچکترین عوامل بیماری زا می باشند و همه آنها انگلهای داخل سلولی هستند که نیازه آلوده کردن سلولهای یک میزبان دارند تا سلول میزبان را مجبورکنند چندین ویروس دیگر از همان نوع تولید کند. این عدم

---

<sup>۲</sup> Pathogens

<sup>۳</sup> Viruses



توانایی برای خود تولیدی باعث می شود که ویروسهای موجود در آب جزو ذرات غیر فعال باشند. عمده این ویروسها بطور معمول در آبهای آلوده به مدفوع مانند خروجی فاضلاب شناسایی می شوند. آب حاوی ویروسهای انسانی بندرت مسئله ای برای دیگر حیوانات ایجاد می کند.

### ۳. باکتریها<sup>۴</sup>

باکتریها معمول ترین عوامل بیماری زای میکروبی موجود در آبهای بازیافتی هستند. محدوده وسیعی از باکتریهای بیماریزا و عوامل بیماریزای فرصت طلب وجود دارند که در فاضلابها قابل شناسایی می باشند. همچنین در فاضلابها باکتریهای بیماریزا از لحاظ متابولیسم میکروارگانیسم های فعال هستند که توانایی خود تکثیری دارند و بنابراین می توانند به لحاظ تنوری در محیط زیست تکثیر یابند. شبیه دیگر عوامل بیماریزای داخلی تعداد زیادی از آنها از طریق آب و غذای آلوده و یا بوسیله تماس مستقیم از شخصی به شخص دیگر منتقل می شوند.

### ۴. پروتوزوا<sup>۵</sup>

جزو عوامل بیماری زای داخلی تک سلولی هستند که دارای زندگی انگلی می باشند. خارج از یک میزبان آلوده آنها بصورت مرحله خواب باقی می ماند تا به داخل بدن میزبان جدید منتقل شوند.

چندین پروتوزوای بیماریزا وجود دارد که از فاضلاب و منابع آب بازیافتی استخراج شده اند. معمول ترین آنها شامل *Cryptosporidium parvum* و *Giardia intestinalis*, *Entamoeba histolytica* بیماری ناشی از هر سه این پروتوزای بیماری زا می تواند بعد از مصرف آب و غذا آلوده شده و یا بخاطر تماس از شخصی به شخص دیگر اتفاق بیافتد.

<sup>۴</sup> Bacteria

<sup>۵</sup> Protozoa



Cryptosporidium , Giardia در همه آبهای تازه و مانده و در تعداد زیادی از کشورهای اطراف دنیا شناسایی شده است.

E.histolytica در همه قسمت های جهان شناسایی شده است هر چند در مناطق گرمسیری بیشتر شایع شده اند .

## ۵. هلمینث<sup>۶</sup>

هلمینث، نماتودها و کرمهای حلقوی انگلهای روده ای معمول هستند که از طریق مسیرهای دهن به مخرج انتقال می یابند . تعدادی از این انگلها نیازمند یک میزبان میانی برای تکامل جهت بیماریزا شدن برای انسان می باشند. این هلمینتها که در چرخه زندگی خود نیازمند یک میزبان ثانویه هستند در آبهای باز یافتی کمتر ایجاد نگرانی می کنند. انگلهای هلمینث معمولاً در فاضلابها شناسایی شده اند.

یکی از دلایل اصلی آلودگی هلمینث در اطراف جهان استفاده از گیاهان زراعی آبیاری شده بوسیله پسابهای فاضلاب که بصورت خام یا اندکی تصفیه شده است می باشد. در مکزیک، کارگران و بچه های آنها که روی اراضی آبیاری شده بوسیله پسابهای فاضلاب تصفیه نشده کار می کردند شیوع کرم حلقوی بیشتر از عموم مردم بوده است . با استفاده از پسابهای تصفیه شده شدت ابتلا کاهش می یابد. کاهش نرخ ابتلا می تواند به سطح تصفیه آب مرتبط شود.

پرسی و همکاران<sup>۷</sup> دریافتند که استفاده از سبزیهای خام مانند هویج، گل کلم ، کاهو و خیار آبیاری شد با پسابهای فاضلاب تصفیه شده بیماری را در هیچ گروه سنی از کل جمعیت ایجاد نکرد.

