سومین همایش و نمایشگاه محیط‌زیست و بحران‌های پیش‌رو
اردیبهشت ۹۵
3rd Conferences and Exhibition of Future Environmental Crisis
(May 2016)

چالش های کاربرد آبهای نامتعارف و بررسی فناوری های نوین در جهت افزایش بهره وری آب در بخش کشاورزی

مهین حنیفه پور [۱*]، مهسا عبدالشاه نژاد[۲]، فرشته پورآصف[۳*]

۱- دانشجوی دکترای بیابان زدایی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران m.hanifehpoor @gmail.com

۲- دانشجوی دکترای بیابان زدایی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران،abdolshahnejad@ut.ac.ir

۳- کارشناس ارشد سازه های آبی، سازمان آب و برق خوزستان ، دفتر پژوهش های کاربردی fporasaf@gmail.com

چکیده

رشد روز افزون جمعیت، توسعه اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، گسترش صنایع، توزیع ناهمگون زمانی و مکانی آب شیرین به لحاظ کمی و محدودیت ها و مشکلات روزافزون کیفی منابع آبی، در بسیاری از کشورها، تأمین آب مطمئن را به یکی از چالش های اساسی قرن حاضر تبدیل نموده است. کمبود آب و تامین مواد غذایی جمعیت رو به فزون سبب شده استفاده از آبهای نامتعارف مانند آبهای شور، فاضلابهای شهری و صنعتی و ... به عنوان یک منبع با ارزش در جهت افزایش میزان تولیدات بخش کشاورزی محسوب گردد. آبهای متعارف مخلوطی از مواد معلق معدنی و آلی است که برای گیاه مناسب می باشد. استفاده و آبیاری دراز مدت با آبهای غیرمتعارف سبب محدودیت‌ها و چالش‌هایی از جمله مخاطرات بهداشتی برای کشاورزان و مصرف کنندگان مواد غذایی، شور و سدیمی شدن خاک، آلودگی آبهای زیرزمینی می‌شود. برای کاهش چالش‌ها می‌توان از فناوری‌های نوین در عرصه مهندسی محیط زیست استفاده کرد.

کلمات کلیدی آبهای نامتعارف، چالش ها، فناوری های نوین.

۱- مقدمه

قرن بیست و یکم، قرن جنگ بر سر آب نام گرفته است. در قسمت های مختلف دنیا، بخصوص در کشورهای در حال توسعه، مسائل مرتبط با آب از قبیل: کمبود آب، آلودگی آب و افزایش خسارات ناشی از سیل وجود دارد. این مسائل کمبود مواد غذایی و به دنبال آن گسترش بیماریها را در پی خواهد داشت. بنابراین در کشورهایی مانند ایران که با کمبود منابع آبی مواجه می‌باشد، توجه به کلیه منابع آبی از اهمیت بالایی برخوردار است که این امر در قالب مدیریت یکپارچه منابع آبی قابل اجراء خواهد بود. مدیریت یکپارچه منابع آب، یک فرآیند سیستماتیک برای توسعه پایدار، تخصیص و پایش منابع آبی است که برای اهداف اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی استفاده می‌شود(اسماعیلی شریف، ۱۳۷۴، Ayars و همکاران، ۱۹۹۳ و Zahra، ۲۰۰۵). در جهان، تقاضا برای منابع آبی روزانه در حال افزایش است. به هر حال، افزایش هزینه‌های تأمین آب و دفع آب شور، مشوق های اقتصادی را برای کاربرد تکنولوژی هایی که محیط زیستی‌تر هستند و می‌توانند بازدهی استفاده از منابع طبیعی را اطمینان دهند، افزایش داده است(Ayman، ۲۰۰۳ و Ayman و همکاران، ۲۰۰۳).

امروزه تحقیقات محلی در زمینه استفاده از انواع آب‌های نامتعارف(از جمله فاضلاب‌ها) در آبیاری اراضی کشاورزی و مشاهده جنبه‌های مختلف آن، از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. به دلیل وجود برخی تفاوت ها در شرایط اقلیمی، گیاهی، اجتماعی - فرهنگی، کیفیت خاک و سایر عوامل و متغیر بودن خصوصیات فاضلاب از منطقه ای به منطقه دیگر و حتی در طول زمان در یک محل(حسن اقلی و همکاران، ۱۳۸۱، McGhee ، ۱۹۹۱و Metcalf & Eddy IncT ، ۱۹۹۱)، تکیه تنها بر بکارگیری دستور العمل های ارائه شده در دیگر مناطق جهان اشتباهی بس بزرگ به حساب آمده که در دراز مدت، صدمات جبران ناپذیری را بر منابع آب و خاک وارد می سازد.

به دلیل کمبود منابع آبی، بویژه در مناطق خشک و نیمه خشکی مانند کشور ایران، استفاده از آبهای شور در آبیاری فضای سبز و کشاورزی و مصارف دیگر، به عنوان یکی از اهداف اصلی در نظر گرفته می شود. رشد روزافزون جمعیت و توسعه سریع صنایع از عواملی هستند که افزایش مصرف آب در جوامع را باعث شده اند. با توجه به محدود بودن منابع آب در دسترس، استفاده از آبهای شور می تواند ضمن حفاظت از منابع آبی، بخشی از کمبود آب را نیز جبران نماید. یکی از راه های مبارزه با کمبود آب، تأمین بخشی از نیازهای آبی از طریق استفاده از آبهای شور است(Bahamian و همکاران، ۲۰۰۸ و Henggeler، ۲۰۰۵).

