



کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

# مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پسابها برای آبیاری

گروه کار اثرات زیست محیطی طرح‌های  
آبیاری و زهکشی و کنترل سیلاب



**مروری بر**

# **استانداردها و تجارب استفاده از پسابها برای آبیاری**

**گروه کار اثرات زیست محیطی کمیته ملی  
آبیاری و زهکشی ایران**

**تهیه و تدوین:**

**مهندس پرویز محمدی**

**با همکاری**

<b>دکتر مجید احتشامی</b>	<b>مهندس محمد کاظم سیاهی</b>
<b>مهندس عقیل اشرفی</b>	<b>دکتر ناصر مهربادی</b>
<b>مهندس فریدون قدوسی</b>	<b>دکتر عبدالمجید لیاقت</b>
<b>مهندس محمدرضا زرنکابی</b>	<b>مهندس مهرباد عدل</b>



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	مخاطرات بهداشتی استفاده از پسابها
۳	استاندارد مورد استفاده با توجه به نوع کشت
۳	اثرات آبیاری با پسابها
	نقش تعداد دفعات آبیاری و بار کلی آلودگی انتقال یافته به سطح
۴	مزرعه در طول سال
۴	سابقه تدوین استانداردهای پساب مورد استفاده در آبیاری
۵	تعاریف
۷	روش کار
۸	نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۳۱	منابع

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱)- بررسی اثرات عناصر مختلف در پساب مورد استفاده در آبیاری بر روی انسان و گیاهان و منابع آنها	۹
جدول (۲)- مقدار فلزات سنگین موجود در گیاهان روئیده شده در خاکهایی که با پساب فاضلاب برای سالهای مختلف آبیاری شده‌اند	۱۳
جدول (۳)- استانداردهای کیفی فاضلابهای تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (WHO)	۱۴
جدول (۴)- استانداردهای کیفی فاضلابهای تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (EPA)	۱۶
جدول (۵)- استانداردهای کیفی فاضلابهای تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری حفاظت محیط زیست ایران	۱۸
جدول (۶)- استانداردهای کیفی فاضلابهای تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (NAS)	۲۰
جدول (۷)- استانداردهای کیفی فاضلابهای تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (FAO)	۲۲
جدول (۸)- استانداردهای کیفی اردن جهت استفاده از فاضلاب خانگی تصفیه شده در آبیاری گیاهان	۲۴
جدول (۹)- استانداردهای فاضلاب خانگی تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری در کشور قبرس	۲۶

## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۱) - استانداردهای تعیین شده برای BOD <sub>5</sub> توسط سازمان‌های مختلف	۲۷
شکل (۲) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای FC توسط سازمان‌های مختلف	۲۷
شکل (۳) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای COD توسط سازمان‌های مختلف	۲۸
شکل (۴) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای کروم توسط سازمان‌های مختلف	۲۸
شکل (۵) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای سرب توسط سازمان‌های مختلف	۲۹
شکل (۶) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای کبالت توسط سازمان‌های مختلف	۲۹
شکل (۷) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای آرسنیک توسط سازمان‌های مختلف	۳۰
شکل (۸) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای کادمیوم توسط سازمان‌های مختلف	۳۰

## معرفی علائم اختصاری

WHO	World Health Organization
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
NAS	National Academy of Science
BOD	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
SS	Suspended Solids
TDS	Total Dissolved Solids
EC	Electrical Conductivity
SAR	Sodium Adsorption Ratio
FC	Fecal Coliform





## مقدمه

استفاده از فاضلاب انسانی در کشاورزی با هدف آبیاری محصولات و حاصلخیز کردن خاکها از قدیم در کشورهای آسیایی رواج داشته است. در عصر معاصر و در قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، در کشورهایی مانند آلمان، انگلیس و آمریکا مهمترین روش دفع فاضلاب، تخلیه آن به زمینهای کشاورزی بوده است. در کشور ایران نیز در عهد صفویه از فضولات انسانی اصفهان به عنوان کود در زمینهای حاشیه شهر استفاده می شده است. فاضلاب بسیاری از خانههای قدیمی شهر به نهرهایی موسوم به «مادی» تخلیه می شد که این نهرها برای آبیاری زمینهای کشاورزی بکار می رفته اند. در کشور ژاپن در سال ۱۹۹۶ نزدیک به ۱۳ میلیون مترمکعب فاضلاب تصفیه شده در آبیاری مصرف شده است. در کشورهای خاورمیانه که اکثر آنها در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار دارند و از قدیم با معضل کم آبی آشنا بوده اند، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی هر روز اهمیت بیشتری می یابد، زیرا در اغلب این کشورها، بخش کشاورزی مهمترین مصرف کننده آب است. مراکش، اردن، عربستان، عمان، پاکستان و امارات متحده عربی، هر کدام طرحهایی را برای کاربرد دوباره فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی در دست اجرا دارند. در حال حاضر در بسیاری از شهرهای ایران، فاضلابهای خانگی و روان آبهای سطحی و بعضاً پسابهای صنعتی پس از خروج از شهر، در زمینهای کشاورزی پایین دست استفاده می شود. برای مثال نهر فیروزآباد تهران که بار زیادی از آلودگی روان آبهای سطحی شهر و پساب کارخانجات و فاضلابها به آن تخلیه می شود، سالهای متمادی است که به عنوان نهر محصولات کشاورزی زمینهای جنوب شهر بکار می رود. باید توجه داشت که شرط استفاده موفقیت آمیز از فاضلاب و پساب در کشاورزی، در نظر گرفتن اثرات آن بر محیط زیست و محصولات کشاورزی و بهداشت و تندرستی انسانها می باشد. در غیر این صورت آسیبهای جدی به طبیعت و جوامع انسانی وارد خواهد آمد.

با توجه به کمبود منابع آب در بسیاری از مناطق کشور و افزایش حجم فاضلابهای شهری، استفاده مجدد از آنها اجتناب ناپذیر می باشد. یکی از مهمترین

موارد استفاده آنها، کاربرد در آبیاری محصولات کشاورزی است. به همین منظور، وجود آئین‌نامه‌ها و دستورکارهایی برای اطلاع از شرایط و ویژگی‌های کیفی فاضلاب تصفیه شده یا انواع دیگر پساب به منظور حفظ کیفیت مناسب محصول، حفاظت از محیط زیست و بهداشت جامعه، ضروری خواهد بود.

علیرغم اهمیت موضوع یاد شده، تاکنون در کشور ما پژوهش‌های اندکی در زمینه اثرات کاربرد فاضلاب‌ها و پساب‌ها در آبیاری زمین‌های کشاورزی و تدوین استانداردهای کیفی استفاده از فاضلاب تصفیه شده یا انواع دیگر پساب در آبیاری انجام گرفته است. بنابراین کمبود اینگونه استانداردها همواره برای استفاده‌کنندگان، برنامه‌ریزان و کارشناسان محسوس می‌باشد. به همین دلیل گروه کار اثرات زیست محیطی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران به عنوان اولین گام تلاش نمود تا استانداردها و ضوابط مدون کشورهای دیگر و سازمان‌های معتبر جهانی را جمع‌آوری و در قالب مجموعه حاضر منتشر نماید. شایان ذکر است که استانداردهای ارائه شده جنبه اطلاع‌رسانی داشته و با توجه به سطح مطالعات و بررسی‌های انجام شده در کشور هیچگونه توصیه‌ای برای استفاده از آنها در ایران و یا اولویت‌بندی آنها توسط این گروه کار امکان‌پذیر نبوده و نیازمند بررسی‌های بیشتر و دریافت نظرات پژوهشگران و مراکز تحقیقاتی کشور می‌باشد.

در اینجا لازم است که مفهوم برخی اصطلاحات بکار رفته در این گزارش تشریح گردد.

واژه فاضلاب در این متن به معنی آب‌های دورریز از انواع فعالیت‌های انسانی است که عموماً دارای آلودگی بوده و تصفیه‌ای بر روی آن صورت نگرفته است مگر آنکه عبارت «فاضلاب تصفیه شده» در گزارش تصریح گردیده باشد.

واژه پساب به معنی آب خروجی از هر گونه فرآیندی است. این فرآیند می‌تواند یک فرآیند صنعتی یا فرآیند تصفیه باشد. بنابراین گاهی «پساب فاضلاب» به معنی فاضلاب تصفیه شده بکار رفته است.

## مخاطرات بهداشتی استفاده از پسابها

بطور معمول هنگام طراحی سیستم‌های آبیاری باید اطلاعات کافی در مورد خاک، گیاه، آب و اقلیم جمع‌آوری شود و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

کاربرد فاضلاب در آبیاری به دلیل حضور میکروارگانیسم‌ها و مواد شیمیایی آن می‌تواند با مخاطرات بهداشتی همراه گردد، که معمولاً در سه بخش؛ خطرات بهداشت فردی، خطرات بهداشت محصولات کشاورزی و خطرات بهداشت مصرف‌کنندگان مطالعه می‌شوند.

مهمترین عامل ایجادکننده مخاطرات بهداشت فردی، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، انگل‌ها و مواد سمی و شیمیایی فاضلاب هستند. همچنین مشکلات بهداشتی محصولات کشاورزی در نتیجه فعل و انفعالات و واکنش‌های مختلف بین ترکیبات و آلاینده‌های فاضلاب با خاک و گیاه اتفاق می‌افتد.

از میان باکتری‌های موجود در محیط فاضلابی می‌توان به انواع کلیفرم‌های مدفوعی اشاره نمود که مدت زمان ادامه حیات آنها کمتر از ویروس‌ها است. شیستوزومیا و کرم‌های قلاب‌دار از مهمترین انواع کرم‌ها و انگل‌های بیماری‌زای موجود در فاضلاب هستند.