این انتظار وجود دارد که اگر کاهش خطر برای استفاده از سبزیهای خام آبیاری شده با فاضلابهای اندکی تصفیه شده وجود دارد، پس غلات با آبهای باز یافتی خطرات کمتری از نظر عوامل میکروبی بیماری زامی تواند ایجاد کند. بویژه غلاتی که به طور معمول فراوری می شوند بیشتر قبل از اینکه مصرف شوند خطر برای سلامتی آنها کاهش می یابد. معلومات اندکی

<sup>۶</sup> Helminths

<sup>۷</sup> Peasey et al



درباره خطر برای پرندگان اهلی که از دانه های فراوری نشده تغذیه می کنند وجود دارد و تحقیقات دانشمندان مورد نیاز می باشد تا اطلاعات را تایید کند .

## ۶. فلزات سنگین و مواد آلی کمیاب<sup>۸</sup>

در حالیکه تعدادی از کشورها مانند استرالیا و ایالات متحده دستورالعملهایی برای استفاده مجدد از آبها دارند، این دستور العملها بیشتر روی خطرات زیست محیطی و سلامتی ناشی از عوامل بیماری زا و کودها تاکید دارند. اندک توجهی درباره وجود بالقوه آلوده کننده های کمیاب جدای از فلزات سنگین وجود دارد.

نگرانیهایی درباره تاثیرات زیست محیطی و سلامتی بوسیله این ترکیبات که در فرایند تصفیه باقی می ماند، در محیط زیست تجمع یافته و وارد چرخه تولید غذا می شوند وجود دارد. فلزات سنگین به آسانی و با کارایی زیاد در طی فرایند تصفیه معمولی حذف می شوند. بیشترین غلظت فلزات سنگین در فاضلابهای خام وجود دارد. وقتی که پسابهای تصفیه شده به عنوان یک منبع آب بازیافتی استفاده می شود کمترین نگرانی را برای آبیاری گیاهان در زمینه فلزات سنگین ایجاد می کند. اگر منشأ آب بازیافتی از منابع صنعتی باشد تاثیر فلزات سنگین باید مورد توجه قرار گیرد.

آنجلووا و همکاران<sup>۹</sup> مشاهده کردند که فیبر غلاتی مانند کتان می توانند فلزات سنگین را در زمانی که در خاکهای آلوده به فلزات سنگین می باشند، جذب کنند. بهر حال غلظتهای شناسایی شده در برگها و دانه ها درصد کمی از غلظت موجود در خاک می باشد. فاضلی و همکاران<sup>۱۰</sup> میزان جذب فلزات سنگین بوسیله برنج رشد کرده در زمینهای غرقابی آبیاری شده با پسابهای تصفیه شده از یک کارخانه کاغذ را آزمایش کردند و گزارش نمودند که میزان جذب فلزات در دانه ها کمتر از پسابها و خاک می باشد. افسو و آسیندو و همکاران<sup>۱۱</sup> میزان جذب فلزات سنگین گیاهان آبیاری شده با فاضلابهای صنعتی و

<sup>۸</sup> Heavy metal and Trace organics

<sup>۹</sup> Angelova et al

<sup>۱۰</sup> Fazeli et al

<sup>۱۱</sup> Ofosu-Asiedu et al



همایش ملی مدیریت بحران آب  
*The National Conference on Water Crisis Management*  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



شهری تصفیه شده را آزمایش کردند. آنها دریافتند که سطوح مشاهده شده در گیاهان آبیاری شده با این آبها با سطوح موجود در طبیعت یکسان بوده و بنابراین بیان کردند که هیچ خطری برای سلامتی وجود ندارد. جدای از فلزات سنگین یکی از مسائلی که بیشترین نگرانیها را ایجاد کرده آلودگیهایی مانند ترکیبات  $PhAC$  ۱۲,  $EDCs$  ۱۴,  $DBP$  ۱۳ می باشد. هنوز مشخص نیست که  $DBP$  ها یک تهدید بالقوه برای حیوانات می باشد یا خیر. به همین علت در این مقاله بحثی از آنها نخواهد شد. سایر این ترکیبات شیمیایی در غلظت های کم در آبهای مورد استفاده مجدد تصفیه شده وجود دارند (در کل در حد  $ng/l$ ). به علاوه برای ایجاد تاثیرات بهداشتی نیاز به دز بالا در مدت زمان طولانی می باشد.