استفاده از فاضلاب های شهری و خانگی در امر آبیاری و تولید محصولات کشاورزی، به عنوان منبعی سرشار از آب و عناصر کودی مورد نیاز گیاه، از دیرباز در بسیاری از نقاط دنیا رواج داشته است (توکلی و طباطبایی، ۱۳۷۸، حسن اقلی و همکاران، ۱۳۸۱، علیزاده، ۱۳۷۶، منزوی، ۱۳۷۲، FAO ، ۱۹۹۲و Feigin ، ۱۹۹۱). در ایران که جزء کشورهای خشک و نیمه خشک جهان به حساب می آید، میزان مصرف آب در بخش کلان کشاورزی بیشترین درصد را در مقایسه با سایر مصارف به خود اختصاص می دهد(در حدود ۹۳/۵ درصد) و این در شرایطی است که در بسیاری از نقاط کشور، کمبود آب و تشدید آن در اثر خشکسالی های اخیر به آنچنان وضعیت حاد و بحرانی رسیده است که برنامه ریزان و مدیران منابع آب را مجبور ساخته تا در برنامه ریزی های توسعه منابع آبی، به کلیه منابع متعارف و غیر متعارف آب (ازجمله فاضلاب های شهری و خانگی) که بتواند به نحو مؤثر و اقتصادی در اختیار قرار گیرد عطف توجه نمایند(منزوی، ۱۳۷۲ و FAO ، ۱۹۹۲).

شهروندان تهرانی در حال حاضر روزانه بین۲/۳ تا ۲/۸ میلیون متر مکعب آب را به مصارف مختلف می رسانند که از مجموع این مقدار آب مصرفی، در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آن به فاضلاب شهری و خانگی تبدیل می شود که در صورت جمع آوری (پس از تکمیل شبکه سراسری فاضلاب شهری)، رقم آب حاصله به حدود۱/۷ تا ۲/۱ میلیون متر مکعب در رو ز بالغ می گردد که حجم بسیار قابل ملاحظه ای است.

در حال حاضر در بسیاری از شهرهای پر جمعیت کشور، فاضلاب‌های خانگی و سطحی خارج شده از شهرها در زمین-های کشاورزی اطراف آنها به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد که عدم توجه به ملاحظات خاص این امر، خطرات بالقوه ای را برای بهداشت انسان ها و محیط زیست بدنبال دارد.

بر اساس مشاهدات هوک (۱۹۸۳)، بکار گیری پساب تصفیه ثانویه با غلظت فسفر بین ۱۶-۴ میلی گرم بر لیتر، می تواند موجبات نفوذ فسفر به لایه های زیرین خاک را تا حدودی فراهم آورد . معمولاً میزان فسفر در زه آب حاصل از خاکهای عمقی اراضی کشاورزی تحت آبیاری با پساب تصفیه شده، بین ۰/۱۱- ۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر در نوسان است (Feigin ، ۱۹۹۱) و (Ritter و همکاران ، ۲۰۰۱). برای کاهش فشار بر منابع آب شیرین کشور ، عزمی ملی، همه توان مادی ومعنوی کشور را باید به عرصه بیاورد وهمه راههای ممکن از جمله بهره برداری گسترده از سیستم های آبیاری تحت فشار، استفاده از منابع آب شور.توجّه به آب مجازی و غیره باید در دستور کار قرار گیرد. هدف از ارائه این مقاله بررسی انواع آب های نامتعارف، چالشهای کاربرد آبهای نامتعارف و بررسی فناوری های نوین در جهت افزایش بهره وری آب در بخش کشاورزی می باشد.

۲-مواد و روش ها

روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش، توصیفی و از نوع اسنادی-کتابخانه ای می‌باشد که در آن به بررسی استفاده و چالش های آب های نامتعارف و استفاده از فناوری های نوین جهت بهره وری آب در بخش کشاورزی می‌باشد. جمع آوری آمار و اطلاعات از طریق مطالعه کتابخانه‌ای که شامل بررسی مدارک و اسناد طرح های انجام گرفته موجود، مقالات و پایان نامه های ارائه شده در این خصوص می باشد.

با توجه به اهمیت آب و محدودیت منابع آبی، مدیریت منابع آب بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت خاصی برخوردار است. عوامل مختلف طبیعی و انسانی در چند دهه اخیر باعث ایجاد شرایط بحرانی در بیشتر منطقه های کشور شده است. از این رو اقداماتی مانند افزایش بهره‌وری و کاهش هدر رفت آب، استفاده از منابع آبی موجود به صورت

اصولی و همچنین کاربرد آب های نامتعارف در بخش کشاورزی می تواند از اصلی‌ترین راه کارهای مقابله با بحران آب باشد. محدودیت منابع آب ما را بر آن می دارد تا با استفاده از فنون جدید و روش های نوین برای بهره برداری حداکثری از منابع آب، تلاش کنیم .یکی از گزینه های نو شناخت بکارگیری روشهای نوین آبیاری و همچنین استحصال آب بصورت غیر متعارف است.