مواد شیمیایی سمی عمدتاً مشتمل بر فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، مس، سرب و...) و ترکیبات آلی (آفت‌کش‌ها و ترکیبات حلقوی و...) می‌باشد که ضمن تأثیر منفی بر خاک زراعی، بهداشت فردی کارگران مزارع را نیز تهدید می‌نمایند.

یکی از شاخص‌های اساسی در کاربرد فاضلاب تصفیه شده در آبیاری، غلظت ارگانیسم‌های مدفوعی و باکتری‌های کلیفرمی می‌باشد. در نشست متخصصین سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۷۳ اعلام گردید که تولید پسابی با کیفیت ۱۰۰۰ کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر، از نظر فنی به راحتی امکان‌پذیر است و آبیاری بدون محدودیت محصولات با چنین پسابی، احتمالاً مخاطرات بهداشتی بسیار محدودی را موجب می‌شود.

در سال ۱۹۸۵ در پایان اجلاسی که در انگلبرگ،<sup>۱</sup> تشکیل شد، رهنمودهایی تحت عنوان "بیانیه آدلپادن" صادر گردید. "رهنمودهای کیفی انگلبرگ" برای آبیاری (کنترل شده)، برای اولین بار استاندارد صریحی را در مورد کرم‌ها ارائه نمود ( $1 \leq$  تعداد تخم نماتود زنده در لیتر) و برای آبیاری (کنترل نشده) در مورد کرم‌ها همین رقم و در مورد کلیفرم‌های مدفوعی تعداد ۱۰۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر اعلام گردید که هدف از این ضوابط تأمین سلامت مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی می‌باشد. خطرات ناشی از عناصر شیمیایی مختلف موجود در پساب‌های مورد استفاده در آبیاری کشاورزی در جدول (۱) آورده شده است.

### استاندارد مورد استفاده با توجه به نوع کشت

در کاربرد فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی، با در نظر گرفتن طیفی از اقدامات ضروری به منظور حفظ سلامت جامعه، محصولات کشاورزی به صورت زیر طبقه‌بندی می‌گردند:

گروه الف: محصولاتی که تنها حفاظت کارگران در آنها ضروریست،

- محصولات صنعتی مانند پنبه و کنف

- حبوبات و محصولاتی که به صورت کنسرو به بازار عرضه می‌شوند.

گروه ب: محصولاتی که ممکن است به اقدامات حفاظتی بیشتری نیاز داشته باشند.

- چراگاه‌ها، علوفه‌های سبز

- محصولات درختی، میوه و سبزیجاتی که قبل از خوردن پوست کنده و یا پخته

می‌شوند.

گروه ج: محصولاتی که انجام عملیات تصفیه تا رسیدن به رهنمودهای انگلبرگ برای

آبیاری (کنترل نشده) آنها ضروریست.

- سبزیجات تازه

- میوه‌های آبیاری شده به طریق اسپری
- پارک‌ها، چمنزارها و میادین ورزشی

### اثرات آبیاری با پساب‌ها

محدود نمودن نوع کشت به انواع خاصی از محصولات، سلامت مصرف‌کنندگان را تضمین می‌کند. بطور کلی استفاده از پساب‌ها از سه جنبه مورد توجه می‌باشد:

- تأثیر پساب‌ها بر روی خاک
  - تأثیر بر روی محصولات کشاورزی
  - احتمال آلوده کردن آب‌های سطحی و زیرزمینی
- تأثیر پساب‌ها بر روی خاک شامل ایجاد تغییرات در حاصلخیزی و شوری خاک، فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی می‌باشد.

تأثیر پساب‌ها بر روی محصولات کشاورزی از جنبه میزان محصول و کیفیت محصول مورد توجه است. استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده در کشاورزی مزایای فراوانی نیز دارد که می‌توان به کاهش فشار بر منابع آب، کاهش هزینه آب کشاورزی، کاهش هزینه کود کشاورزی، افزایش محصولات کشاورزی، کاهش بار آلودگی وارده به محیط زیست، تقویت منابع آب و دسترسی به منابع آب با کیفیت بالاتر جهت مصارف شرب و بهداشت را نام برد.

### نقش تعداد دفعات آبیاری و بار کلی آلودگی انتقال یافته به سطح مزرعه در

#### طول سال

وضعیت بهره‌برداری از فاضلاب تصفیه شده جهت تولید محصول باید با اهداف تولید بهینه محصول، حفاظت محیط زیست و حفظ حاصلخیزی خاک مطابقت داشته باشد. در مدیریت آبیاری با فاضلاب تصفیه شده، مقدار کل پساب، بار بالقوه آلودگی پساب در سال، میزان شدت جریان پساب، سیستم انتقال به مزرعه و کیفیت پساب از لحاظ کلیفرم‌ها، تخم نماتد، فلزات سنگین، عناصر سمی، مواد آلی و غیره باید تعیین گردیده و تعداد دفعات آبیاری و نحوه آبیاری در طول سال به حساب آورده شود.

مطالعات موردی چندی توسط محققان بر روی انواع مختلفی از گیاهان کاشته شده در خاک‌هایی که با فاضلاب تصفیه شده برای سال‌های مختلف آبیاری شده‌اند، انجام یافته است. به عنوان مثال گروهی از محققین در مطالعات خود به بررسی مقدار عناصر سنگین، در گیاهانی همچون ذرت و شبدر برسیم پرداخته‌اند. جزئیات یکی از این مطالعات در جدول (۲) آورده شده است.

### سابقه تدوین استانداردهای پساب مورد استفاده در آبیاری

گرچه از قرن ۱۹ استفاده از فاضلاب در کشاورزی رواج داشته است ولی تا اوایل قرن بیستم این کار تابع هیچ مقرراتی نبوده است. از آن زمان به علت مشخص شدن اثرات بیماری‌زائی فاضلاب، استفاده از آن در کشاورزی طبق دستورالعمل‌های محدودکننده‌ای صورت گرفته است. تا از این طریق سلامت مردم تضمین شود. اولین استاندارد تصفیه و استفاده مجدد از پساب در ایالت کالیفرنیا در سال ۱۹۱۸ وضع شد و طبق آن استفاده از پساب حاصل از تصفیه اولیه جهت آبیاری کشاورزی مجاز شمرده شد. بعداً سازمان بهداشت جهانی پس از سال‌ها مطالعه و تحقیق گزارشی در این رابطه منتشر کرد و برای مصارف مختلف پساب حداقل تصفیه لازم را تعیین نمود. در سال ۱۹۸۹ استانداردهای بازبینی شده سازمان بهداشت جهانی تحت عنوان «راهنمای بهداشتی کاربرد فاضلاب در کشاورزی و آبی‌پروری» منتشر شد. این استانداردها در جدول ۳ آمده است. سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) نیز به عنوان یک سازمان مطرح در اقدامات بهداشتی و زیست‌محیطی، مرجع و راهنمای بسیاری از فعالیتهای بهداشتی و زیست‌محیطی در اقصا نقاط جهان می‌باشد. استانداردهای مورد قبول این سازمان در جدول ۴ ارائه شده است. در ایران نیز سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۳۷۳ مجموعه استاندارد خروجی فاضلاب‌ها را براساس سه محیط پذیرنده (آب سطحی، کشاورزی، آب‌های زیرزمینی) منتشر کرده است که این استانداردها در جدول ۵ موجود می‌باشد. آکادمی ملی علوم آمریکا (National Academy of science) و FAO نیز در این مورد مطالعاتی انجام داده و استانداردهایی را برای استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده جهت آبیاری در کشاورزی تدوین و منتشر نموده‌اند. این استانداردها در جداول (۶ تا ۷) آورده شده است.

کشور اردن یکی از کشورهای واقع در ناحیه آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک است و سالانه مقادیر بسیار زیادی پساب تصفیه شده را برای آبیاری استفاده می‌کند. سازمان حفاظت محیط زیست این کشور نیز استانداردی تحت عنوان استانداردهای فاضلاب تصفیه شده برای چهار گروه از محصولات کشاورزی تدوین و منتشر کرده که در جدول (۸) آمده است.

نمودارهای (۱ تا ۸) مقایسه پارامترهای (BOD<sub>5</sub>، کلیرم مدفوعی - COD - کروم شش ظرفیتی - سرب - کبالت - آرسنیک - کادمیوم) را که در استانداردهای گوناگون منتشر شده‌اند، نشان می‌دهد.

کشور قبرس نیز استانداردهای فاضلاب خانگی تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری برای محصولات گوناگون کشاورزی را برای چهار پارامتر BOD، SS، کلیرم مدفوعی و نماد منتشر کرده که در جدول (۹) آورده شده است.

## تعاریف

### آبیاری:

عبارت است از تلاش انسان جهت تغییر موضعی چرخه هیدرولوژی به منظور تولید محصولات کشاورزی.

### آبیاری (کنترل شده):

عبارت است از آبیاری محصولات خوراکی (به ویژه محصولاتی که به صورت خام مصرف می‌شوند)، میدین ورزشی و پارک‌های عمومی.

### آبیاری (کنترل نشده):

عبارتست از آبیاری درختان، محصولات علوفه‌ای و صنعتی، درختان میوه و مراتع.

## غلظت کل مواد محلول در آب (TDS)

یکی از مهمترین پارامترهای تشخیص کیفیت آب کشاورزی است. نمک‌های محلول در آب با شوری خاک در ارتباط هستند و بر این اساس، رشد گیاه، عملکرد و کیفیت محصولات از کل نمک‌های محلول در آب اثر می‌پذیرد.

