Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN: 2423-7833
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

Monitoring and investigation of water and effluent conditions in greenhouse desalination devices in Isfahan province

Alireza Hassanoghli[1]✉ | **Masoud Farzamnia**[2]
1. Corresponding Author, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: arho49@yahoo.com
2. Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO. Isfahan, Iran. E-mail: mafarzamnia@gmail.com

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: July. 3, 2023

Revised: Dec. 13, 2023

Accepted: Dec. 17, 2023

Published online: Dec. 23, 2023

Keywords:
Condensed Discharge,
Desalination,
Environment,
Greenhouse,
Reverse Osmosis,
Water Quality.

ABSTRACT

The decline in quality and quantity of water resources has created a great challenge in the production of greenhouse agricultural products in Iran. Considering the increasing use of water desalination systems in the greenhouses, a research was conducted in Isfahan province (Falawarjan, Isfahan, Mobarakeh and Shahreza counties). Therefore, after visiting and observing various aspects of the use of these devices, samples were taken from well water, desalinated water and the condensed effluent of desalination systems and the methods of effluent disposing of the devices were studied. The results showed that the highest amount of well water salinity was observed in Falawarjan, with an average of 12.41 dS/m and the lowest in Shahreza, with an average of 4.09 dS/m. For condensed effluent of devices, the highest amount of salinity was also observed in Falawarjan, with an average of 16.63 dS/m and the lowest in Shahreza, with an average of 5.41 dS/m. The average salt removal from feed water (returned salt) in all investigated greenhouses in Isfahan province was 73%. In addition, the values of Sodium Absorption Ratio (SAR), Calcium-Magnesium Ratio, Chlorine and Bicarbonate level in water samples was also carried out. Regarding the condensed effluent discharge, the main option with 46% belonged to the release of effluent in the surrounding lands (environment), followed by combined use with well water for open-air agriculture with 27%, discharge to local wells with 18%, and discharge to trenches and the infiltration ponds with 9%, respectively. Due to the lack of monitoring of the implementation and use of these devices and the lack of consideration in waste disposal, a suitable situation was not observed, and with the continuation of the current process, the spread of contamination of water and soil resources is not far from expected.

Cite this article: Hassanoghli, A., & Farzamnia. M. (2023). Monitoring and Investigation of Water and Effluent Conditions in Greenhouse Desalination Devices in Isfahan Province, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 54 (10), 1503-1520.
https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.368658.669608
© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/ 10.22059/ijswr.2022.336573.669170

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۴، شماره ۱۰ شاپا: ۷۸۳۳-۲۴۲۳
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

پایش و بررسی وضعیت آب و پساب در ادوات نمک‌زدایی گلخانه‌ای استان اصفهان

علیرضا حسن‌اقلی[1]✉ | مسعود فرزام‌نیا[2]

۱. نویسنده مسئول، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: arho49@yahoo.com

۲. بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: mfarzamnia@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۹/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۲۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۱

واژه‌های کلیدی:
اسمز معکوس،
دفع پساب،
کیفیت آب،
گلخانه،
نمک‌زدایی.

چکیده

نزول کمیت و کیفیت منابع آب، چالش بزرگی را در تولید محصولات گلخانه‌ای کشور ایجاد کرده است. با توجه به توسعه بهره‌برداری از سامانه‌های نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای، پژوهشی در استان اصفهان (شهرستان‌های فلاورجان، اصفهان، مبارکه و شهرضا) به انجام رسید. به همین منظور، ضمن بازدید و بررسی جوانب مختلف کاربرد سامانه‌های مذکور، نمونه‌برداری از آب چاه، آب شیرین‌شده و پساب تولیدی ادوات نمک‌زدایی انجام و نحوه دفع پساب (شورابه) آن‌ها مطالعه شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار شوری آب چاه در فلاورجان با میانگین ۱۲/۴۱ dS/m و کمترین میزان در شهرضا، با میانگین ۴/۰۹ dS/m بود. بیشترین مقدار شوری پساب یا شورابه نیز در فلاورجان، با میانگین ۱۶/۶۳ dS/m و کمترین آن در شهرضا، با میانگین ۵/۴۱ dS/m بود. میانگین حذف نمک از آب ورودی (نمک برگشتی) در گلخانه‌های استان اصفهان ۷۳ درصد بود. به علاوه، بررسی مقادیر نسبت جذب سدیم، نسبت کلسیم به منیزیم، میزان کلر و بی‌کربنات در نمونه‌های آب هم به انجام رسید. در بحث تخلیه شورابه، گزینه اصلی با ۴۶ درصد به رهاسازی پساب در اراضی اطراف تعلق داشت و پس از آن، استفاده تلفیقی با آب چاه برای کشاورزی در فضای باز با ۲۷ درصد، تخلیه به چاه‌های محلی با ۱۸ درصد و تخلیه به ترانشه‌ها و حوضچه‌های خاکی نفوذ با ۹ درصد قرار گرفت. با توجه به عدم نظارت بر اجرا و بهره‌برداری از این ادوات و رعایت نشدن ملاحظاتی در دفع پساب‌ها، وضعیت مناسبی مشاهده نشد و با ادامه روند فعلی، گسترش آلودگی منابع آب و خاک دور از انتظار نیست.

استناد: حسن‌اقلی، علیرضا؛ فرزام‌نیا، مسعود (۱۴۰۲) پایش و بررسی وضعیت آب و پساب در ادوات نمک‌زدایی گلخانه‌ای استان اصفهان، *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۴ (۱۰)، ۱۵۲۰-۱۵۰۳. https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.368658.669608

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.368658.669608

مقدمه

بخش کشاورزی در ایران و بسیاری از کشورهای جهان، چه از منظر تولید غذای مورد نیاز مردم و چه به لحاظ مقابله با تهدیدهای پیشِ روی و در کنار آن، مباحث مرتبط با اشتغال‌زایی، مهاجرت و غیره، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرفی، تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک وابستگی کامل به اجرای عملیات آبیاری دارد، به‌گونه‌ای که در اغلب مناطق ایران، تولید اقتصادی محصول بدون آبیاری ممکن نیست. کمبود آب کشاورزی در دسترس به دلایل گوناگون و افت کیفیت منابع آب موجود، عرصه را بر فعالان این بخش مهم و حیاتی تنگ کرده است. بحران آب در بسیاری از دشت‌های کشاورزی کشور و تراز منفی منابع آب زیرزمینی، ممنوعه شدن دشت‌ها را رقم زده و افت دبی پایه رودخانه‌ها و کاهش آبدهی چاه‌های موجود، شاهدی بر این وضعیت است. به علاوه، وقوع خشکسالی‌های دراز مدت و اثرات منفی پدیده تغییرات اقلیمی در کشور، بر وخامت اوضاع افزوده و در مواقعی، اضافه برداشت از منابع آبیِ در خطر را به دنبال داشته است. نتیجه این اوضاع، کاهش شدید آب قابل استحصال، نزول کیفیت آب، پیشروی جبهه آب شور در آبخوان‌های بعضی از دشت‌ها و فرونشست‌های زمین است که نه تنها بر میزان تولید و شرایط عمومی خاک مزارع کشاورزی، بلکه بر سایر جنبه‌های زندگی در عرصه‌های روستایی و شهری، اثرات نامطلوبی را برجای گذاشته است. این امر موجب شده تا برای حفظ سرمایه‌گذاری‌های مادی و انسانی فعال در بخش کشاورزی کشور و همچنین، جهت‌گیری در راستای سیاست‌های توسعه‌ای مدنظر این بخش در آینده، راه‌کارهایی مورد توجه قرار گیرد. برخی از این راه‌کارها با برنامه‌ریزی ارگان‌های ذی‌ربط در دست اقدام است، لیکن تعدادی از آنها نیز به صورت خودجوش در جامعه کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان مثال، ارتقاء بهره‌وری آب، توسعه کاربرد سامانه‌های نوین آبیاری، تحویل حجمی آب به کشاورزان، ارائه برنامه الگوی کشت و الزام به رعایت آن در تولید محصولات کشاورزی مناطق مختلف، برنامه‌ریزی برای استحصال و کاربرد آب‌های نامتعارف و توسعه کشت در محیط‌های کنترل شده، جزو موارد کلان در این عرصه است. در کنار آن، تلاش برای سازگاری با کم‌آبی در مزارع و باغات از طریق هوشمندسازی کشاورزی و کاربرد فناوری‌های جدیدی همچون نمک‌زدایی از آب در کشت‌های گلخانه‌ای نیز جزو مواردی است که مورد توجه و هدفِ جامعه کشاورزان قرار گرفته است.