۳- آب نامتعارف

به آن دسته از آبهای اطلاق می‌شود که از آنها به صورت معمول نمی‌توان استفاده کرد و برای به کارگیری آنها نیاز به اعمال سیاست‌های مدیریتی و حفاظتی ویژه می‌باشد. در اکثر کشورهای خشک و نیمه خشک جهان مثل ایران منابع آبی روز به روز کمیاب‌تر می‌شود، لذا استفاده از آبهای نامتعارف ضروری به نظر می‌رسد (فولادوند، ۱۳۸۸).

۳-۱-انواع آبهای نامتعارف

به طور کلی آبهای نامتعارف را میتوان در سه دسته‌ی کلی تقسیم کرد:

الف- آبهای شور

آبهای هستند که املاح موجود در آنها زیاد است. بسیاری از منابع آبهای زیرزمینی موجود ایران، دارای املاح زیاد می-باشند و با توجه به کمبود منابع آبی، استفاده از این ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. استفاده از این آبها نیازمند مدیریت خاصی است، به نحوی که جهت استفاده از آن در کشاورزی میباید عمل آبشویی بعد آبیاری صورت گیرد و همچنین باید گیاهانی کشت شوند که به شوری آب آبیاری موجود مقاوم باشند (فولادوند، ۱۳۸۸).

میتوان در جهت آبیاری مزارع از تلفیق آب شور و شیرین بهره جست که البته تلفیق آب شور و شیرین به دو صورت متداول انجام می‌شود (لیاقت و اسماعیلی، ۱۳۸۲). معمولا از آب شیرین در مراحل اولیه ی رشد و از آب شور در مراحل بعدی رشد استفاده می‌شود و یا در برخی مواقع دو آب با کیفیت متفاوت به صورت یک در میان (متناوب) به گیاه داده می‌شود.

آب شور و شیرین قبل از آبیاری و به منظور تهیه ی آب با غلظت نمک کمتر، با هم مخلوط میگردند. چاودی (۱۹۹۹) اثر تلفیق آبهای شور (زیرزمینی) و شیرین (آبهای سطحی) در اراضی شور با مدیریت‌های مختلف روی خاک و گیاه را بررسی کرد. نتایج این مطالعات نشان داد که تلفیق آب‌های شور و شیرین (مخلوط، متناوب دوره‌ای و متناوب یک در میان) علاوه بر اصلاح اراضی باعث افزایش تراکم بوته‌ها و عملکرد محصول شده است.

ب- زه‌آب ها

آبی است که در اثر عمل زهکشی از مزرعه خارج می‌شود. در شرایطی که آب آبیاری با کیفیت مناسب محدود و کمیاب است، به کارگیری مجدد زه‌آب‌ها برای استفاده در اراضی فاریاب از قابلیت‌های خاصی برخوردار است اما استفاده از زه-آب همانند آب شور نیاز به مدیریت مناسب دارد و هر گیاهی را نمی‌توان با زه‌آب‌ها آبیاری نمود(فولادوند، ۱۳۸۸).

زه آب ممکن است ناشی از بارندگی، ذوب برف، آب آبیاری، جریانات سطحی و نشت زیر سطحی از اراضی مجاور، سریز و طغیان رودخانه ها، نشت از کانال‌های آبیاری و صعود سطح ایستابی باشد. در نواحی مرطوب بارندگی‌های مداوم ؛ در نواحی سردسیر تغذیه ناشی از ذوب برف، آبیاری طغیان‌های فصلی، آبشویی اراضی و صعود سطح ایستابی، منشاء اصلی زه آب‌ها به دشمار می‌روند. عواملی چون روش آبیاری (ثقلی – تحت فشار)، فیزیوگرافی (توپوگرافی، شکل زمین)، شبکه آبراهه، عمق لایه نفوذ ناپذیر، لایه‌بندی خاک، ویژگی‌های هیدرودینامیکی خاک (نفوذ پذیری سطحی، هدایت هیدرولیکی) و خصوصیات شیمیایی خاک(شوری،کسر آبشویی ، قلیائیت) بطور غیر مستقیم بر زهدار شدن اراضی موثرند.

ج- پساب فاضلاب

فاضلاب حاصل از مصرف آب در زندگی روزمره انسان از ۹۹/۹ درصد آب و ۰/۱ درصد مخلوطی از مواد معلق معدنی و آلی و گازهای تشکیل شده است (Metcalf و همکاران، ۲۰۰۳). استفاده صحیح از پساب‌های شهری علاوه بر گسترش

پوشش گیاهی، از یک طرف از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌نماید و از طرف دیگر با دارا بودن عناصر مغذی، علاوه بر کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، باعث کاهش هزینه مصرف کودهای شیمیایی میشود .به همین دلیل به عنوان منابع آب و کودی ارزان قیمت مورد توجه قرار گرفته است (عرفانی و همکاران، ۱۳۸۱).