$EDCs$  ها، ترکیباتی هستند خارج از یک موجود زنده که می تواند تاثیر گذار روی ساختار و عمل کرد یک سیستم هورمونی با ترشحات داخلی باشد. این مواد شامل ترکیبات استروژن ۱۵ که در ترکیبات هورمونهای گیاهی، علفکشها، ترکیبات شیمیایی صنعتی مانند،  $nonyl\ phenol\ bisphenol\ A$  و فلزات سنگین به کار می روند، می باشد. پسماندهای فاضلاب تصفیه نشده مهمترین منبع این ترکیبات می باشد و دارای غلظت بالاتر نسبت به منابع آب دیگر است.

اگر چه  $EDCs$  ها در پسابهای فاضلاب تصفیه نشده وجود دارند ولی غلظت آنها کمتر از هورمونهای طبیعی درون بدن است. تصفیه ثانویه جهت حذف قسمت اعظم این مواد شیمیایی از پسابها مناسب تشخیص داده شده است. غلظت کم  $EDCs$  باعث می شود که خطر واقعی در رابطه با استفاده مجدد از آب در آبیاری گیاهان زارعی وجود نداشته باشد.

تاثیرات سلامتی برای انسانها بدلیل غلظت بسیار پایین در پسابهای تصفیه شده، کم و قابل چشم پوشی می باشد. اما حیات وحش که در تماس دائم با این آلاینده ها میباشند، می توانند تحت تاثیر قرار گیرند. مانند نهنگ ها در فلوریدا و ماهیان رودخانه در انگلستان که باعث ایجاد اختلالات جنسی در آنها شده بود.

<sup>۱۲</sup> Pharmaceutically-active compounds

<sup>۱۳</sup> Disinfection-byproducts

<sup>۱۴</sup> Endocrine disrupting compounds

<sup>۱۵</sup> Estradiol





## ۷. ترکیبات دارویی فعال<sup>۱۶</sup>

عمده PhAC های پیدا شده در آبهای محیط زیست و فاضلابها از داروهای استفاده شده برای کاربردهای درمانی گوناگون هم برای انسان و هم برای حیوانات بوده اند. ایبوپروفن ها، داروهای کاهنده کلتسرول، آنتی بیوتیک ها مثالهای از این داروها می باشند. این آلاینده ها نیز در خروجی فاضلابها بیشتر از دیگر آبهای بازیافتی یافت می شوند به این معنی که باید مراقبت بیشتری روی آبهای بازیافتی ناشی از خروجی فاضلاب وجود داشته باشد. غلظت بکار رفته داروها در پسابها کم می باشد و بنابراین خطر کمتری برای سلامتی ناشی از کاربرد این آبها برای گیاهان ملاحظه شده است. البته در فرایند تصفیه ثانویه مقدار زیادی از آنها زبین خواهند رفت.

یکی از مهمترین نگرانیها در رابطه با PHAC ایجاد مقاومت در میکرو ارگانیسمهای موجود در خاک و آب بخاطر تخلیه آنتی بیوتیک ها در محیط زیست می باشد.

## ۸. کودها<sup>۱۷</sup>

مهمترین نوع آلودگی متداول در فاضلابها کودهای آلی و غیر آلی می باشد (DOC<sup>۱۸</sup>). منابع فاضلاب مختلف میتواند منابع مختلف کربن آلی و غیر آلی داشته باشد. مجسان<sup>۱۹</sup> بیان کرد که کودهای آلی و غیر آلی در پسابهای تصفیه شده که نسبت کربن به نیتروژن بالایی دارند میکروارگانیسم های خاک را تحریک می کند و در عوض هدایت هیدرولیکی خاکهای آبیاری شده را کاهش می دهد. میکروارگانیسم ها در این مطالعه هدایت هیدرولیکی خاک را بوسیله افزایش رشد سلول و تولید ساختارهای زنده<sup>۲۰</sup> که در خلل و فرج بین ذرات خاک قرار می گیرند را کند می کنند.