با نگاهی به ترازنامه آب کشور مشاهده می‌شود که کشاورزی به عنوان عمده‌ترین مصرف کننده آب در ایران به شمار می‌آید. این در حالی است که افزایش رقابت برسر تخصیص آب مابین بخش‌های مختلف مصرف کننده، به ویژه شرب و بهداشت، صنعت و محیط زیست با یکدیگر و با بخش کشاورزی در عمل، کاهش میزان تخصیص آب زراعی را موجب شده است. در گذشته، پتانسیل منابع آب تجدیدپذیر کشور در حدود ۱۳۰ میلیارد متر مکعب برآورد می‌شد. بررسی‌های واقع بینانه نشان داده است که فعالیت‌های نابسامان بشری، موجبات افت شدید این منابع را فراهم آورده، به‌گونه‌ای که به اذعان کارشناسان، برآورد میزان متوسط منابع آب تجدید شونده سطحی و زیرزمینی کشور در دوره ۱۰ ساله منتهی به سال آبی ۹۰-۸۹، از ۱۲۲ میلیارد مترمکعب به ۱۱۵ میلیارد مترمکعب کاهش داشته است. همچنین، برآورد متوسط ۵ ساله پایانی این دوره زمانی از نظر منابع آب تجدید شونده، کاهش مقدار آن را به ۱۰۴ میلیارد متر مکعب نشان داده است (وزارت نیرو، ۱۳۹۳). با توجه به روند کاهشی فوق و واقعیات بخش آب کشور، دور از انتظار نیست که این مقدار در حال حاضر به کمتر از ۱۰۰ میلیارد متر مکعب تقلیل یافته باشد. به علاوه، تخصیص آب کشاورزی کشور که دیر زمانی در آمارهای رسمی بالغ بر ۸۶ میلیارد متر مکعب در سال ذکر می‌شد، به یقین از چنین شرایطی تأثیر پذیرفته است. پژوهش‌های انجام شده در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مبتنی بر اندازه‌گیری آب آبیاری کاربردی در مزارع، باغ‌ها و در کشت سبزی و صیفی‌جات نشان از کاهش آب مصرفی در بخش کشاورزی، به میزانی پایین‌تر از مقدار ذکرشده فوق دارد.

یکی از برنامه‌های مهم در راستای مقابله با کمبود آب در کشور، انتقال دادن کشت برخی محصولات زراعی با ارزش افزوده بالا به داخل محیط‌های کنترل شده‌ای همچون گلخانه‌هاست. امکان تولید خارج از فصل، کاربرد بهینه نهاده‌ها و کاهش تلفات، حداکثر استفاده از واحد سطح زمین، ارزش افزوده بالای محصولات تولیدی، اشتغال‌زایی و بسیاری از عوامل دیگر، این جهت‌گیری را توجیه‌پذیر می‌سازد. طبق اعلام مسئولان پیش‌بینی شده که در طول برنامه هفتم توسعه، ۱۵۰ هزار هکتار طرح‌های گلخانه‌ای، با ایجاد ۹۰۰ هزار فرصت شغلی و تولیدی بالغ بر ۲۴ میلیون تن محصول، به مرحله اجرا درآید (خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۲). قابل ذکر است که علیرغم برنامه‌های بزرگ توسعه‌ای پیشِ روی، امروزه گلخانه‌های فعال در کشور، تأثیرات منفی را از افت کمی و کیفی منابع آبی پذیرفته است. از آنجا که گیاهان کشت شده در گلخانه‌ها اغلب دارای آستانه تحمل پایین و حساس به شوری آب و خاک می‌باشند، با اندک افزایشی در میزان شوری آب آبیاری، به شدت از خود واکنش منفی نشان می‌دهند. این واکنش ممکن است به صورت افت قابل توجه میزان و کیفیت محصول و یا حتی عدم تولید و توقف رشد گیاهی بروز نماید (حسن‌اقلی و زارعی، ۱۳۹۵). در چنین شرایطی، چاره‌ای جز روی آوردن به

استفاده از سامانه‌های گران‌قیمت نمک‌زدایی از آب یا به اصطلاح آب شیرین‌کن باقی نمانده و همین امر موجب شده است که در سالیان اخیر، توجه گلخانه‌داران به نصب تأسیسات مذکور جلب شود. چه در غیر این صورت، رها ساختن و تعطیلی گلخانه‌ها تنها چاره است.

در استان اصفهان، گلخانه‌داری و کشت در گلخانه از گذشته رواج داشته و در بخش‌های وسیعی از استان، تولید در گلخانه‌های سنتی (چوبی با ارتفاع متوسط و کاربرد پلاستیک معمولی به عنوان سقف و دیواره‌ها)، در کنار گلخانه‌های مدرن (فلزی) متداول است. بر اساس آخرین آمارهای منتشر شده (سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان، ۱۴۰۲)، در اغلب ۲۸ شهرستان واقع در محدوده این استان، کشت و کار انواع محصولات گلخانه‌ای اعم از سبزی و صیفی، گل و گیاهان زینتی، برخی انواع میوه و گیاهان دارویی و سایر محصولات گلخانه‌ای در جریان است. بر این اساس در ابتدای سال ۱۴۰۱ هجری شمسی، مساحت کل گلخانه‌های فعال در سطح استان اصفهان بالغ بر ۲۴۴۲ هکتار بود که در این میان، مساحت زیر پوشش گلخانه‌های تولیدکننده محصولات کشاورزی برابر با ۲۲۵۳/۳ هکتار (با مجموع تولید ۳۲۰۶۲۵ تن) و سطح زیر پوشش گلخانه‌های تولید کننده گل و گیاهان زینتی، وسعتی به میزان ۱۸۸/۷ هکتار را به خود اختصاص می‌داد.