**هدایت الکتریکی: (EC)**

برای نشان دادن غلظت یون‌های موجود در آب از هدایت الکتریکی استفاده می‌شود. هدایت الکتریکی مستقیماً با مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌های حاصل از تجزیه مواد شیمیایی مرتبط است و در حالت عمومی با غلظت کل نمک‌ها مطابقت می‌نماید.

**نسبت جذب سدیم (SAR)**

سدیم به دلیل تأثیراتش بر روی خاک، یکی از مهمترین کاتیون‌ها است. سدیم تبدیلی، تمایل به پراکنش خاک داشته، باعث کاهش سرعت نفوذ آب و هوا در خاک می‌گردد. مطمئن‌ترین شاخص تعیین میزان تأثیر آب آبیاری بر افزایش سدیم تبدیلی خاک، پارامتر نسبت جذب سدیم یا SAR است که به صورت زیر تعریف می‌شود: (غلظت یون‌ها بر حسب meq/l می‌باشد).

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

**یون‌های سمی:**

مهمترین یون‌های سمی عبارت است از  $(B^-)$ ، کلر  $(Cl^-)$  و سدیم  $(Na^+)$ . غلظت بالاتر از حد مجاز این یون‌ها باعث اختلال در عملکرد ریشه، کاهش عملکرد محصول، تغییر شکل ظاهری گیاه و حتی مرگ گیاه می‌شود.

**آبیاری سطحی:**

در این روش آب مورد نیاز به صورت گسترده از بالای مزرعه به سمت پائین مزرعه در خاک نفوذ می‌کند.

**آبیاری شیاری - نشتی<sup>۱</sup>:**

آب مورد نیاز در بین شیاری جاری می‌شود و از طریق نشت به ریشه گیاهان که روی مرزها کاشته شده‌اند، می‌رسد.

---

1- Forrow Irrigation



### آبیاری بارانی:

آب به صورت قطرات ریز به شکل باران به گیاهان می‌رسد و شامل سیستم ثابت، نیمه متحرک، محور مرکزی، تفنگی و غیره می‌باشد.

### آبیاری زیرزمینی:

آب در ناحیه ریشه قرار دارد و از طریق نشت به گیاه می‌رسد. آب از طریق کانال‌های سطحی و یا لوله‌های مدفون در خاک تأمین می‌شود.

### کل کلیفرم:

ارگانسیم‌های گروه کلیفرم که تحت نام مجموعه کلیفرم‌ها در باکتریولوژی آب به ارگانسیم‌های هوازی، بی‌هوازی، اختیاری، گرم منفی، بدون اسپور، باکتری‌های میله‌ای شکل اطلاق می‌شوند که در ظرف ۴۸ ساعت و درجه حرارت  $35^{\circ}\text{C}$ ، لاکتوز را تخمیر می‌کنند و گاز تولید می‌نمایند. در فاضلاب بیشتر "کلبسیلا" و "سیتروباکتر" وجود دارد.

### کلیفرم‌های مدفوعی (FC):

نسبت به پارامتر کل کلیفرم، شواهد قویتری را برای بیان حضور احتمالی پاتوژن‌های مدفوعی، فراهم می‌کنند. کلیفرم‌های مدفوعی زیر گروه کل کلیفرم‌ها هستند و در آزمایشگاه در درجه حرارت ارتقا یافته  $44^{\circ}\text{C}$  تعیین می‌شوند.

### BOD<sub>5</sub>:

مخفف Biochemical Oxygen Demand و نشان‌دهنده درجه آلودگی آب با فاضلاب است. BOD بنا به تعریف عبارت است از مقدار میلی‌گرم اکسیژنی که لازم است تا در پنج روز نخست، باکتری‌های هوازی، مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب را در گرمای ۲۰ درجه سانتیگراد اکسید نمایند.

### COD:

مخفف Chemical Oxygen Demand و از ارزش‌های تعیین درجه آلودگی فاضلاب است. در این روش برای اکسیداسیون مواد آلی و مواد اکسیدشونده‌ای که

در فاضلاب یافت می‌شوند از اکسیدکننده‌های قوی مانند پتاسیم و دی کرومات پتاسیم استفاده می‌شود.

### روش کار:

به منظور کسب اطلاعات و جمع‌آوری استانداردهای کیفی پساب مورد استفاده در کشاورزی یک سری مطالعات کتابخانه‌ای انجام گرفته که در این مطالعات، کتاب‌ها، مجلات و مقالات چاپ شده در این رابطه مورد بررسی قرار گرفته‌اند و استانداردهایی که بعضی از سازمان‌ها منتشر کرده بودند، جمع‌آوری گردیده است. برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر نیز از سایت‌های اینترنتی همچون yahoo و google و Rose-net نیز استفاده شده است و دستاوردهای تجربی، تحقیقاتی و علمی دیگر کشورها که در این زمینه به دست آمده بود، جمع‌آوری و ضمیمه این تحقیق گردید.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اطلاعاتی که در این تحقیق بدست آمده نتیجه تجربیات و تحقیقاتی است که سازمان‌های معتبر جهانی و کشورهای اروپایی و آمریکایی انجام داده‌اند. لذا این تحقیقات متناسب با شرایط جغرافیایی و آب و هوایی، نوع فاضلاب، مدیریت آبیاری و کشاورزی و خاک آن مناطق می‌باشد و دلیل محکمی وجود ندارد که این استانداردها برای کشور ما نیز کاربرد داشته باشند. بنابراین استانداردهای تعیین شده جهانی که بیشتر در کشورهای آمریکایی و اروپائی به دست آمده‌اند به هیچ وجه برای استفاده در کشور توصیه نمی‌شود و این مجموعه تنها به عنوان یک راهنما ارائه می‌گردد. لذا پیشنهاد می‌گردد که طرح‌های تحقیقاتی در این زمینه برای تعیین استانداردهای کیفی پساب تصفیه شده جهت آبیاری محصولات کشاورزی در ایران با مشارکت سازمان‌های مرتبط همچون سازمان محیط‌زیست، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو، دانشگاه‌ها و... صورت گیرد.

جدول (۱) - بررسی منابع تولید فاضلاب حاوی عناصر مختلف در پساب مورد استفاده

در آبیاری و اثرات آنها بر روی انسان و گیاهان و منابع آنها

پارامتر	اثر بر روی انسان در غلظت بالا	اثر بر روی گیاه در غلظت بالا	منابع تولید فاضلاب
آلومینیم (Al)	در سبزیجات و غلات بیشتر است. سمیت آرسنیک معدنی از آلی بیشتر است. مقدار زیاد آرسنیک باعث صدمات حاد دستگاه گوارش و بیماری‌های قلبی می‌شود	می‌تواند در خاک‌های اسیدی $PH < 5.5$ موجب عدم حاصلخیزی گردد اما بیشتر خاک‌های قلیایی در $PH > 7$ قادرند این یون را رسوب داده و هر گونه سمیت را از بین ببرند	فاضلاب‌های صنعتی - فاضلاب‌های خانگی که برای تصفیه آن از آلومینوم استفاده شده است.
آرسنیک (As)	استنشاق بریلیم منجر به ناراحتی ریوی می‌شود.	حد مسمومیت آن برای گیاهان مختلف فرق می‌کند. از $12 \text{ mg/l}$ برای علف سودانی تا $0.5 \text{ mg/l}$ برای برنج متغیر است.	فاضلاب‌های صنعتی (بهره‌برداری معدن، حشره‌کش و سموم، عکاسی، فتوکپی، صنایع داروسازی، نفت و زغال‌سنگ)
بریلیم (Be)	در دوز ۳ تا $90 \text{ mg/l}$ (از راه خوراکی) به عنوان یک قی آور عمل می‌کند و در دوزهای بالا کشنده است. تماس مداوم و طولانی باعث اختلال در عمل کلیه‌ها می‌گردد. خاصیت سرطان‌زایی هم دارد.	حد مسمومیت آن برای گیاهان مختلف فرق می‌کند. از $5 \text{ mg/l}$ برای کلم تا $0.5 \text{ mg/l}$ برای نوعی لوبیا متغیر است.	فاضلاب‌های صنعتی
کادمیوم (Cd)	در غلظت‌های پایین حدود $0.1 \text{ mg/l}$ موجود در محلول‌های غذایی برای لوبیا، چغندر و شلغم مسموم کننده است. به دلیل قابلیت تجمع آن در خاک و گیاه و رسیدن به حدی که برای انسان مضر باشد ارقام محافظه کارانه‌ای از آن در آب آبیاری توصیه شده است.	فاضلاب‌های صنعتی (بهره‌برداری معدن، تولید رنگ، باتری‌سازی)	
کوبالت (Co)	در غلظت $0.1 \text{ mg/l}$ در محلول غذایی برای گوجه‌فرنگی مسموم کننده است. توسط خاک‌های قلیایی و خشتی تمایل به غیر فعال شدن پیدا می‌کند.	فاضلاب‌های صنعتی	

ادامه جدول (۱)