پساب و لجن فاضلاب حاوی مقادیر زیادی از عناصر کم مصرف و فلزات سنگین نیز می‌باشند. هنگامی که این مواد به زمین اضافه می‌شوند، گیاه این عناصر را نیز جذب می‌کند. جذب عناصر کم مصرف و فلزات سنگین به مقدار زیاد به وسیله گیاه میتواند سبب آلودگی زنجیره غذایی انسان و دام شود. برای پیشگیری از جذب بیش از حد فلزات سنگین توسط گیاه، برخی از کشورها و همچنین سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان بهداشت جهانی قوانینی وضع کرده‌اند و حدودی را نیز برای غلظت عناصر و ویژگی‌های مختلف پساب‌ها تعیین نموده‌اند (Singh و همکاران ، ۱۹۹۴) و (Chaney ، ۱۹۸۹).

مطالعات مهیدا (۱۹۸۱) نشان داده است که بهره‌گیری از فاضلاب به جای آب کانال، سبب بهبود بیشتر ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند نفوذپذیری، تخلخل و پیدایش ساختمان اسفنجی خاک شده است.

استفاده از آب فاضلاب برای مدت طولانی مهمترین بحثی است که امروزه مورد توجه می‌باشد. دو نکته در این مورد باید مورد توجه قرار گیرد:

-مشکلات بالقوه ایجاد شده در اثر افزایش سدیم و شوری

-مواد مغذی اضافی یا عدم تعادل در مواد غذایی

در کشور بنا به گزارش شایگان و افشاری(۱۳۸۳)، از میزان۳/۹ میلیارد مترمکعب فاضلاب شهری، تنها ۹ درصد تصفیه و بقیه بدون تصفیه وارد چاه‌های جذبی، رودخانه ها و زمین کشاورزی می‌شود. بنابراین با توجه به کمبود آب و حجم عظیم فاضلاب های تولیدی در مناطق مختلف جهان نیاز به یک روش مناسب تصفیه فاضلاب ضرورت می‌یابد که از لحاظ اقتصادی و کارایی قابل توجیه باشد. این در حالی است که بررسی‌ها نشان می‌دهند تخلیه فاضلاب در خاک یکی از بهترین دفع فاضلاب است (Tillaman و همکاران ، ۲۰۰۲) .

۳-۲-استانداردهای استفاده از فاضلاب

استانداردهای فاضلاب برای استفاده مجدد در کشورهای مختلف متفاوت است. در کشورهای اروپائی و آمریکائی در استفاده از فاضلاب برای زراعت های غیرخوراکی باید تصفیه ثانویه و ضدعفونی صورت گیرد. در استفاده برای محصولات خوراکی به ویژه مواردی که خام مصرف می‌شود فاضلاب باید تصفیه سوم شده و پس از زلال سازی و ضدعفونی مورد استفاده قرار گیرد. شدیدترین استانداردها در آمریکا و به ویژه کالیفرنیا رعایت می‌گردد.

در کشورهای آفریقائی، آسیائی، آمریکای جنوبی، چین، هندوستان و پاکستان استانداردها رعایت نشده و استفاده از فاضلاب برای آبیاری در سطح وسیعی رواج دارد. در بسیاری از کشورهای مناطق خشک از فاضلاب به صورت قطرهای در آبیاری فضای سبز استفاده می‌شود. به طور کلی هر کشور برای خود استانداردهای خاصی را تدوین کرده است اما در کشورهای جهان سوم این استانداردها رعایت نمی‌شود. البته در ایران نیز زارعین بدون توجه به کیفیت برای هر نوع محصول از آن استفاده کرده و ضوابط زیست محیطی مرتبط به رعایت نمی‌شود.

۴-چالشهای کاربرد آبهای نامتعارف در کشاورزی

۴-۱ - آلودگی آبهای زیرزمینی

منابع تولید کننده ی پساب در صنایع مربوط به نفت شامل تولید نفت خام، پالایشگاه‌های نفت و گاز، صنایع پتروشیمی، پردازش فلزات، روغن کمپرسورها، عوامل خنک کننده و روان‌کننده، شستشوی ماشین‌ها، صنایع لاستیک‌سازی وغیره است. کلیه صنایع این بخش به دلیل تولید بالای فاضلاب، پیچیدگی سیستم تصفیه، گران بودن هزینه‌های ساخت و نگهداری آنها و پایداری آلودگی‌های نفتی و صدماتی که تخلیه‌ی این نوع فاضلاب به منابع آبی و محیط‌زیست وارد می‌کند، یکی از مهمترین منابع آلوده‌کننده محسوب می‌شوند. فاضلابهای نفتی باعث جلوگیری از رشد و نمو مناسب گیاهان شده و در

انسان‌ها نیز موجب ایجاد سرطان می‌گردد. تخلیه‌ی پساب‌های این صنایع در منابع آبی، باعث از بین رفتن حاصلخیزی خاک، ایجاد مسمومیت در آبزیان و حیات‌وحش می‌گردد. این پسابها موجب کاهش شدید اکسیژن محلول در آب و جلوگیری از تبادل اکسیژن اتمسفر و محیط آبی می‌شود.

۴-۲- مخاطرات بهداشتی برای مصرف کنندگان و کشاورزان

مخاطرات بهداشتی ناشی از دفع غیربهداشتی فاضلاب:

شیوع بیماریهای عفونی و انگلی در جامعه

مرگ و میر ناشی از بیماریهای عفونی و انگلی در جامعه

کاهش نیروی کار و میزان تولید

زشت و نازیبا شدن محیط زندگی

عوامل بیماریزای مختلفی نظیر باکتری‌ها، تک یاخته‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها می‌توانند از طریق مدفوع افراد آلوده وارد، فاضلاب شده و در صورت تخلیه بی‌رویه در محیط زیست، منابع آب را آلوده نمایند و در نتیجه سبب شیوع بسیاری از بیماریهای واگیر شوند از بیماریهای منتقله توسط میکروارگانیم‌های بیماریزای موجود در فاضلاب می‌توان هپاتیت، وبا، حصبه، شبه حصبه مسمومیت غذایی، اسهال باسیلی و ... را نام برد.