نمک‌زدایی[1] در تعریف معمول آن عبارت از فرآیند خارج ساختن جامدات محلولی همچون نمک‌ها و مواد معدنی از آب است. البته کاربرد دو عبارت دیگر به قرار Desalting و Desalinization نیز در مفهوم نمک‌زدایی در منابع علمی متداول شده، ولی این دو واژه، مفاهیم متفاوتی را پشتیبانی می‌نمایند. عبارت Desalting معرف حذف نمک از محصولات ارزشمندی همچون مواد غذایی، دارویی و روغن‌هاست، در حالی که Desalinization در معنی حذف نمک از خاک با فرآیندی همچون آبشویی[2] به‌کار می‌رود (Kucera, 2019). نمک‌زدایی آب با روش‌های بسیار متنوعی انجام می‌گیرد که نتیجه آن، تولید آبی با کیفیت از آب شور یا لب‌شور و به عبارتی، هر نوع آب نامتعارف، حتی فاضلاب‌های شهری و صنعتی است (محمدی و گل‌محمدی، ۱۳۸۷؛ رازقی و منصوری، ۱۳۹۱). هرچند انتخاب بهترین روش نمک‌زدایی معمولاً به مقدار و نوع نمک‌های موجود در آب بستگی دارد، ولی در کشاورزی گلخانه‌ای، از فرآیند اسمز معکوس[3] (RO) بهره گرفته می‌شود. پدیده "اسمز" بدین صورت تعریف می‌شود که در حضور یک غشاء نیمه تراوا، وقتی غلظت نمک‌های محلول در دو طرف غشاء یکسان نباشد، ملکول‌های آب از محیط دارای نمک کمتر (محلول رقیق‌تر) حرکت نموده و با عبور از غشاء، وارد محلول با غلظت بیشتر می‌شوند و این عمل تا زمانی ادامه می‌یابد که غلظت دو محیط به تعادل برسد. از آنجا که چنین جریانی با اِعمال فشار بر محیط غلیظ‌تر قابل کنترل است، با وارد آوردن فشار بر محلول غلیظ‌تر می‌توان جریان معکوسی را ایجاد نمود و موجب شد که ملکول‌های آب خالص با عبور از غشاء نیمه تراوا، به محیط رقیق‌تر وارد شوند. چنین فرآیندی پایه و اساس پدیده اسمز معکوس است.

طی عملیات حذف شوری با سامانه اسمز معکوس، دو نوع آب خروجی با دو کیفیت متفاوت استحصال می‌شود. نوع اول، آب نمک‌زدایی شده یا آب شیرین تولیدی (همان آب تصفیه شده یا خالص‌سازی شده) است که پس از تنظیم برخی خصوصیات و افزودن نهاده‌های تغذیه‌ای و غیره، برای آبیاری در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. نوع دوم، پساب یا شورابه تغلیظ شده سامانه نمک‌زدایی یا آبی شورتر از آب ورودی به آن می‌باشد. این آب اگرچه حجم کمتری نسبت به آب ورودی اولیه دارد، لیکن به دلیل غلظت بالای نمک‌ها در آن (به مراتب بیشتر از آب ورودی)، دمای بالاتر و ترکیبات شیمیایی به‌کار برده شده برای حفظ عملکرد غشاء، در صورت تخلیه غیر اصولی برای محیط زیست خطرساز است. علاوه بر شورابه، در مقاطعی نیز فاضلاب حاصل از شستشوی تأسیسات نمک‌زدایی (حاوی ترکیبات شیمیایی مختلف) و فاضلاب تأسیسات پیش تصفیه آب هم ممکن است به محیط تخلیه شود. از نظر ترکیبات، علاوه بر نمک‌های موجود در آب خام، عوامل دیگری مانند کلر، سدیم بی سولفات، مواد بازدارنده ترسیب و تولید کف و خوردگی، منعقد کننده‌ها، پلی‌الکترولیت‌ها، میکروب‌کش‌ها و غیره که در فرآیند نمک‌زدایی استفاده می‌شوند در این پساب‌ها موجود می‌باشد. لازم به ذکر است که ترکیب‌هایی مانند شوینده‌ها نیز گاهی برای تمیزکردن غشاءها به کار می‌رود تا عملکرد آن را بهبود بخشیده و عمر مفید غشاء افزایش یابد. همچنین برای حذف گرفتگی ناشی از عناصر فلزی ممکن است از اسید استفاده شود. از محلول قلیا و ترکیب‌های پخش‌کننده نیز برای حذف گرفتگی بیولوژیکی، رسوب سیلت و گرفتگی ناشی از مواد آلی استفاده می‌شود. غشاءها را در pHهای مختلف با کمک مواد اکسیدکننده و ترکیب‌های ضد میکروب مانند فرم‌آلدئید و محلول‌های شوینده تمیز می‌کنند. ذکر این نکته ضروری است که در تخلیه پساب تأسیسات نمک‌زدایی از آبهای لب‌شور که در سرزمین‌های داخلی و به دور از دریا قرار دارند، دقت بیشتری لازم است، زیرا خطر آلودگی منابع محدود آب و خاک و شدت آن در چنین نواحی وجود دارد. در نهایت، انرژی الکتریکی مورد نیاز برای نمک‌زدایی از آب و مصرف انرژی‌های فسیلی برای تولید برق، عامل دیگری است که با تولید گازهای گلخانه‌ای بیشتر، افزایش آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی، اثراتی را بر محیط زیست برجای

1 Desalination
2 Leaching
3 Reverse Osmosis (RO)

می‌گذارد (حسن‌اقلی، ۱۳۹۳).

ایجاد تأسیسات عظیم نمک‌زدایی از آب شور (به ویژه برای مصارف شرب و از آب دریا) در کشورهای مختلف و در خاور میانه، با توسعه قابل توجه و سریعی در سالیان اخیر رو به‌رو شده است. همچنین سامانه‌های نمک‌زدایی به روش RO با توجه به خصوصیات ویژه فیلتراسیونی آنها، در کشورهای پیشرفته برای تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی و تصفیه تکمیلی آب شرب نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توسعه فناوری‌های نوین به ویژه در بخش نانو و تولید غشاءهای خاص، امروزه نه تنها هزینه نمک‌زدایی از آب در حال کاهش است، بلکه گسترش آن در سطح جهان با سرعت بالایی در جریان است. این امر کمک نموده تا کاربرد فرآیند اسمز معکوس در نمک‌زدایی از آب کشاورزی نیز در برخی کشورها مورد توجه و استفاده قرار گیرد. فرآیند اسمز معکوس در کشورهای مختلف مانند آمریکا، مکزیک و کشورهای حاشیه خلیج فارس برای تأمین آب آبیاری فضای سبز و تولید محصولات کشاورزی با ارزش افزوده بالا به‌کار می‌رود (ترابیان، ۱۳۸۶).

در ایران، سازمان‌های دولتی نظیر وزارت نیرو و وزارت نفت و بخش‌های خصوصی، هم‌زمان و با اهداف گوناگون (به ویژه کاربرد آب در شرب و صنایع) به ایجاد تأسیسات نمک‌زدایی آب روی آورده‌اند. در بخش کشاورزی نیز گلخانه‌داران به‌دلیل افت کیفیت آبهای زیرزمینی، اقدام به راه‌اندازی تأسیسات نمک‌زدایی آب کوچک، برای تأمین نیازهای آبی و تداوم تولید نموده و این امر در نقاط مختلف کشور در حال توسعه است. البته استفاده از ادوات نمک‌زدایی کوچک در منازل را نیز باید بدان افزود که در برخی از استان‌ها نظیر قم و خوزستان رواج یافته و در سایر استان‌ها هم در حال گسترش است.