منابع تولید فاضلاب	اثر بر روی گیاه در غلظت بالا	اثر بر روی انسان در غلظت بالا	پارامتر
فاضلاب‌های صنعتی (بهره‌برداری معدن، تولید رنگ، عکاسی و فتوکپی، کارخانجات شیمی، نساجی، سلولز و کاغذ سازی)	معمولاً به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاه در نظر گرفته نمی‌شود. به دلیل فقدان اطلاعات در زمینه سمیت آن برای گیاهان مقادیر محافظه کارانه‌ای از آن در آب آبیاری توصیه شده است.	کروم در آب با ظرفیت ۳+ و ۶+ است، کروم سه ظرفیتی غیر سمی و دیر جذب است. کروم شش ظرفیتی سمی است و باعث صدمه به کلیه و کبد می‌شود. اختلال تنفسی نیز ایجاد می‌کند.	کروم (Cr)
فاضلاب‌های صنعتی (تولید رنگ، نساجی، صنایع الکترونیک و الکتریکی، عکاسی، شیمیایی)	در غلظت ۰/۱ تا ۱ mg/l در محلول‌های غذایی برای تعدادی از گیاهان مسموم کننده است.	در دوزهای بالا، مس می‌تواند اثرات جانبی از قبیل صدمه به دستگاه گوارش، کلیه، کبد و کم خونی داشته باشد.	مس (Cu)
فاضلاب‌های صنعتی	توسط خاکهای قلیایی و خشتی غیر فعال می‌شود.	در دوزهای بالا روی دندان‌ها و استخوان اثرات سوء دارد.	فلوئور (F)
فاضلاب‌های خانگی و صنعتی	برای گیاهان که در خاک‌های با هوای کافی کاشته می‌شوند مسموم کننده نیست اما می‌تواند به اسیدی شدن خاک و عدم دسترسی گیاه به فسفر و مولیبدن کمک کند. در اثر آبیاری بارانی ممکن است لکه‌های زشتی روی گیاهان، وسایل و ساختمان‌ها بگذارد.		آهن (Fe)
فاضلاب‌های صنعتی	تا سقف ۵ mg/l توسط گیاهان قابل تحمل است و قابلیت حرکت در خاک را دارد. در غلظت‌های پایین برای مرکبات سمی است. کمتر از ۰/۷۵ mg/l این عنصر، شبیه بر عمل می‌کند.		لیتیم (Li)

## ادامه جدول (۱)

منابع تولید فاضلاب	اثر بر روی گیاه در غلظت بالا	اثر بر روی انسان در غلظت بالا	پارامتر
فاضلاب‌های خانگی و صنعتی	در غلظت‌های کم، حدود چند دهم تا چند میلی‌گرم در لیتر برای تعدادی از گیاهان مسموم‌کننده است اما معمولاً فقط در خاک‌های اسیدی این گونه است.		منگنز (Mn)
فاضلاب‌های صنعتی	در غلظت‌های طبیعی که در آب و خاک موجود است برای گیاهان مسموم‌کننده نیست، برای دام‌هایی که از علوفه‌های کاشته شده در زمین‌هایی که دارای مولیبدن قابل دسترسی زیادی هستند، مصرف می‌کنند، می‌تواند مسموم‌کننده باشد.	اثرات حاد در تماس زیاد با مولیبدن شامل صدمه به کلیه و کبد است. تماس طولانی منجر به کاهش وزن، ناهنجاری‌های استخوانی و عقیمی در مردان می‌گردد.	مولیبدن (Mo)
فاضلاب‌های صنعتی	در غلظت‌های ۰/۵ تا ۱ mg/l برای بعضی از گیاهان مسموم‌کننده است. سمیت آنها در pH قلیایی و خشتی کاهش پیدا می‌کند	مقادیر زیاد آن باعث ایجاد اثرات حاد شامل؛ کاهش وزن، تغییر در خون و آنزیم، تغییر در گنجایش آهن بدن می‌شود.	نیکل (Ni)
فاضلاب‌های صنعتی (تولید رنگ، سموم، صنایع الکترونیک، نساجی، عکاسی و فتوکپی، باتری‌سازی، نفت و زغال سنگ) فاضلاب‌های خانگی	در غلظت‌های خیلی زیاد می‌تواند مانع رشد معمولی گیاه بشود.	مقادیر زیاد سرب خون باعث دخالت در ساختن Heme لازم برای تشکیل گلوبول‌های قرمز خون، کم‌خونی، صدمات کلیوی، تأخیر رشد عصبی و فیزیکی، بالارفتن فشار خون می‌شود.	سرب (Pb)
فاضلاب‌های صنعتی (تولید رنگ، صنایع الکترونیک و الکتریکی، عکاسی، فتوکپی)	در غلظت‌های پایین حدود ۰/۲۵mg/l برای گیاهان مسموم‌کننده است. برای دام‌ها اگر علوفه‌های کاشته شده در خاک‌های با میزان سلیوم بالا را مصرف کنند، مسموم‌کننده است.	درماتیت، ریزش موها، تشکیل ناخن غیرطبیعی و اضطراب‌های روانی، در اثر دریافت طولانی و زیاد سلیوم حادث می‌گردد.	سلیوم (Se)

**ادامه جدول (۱)**

منابع تولید فاضلاب	اثر بر روی گیاه در غلظت بالا	اثر بر روی انسان در غلظت بالا	پارامتر
فاضلاب‌های صنعتی	در غلظت‌های نسبتاً پایین برای بسیاری از گیاهان مسموم‌کننده است.		وانادیوم (V)
فاضلاب‌های صنعتی (لاستیک و پلاستیک، سموم، باتری‌سازی، صنایع داروسازی، بهره‌برداری معدن)	سمیت روی برای گیاهان بسیار متغیر است. سمیت آن در $pH > 6$ در خاک‌های آلی و خاک‌های با بافت ریز کاهش می‌یابد.		روی (Zn)
فاضلاب‌های خانگی و صنعتی	آب آبیاری آلوده به نیتروژن باعث افزایش رشد گیاه برنج قهوه ای می‌گردد و این افزایش رشد باعث از دست رفتن عملکرد برنج می‌شود، چرا که افراط در رشد، پیری زودرس گیاه را تسریع نموده و استعداد پذیرش آفت و بیماری را بیشتر می‌کند.	نیتريت باعث بیماری متهموگلوبینمیا در کودکان می‌شود. در اثر ترکیب نیتريت و نیترات با ترکیباتی که قابلیت تبدیل آنها را به نیتروز و نیتروزآمیسن را دارا می‌باشند، ترکیبات سرطان‌زا تشکیل شود.	نیتروژن (N)
فاضلاب‌های خانگی و صنعتی	سدیم تبادل‌ی تمایل به پراکنش خاک داشته، باعث کاهش سرعت نفوذ آب و هوا در خاک می‌گردد. این پراکنش ذرات باعث تشکیل یک لایه سله بر روی خاک گشته، مانع جوانه‌زنی بذر می‌گردد.		سدیم ( $Na^+$ )
فاضلاب‌های خانگی و صنعتی	بالا بودن غلظت این یونها در آب آبیاری باعث سمیت در گیاه می‌شود، این سمیت سبب اختلال در ریشه، کاهش عملکرد، تغییر شکل ظاهری گیاه و حتی مرگ گیاه می‌شود.		یون‌های سمی ( $B^-, Cl^-, Na^+$ )
فاضلاب‌های صنعتی		اثر حاد تماس با باریم شامل تحریک دائم قلب، دستگاه گوارش و سیستم عصبی ماهیچه‌ای است.	باریم (Ba)

ادامه جدول (۱)

پارامتر	اثر بر روی انسان در غلظت بالا	اثر بر روی گیاه در غلظت بالا	منابع تولید فاضلاب
جیوه (Hg)	جیوه معدنی باعث صدمه به کلیه می‌شود و با تشکیل متیل مرکوری موجب صدمه به سیستم اعصاب مرکزی می‌گردد که منجر به مرگ یا وارد آمدن صدمات ذهنی و اختلال در عملکرد این سیستم می‌شود.		فاضلاب‌های صنعتی (تولید رنگ سموم، صنایع الکترونی، نساجی کارخانجات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک، باتری سازی، سلولز و کاغذ سازی، صنایع داروسازی)
نقره (Ag)	تماس مزمن با نقره منجر به بیماری آرژیریا (Argyria) می‌شود.		فاضلاب‌های صنعتی
سیانید (CN <sup>-</sup> )	در ترکیب با سیتوکروم سلول، از انتقال اکسیژن جلوگیری می‌کند.		فاضلاب‌های صنعتی (تولید رنگ، سموم، صنایع الکترونیک، لاستیک و پلاستیک، باتری سازی، داروسازی)

جدول (۲) - مقدار فلزات سنگین موجود در گیاهان رسته در خاک‌هایی که با فاضلاب برای سال‌های مختلف آبیاری شده‌اند (برحسب ppm)

Berseem Tops (شیدر برسیم)									آبیاری سال
Cd	Pb	Cr	Co	Ni	Zn	Cu	Mn	Fe	
۲/۱	۲/۵	۲/۵	۴/۵	۲/۴	۷۰	۱۴	۷۵	۲۴۵	۱۰
۲/۹	۶/۷	۳/۷	۵/۷	۳/۶	۷۹	۱۷	۱۵۶	۲۸۰	۲۵
۳/۲	۹/۲	۴/۹	۷/۲	۴/۳	۸۴	۲۲	۱۷۸	۳۰۵	۳۵
۳/۷	۱۳/۸	۶/۴	۸/۵	۶/۳	۹۵	۳۶	۱۸۳	۳۷۲	۴۵
۴/۰	۱۶/۴	۷/۸	۹/۷	۸/۷	۱۰۶	۴۷	۲۰۳	۳۹۵	۶۵
۵/۲	۱۸/۹	۸/۳	۱۰/۷	۹/۹	۱۱۵	۵۵	۲۳۹	۴۱۷	۷۵
ذرت (Corn)									آبیاری سال
Cd	Pb	Cr	Co	Ni	Zn	Cu	Mn	Fe	
۰/۸	۱۰/۷	۷/۶	۳/۳	۶/۰	۴۲	۱۳/۵	۱۰۵	۹۹۰	۱۰
۱/۴۲	۱۱/۵	۸/۳	۴/۵	۸/۶	۷۰/۵	۲۳/۷	۱۲۵	۱۲۵۰	۲۵
۱/۹۶	۱۲/۱	۹/۲	۵/۴	۹/۷	۸۵	۳۵/۵	۱۴۵	۱۳۷۰	۳۵
۲/۲۵	۱۲/۸	۱۰	۵/۵	۱۰/۶	۹۷/۷	۵۰/۴	۱۷۶	۱۴۶۰	۴۵
۲/۴۸	۱۳/۵	۱۱/۴	۶/۰	۱۱/۳	۱۰۵	۵۵/۶	۲۰۵	۱۹۶۰	۶۵
۲/۶۴	۱۴	۱۱/۷	۶/۵	۱۲/۵	۱۴۳	۶۳/۸	۲۲۷	۲۱۰۰	۷۵