<sup>۱۶</sup>Pharmaceutically-active compounds

<sup>۱۷</sup> Nutrients

<sup>۱۸</sup> Dissolved organic carbon

<sup>۱۹</sup> Magesan

<sup>۲۰</sup> biofilm



شیخ و همکاران<sup>۲۱</sup> مشاهده کردند که در گیاهان سالادی آبیاری شده با پسابهای تصفیه شده غلظت کودهای غیر آلی افزایش یافته و عملکرد نسبت به گیاهان آبیاری شده با آب زیرزمینی بیشتر بوده است. چاکرا با رتی<sup>۲۲</sup> مشاهده کرد که برنجهای آبیاری شده با پسابهای فاضلاب اندکی تصفیه شده یا خام در مقایسه با آبیاری آب زیرزمینی افزایش عملکرد داشته است. در مطالعات مشابه چاکرا بارتی بیان کرد که در ابتدا برنج فعالیت بهتری دارد اما این نیاز برای کودهای اضافی با زمان کاهش می یابد و باعث کاهش عملکرد می گردد. دلیل این امر تجمع کودها بویژه نیتروژن در خاک می باشد که باعث تاثیر معکوس، بواسطه رشد و فعالیت میکروبی بیش از حد می گردد. بنابراین مراقبت روی غلظت کودهای اضافی بویژه کربن و نیتروژن در آب بازیافتی لازم است تا بتوان از تاثیرات زیان آور روی تخلخل خاک و آلودگی آبهای زیرزمینی جلوگیری به عمل آورد.

#### ۹. شوری<sup>۲۳</sup>

خصوصیات فیزیکی آبهای بازیافتی می تواند روی محیط زیست تاثیر بگذارد. خصوصیات فیزیکی مهم شامل PH ، اکسیژن نامحلول<sup>۲۴</sup> Do و مواد جامد معلق<sup>۲۵</sup> می باشد. اما مهمترین آنها بویژه برای آبی که در آبیاری مورد استفاده قرار می گیرد شوری آب بازیافتی و بویژه غلظت سدیم می باشد. سدیم و دیگر فرمهای شوری بیشترین پایداری را در آب بازیافتی داشته و مشکل ترین کار برای حذف از آب (که معمولاً نیازمند استفاده از رزینهای کاتیونی قابل تبادل یا غشا اسمزی معکوس گرانتقیمت می باشد) خواهد بود. این روش تصفیه فقط برای تولید آب با کیفیت بالا (آب شرب) از آب بازیافتی که

<sup>۲۱</sup> Sheikh et al

<sup>۲۲</sup> Chakrabarti

<sup>۲۳</sup> Salinity

<sup>۲۴</sup> Dissolved oxygen

<sup>۲۵</sup> Suspended solids



بازگشت سرمایه بالا خواهند داشت مناسب اقتصادی است. تعدادی از فرایندهای تصفیه آب با کیفیت بالا ندرتا عملی و اقتصادی می باشند. بنابراین مکانیزمهای مدیریتی دیگری باید استفاده گردد .

شوری آب بازیافتی همانگونه که روی خاک تاثیر می گذارد روی رشد گیاهان هم تاثیر می گذارد. شوری در فرم سدیم مستقیماً روی خصوصیات خاک بواسطه پدیده آماس<sup>۲۶</sup> و پراکندگی<sup>۲۷</sup> تاثیر می گذارد. این تاثیر افزایش غلظت سدیم روی رس یکنواخت نمی باشد و به هر حال می تواند بین خاک های با خصوصیات مشابه تغییر کند. علت این تغییرات ناشی از خصوصیتی مانند بافت خاک و خصوصیات معدنی، چگالی ظاهری، PH، تنش های مکانیکی و عوامل خاکدانه ای مانند آهن ، اکسید آلومینیوم ، و مواد آلی می باشد. مهمترین تاثیر روی خاک کاهش هدایت هیدرولیکی می باشد که این امر می تواند روی قابلیت نفوذ آب به داخل نیمرخ خاک و مسئله سله بندی سطحی خاک تاثیر گذارد. بنابراین آب موجود برای گیاهان آبیاری شده کاهش می یابد. کیفیت پساب استفاده شده ، خصوصیات خاک و کیفیت اولیه آب زیرزمینی همه فاکتورهای موثر بر کیفیت آب زیرزمینی بعد از افزایش نمک می باشد. اگر آب زیرزمینی موجود شور باشد یا غلظت نمک بالا باشد نمک اضافه وارده شده به آب زیرزمینی از خاک تاثیرات محدودی دارد. ولی در جایی که آب زیرزمینی محدود باشد و با کیفیت بالا تر، باید بدانیم در حالیکه افزودن نمک به آب زیرزمینی اغلب غیر قابل اجتناب است لازم است این تاثیرات با در نظر گرفتن همه خطرات و فواید مرتبط با استفاده مجدد از پسابها همراه باشد. مساله دیگری که در رابطه با افزایش سطح نمک بواسطه استفاده مجدد از پسابها بویژه فاضلابهای تصفیه شده وجود دارد، تاثیرات روی گیاهان می باشد. غلات مانند گندم در مقابل آبیاری با آب شور کاهش عملکرد کمتری (در مقابل افزایش محدوده وسیعی از هدایت الکتریکی ) در مقایسه با سایر گیاهان با حساسیت بالا دارند. دیگر غلات مانند ذرت مقاومت کمتری نسبت به افزایش نمک داشتند . کاترجی و همکاران<sup>۲۸</sup> همچنین بیان کردند نوع خاک روی مقدار محصول تاثیر می گذارد که خاک لومی دارای عملکرد بیشتری نسبت به خاک رسی آبیاری شده با آب با شوری های مشابه دارد.