بررسی‌های انجام شده توسط معاونت حفاظت و بهره‌برداری شرکت مدیریت منابع آب ایران (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۶) نشان می‌دهد که با کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی و در نتیجه کاهش کیفیت محصولات تحت آبیاری در برخی از مناطق جنوبی کشور همچون استان‌های هرمزگان، بوشهر، فارس و کرمان، کشاورزان به استفاده از ادوات نمک‌زدایی از آب روی آورده‌اند. البته در بخش کشاورزی معمول در فضای باز، هنوز توصیه و توجیه اقتصادی لازم برای استفاده از ادوات نمک‌زدایی آب قابل ارائه نیست، لیکن در بخش‌هایی از استان کرمان و به منظور تولید پسته از این ادوات استفاده شده و از توجیه لازم برای کشاورزان برخوردار است. چالش‌ها و مشکلات ناشی از توسعه بدون ضابطه نصب سامانه‌های نمک‌زدایی از آب بر روی چاه‌های کشاورزی استان‌های جنوبی ایران (نظیر بوشهر و هرمزگان) را می‌توان به چند دسته تقسیم نمود. این موارد عبارتند از: تغییر الگوی کشت به انواع محصولات زراعی همچون صیفی‌جات که با شرایط اقلیمی محل سازگاری نداشته و آب زیادی را مصرف می‌نمایند. همچنین، افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و تبدیل حداقل ۳۰ تا ۴۰ درصد آن به پساب شور و آلوده و تخلیه بی‌ضابطه آن به محیط زیست و در نهایت، وقوع تخلف آشکار در نتیجه استفاده از برق کشاورزی در سامانه صنعتی نمک‌زدایی از آب.

برخی از محصولات کشاورزی در دنیا خاستگاه دیرینه‌ای از نظر جغرافیای کشاورزی دارند، همانطور که زعفران در دنیا به نام خراسان و پسته مرغوب در کرمان و رفسنجان شهره است. منطقه کرمان با بحران کیفیت آب مواجه شده و افزایش شوری آب‌های زیرزمینی ناشی از آبیاری و تبخیر، سطح ریشه درختان پسته را می‌خشکاند. لذا به منظور بهبود کیفیت آب لب‌شور موجود، نیاز به سامانه نمک‌زدایی آب می‌باشد. نکته مهم در فرآیند نمک‌زدایی در این مناطق نیز تولید پساب با شوری بالاست. در چنین شرایطی، دفع مناسب پساب مستلزم اتخاذ تدابیر و تکنیک‌های خاصی است. از جمله تکنیک‌های موجود می‌توان از تبخیر پساب با شوری خیلی بالا در حوضچه‌های بزرگ یا تولید نمک توسط فرآیند تبخیر با استفاده از دستگاه‌های ویژه و با کاربرد انرژی‌های فسیلی و غیره نام برد که باید کاربردی بودن آنها مورد بررسی قرار گیرند (کیائی، ۱۳۸۶).

امروزه توسعه کاربرد سامانه‌های نمک‌زدایی از آب در گلخانه‌های کشور، علیرغم هزینه‌های بالای دستگاه‌ها و نهاده‌های مصرفی (اعم از انرژی، غشاءها و مواد افزودنی مورد نیاز)، بدون برنامه و نظارت دستگاه‌های متولی و صرفاً توسط گلخانه‌داران در دست انجام می‌باشد. گسترش بی‌ضابطه این فرآیند در نقاط مختلف کشور، هشداری است برای متولیان منابع آب و خاک و کشاورزی، زیرا با توسعه بی‌رویه کاربرد و بدون توجه به مخاطرات آن، ممکن است بخشی از مشکلات حل شود، ولی مسائل جدیدی نیز به وقوع پیوندد که می‌تواند صدمات وارده به محیط زیست شکننده کشور را دوچندان نماید. در پژوهش حاضر به بررسی وضعیت کاربرد سامانه‌های نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای در سطح استان اصفهان و برخی ملاحظات فنی و محیط زیستی مرتبط، به ویژه از نظر مسایل آب و خاک، کیفیت و شرایط تخلیه پساب (شورابه) تولیدی این ادوات پرداخته شده است.

روش‌شناسی پژوهش

استان اصفهان از دیرباز به عنوان یکی از قطب‌های تولید محصولات کشاورزی مطرح بوده و کشاورزان این استان با پشت‌کاری مثال‌زدنی، حتی در سایر استان‌های کشور نظیر خوزستان، به امر کشت و کار مشغول بوده‌اند. در سالیان اخیر، وضعیت منابع آب استان و به ویژه رودخانه زاینده‌رود با شرایط نامناسبی مواجه شده، به گونه‌ای که رودخانه در بخش قابل توجهی از سال فاقد آب است. در کنار آن، افت شدید سطح ایستابی در اراضی استان موجب شده است تا کشاورزان، هرساله اقدام به کف‌شکنی چاه‌های آب خود نمایند. این موضوع با کاهش آبدهی چاه‌ها و افت شدید کیفیت آب زیرزمینی توأم شده است. همه این موارد موجبات روی‌آوردن گلخانه‌داران منطقه به استفاده از ادوات نمک‌زدایی را فراهم ساخته، چه در غیر این‌صورت، تنها راه باقی‌مانده، توقف تولید و رهاساختن گلخانه یا خرید آب با تانکر است که مورد اخیر، هزینه بسیار گزافی را در طول سال به کشاورز گلخانه‌دار تحمیل می‌نماید. در واقع، شرایط به گونه‌ای رقم خورده است که هزینه بالای تهیه ادوات نمک‌زدایی و هزینه‌های جانبی بهره‌برداری از آن را به گزینه‌ای قابل پذیرش توسط گلخانه‌داران بدل ساخته است.

در اجرای این پژوهش و برای پی‌بردن به ابعاد مختلف مسئله، لازم بود مراحلی به انجام رسد، از جمله اینکه وضعیت استفاده از ادوات نمک‌زدایی آب و جوانب کاربرد آنها در گلخانه‌ها (و تعدادی از دامداری‌های استان اصفهان) در کنار سایر موارد مرتبط، اعم از چگونگی دفع پساب شور حاصل از این ادوات مورد بررسی قرار گیرد و سایر اطلاعات لازم جمع‌آوری شود. به همین منظور، شناسایی و اجرای بازدیدهایی از گلخانه‌های دارای سامانه نمک‌زدایی در دست بهره‌برداری انجام شد که مشخصات کلی آنها در جدول ۱ آورده شده است. در اجرای تحقیق سعی بر آن شد تا هر دو نوع سازه گلخانه‌های سنتی (چوبی) و مدرن (فلزی) در بررسی‌ها دخالت داده شوند. در تمامی گلخانه‌ها و دامداری‌های مورد بازدید، تنها از روش اسمز معکوس (RO) برای نمک‌زدایی از آب شور استفاده شده بود.