منبع: Shehata (1983)

جدول (۳) - استانداردهای کیفی فاضلاب‌های تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (WHO)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نقره	mg/l	-
آلومینیوم	mg/l	۵/۰
آرسنیک	mg/l	۰/۱
بر	mg/l	۰/۷
باریم	mg/l	-
بریلیوم	mg/l	۰/۱
کلسیم	mg/l	-
کادمیم	mg/l	۰/۰۱
کلر آزاد	meq/l	-
کلراید	meq/l	۳/۰
فرم آلدئید	mg/l	-
فنل	mg/l	-
سیانور	mg/l	-
کبالت	mg/l	-
کروم (Cr <sup>+6</sup> )	mg/l	۰/۱
کروم (Cr <sup>+3</sup> )	mg/l	-
مس	mg/l	۰/۲
فلوراید	mg/l	۱/۰
آهن	mg/l	۵/۰
جیوه	mg/l	-
لیتیوم	mg/l	۲/۵
منیزیم	mg/l	-
منگنز	mg/l	۰/۲
مولیبدن	mg/l	۰/۰۱
نیکل	mg/l	۰/۲
آمونیم - N	mg/l	-
نیتريت	mg/l	-



ادامه جدول (۳)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نیترات	mg/l	۵/۰
فسفات P	mg/l	-
سرب	mg/l	۵/۰
سدیم	meq/l	۳/۰
سلنیم	mg/l	۰/۰۲
سولفید	mg/l	-
سولفیت	mg/l	-
واندیم	mg/l	۰/۱
روی	mg/l	۲/۰
روغن	mg/l	-
پاک‌کننده‌ها	mg/l	-
EC	ds/m	۰/۷
BOD <sub>5</sub>	mg/l	-
COD	mg/l	-
DO	mg/l	-
TDS	mg/l	۴۵۰
TSS	mg/l	-
SS	mg/l	-
SAR		۳/۰
pH		۶ - ۸/۵
مواد رادیو اکتیو		۰/۰
کدورت	NTU	-
رنگ		-
کلیفرم گوارشی	(تعداد در ۱۰۰ ml)	۱۰۰۰
کل کلیفرم	(تعداد در ۱۰۰ ml)	۱۰۰۰
تخم انگل (نماتد روده‌ای)		۱/۰

جدول (۴) - استانداردهای کیفی فاضلاب‌های تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (EPA)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نقره	mg/l	۰/۰۵
آلومینیوم	mg/l	۱/۰
آرسنیک	mg/l	۰/۱
بر	mg/l	۱/۰
باریم	mg/l	۱/۰
بریلیوم	mg/l	۰/۱
کلسیم	mg/l	۲۰۰
کادمیم	mg/l	۰/۰۱
کلر آزاد	meq/l	۰/۲۸
کلراید	meq/l	۲/۸
فرم آلدئید	mg/l	-
فنل	mg/l	-
سیانور	mg/l	-
کبالت	mg/l	۰/۰۵
کروم (cr <sup>+6</sup> )	mg/l	۰/۱
کروم (cr <sup>+3</sup> )	mg/l	-
مس	mg/l	۰/۲
فلوراید	mg/l	-
آهن	mg/l	۵/۰
جیوه	mg/l	۰/۰۱
لیتیوم	mg/l	۵/۰
منیزیم	mg/l	۲۵
منگنز	mg/l	۰/۲
مولیبدن	mg/l	۰/۰۱
نیکل	mg/l	۰/۲
آمونیم - N	mg/l	-
نیتريت	mg/l	-

## ادامه جدول (۴)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نیترات	mg/l	TN = ۳۰
فسفات - P	mg/l	۱۰
سرب	mg/l	۵/۰
سدیم	meq/l	۳/۰
سلنیم	mg/l	۰/۰۲
پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
سولفید	mg/l	-
سولفیت	mg/l	-
واندیم	mg/l	۱۰
روی	mg/l	۱/۰
روغن	mg/l	-
پاک‌کننده‌ها	mg/l	-
EC	ds/m	۰/۷
BOD <sub>5</sub>	mg/l	۳۰
COD	mg/l	۱۲۰
DO	mg/l	-
TDS	mg/l	-
TSS	mg/l	۵
SS	mg/l	۳۰
SAR		-
pH		۶/۵ - ۸/۴
مواد رادیو اکتیو		۰/۰
کدورت	NTU	۲/۰
رنگ		-
کلیفرم گوارشی	(تعداد در ۱۰۰ ml)	-
کل کلیفرم	(تعداد در ۱۰۰ ml)	۲۰۰
تخم انگل (نماتد روده‌ای)		۱/۰

جدول (۵) - استانداردهای کیفی فاضلاب‌های تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری  
(سازمان حفاظت محیط زیست ایران، IRNDOE)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نقره	mg/l	۰/۱
آلومینیوم	mg/l	۵/۰
آرسنیک	mg/l	۰/۱
بر	mg/l	۱/۰
باریم	mg/l	۱/۰
بریلیوم	mg/l	۰/۵
کلسیم	mg/l	-
کادمیم	mg/l	۰/۰۵
کلر آزاد	meq/l	۰/۲
کلراید	meq/l	۶۰۰
فرم آلدئید	mg/l	۱/۰
فنل	mg/l	۱/۰
سیانور	mg/l	۰/۱
کبالت	mg/l	۰/۰۵
کروم ( $Cr^{+6}$ )	mg/l	۱/۰
کروم ( $Cr^{+3}$ )	mg/l	۲/۰
مس	mg/l	۰/۲
فلوراید	mg/l	۲/۰
آهن	mg/l	۳/۰
جیوه	mg/l	ناچیز
لیتیوم	mg/l	۲/۵
منیزیم	mg/l	۱۰۰
منگنز	mg/l	۱/۰
مولیبدن	mg/l	۰/۰۱
نیکل	mg/l	۲/۰

ادامه جدول (۵)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
آمونیم - N	mg/l	-
نیتريت	mg/l	-
نترات	mg/l	-
فسفات - P	mg/l	-
سرب	mg/l	۱/۰
سدیم	meq/l	-
سلنیم	mg/l	۰/۱
سولفید	mg/l	۳/۰
سولفیت	mg/l	۱/۰
وانادیم	mg/l	۰/۱
روی	mg/l	۲/۰
روغن	mg/l	۱۰
پاک‌کننده‌ها	mg/l	۰/۵
EC	ds/m	-
BOD <sub>5</sub>	mg/l	۱۰۰
COD	mg/l	۲۰۰
DO	mg/l	۲/۰
TDS	mg/l	-
TSS	mg/l	۱۰۰
SS	mg/l	-
SAR	-	-
pH	-	۶ - ۸/۵
مواد رادیو اکتیو	-	۰/۰
کدورت	NTU	۵۰
رنگ		۷۵
کلیرم گوارشی	(تعداد در ۱۰۰ ml)	۴۰۰
کل کلیرم	(تعداد در ۱۰۰ ml)	۱۰۰۰
تخم انگل (نماتد روده‌ای)		۱

جدول (۶) - استانداردهای کیفی فاضلاب‌های تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (NAS)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نقره	mg/l	-
آلومینیوم	mg/l	۵/۰
آرسنیک	mg/l	۰/۱
بر	mg/l	-
باریم	mg/l	-
بریلیوم	mg/l	۰/۱
کلسیم	mg/l	-
کادمیم	mg/l	۰/۰۱
کلر آزاد	meq/l	-
کلراید	meq/l	۲/۸
فرم آلدئید	mg/l	-
فنل	mg/l	-
سیانور	mg/l	-
کبالت	mg/l	۰/۰۵
کروم (cr <sup>+6</sup> )	mg/l	۰/۱
کروم (cr <sup>+3</sup> )	mg/l	-
مس	mg/l	۰/۲
فلوراید	mg/l	۱/۰
آهن	mg/l	۵/۰
جیوه	mg/l	-
لیتیوم	mg/l	۲/۵
منیزیم	mg/l	-
منگنز	mg/l	۰/۲
مولیبدن	mg/l	۰/۰۱
نیکل	mg/l	۰/۲
آمونیم - N	mg/l	-
نیتريت	mg/l	-

## ادامه جدول (۶)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نیترات	mg/l	-
فسفات - P	mg/l	-
سرب	mg/l	۵/۰
سدیم	meq/l	-
سلنیم	mg/l	۰/۰۲
سولفید	mg/l	-
سولفیت	mg/l	-
واندیم	mg/l	۰/۱
روی	mg/l	۲/۰
روغن	mg/l	-
پاک‌کننده‌ها	mg/l	-
EC	ds/m	-
BOD <sub>5</sub>	mg/l	-
COD	mg/l	-
DO	mg/l	-
TDS	mg/l	-
TSS	mg/l	-
SS	mg/l	-
SAR	-	-
pH	-	-
مواد رادیو اکتیو	-	۰/۰
کلورت	NTU	-
رنگ	-	-
کلیفرم گوارشی	(تعداد در ۱۰۰ ml)	-
کل کلیفرم	(تعداد در ۱۰۰ ml)	-
تخم انگل (نماتد روده‌ای)	-	-