۴-۳- تجمع عناصر سنگین در خاک و گیاه

اگر چه برخی از فلزات سنگین برای رشد گیاه لازم هستند ولی غلظت بیش از حد آنها برای گیاه و خاک و همچنین مشکلزا می باشد. فلزاتی مانند کادمیوم، سلنیوم، نیکل، سرب، کروم و ارسنیک به طور معمول در خاک کشاورزی یافت نمیشود و در غلظت زیاد برای گیاهان سمی هستند (Tucker و همکاران ، ۲۰۰۳).

۴-۴- شور یا سدیمی کردن خاک

غلظت نمک یکی از مهمترین پارامترهای تشخیص کیفیت آب است. نمک‌های محلول در آب با شوری خاک در ارتباط است و بر این اساس رشد گیاه، عملکرد و کیفیت محصولات از کل نمک‌های محلول در آب اثر می‌پذیرد. در صورت زیاد بودن سبب نامطلوب شدن خاک می‌گردد.

سدیم تبادلی در آب نامتعارف وقتی که بالاتر از حد معین آستانه آن نسبت به غلظت کل نمک خاک باشد، میتواند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، خصوصا ساختمان آن را تغییر دهد.

۵-بررسی فناوری های نوین در جهت افزایش بهره وری آب در بخش کشاورزی

براساس آمارهای موجود، بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب کشور شناخته می شود و بیشترین سهم از مصرف آب را به خود اختصاص داده است، که با توجه به شیوه‌های قدیمی به کار گرفته شده در این بخش میزان هدر رفت، بسیار قابل توجه می‌باشد. بنابراین می توان گفت پتانسیل بالایی برای جلوگیری از هدررفت آب و صرفه جویی در این بخش وجود دارد .استفاده از فناوری‌های نوین یکی از راه کارهایی است که به کار گیری آن در کنار آموزش صحیح استفاده از آب می‌تواند راه گشا باشد .به معرفی تعدادی از روش‌هایی که با بهره گیری از تکنولوژی سعی در کاهش هدر رفت آب را دارند پرداخته شده است:

۵-۱ -آبیاری قطره ای به همراه مالچ

کاربرد مالچ یعنی پوشانیدن سطح خاک اطراف گیاهان(بوته ها) به وسیله مواد آلی و یا مصنوعی روشی دیگر برای صرفه جویی بیشتر در مصرف آب است. بدین ترتیب، محیط مناسب‌تری برای رشد گیاه فراهم آمده و عملکرد افزایش می یابد. چنانچه مالچ مصرفی از نوع پلاستیکی باشد، بهتر است که خطوط لوله آبیاری به روش قطره ای در زیر سطح مالچ قرار گیرد .کاربرد توامان آبیاری قطره ای و مالچ، به طور معمول موجب افزایش معنی دار عملکرد می شود .همچنین، در این حالت می توان آب آبیاری و کود محلول را به طور مستقیم در ناحیه رشد ریشه در زیر سطح مالچ قرار دارد .در آزمایشی که انجام شده میزان افزایش کارایی مصرف آب با استفاده از مالچ پلی اتیلن در زراعت گوجه فرنگی مشخص شده است(نورجو، ۱۳۸۴).

جدول ۱. تاثیر مالچ در عملکرد، مصرف آب و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی

شرح تیمار مالچ	عملکرد (تن در هکتار)	مصرف آب (متر مکعب در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم میوه بر متر مکعب آب)
بدون پوشش مالچ(شاهد)	۶۹,۸۵	۶۸۵۰	۱۰,۲۰
پوشش تمام پشته و نصف جوی توسط مالچ	۷۴,۹۷	۴۶۶۰	۱۶,۰۹
پوشش تمام جوی و نصف پشته توسط مالچ	۶۶,۷۸	۳۹۰۵	۱۷,۱۰