جدول ۱. مشخصات عمومی گلخانه‌های دارای سامانه نمک‌زدایی مورد بررسی در استان اصفهان

شهرستان	تعداد گلخانه مورد بررسی	بازه زمانی احداث گلخانه‌ها	نوع سازه گلخانه‌ها	بازه زمانی احداث ادوات نمک‌زدایی	محصولات کشت شده
فلاورجان	۱۰	۱۳۹۴-۱۳۵۷	سنتی و مدرن	۱۳۹۵-۱۳۸۸	سبزیجات (ریحان، تربچه، شاهی، تره)، خیار، فلفل سبز، فلفل دلمه‌ای، بادمجان
اصفهان	۴	۱۳۹۴-۱۳۷۹	مدرن	۱۳۹۴-۱۳۹۱	گوجه‌فرنگی، فلفل دلمه‌ای، خیار، ریحان، تکثیر نهال، گاوداری (یک واحد)
مبارکه	۱+۳*	۱۳۸۸-۱۳۸۰	سنتی و مدرن	۱۳۹۲-۱۳۸۵	گوجه‌فرنگی، فلفل دلمه‌ای، سیب‌زمینی، خیار، گل شاخه بریده
شهرضا	۵	۱۳۸۷-۱۳۷۰	مدرن	۱۳۹۲-۱۳۸۷	گوجه‌فرنگی، فلفل سبز، خیار، انواع نشاء، گاوداری (یک واحد)

*** یکی از گلخانه‌های مبارکه دارای ۲ واحد نمک‌زدایی از آب بود که از هر دو آن‌ها نمونه‌برداری شد.**

در آغاز کار و مطابق با اهداف و موضوعیت پژوهش، فرم‌هایی برای اخذ اطلاعات از گلخانه‌ها تدوین شد. در هنگام مراجعه به گلخانه‌ها، بررسی‌ها و نمونه‌برداری در زمان کار ادوات نمک‌زدایی و در شرایط رایج کاری به‌عمل آمد. نمونه‌برداری از منبع تأمین آب (چاه)، شورابه خروجی ادوات و آب تصفیه شده حاصل از سامانه نمک‌زدایی (بلافاصله پس از خروج از سامانه و قبل از افزوده شدن کود یا هر عامل دیگری) به انجام رسید. سپس بازدیدهایی از محل و روش دفع شورابه و وضعیت فعلی محل تخلیه نهایی شورابه‌ها در هر گلخانه یا دامداری به‌عمل آمد. نمونه‌های آب خام، تصفیه شده و شورابه برای تجزیه کامل و با رعایت تمهیدات لازم نگهداری، به ستاد مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی منتقل شد. شاخص‌های مدنظر برای اندازه‌گیری در نمونه‌ها عبارت از شوری (EC)، قدرت یون هیدروژن (pH)، آنیون‌های فراوان (سولفات، کلر، کربنات، بی‌کربنات) و کاتیون‌های معمول (سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم) بود. به علاوه، میانگین مقادیر درصد افزایش شوری در پساب خروجی از سامانه نمک‌زدایی نسبت به آب خام، توسط رابطه ۱ و میانگین درصد حذف نمک توسط سامانه نمک‌زدایی آب نسبت به مقدار شوری آب ورودی (درصد نمک برگشتی) نیز مطابق رابطه ۲ محاسبه شد (محمدی و گل محمدی، ۱۳۸۷).

$$\text{افزایش شوری} = \frac{\text{غلظت آب تغذیه کننده} - \text{غلظت پساب (شورابه)}}{\text{غلظت آب تغذیه کننده}} \quad \text{رابطهٔ ۱)}$$

رابطهٔ ۲) $$\text{نمک برگشتی} = \frac{\text{غلظت آب تولیدی شیرین} - \text{غلظت آب تغذیه کننده}}{\text{غلظت آب تغذیه کننده}}$$

علاوه بر بررسی مجموعه داده‌های حاصل از نمونه‌ها و محاسبات فوق، مواردی چون نسبت جذب سدیم (SAR)، اثر توأمان EC و SAR بر ایجاد محدودیت در تخلیه شورابه، نسبت کلسیم به منیزیم و رسوب‌گذاری ناشی از حضور بی‌کربنات در آب بر کاربرد تجهیزات آبیاری مدرن هم مورد بررسی قرار گرفت. مقدار SAR از رابطه ۳ قابل محاسبه است (علیزاده، ۱۳۷۷):

رابطهٔ ۳) $$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

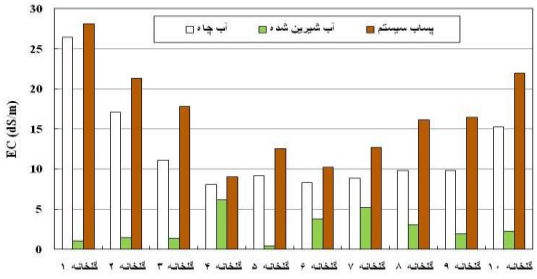
در خاتمه و پس از انجام محاسبات و کاربرد شاخص‌های مرتبط، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری نهایی بر اساس مجموع مشاهدات و داده‌های جمع‌آوری شده و نیز پتانسیل‌های منطقه‌ای به انجام رسید.

یافته‌های پژوهش

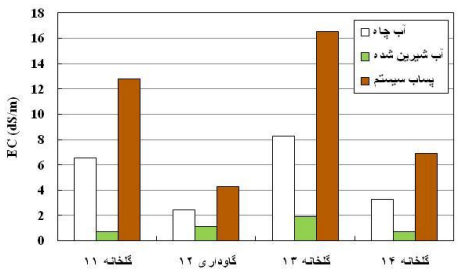
بررسی تغییرات شوری

شوری؛ با شاخص هدایت الکتریکی (EC)، به عنوان عامل اصلی قابل شناسایی که معرف کیفیت نمونه آب می‌باشد، در نمونه‌های آب و پساب اندازه‌گیری شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس معیارهای کاربردی طبقه‌بندی کیفیت آب آبیاری در گلخانه‌ها از نظر شوری (EC)، مقادیر تا ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر (dS/m) جزو آب‌های بدون خطر شوری و شرایط عمومی مناسب در گلخانه لحاظ شده و در مرحله آغازین کشت و جوانه‌زنی بذور، مقادیر کمتر از ۰/۷۵ dS/m به عنوان شرایط بهینه محسوب می‌شود (Ayers and Westcot, 1985). البته بررسی‌های محلی نشان داد که حساسیت گیاهان اصلی گلخانه‌ای کشت شده در منطقه، به ویژه محصولات با ارزش اقتصادی از نظر حد بالای این محدوده، پایین‌تر از میزان ذکر شده در مرجع می‌باشد.

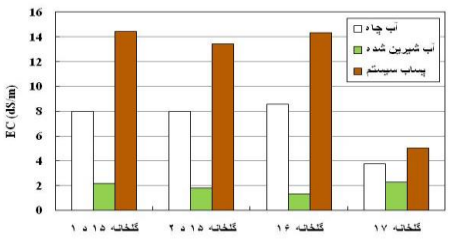
شکل‌های ۱ تا ۴ مقادیر شوری اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب را به تفکیک شهرستان‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. بیشترین تعداد گلخانه‌های مورد بازدید در شهرستان فلاورجان قرار داشت، بدان‌علت که پایین‌ترین کیفیت آب چاه و بیشترین تعداد سامانه نمک‌زدایی از آب در گلخانه‌های این منطقه مشاهده شد. همانگونه که از شکل‌ها ملاحظه می‌شود، بیشترین مقدار شوری آب چاه و محدوده تغییرات آن در گلخانه‌های فلاورجان، با میانگین ۱۲/۴۱ dS/m (و محدوده تغییرات ۲۶/۴–۸/۰۵) و کمترین میزان در شهرضا، با میانگین ۴/۰۹ dS/m (و محدوده تغییرات ۷/۳۸–۲/۲) بود. این مقادیر میانگین از تحمل گیاهان گلخانه‌ای زیر کشت در مناطق یادشده بالاتر بود و موجب کاهش قابل توجه رشد گیاه، میزان تولید و یا توقف کامل آن و به عبارتی، عکس‌العمل منفی گیاه می‌شد. در بین محصولات کشت شده، خیار از همه مقاومتر بود، ولی افت محصول در آن نیز آنچنان مشهود بود که حتی صاحبان گلخانه‌های سنتی را به ایجاد و استفاده از ادوات نمک‌زدایی آب وادار ساخته است.