جدول (۷) - استانداردهای کیفی فاضلاب‌های تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (FAO)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نقره	mg/l	-
آلومینیوم	mg/l	۵/۰
آرسنیک	mg/l	۰/۱
بر	mg/l	۰/۷
باریم	mg/l	-
بریلیوم	mg/l	۰/۱
کلسیم	mg/l	-
کادمیم	mg/l	۰/۰۱
کلر آزاد	meq/l	-
کلراید	meq/l	۴/۰
فرم آلدئید	mg/l	-
فنل	mg/l	-
سیانور	mg/l	-
کبالت	mg/l	۰/۰۵
کروم (Cr <sup>+6</sup> )	mg/l	۰/۱
کروم (Cr <sup>+3</sup> )	mg/l	-
مس	mg/l	۰/۲
فلوراید	mg/l	۱/۰
آهن	mg/l	۵/۰
جیوه	mg/l	-
لیتیوم	mg/l	۲/۵
منیزیم	mg/l	-
منگنز	mg/l	۰/۲
مولیبدن	mg/l	۰/۰۱
نیکل	mg/l	۰/۲
آمونیم - N	mg/l	-
نیتريت	mg/l	-



ادامه جدول (۷)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نیترات	mg/l	۵/۰
فسفات - P	mg/l	-
سرب	mg/l	۵/۰
سدیم	meq/l	-
سلنیم	mg/l	۰/۰۲
سولفید	mg/l	-
سولفیت	mg/l	-
واندیم	mg/l	۰/۱
روی	mg/l	۲/۰
روغن	mg/l	-
پاک‌کننده‌ها	mg/l	-
EC	ds/m	۰/۷
BOD <sub>5</sub>	mg/l	-
COD	mg/l	-
DO	mg/l	-
TDS	mg/l	۴۵۰
TSS	mg/l	-
SS	mg/l	-
SAR	-	۳/۰
pH	-	۶/۵ - ۸
مواد رادیو اکتیو	-	۰/۰
کدورت	NTU	-
رنگ	-	-
کلیرم گوارشی	(تعداد در ۱۰۰ ml)	۱۰۰۰
کل کلیرم	(تعداد در ۱۰۰ ml)	-
تخم انگل (نماتد روده‌ای)	-	۱

جدول (۸) - استانداردهای کیفی کشور اردن جهت استفاده از فاضلاب خانگی تصفیه شده در

آبیاری گیاهان (Jordanian Standard شماره ۸۹۳/۱۹۹۵)

پارامتر (mg/l)	سبزیجات پخته نشده	درختان جنگلی و محصولات صنعتی	آبیاری چمنزارها و پارکها	آبیاری محصولات علوفه‌ای
BOD <sub>5</sub>	۱۵۰	۱۵۰	۵۰	۲۵۰
COD	۵۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۷۰۰
DO	>۲	>۲	>۲	>۱
TDS	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰
TSS	۲۰۰	۲۰۰	۵۰	۲۵۰
pH	۶-۹	۶-۹	۶-۹	۶-۹
رنگ	-	-	۷۵	-
FOG	۸	۸	۸	۱۲
فنل	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
MBAS	۵۰	۵۰	۱۵	۵۰
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N	۵۰	۵۰	۲۵	۵۰
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N	-	-	۵۰	-
TN	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-
PO <sub>4</sub> - P	-	-	۱۵	-
CT	۳۵۰	۳۵۰	۳۵۰	۳۵۰
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	۶	۶	۶	۶
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	۵۲۰	۵۲۰	۵۲۰	۵۲۰
Na <sup>+</sup>	۲۳۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۳۰
Mg <sup>++</sup>	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
Ca <sup>++</sup>	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
SAR	۹	۹	۱۲	۹
کلر باقیمانده	۰/۵	-	۰/۵	-
Al	۵	۵	۵	۵
As	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱

ادامه جدول (۸)

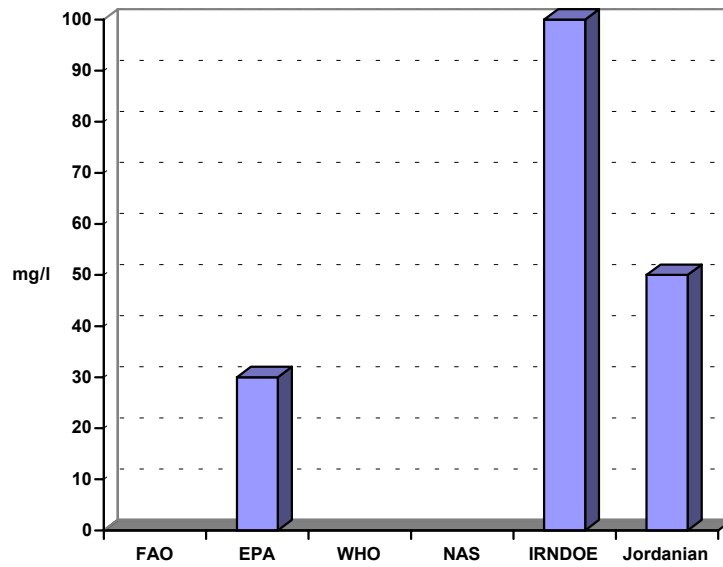
پارامتر (mg/l)	سبزیجات پخته نشده	درختان جنگلی و محصولات صنعتی	آبیاری چمنزارها و پارکها	آبیاری محصولات علوفه‌ای
Be	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
Cu	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
F	۱	۱	۱	۱
Fe	۵	۵	۵	۵
Li	۲/۵	۵	۳	۵
Mn	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
Ni	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
Pb	۵	۵	۰/۱	۵
Se	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
Cd	-/۰۱	-/۰۱	-/۰۱	-/۰۱
Zn	۲	۲	۲	۲
CN	-/۱	-/۱	-/۱	-/۱
Cr	-/۱	-/۱	-/۱	-/۱
Hg	-/۰۰۱	-/۰۰۱	-/۰۰۱	-/۰۰۱
V	-/۱	-/۱	-/۱	-/۱
Co	-/۰۵	-/۰۵	-/۰۵	-/۰۵
B	۱	۱	۳	۳
Mo	-/۰۱	-/۰۱	-/۰۱	-/۰۱
FC MPN/100ml	۱۰۰۰	-	۲۰۰	-
پاتوژن	-	-	-	-
آمییب و ژیا ردیا	۱	-	-	-
نماتد (تخم در هر لیتر)	<۱	-	<۱	>۱

جدول (۹) - استانداردهای فاضلاب خانگی تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری در

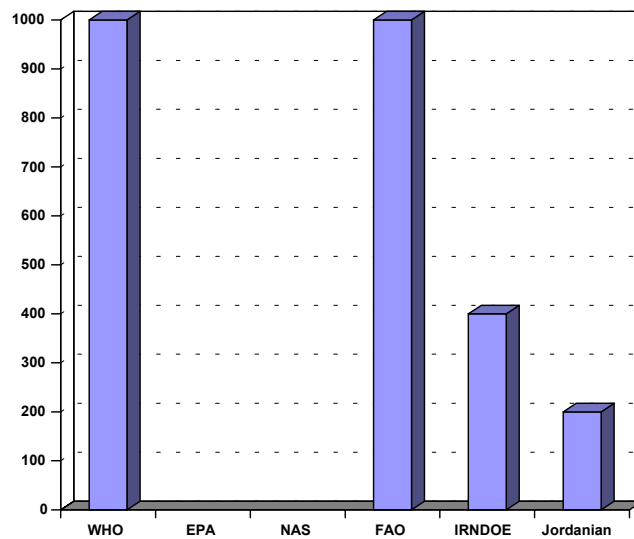
کشور قبرس

آبیاری	BOD mg/l	SS mg/l	کلیرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی لیتر	کرم‌های روده‌ای در لیتر	تصفیه مورد نیاز
کل محصولات	۱۰	۱۰	۵ ۱۵*	صفر	ثانویه و ثالثه و گندزدایی
سبزیجاتی که بصورت پخته مصرف می‌شود	۱۰ ۱۵*	۱۰ ۱۵*	۵۰ ۱۰۰*	صفر	ثانویه و ثالثه و گندزدایی
محصولات مورد استفاده انسان	۲۰ (A ۳۰*	۳۰ ۴۵*	۲۰۰ ۱۰۰۰*	صفر	ثانویه و ذخیره بیشتر از ۷ روز - ثالثه و گندزدایی
	(B)		۲۰۰ ۱۰۰۰*	صفر	استخر تثبیت - تکمیل با زمان ماند ۳۰ روزه یا ثانویه
محصولات علوفه‌ای	۲۰ (A ۳۰*	۳۰ ۴۵*	۱۰۰۰ ۵۰۰۰*	صفر	ثانویه و ذخیره بیش از ۷ روز یا ثالثه و گندزدایی
	(B)		۵۰۰۰	صفر	استخر تثبیت - تکمیلی یا ثانویه با بیش از ۳۰ روز زمان ماند
محصولات صنعتی	۵۰ (A ۷۰*		۳۰۰۰ ۱۰۰۰۰*	صفر	ثانویه و گندزدایی
	(B)		۳۰۰۰ ۱۰۰۰۰*		استخر تثبیت - تکمیلی با زمان ماند بیش از ۳۰ روز یا ثانویه با زمان ماند بیش از ۳۰ روز