۵-۲-آبیاری مغناطیسی

به دلیل بهره برداری بی‌رویه از منابع آب هر روز دسترسی به آب مرغوب و با کیفیت مناسب برای کشاورزی رو به کاهش است و پیشروی آب شور در سفره آب شیرین باعث شده است تا آب شور از گستردگی بیشتری برخوردار گردد و هر روز حجم آن افزایش یابد. کاهش منابع آب شیرین و بتبع آن لزوم بهره‌گیری از منابع جایگزین همچنین آب‌های نامتعارف مستلزم استفاده از روش‌هایی جهت بهبود کیفیت این منابع می‌باشد. به منظور بهبود کیفیت آب مورد استفاده در کشاورزی روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آن ها استفاده از میدان‌های مغناطیسی جهت بالا بردن میزان جذب آب و مواد مغذی و بتبع آن افزایش میزان رشد ونمو گیاه می‌باشد. فرایند مغناطیسی کردن آب باعث می شود تا مولکول های آب (شامل کاتیون ها و آنیون ها) از حالت بی نظمی به صورت مرتب درآمده و نوع پیوند اکسیژن و هیدروژن از حالت مثلثی به شکل یک خط تغییر کند .در این شرایط هیدروژن های مثبت دارای نیروی بیشتری شده و در نهایت نیروی منفی خالص مولکول آب به نیروی مثبت خالص آب مغناطیسی تبدیل می شود؛ در نتیجه بار الکتریکی مولکول های آب در این شرایط نسبت به آب معمولی متفاوت خواهد بود و ضمن تشکیل مولکول‌های کوچک‌تر از آب، باعث افزایش تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم و همچنین افزایش قدرت حلالیت آب می‌گردد. با افزایش حلالیت آب کشش سطحی کاهش یافته و به دنبال آن خاصیت خیس‌کنندگی و یا ترشوندگی خاک افزایش می یابد. در این فرآیند ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش یافته و میزان تبخیر در سطح خاک نسبت به آبیاری معمولی کاهش می‌یابد که خود موجب پایین آمدن زمان آبیاری و صرفه جویی در مورد آب می شود. با بالا رفتن حلالیت آب جذب کود و نمک‌های خاک توسط گیاه افزایش می یابد که این موضوع به ارتقاء کیفیت و رشد بیشتر محصول کمک می کند. در نتیجه خاک سفت که مانع رشد ریشه های گیاه بودند به خاک نرم تبدیل شده و ریشه زائی گیاه را موجب می شود .جدول زیر نتایج حاصل از کشت بذرهای خیار در شرایط یکسان و با دو نوع آب مختلف را نشان می دهد(شیخ زادگان، ۱۳۹۲). رشد و نمو خیارهای آبیاری شده با آب مغناطیسی بدلیل جذب بیشتر مواد غذایی، رشد رویشی آنها مطلوبتر از رشد خیارهای شاهد بود. در حدود ۱۱٪ افزایش در ارتفاع گیاه (رشد طولی بوته) و ۱۸٪ افزایش در اندازه نهایی برگ ها (سطح برگها) در این آزمایش مشاهده می شود.

جدول۲- بررسی رشد طولی بوته و سطح برگها در کشت خیار با آب طبیعی و مغناطیسی شده

عنوان/ زمان بررسی	کشت با آب طبیعی شور				کشت با آب شور مغناطیسی شده			
	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم
جوانه زنی	هشتمین روز بعد از کاشت بذر				پنجمین روز بعد از کاشت بذر			
رشد طولی بوته	۰	۳	۷	۱۳	۰/۸	۳/۶	۷/۹	۱۴/۱
سطح برگ‌ها	۰	۴	۶/۴	۸/۶	۰/۹	۴/۷	۷/۲	۹/۷

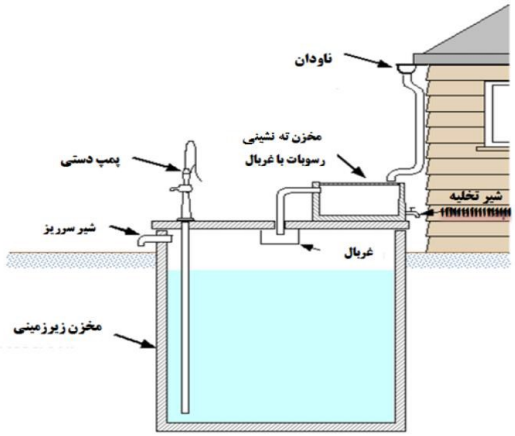
۳-۵ - *سامانه استحصال آب باران*

موضوع استحصال آب باران، با وجود اینکه دارای سوابق تاریخی و سنتی دیرینه ای در کشور ما است، ولی به صورت علمی و روزآمد در صنعت آب کشور جایگاهی ندارد. در مقابل دیر زمانی است که تشکل های علمی و مجامع دانشگاهی دنیا به این موضوع توجه خاص نموده اند. از دلایل استفاده از سامانه های استحصال آب در دنیا می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. کاهش اتکا به سیستم های متمرکز آبرسانی از سد و چاه و در نتیجه امکان تأمین آب برای بهره بردارانی که به این نوع منابع دسترسی ندارند.
۲. عدم آلودگی ناشی از اختلاط با انواع پساب ها و گل آلودگی حاصل از فرسایش آبراهه ای که معمولاً در قسمت های پایین دستی حوضه ها آبریز اتفاق می افتد.
۳. امکان تأمین آب مورد نیاز ساکنین موجود در نقاط دور افتاده که به منابع معمول نظیر چاه و غیره دسترسی ندارند.
۴. بهره برداری از یکی از مهمترین منابع آب به حساب نیامده که با وجود اینکه در مجموع پتانسیل قابل توجهی به حساب می آید ولی به دلیل پراکندگی و کوچک بودن حوضه ها ی مربوطه، امکان مهار آنها با استفاده از سد های بزرگ وجود ندارد.
۵. امکان مشارکت گسترده مردم منطقه در کلیه مراحل طراحی، اجرا و نگهداری
۶. توجه به استحصال آب می تواند به حفظ و احیای سازه های سنتی که در گذشته با همین اهداف احداث شده اند کمک زیادی کند(مکاریان، ۱۳۹۰).