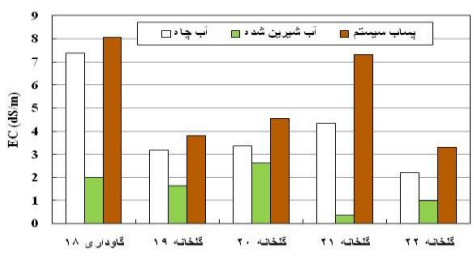
شکل ۱. مقادیر شوری (EC) اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب فلاورجان



شکل ۲. مقادیر شوری (EC) اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب اصفهان



شکل ۳. مقادیر شوری (EC) اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب مبارکه



شکل ٤. مقادیر شوری (EC) اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب شهرضا

کیفیت آب شیرین (نمک‌زدایی) شده در مناطق مختلف تقریباً نزدیک به هم بود. البته در موارد معدودی، مقادیر بالای شوری در این آب مشاهده می‌شد که علت آن را می‌توان به بهره‌برداری نامناسب از سامانه و عدم رعایت برنامه‌های نگهداری و سرویس منظم ادوات مربوط دانست. بیشترین مشکل در این خصوص در گلخانه‌های سنتی و بهترین شرایط در مجتمع‌های گلخانه‌ای مدرن ملاحظه شد. بیشترین مقدار شوری در آب نمک‌زدایی شده و محدوده تغییرات آن در گلخانه‌های فلاورجان، با میانگین ۲/۶۸ dS/m (و محدوده تغییرات ۶/۲–۰/۴۴) و کمترین میزان در اصفهان، با میانگین ۱/۱۳ dS/m (و محدوده تغییرات ۱/۹۳–۰/۷۲) مشاهده شد.

مقادیر شوری در پساب یا شورابه حاصل از سامانه نمک‌زدایی نیز به نوعی تحت تأثیر شوری آب چاه و میزان تقلیل شوری مورد نیاز تا رسیدن به حد مطلوب گیاه قرار داشت. از این نظر، بیشترین مقدار شوری پساب و محدوده تغییرات آن در گلخانه‌های فلاورجان، با میانگین ۱۶/۶۳ dS/m (و محدوده تغییرات ۲۸/۱–۹/۰۱) و کمترین میزان در شهرضا، با میانگین ۵/۴۱ dS/m (و محدوده تغییرات ۸/۰۷–۳/۲۹) بود.

میانگین مقادیر درصد افزایش شوری در پساب خروجی از سامانه نمک‌زدایی نسبت به آب چاه، و میانگین درصد حذف نمک توسط سامانه نمک‌زدایی آب نسبت به مقدار شوری آب ورودی (درصد نمک برگشتی) بر اساس روابط محاسبه شد که مقادیر آن برای هریک از شهرستان‌ها، در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین مقادیر درصد حذف شوری از آب ورودی، درصد افزایش نمک در شورابه و غلظت نهایی (شوری) پساب به آب خام ورودی

شاخص	فلاورجان	اصفهان	مبارکه	شهرضا
درصد افزایش شوری در شورابه نسبت به آب ورودی (چاه)	۳۴/۰۰	۹۷/۴۷	۶۶/۶۷	۳۲/۲۷
درصد حذف نمک آب شیرین شده نسبت به آب چاه	۷۸/۴۰	۷۷/۹۷	۷۳/۳۱	۶۲/۸۴

از بررسی مقادیر جدول فوق می‌توان دریافت که بیشترین میانگین حذف نمک از آب ورودی (نمک برگشتی) در گلخانه‌های شهرستان فلاورجان به میزان ۷۸/۴ درصد و کمترین آن در شهرضا با مقدار میانگین ۶۲/۸ درصد به وقوع پیوست. میانگین درصد حذف نمک در گلخانه‌های تمامی شهرستان‌های استان اصفهان نیز در حدود ۷۳ درصد بود. مطابق اطلاعات موجود، نسبت غلظت نهایی (شوری) پساب به آب خام ورودی در سامانه‌های نمک‌زدایی اسمز معکوس از آب لب‌شور معمولاً در محدوده ۶/۷ – ۲/۵ می‌باشد (رازقی و منصوری، ۱۳۹۱). محاسبه این کمیت در گلخانه‌های هدف نشان داد که میانگین مقادیر آن بین ۱/۳۲ (در شهرضا) تا ۱/۹۷ (در اصفهان) تغییر می‌کرد. این کمیت‌ها تا حدودی پایین‌تر از محدوده تعیین شده و نزدیک به حد پایین آن بود و در مجموع نشان داد که تنظیم ادوات نمک‌زدایی به‌گونه‌ای است که مقدار حذف نمک و کاهش شوری توسط آنها خیلی بالا نیست. چنین به نظر می‌رسد که ادوات نمک‌زدایی به گونه‌ای تنظیم شده و کار می‌کنند که مقدار شوری آب را تا اندکی کمتر از حد آستانه تحمل گیاهان کشت شده پایین آورند.

نسبت جذب سدیم

نسبت جذب سدیم (SAR) از شاخص‌های مهمی است که می‌توان بر اساس آن و در کنار میزان شوری (EC) نمونه‌ها، تأثیر کیفیت آب آبیاری بر بستر کشت و یا پساب تخلیه شده حاصل از ادوات نمک‌زدایی را به محیط اطراف و بر وضعیت ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها بررسی نمود. سدیم از نظر اثر آن بر خاک، یکی از کاتیون‌های بسیار با اهمیت می‌باشد. هنگامی که سدیم به شکل تبادلی وجود داشته باشد، بر خصوصیات فیزیکی خاک و به‌ویژه ساختمان آن اثرات منفی برجای می‌گذارد. وجود مقدار زیاد سدیم تبادلی باعث افزایش SAR و در نتیجه، پراکنده شدن ذرات خاک از یکدیگر می‌شود که در نهایت، کاهش نفوذپذیری خاک را درپی دارد (حسن‌اقلی، ۱۳۹۳). افزایش SAR در آب آبیاری و یا پساب سامانه‌های نمک‌زدایی تخلیه شده به محیط زیست می‌تواند باعث افزایش کمیت سدیم قابل تبادل در خاک شده و موجبات تخریب و ازهم پاشی خاکدانه‌ها را فراهم آورد. در جدول ۳، میانگین مقادیر SAR محاسبه شده در آب چاه ورودی به گلخانه‌ها، آب نمک‌زدایی شده خروجی سامانه و پساب ادوات نمک‌زدایی در محل تخلیه و به تفکیک شهرستان‌های مورد بررسی ارائه شده است.