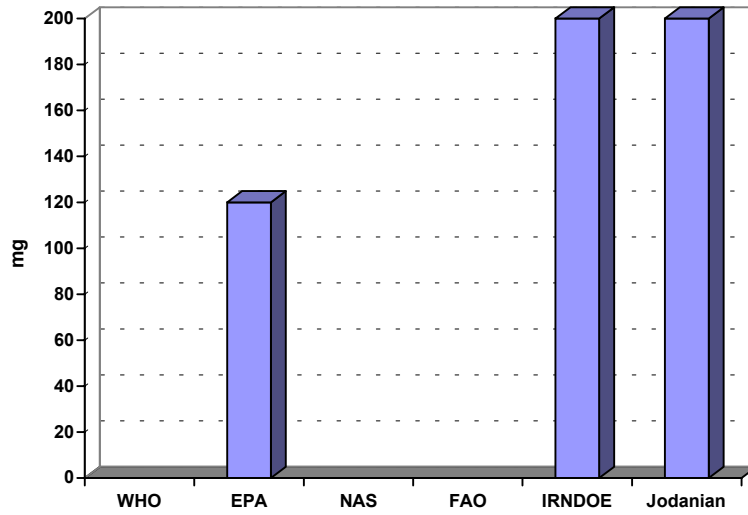
\* اعداد دوم حداکثر مجاز می‌باشد



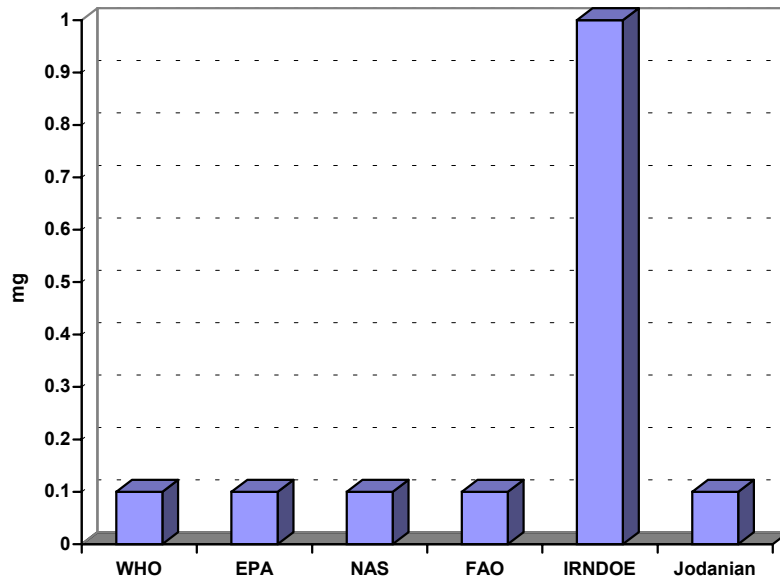
شکل (۱) - استانداردهای تعیین شده برای BOD5 توسط سازمان‌های مختلف



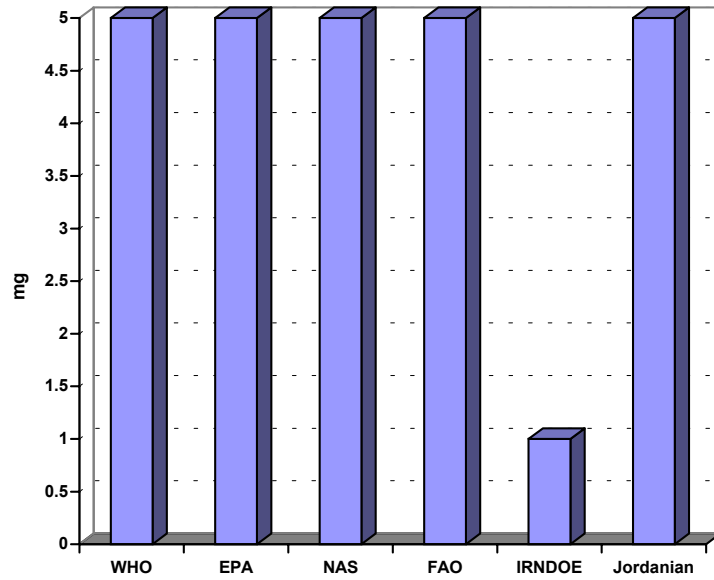
شکل (۲) - مقایسه استاندارد تعیین شده برای FC (تعداد در 100ml) توسط سازمان‌های مختلف



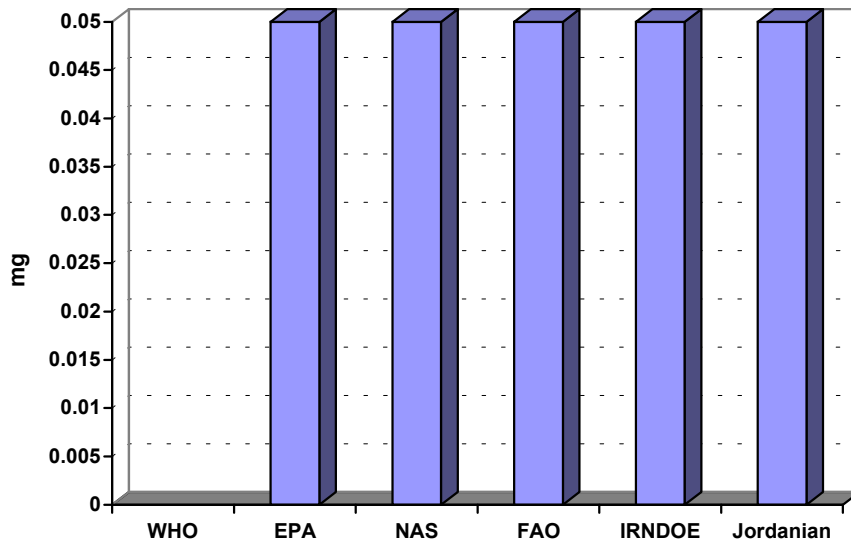
شکل (۳) - مقایسه استانداردهای تعیین شده برای COD توسط سازمان‌های مختلف



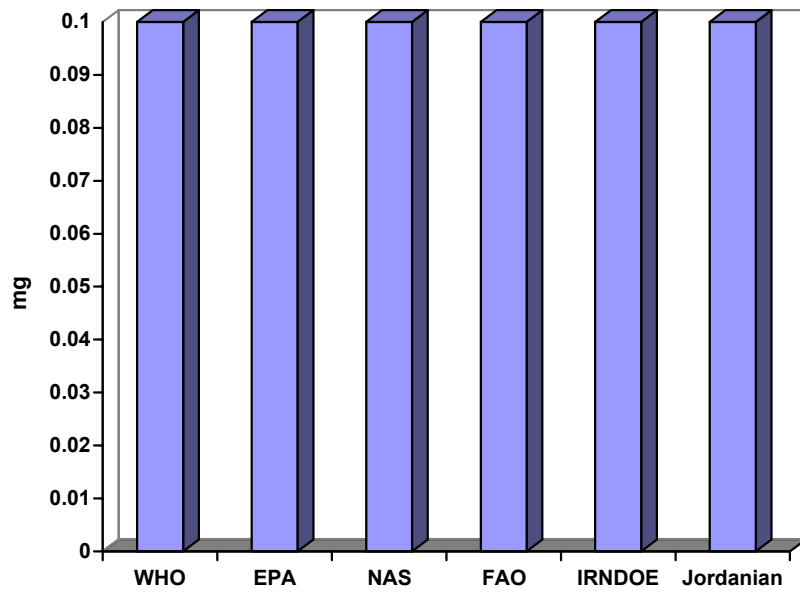
شکل (۴) - مقایسه استانداردهای تعیین شده برای Cr<sup>+6</sup> توسط سازمان‌های مختلف



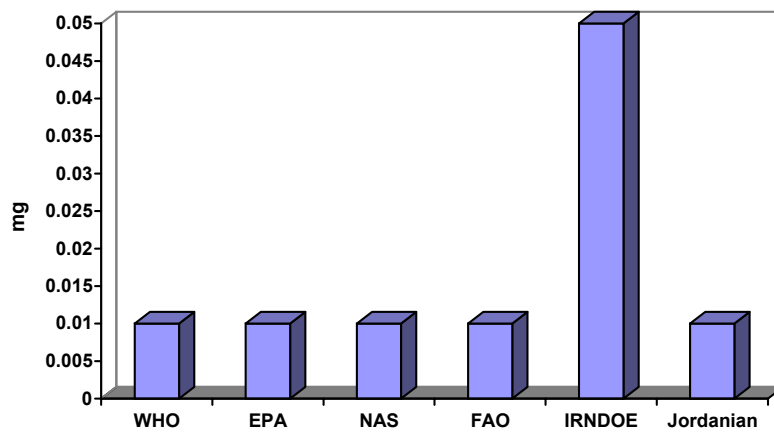
شکل (۵) - مقایسه استانداردهای تعیین شده برای سرب توسط سازمان‌های مختلف



شکل (۶) - مقایسه استانداردهای تعیین شده برای کبالت توسط سازمان‌های مختلف



شکل (۷) - مقایسه استانداردهای تعیین شده برای آرسنیک توسط سازمان‌های مختلف



شکل (۸) - مقایسه استانداردهای تعیین شده برای کادمیوم توسط سازمان‌های مختلف



## منابع:

۱. حسینیان، سیدمرتضی (۱۳۷۷)، مصارف مجدد فاضلاب‌های صنعتی و شهری در کشاورزی، صنعت و پرورش ماهی. فرپاک مهندسی مشاور.
۲. مجموعه مقالات همایش جنبه‌های زیست محیطی استفاده از پساب در آبیاری (۱۳۷۸).
3. EPA. (1977) Process design manual for land treatment of municipal wastewater. Report 625/1-77-008. Us Environment Protection Agency, Circinnatei, Ohio.
4. FAO. (1985) water quality for agriculture. R.S. Ayers and D.W. westcot. Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1. FAO, Rome. 174 P.
5. FAO. (1988) Irrigation practice and water management. L.D. Doneen and D.W. Westcot. Irrigation and Drainage Paper 1, Rev.1. FAO, Rome. 71 P.
6. Hall H.C. and Thompson S.G. (1981) site selection techniques for land disposal of treated municipal wastewater. Proceeding Water Reuse Symposium II: Water Reuse in the future. Amer. Wat. Wks. Assn. (AWWA) Research Foundation, Denver, Cilorado.
7. Mara D.D. and Carincross S. (1989) Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture – measures for public health protection. World Health organization, Geneva.
8. Pescod M.B (1987a) the quality of effluent for reuse in irrigation. Paper prepared for the Land and Water Development Division, FAO, Rome.
9. WHO. (1989) Health guidelines for the use of wastewater in agriculture. Technical Report No. 778. WHO, Geneva 74 P.