<sup>۲۶</sup> Swelling

<sup>۲۷</sup> Dispersion

<sup>۲۸</sup> Katerji et al



پسابهایی که معمولاً برای اهداف کاربرد مجدد (مانند پسابهای فاضلاب تصفیه شده) استفاده می شوند، دارای EC کمتری می باشند. در این موارد شوری آب معمولاً یک مشکل برای گیاهان نمی باشد و نشان داده شده است که عملکرد گیاهان بسیار معنی دار افزایش نموده است.

### نتایج و بحث

با همراهی علم روز و مدیریت صحیح می توان بر بسیاری از مشکلات قید شده فائق آمد. اولین مکانیزم پایه ای که برای استفاده مجدد پسابها در کشاورزی می توان نام برد، تصفیه اولیه<sup>۲۹</sup> می باشد. در این مرحله مشکلات میکروبی و پاتوژنها، به طور عمده ای از بین خواهند رفت. تصفیه آب همچنین از غلظت زیاد ریز مغذیهای آلی و غیر آلی جلوگیری به عمل می آورد و باعث حذف آنها به همراه مواد آلی کمیاب و فلزات سنگین می گردد. آلوده کننده ای که حذف آن بسیار مشکل است نمک و دیگر کاتیونها و آنیونها می باشند. تنها راه و مکانیزم موثر برای رفع مولکولهای نمک استفاده از اسمز معکوس می باشد.

این سطح بالای از تصفیه بسیار گرانتر از آن است که بتوان توجیه اقتصادی برای کشاورزی و آبیاری داشته باشد. البته با سطح مدیریت بالا می توان بدون استفاده از اسمز معکوس با استفاده ترکیبی حجم پایین پساب با سطح آبیاری محاسبه شده از این مشکل نیز عبور نمود. اگر خاک به حد کافی دارای خلل و فرج بزرگ و مقدار کم رس باشد فقط کافی است که باردیابی پروفیل آب و خاک میزان شستشوی کافی را تامین نماییم. البته می توان با ترکیب با آب با کیفیت بالاتر (مقدار شوری کمتر) مقدار غلظت نمک در پساب را پایین آورد و آنرا مورد استفاده قرار داد. راه دیگر استفاده متناوب از پساب و آب با شوری کمتر است که می تواند نمک را از پروفیل خاک حذف نماید، تا غلظت به مرور افزایش پیدا نکند.

همانگونه که شرح داده شد، استفاده مجدد از پساب برای آبیاری گیاهان می تواند به صورت دو منظوره کاهش خطرات زیست محیطی و داشتن یک منبع مطمئن آب را در دستور کار یک مدیریت بحران آب قرار دهد. استفاده از پساب می تواند از

<sup>۲۹</sup> Primary treatment



همایش ملی مدیریت بحران آب  
*The National Conference on Water Crisis Management*  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



خطرات برداشت بی رویه آب از محیط زیست جلوگیری و مسائل مهم آلایندگی مثل پاتوژنی، اضافات شیمیایی و آلی، شوری و تاثیرات آن بر خاک را کاهش دهد. تمام این مسائل به وسیله تصفیه اولیه و مدیریت اعمال آن در کشاورزی قابل کنترل می باشد. مطالعات بیشتر و اجرا دقیق آنها در شرایط ایران (داشتن سطح بالای تابش خورشیدی) می تواند سطح فرهنگ و اعتماد جامعه نسبت به استفاده از پساب را بالا ببرد.