با توجه به اینکه پساب یا شورابه حاصل از سامانه نمک‌زدایی لازم است به نحوی دفع شود و این عملیات می‌تواند اثرات مستقیم و غیر مستقیم مخربی را بر منابع آب و خاک و محیط زیست برجای گذارد، باید به این موضوع توجه ویژه‌ای نمود. از روی جدول ۳ ملاحظه می‌شود که شهرستان فلاورجان از این نظر با میانگین SAR برابر با $(meq/l)^{0.5}$ ۱۴/۶ (و دامنه تغییرات ۲۷/۸–۵/۰) بیشترین میزان و بدترین شرایط را دارا بود. در خصوص آب چاه‌های منطقه فلاورجان نیز همین وضعیت مشاهده شد. در مقابل، پساب نمک‌زدایی در

شهرستان شهرضا با میانگین SAR برابر با $(meq/l)^{0.5}$ ۶/۰ و دامنه تغییرات ۹/۳–۳/۸، کمترین میزان SAR و بهترین شرایط را داشت که بازتابی از کیفیت بهتر آب چاه‌های منطقه می‌باشد. درکل، ورود پساب‌هایی با این کیفیت به محیط زیست قطعاً می‌تواند در میان مدت و بلند مدت اثرات نامناسبی را برجای گذارد.

جدول ۳. مقادیر و دامنه تغییرات SAR در نمونه‌های آب به $(meq/l)^{0.5}$

شهرستان	SAR آب چاه			SAR آب شیرین شده			SAR شورابه		
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
فلاورجان	۷/۷	۲۵/۲	۱۴/۰	۲/۸	۱۰/۸	۵/۷	۵/۰	۲۷/۸	۱۴/۶
اصفهان	۵/۲	۱۱/۷	۸/۷	۲/۳	۴/۸	۳/۹	۱۰/۰	۱۵/۶	۱۳/۰
مبارکه	۶/۷	۸/۵	۷/۹	۲/۷	۶/۷	۴/۷	۵/۵	۱۱/۰	۸/۲
شهرضا	۲/۸	۶/۰	۴/۴	۱/۳	۵/۸	۳/۱	۳/۸	۹/۳	۶/۰
میانگین	۵/۶	۱۲/۹	۸/۸	۲/۳	۷/۰	۴/۴	۶/۱	۱۵/۹	۱۰/۵

سدیم نیز به تنهایی از عوامل مهم و مؤثر بر شرایط خاک و خصوصیات آن بوده و از طرفی، غلظت‌های بالای سدیم ممکن است برای گیاه ایجاد سمیت نماید. در کنار این موارد، حضور سدیم بالا در محیط و رقابت آن با سایر کاتیون‌های دو ظرفیتی، شرایط جذب عوامل مغذی نظیر کلسیم را تحت تأثیر قرار داده و ممکن است منجر به ظهور علایم سوء تغذیه در گیاه شود. از جهتی، اثر میزان سدیم و شوری در ناحیه رشد ریشه‌ها در خاک مستقل از یکدیگر نبوده و لازم است تا اثر آنها به صورت توأم با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد. اثر سدیم بر پراکندگی ذرات خاک و تخریب خاکدانه‌ها (اثرات آن بر نفوذپذیری خاک) توسط غلظت‌های بالای نمک‌های محلول (الکترولیت‌ها) خنثی می‌شود. بنابراین خطرات سدیم موجود در آب بدون در نظر گرفتن شوری آن قابل تفسیر نیست و ترکیبی از EC و SAR را بایستی در این خصوص درنظر گرفت. بر اساس راهنمایی‌های موجود (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۸۹؛ Ayers and Westcot, 1985)، در آبی با SAR بین صفر تا ۳، مقادیر شوری بالاتر از ۰/۷ dS/m شرایط بدون محدودیت در آبیاری است و لذا تخلیه پسابی با این شرایط نیز اثرات مخرب کمتری را در محیط خاک برجای خواهد گذاشت. در SAR بین ۳ تا ۶، شوری بالاتر از ۱/۲ dS/m شرایط بدون محدودیت برای آب است. در SAR بین ۶ تا ۱۲ نیز شوری بالاتر از ۱/۹ dS/m شرایطی است که بر اساس این راهنما، بدون محدودیت به جهت تأثیر بر نفوذپذیری خاک درنظر گرفته می‌شود. به منظور مقایسه توأمان این مقادیر و نتیجه‌گیری بهتر در این خصوص، در جدول ۴ مقادیر میانگین EC و SAR و نتیجه‌گیری و تفسیر کلی قابل حصول از مقایسه میانگین‌های این کمیت‌ها، مطابق با راهنمای فوق ارائه شده است.

جدول ٤. مقادیر و دامنه تغییرات EC و SAR در نمونه‌های پساب حاصل از ادوات نمک‌زدایی و تفسیر ازنظر محدودیت تخلیه

شهرستان	EC (dS/m) شورابه			SAR $(meq/l)^{0.5}$ شورابه			تفسیر اثر پساب در صورت تخلیه به محیط اطراف (خاک)*
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	
فلاورجان	۹/۰۱	۲۸/۱۰	۱۶/۶۳	۵/۰	۲۷/۸	۱۴/۶	شوری بالا و SAR فراتر از محدوده اعلام شده، دارای خطر تخریب شدید ساختمان خاک و مسمومیت گیاهی.
اصفهان	۴/۲۸	۱۶/۵۴	۱۰/۱۳	۱۰/۰	۱۵/۶	۱۳/۰	شوری بالا و SAR نزدیک به حد بالایی محدوده اعلام شده، دارای خطر تخریب ساختمان خاک و مسمومیت گیاهی.
مبارکه	۵/۰۰	۱۴/۴۲	۱۱/۸۰	۵/۵	۱۱/۰	۸/۲	شوری بالا و SAR در محدوده، با احتمال اثرگذاری بر رشد گیاه به دلیل شوری بالا و احتمال سمیت سدیم.
شهرضا	۳/۲۹	۸/۰۷	۵/۴۱	۳/۸	۹/۳	۶/۰	شوری نسبتاً بالا و SAR در محدوده، با تأثیر بر خواص خاک، لیکن اثرگذار بر رشد گیاه به دلیل شوری و سدیم.

* تفسیر بر اساس راهنمایی‌های ارائه شده در مراجع (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۸۹؛ Ayers and Westcot, 1985)

همانگونه که از جدول ۴ ملاحظه می‌شود، در فلاورجان و اصفهان، میانگین مقادیر SAR بالاتر از محدوده آخر (بین مقادیر ۱۲–۶) قرار داشت و میانگین شوری پساب نیز در همه موارد بسیار بالا و بزرگتر از ۱/۹ dS/m بود. لذا اگرچه ممکن است در کوتاه مدت اثرات تخریبی بر خصوصیات اصلی خاک مشاهده نشود، ولی به دلیل شوری زیاد پساب، قطعاً تجمع نمک در نیمرخ خاک و اثرات نامطلوب بر

رشد گیاهی و تنش ناشی از آن قابل چشم پوشی نخواهد بود. بر اساس مقادیر جدول، غلظت نمک پساب در بهترین شرایط، در شهرضا و با حداقل شوری ۳/۲۹ dS/m اندازه‌گیری شد که این مقدار ۱/۷ برابر بیشینه شوری ارائه شده در راهنما است. همچنین غلظت نمک پساب در بدترین شرایط، با حداکثر شوری ۲۸/۱ dS/m در فلاورجان اندازه‌گیری شد که ۱۴/۸ برابر بیشینه شوری ارائه شده در راهنما است. از همین مقادیر می‌توان به وخامت مسئله و تأثیر مخرب تخلیه بدون ضابطه شورابه ادوات در منطقه پی برد.