10. WHO. (1981) The risk to health of microbes in sewage sludge applied to land. EURO Reports and studeies No. 54. Regional office for Europe, WHO, copenhagen.
11. M.B. Pescod. (2001). Wastwater treatment and use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 47.
12. WHO. (1993). Guidelines for Drinking Water Quality. Vol.1. WHO, Geneva. BOP.
13. Internet: <http://www.Iboro.ac.uk/well/>. Guidelines for wastewater Reuse in agriculture and aquaculture: Reommended revisions based on new research evidence.
14. FAO (1989). Wastwater quality guidelines for agricultural use. Irrigation and Drainage paper.
15. Internet: <http://www.USEPA.ac/>. Wastwater quality guidelines for agricultural use. USEPA (1992).

## لیست انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

شماره	نام کتاب
۱	فرهنگ فنی آبیاری و زهکشی
۲	تحلیلی بر راندمانهای آبیاری
۳	سالنامه سال ۱۳۷۳
۴	سالنامه سال ۱۳۷۴
۵	دستورالعمل‌های کم آبیاری
۶	مجموعه مقالات ششمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۷	مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۸	مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۹	ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی و عوامل مؤثر در آن
۱۰	آبیاری موجی
۱۱	آشنایی با آبیاری کابلی
۱۲	مدیریت محلی سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۱۳	راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی
۱۴	مجموعه مقالات اولین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۱۵	راهنمای احداث زهکش‌های زیرزمینی
۱۶	معرفی جهات نظری و کاربردی روش پنمن - ماتتیس
۱۷	Water and Irrigation Techincs in Ancient IRAN
۱۸	تلاش ایرانیان در تأمین و مدیریت توزیع آب
۱۹	تحلیلی بر ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی
۲۰	تجارب جهانی مشارکت کشاورزان در مدیریت آبیاری
۲۱	مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۲۲	مفاهیم زهکشی و شوری آب و خاک
۲۳	مجموعه مقالات کارگاه مسائل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی
۲۴	معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری
۲۵	فن سنجش از دور در آبیاری و زهکشی
۲۶	استفاده از آب‌های شور و لب شور برای آبیاری
۲۷	مجموعه مقالات همایش مشارکت کشاورزان در مدیریت شبکه‌های آبیاری
۲۸	مجموعه مقالات همایش جنبه‌های زیست محیطی استفاده از پساب‌ها در آبیاری
۲۹	فرهنگ آب و آبیاری سنتی
۳۰	مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی

۳۱	چاره آب در تاریخ فارس
۳۲	مجموعه مقالات کارگاه آموزشی مدیریت استفاده از آب‌های شور
۳۳	جنبه‌های مالی مدیریت آب
۳۴	عرضه و تقاضای آب در جهان از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵ «سناریوها و مسائل»
۳۵	تدارک برای انجام پروژه‌های کوچک آبیاری
۳۶	خلاصه مقالات کارگاه فنی - آموزشی کم آبیاری
۳۷	مجموعه مقالات کارگاه فنی - آموزشی آبیاری میکرو
۳۸	مجموعه مقالات دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۳۹	مجموعه کارگاه فنی ساخت کانال‌های آبیاری، محدودیت‌ها و راه حل‌ها
۴۰	راهنمای روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب
۴۱	مجموعه مقالات کارگاه فنی روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب
۴۲	مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی
۴۳	مدیریت کیفیت زه آب‌های کشاورزی
۴۴	نرم‌افزارهای مرتبط با آبیاری و زهکشی (جلد اول)
۴۵	انسان و آب
۴۶	چاره آب در تاریخ فارس (جلد دوم)
۴۷	استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده در کشاورزی
۴۸	CD کتاب‌ها و نشریات مؤسسات بین‌المللی
۴۹	راهنمای مقابله با خشکسالی
۵۰	مجموعه مقالات کارگاه آموزشی کاربرد اینترنت در آبیاری
۵۱	مجموعه مقالات همایش تاریخ آب و آبیاری کشور
۵۲	سومین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۵۳	مجموعه مقالات همایش اثرات زیست محیطی پساب‌های کشاورزی بر آبهای سطحی و زیرزمینی
۵۴	لوح فشرده فرهنگ فنی آبیاری و زهکشی (انگلیسی - فرانسه)
۵۵	رهنمودهای انتقال مدیریت خدمات آبیاری
۵۶	راهنمای پایش و ارزشیابی انتقال مدیریت آبیاری
۵۷	زهکشی؛ کمیّت و کیفیت جریان برگشتی
۵۸	واکنش گیاهان به شوری
۵۹	نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران
۶۰	برنامه‌ریزی مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۶۱	بررسی و مقایسه تطبیقی روش پنمن - ماتتیس با روش‌های فائو ۲۴ در ایران
۶۲	لوح فشرده نرم‌افزارهای مرتبط با آبیاری و زهکشی (نسخه شماره ۲)

۶۳	مدیریت آب در کشاورزی؛ پیامدهای اقتصادی- اجتماعی
۶۴	قیمت گذاری آب آبیاری: بررسی ادبیات موضوع
۶۵	دانشنامه مشاهیر فنون آب و آبیاری و سازه های آبی
۶۶	لوح فشرده مجموعه مقالات کنفرانس های بین المللی
۶۷	لوح فشرده مجموعه مقالات کارگاه تخصصی مدیریت بهره برداری و نگهداری از شبکه های آبیاری و زهکشی
۶۸	استاندارد ادوات و تجهیزات آبیاری تحت فشار
۶۹	استفاده از آب های شور در کشاورزی پایدار
۷۰	نظریه ها و مدل های زهکشی
۷۱	مدیریت نوین آبیاری و تأثیر آن بر عملکرد شبکه های آبیاری
۷۲	آبیاری در مقیاس کوچک برای مناطق خشک، اصول و روش ها
۷۳	نگرشی بر روند توسعه و چشم انداز آبیاری تحت فشار در ایران
۷۴	مهار آلودگی آب ناشی از فعالیت های کشاورزی
۷۵	استفاده از لوله های کم فشار در آبیاری سطحی
۷۶	مدیریت آب آبیاری در مزرعه
۷۷	ارزیابی عملکرد سیستم های آبیاری تحت فشار بر مبنای تقاضا
۷۸	تاریخ آب و آبیاری استان کرمان
۷۹	لوح فشرده مجموعه مقالات راهکارهای مدیریت خشکسالی (Workshop on Drought Management Strategies)
۸۰	دانشنامه مشاهیر فنون آب و آبیاری و سازه های آبی (جلد دوم)
۸۱	مواد و مصالح سامانه های زهکشی زیرزمینی
۸۲	بهره وری آب کشاورزی
۸۳	مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۸۴	تحلیلی بر مسائل و مشکلات ساخت کانال های آبیاری در ایران
۸۵	اصول انتخاب روش های آبیاری در کشاورزی
۸۶	ارزیابی شوری خاک
۸۷	لوح فشرده کتاب ها و نشریات مؤسسات بین المللی (جلد سوم)
۸۸	مدیریت آبیاری در سامانه های روباز آبیاری
۸۹	مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی
۹۰	راهنمای ارزیابی مقایسه ای و کاربرد آن در شبکه های آبیاری و زهکشی
۹۱	مجموعه مقالات چهارمین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم های آبیاری
۹۲	مجموعه مقالات کاربرد سامانه های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در آبیاری و زهکشی
۹۳	مجموعه مقالات کارگاه سیستم زهکشی زیر پوشش کانال ها

نظام آبیاری سنتی در نائین	۹۴
نرم افزارهای مرتبط با آبیاری و زهکشی (جلد سوم)	۹۵
فرآیند ارزیابی سریع و کاربرد آن در شبکه های آبیاری و زهکشی	۹۶
مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری بارانی «توانمندی ها و چالش ها»	۹۷
مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه	۹۸
مجموعه مقالات کارگاه آموزشی مدلسازی در آبیاری و زهکشی	۹۹
اصول و کاربرد کم آبیاری	۱۰۰
مجموعه مقالات چهارمین کارگاه فنی مشارکت کشاورزان در مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی (اصول و روش های کاربردی)	۱۰۱
پیش بینی و هشدار سیل	۱۰۲
راهنمای برنامه ریزی رهیافت های سازه ای مدیریت سیلاب	۱۰۳
مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب ها برای آبیاری	۱۰۴