بطور کلی تمام سامانه های استحصال آب از چهار قسمت ، سطح یا حوضه آبگیر، شبکه انتقال آب شامل لوله و ناودان، مخازن ذخیره سازی آب و سیستم تحویل متشکل از شیر آب یا پمپ تشکیل شده اند.

در کلان شهرها نظیر تهران آب باران را به صورت مستقیم در هر فضای واحد مسکونی می توان با استفاده از یک مخزن جمع آوری کرده و در حدود ۵۰ درصد آب مورد نیاز فضای سبز را در شهری مانند تهران که اغلب از آب شهری برای آبیاری استفاده می شود تأمین کرد. برای این منظور با استفاده از نقشه ی شهری تهران و آمار بارندگی های جمع آوری شده از سازمان هواشناسی کشور در ۱۰ سال اخیر، آب باران قابل جمع آوری مورد محاسبه و آب استحصال شده بطور متوسط تا اواسط تیر ماه در فصل تابستان می تواند پاسخگوی فضای سبز در شهر تهران باشد. مطالعه موردی جمع آوری آب باران از سطوح پشت بام ها بر اساس آمارها و اطلاعات جمع آوری شده پس از پردازش و استخراج اطلاعات مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت و با مقدار نیاز آبی فضای سبز منازل مقایسه شد، سپس آب صرفه جویی شده از این محل قابل مقایسه با منابع تأمین کننده آب تهران از جمله رودخانه کرج بوده و مقدار آب باران ذخیره شده از سطوح بام ها پس از در نظر گرفتن حدود ۲۰ درصد هدر رفت به تنهایی حدود ۲۵ درصد آب رودخانه فوق بوده است(جبلی، ۱۳۸۴).



شکل ۱- سیستم استحصال آب باران از پشت بام ساختمان به همراه اجزای آن(اسلامیان، ۱۳۹۱)

۶-نتیجه گیری

استفاده از آبهای نامتعارف با توجه به محدودیت منابع آبی کشور در مدیریت خشکسالی بسیار مؤثر و کارآمد است و همچنین استفاده آن یکی از راههای توسعه بخش کشاورزی محسوب می‌شود. استفاده و آبیاری دراز مدت با آبهای غیرمتعارف سبب محدودیت ها و چالش هایی از جمله مخاطرات بهداشتی برای کشاورزان و مصرف کنندگان مواد غذایی، شور وسدیمی شدن خاک، آلودگی آب های زیرزمینی می شود که چالش‌های ذکر شده را میتوان با استفاده و بهره‌گیری از اصول مدیریتی به حداقل رساند به جای استفاده مستقیم از آبهای نامتعارف، از تصفیه جهت کنترل آن بهره بگیریم .همچنین از مواد اصلاحی از جمله زئولیت که منجر به حذف فلزات سنگین میشود جهت حل مشکل تجمع فلزات سنگین استفاده نمود.

ورود فناوری های نوین در عرصه مهندسی محیط زیست و استفاده کاربردی از آن در زمینه های آب و فاضلاب با توجه به قرار گرفتن کشور در شرایط بحران آب امری لازم و ضروری می باشد. راهکارها و شیوهای نوین برای جلوگیری از هدر رفت آب در بخش کشاورزی که بیشترین سهم مصرف آب را به خود اختصاص می دهد، جزء اولویت ها قرار می گیرد(موسائی و دوستی، ۱۳۹۴).

در مناطقی که مصرف بی رویه آبهای زیرزمینی باعث شوری بیش از اندازه آب گردیده است و یا بصورت طبیعی درجه سختی آب بالاست می توان از تکنولوژی آب مغناطیسی به منظور بهبود کیفیت آب مورد استفاده در کشاورزی استفاده کرد. با استفاده از میدان های مغناطیسی می توان میزان جذب آب و مواد مغذی و بتبع آن میزان رشد و نمو گیاه و همچنین کیفیت محصول نهایی را افزایش داد. از دیگر موارد افزایش بهره وری آب در کشاورزی استفاده از روش آبیاری قطره ای با مالچ می باشد.

از سه نوع منبع آبی عمده یعنی آبهای سطحی و آبهای زیر زمینی و آب باران در کشور در بخش کنترل و نگهداری از آبهای سطحی و استفاده از ذخایر زیرزمینی سرمایه گذاری و اقدامات فراوانی انجام شده است. با این وجود در بخش استفاده از آب باران هنوز اقدامات اساسی و برنامه ریزی لازم صورت نگرفته و با شرایط ایده آل جهانی فاصله داریم .برداشت آب باران می تواند یکی از بهترین جایگزین ها برای تامین آب در صورت کمبود آب و افزایش تقاضا باشد.

با استفاده از سامانه های استحصال آب می توان در بخش شرب با استفاده از آب استحصال شده از سقف و حیاط منازل، ضمن تأمین آب مصرفی فلاشتانگ سرویس منازل، آب مصرفی کولرهای آبی و حتی آب مورد نیاز ماشین های لباس شویی، از میزان فشار مصرفی بر شبکه آب شهری کم کرد.

منابع

اسلامیان، س.، (۱۳۹۱). "تکنولوژی و طراحی سیستم های جمع آوری آب باران".

توکلی، م. و طباطبایی، م.، (۱۳۷۸). "آبیاری با فاضلاب تصفیه شده" ، مجموعه مقالات همایش جنبه های زیست محیطی استفاده از پساب ها در آبیاری . وزارت نیرو، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

جبلی، س.ج .، (۱۳۸۳). "راه های کم هزینه ی استحصال آب باران در اقلیم مناطق خشک و نیمه خشک"، فصلنامه مهاب قدس، شماره ۳۱.

حسن اقلی، ع.ر، لیاقت، ع. و میراب زاده، م. (۱۳۸۱). "تغییرات میزان مواد آلی خاک در نتیجه آبیاری با فاضلاب های خانگی و خودپالایی آن"، مجله آب و فاضلاب، شماره ۴۲.

شایگان، ج.، ع .افشاری. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت فاضلابهای شهری و صنعتی در ایران .مجله آب و فاضلاب .شماره ۴۹- ص ۶۹-۵۸

شیخ زادگان،م.، (۱۳۹۲). "بررسی کارآیی تکنولوژی نوین مغناطیسی کردن آب بمنظور بهینه سازی کیفی و افزایش بهره وری آب های نامتعارف"، ششمین همایش ملی آبخیزداری و مدیریت منابع آب.

عرفانی، ع.، حقنیا، ع.، علیزاده، ا.(۱۳۸۱). "تاثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگیهای خاک"، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶ (۱۱): ۷۱-۹۰.

علیزاده، ا. (۱۳۷۶) . "استفاده از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری چغندر قند"، وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ، گزارش نهایی طرح پژوهشی.

فولادمند، ح.ر. (۱۳۸۸). "اصول آبیاری" ، انتشارات نوید شیراز، صفحه ۲۲۳.

لیاقت، ع.، اسماعیلی، ش. ، (۱۳۸۲). " تاثیر تلفیق آب شور و شیرین روی عملکرد و غلظت نمک در منطقه ی توسعه ریشه ی ذرت"، مجله ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم .شماره دوم.

مکاریان، ر.، (۱۳۹۰) . " استفاده از سامانه استحصال آب باران برای تامین آب در مناطق خشک و نیمه خشک"، دومین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران.

منزوی، م . ت.، (۱۳۷۲). "فاضلاب شهری"، جلد دوم : تصفیه ی فاضلاب. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم.

موسائی، ر. و دوستی، م.ر.، (۱۳۹۴). "بررسی فناوری های نوین در جهت افزایش بهره وری آب در بخش کشاورزی"، تبریز.

نورجو، ا.، (۱۳۸۴). "افزایش کارایی مصرف آب با استفاده از مالچ پلی اتیلن در زراعت گوجه فرنگی"، کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه.

Ayars JE, Hutmacher RB, Schoneman RA, Vail SS, Pflaum T. (1993). "Long term use of saline water for irrigation. " Irrigation Science. 14(1): 27-34.

Ayman AF. (2003). "The use of saline water in agriculture in the Near East and North Africa region": Present and future. Journal of crop production. 7(1-2): 299-323.

Baghalian K, Haghiry A, Naghavi MR, Mohammadi A.(2008). "Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile" (Matricaria recutita L.). Scientia Horticulturae. 116(4): 437-441.

Chaney, R. L. (1989). "Scientific analysis of proposed sludge rule". Biocycle 30: 80-85.

Chaudhry M.R (1999). "Impact of conjunctive use of water on soil and crop under farmers' management", 17th congress on irrigation and drainage, Granada, Spain, ICID-CIID, vol. IB: 95-105.

FAO (1992). “Wastewater treatment and use in agriculture”. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, FAO No. 47.

Feigin, A., I. Ravina and J. Shalhevet (1991). “Irrigation with treated sewage effluent”. Pub by Springer – Verlag, Berlin.

Henggeler JC. (2005). "The conjunctive use of saline irrigation water on deficit-irrigated cotton." Ph.D Thesis. Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M University.

Mahida, N.U. 1981."Water Pollution and Disposal of Wastewater on Land."Tata McGraw – Hill Puplishing Company limited, New Delhi, 325.

McGhee, Terence J. (1991). “Wastewater Supply and Sewerage”. McGrew-Hill Inc. ISBN 0-07-100823-3.

Metcalf & Eddy. (2003)."Wastewater Engineering, Treatment and Reuse." Forth Edition, McGraw Hill.

Ritter, W. F. and A. Shirmohammadi (2001). “Agricultural nonpoint source pollution”. Lewis publishers, CRC Press LLC, ISBN 1 – 56670 – 222 – 4.

Singh, B. R. and E. Steinnes. (1994). "Soil and water contamination by heavy metals". PP. 233 271. In:La1, R. and Stewarts, B. A. (Eds.), Soil Processes, CRC Press, USA.

Tillaman, R.W., and A.Surapaneni. (2002) "Some soil-related issues in the disposal of effluent on land". Australian Journal of Experimental Agriculture. 42: 225-235.
Tucker, R.; Hardy, D. H.; Stokes, C. E., "Heavy metals in north Carolina soils, occurrenc and significance", N.C. Department of Agriculture and Consumer Services, Agronomic division, Raleigh. Available from: www.ncagr.com/agronomi/. 2003.
Zahra P, Neil H, Val S. (2005). "Modelling irrigated Eucalyptus for salinity control on shallow watertables". Australian Journal of Soil Research. 43(5): 587-597.