نسبت کلسیم به منیزیم در آب

هرچند کلسیم و منیزیم جزو کاتیون‌های مفیدِ موجود در آب و خاک می‌باشند، ولی بهترین حالت تعادلی آنها به ویژه در خاک و بستر کشت وقتی است که نسبت کلسیم به منیزیم بیشتر از ۱/۰ باشد (دهقانی و همکاران، ۱۴۰۰). در صورت کوچکتر بودن این نسبت از واحد، گیاه با مسمومیت ناشی از فزونی منیزیم مواجه شده (Ayers and Westcot, 1985) که در این حالت، کمبود کلسیم را بایستی با افزودن مقادیر مناسب آن جبران کرد. نتایج محاسبه این نسبت در آب چاه گلخانه‌ها، آب نمک‌زدایی شده و پساب خروجی، در جدول ۵ آمده است. مطابق جدول، میانگین مقادیر نسبت کلسیم به منیزیم در آب نمک‌زدایی شده تمامی گلخانه‌ها بالاتر از واحد بود، ولی مقادیر کمتر از آن (حداقل) در مواردی در گلخانه‌های فلاورجان، مبارکه و شهرضا مشاهده شد. البته باتوجه به نزدیکی مقادیر حداقل به مرز ایجاد مسمومیت منیزیمی، لازم است با افزودن مقادیر جزئی از انواع مناسب کود در تعدادی از گلخانه‌ها، این نسبت به حد مطلوب ارتقاء یابد.

جدول ۵. مقادیر و دامنه تغییرات نسبت کلسیم به منیزیم در نمونه‌ها

شهرستان	آب چاه (Ca/Mg)			آب شیرین شده (Ca/Mg)			شورابه (Ca/Mg)		
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
فلاورجان	۱/۰۷	۵/۰۱	۲/۳۷	۰/۴۴	۳/۷۸	۱/۷۹	۰/۸۸	۴/۵۱	۲/۴۱
اصفهان	۳/۳۳	۱۲/۴۷	۶/۶۸	۱/۲	۱۲/۳۳	۷/۳۸	۴/۶۵	۱۴/۱۵	۸/۷۸
مبارکه	۱/۲۷	۲/۰۷	۱/۶۸	۰/۹۳	۱/۸۸	۱/۴۱	۱/۴۴	۱/۶۵	۱/۵۴
شهرضا	۱/۰۹	۱/۷۶	۱/۴۹	۰/۸۰	۱/۵۶	۱/۱۵	۰/۸۲	۳/۲۳	۱/۷۲
میانگین	۱/۶۹	۵/۳۳	۳/۰۶	۰/۸۴	۴/۸۹	۲/۹۳	۱/۹۵	۵/۸۹	۳/۶۱

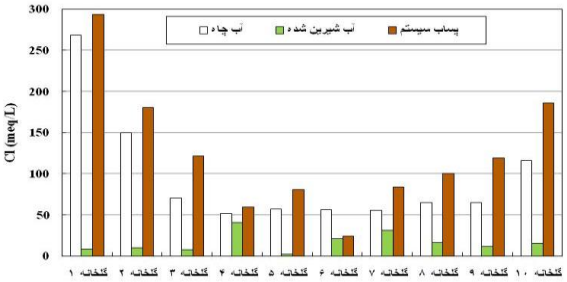
از نظر وضعیت پساب خروجی از سامانه نمک‌زدایی، میانگین بالاتر از واحدِ این نسبت، نشان از شرایط معمول اکثر گلخانه‌ها در شهرستان‌های مختلف داشت، ولی میزان حداقل محاسبه شده در نمونه‌هایی در شهرستان‌های فلاورجان و شهرضا کمتر از یک (و البته نزدیک به آن) بود. پس در صورت تخلیه مستقیم چنین پسابی به زمین‌های اطراف گلخانه یا استفاده مستقیم از چنین آبی در کشت و کار و آبیاری اراضی، ایجاد مسمومیت گیاهی ناشی از منیزیم در دراز مدت محتمل است. در چنین شرایطی با لحاظ نمودن وضعیت محیط زیستی هر منطقه، کاربرد متناوب مقادیری گچ در خاک برای افزودن کلیسم به آن و یا اختلاط آب اضافی بسترهای هیدروپونیک گلخانه‌ها (حاوی مواد کودی) با پساب و در صورت لزوم، رقیق‌سازی آن با آب چاه یا آب نمک‌زدایی شده می‌تواند مفید باشد. البته در تمامی این موارد، نیاز به پایش دقیق و مستمر کیفیت آب و خاک منطقه قابل اغماض نخواهد بود.

غلظت کلر

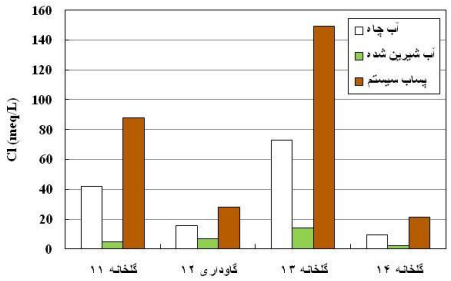
یون کلر از جمله عواملی است که می‌تواند بر گیاه اثر گذاشته و غلظت بالای آن در آب آبیاری یا پساب، آثار سوء مسمومیت گیاهی را موجب شود. محدوده قابل تحمل کلر برای اغلب گیاهان کمتر از ۳ meq/l می‌باشد و در مقادیر بیش از ۱۰ meq/l می‌تواند محدودیت شدیدی را برای آبیاری موجب شود (حسن‌اقلی، ۱۳۸۳). البته در برخی منابع علمی، محدوده حداقل بهینه از ۲ تا ۵ meq/l نیز ذکر شده است (علیزاده، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵). در شکل‌های ۵ تا ۸ مقادیر کلر اندازه‌گیری شده در آب چاه، آب نمک‌زدایی شده و پساب خروجی از ادوات نمک‌زدایی گلخانه‌ای در محل تخلیه، به تفکیک شهرستان‌های مورد بررسی در استان اصفهان قابل مشاهده است.

بر اساس داده‌ها، بیشترین مقدار میانگین غلظت کلر در آب چاه‌ها در فلاورجان مشاهده شد و شهرستان‌های مبارکه، اصفهان و شهرضا در مراتب بعدی قرار داشت. از نظر حداکثر غلظت کلر در آب چاه نیز فلاورجان با ۲۶۸/۲ meq/l و اختلافی قابل توجه، در صدر شهرستان‌های استان قرار گرفت و اختلاف با شهرستان بعدی از این نظر (یعنی اصفهان) در حدود ۳/۷ برابر بود. مقایسه غلظت کلر حداقل و حداکثر اندازه‌گیری شده در آب چاه گلخانه‌های فلاورجان با محدوده مجاز و معمول کلر در آب آبیاری، نشان از خطر شدید کاربرد مستقیم چنین آبی در کشت‌های گلخانه‌ای، برای گیاه و خاک دارد، چه اینکه اکثر گلخانه‌ها در این منطقه از نوع سنتی و دارای بستر خاک محلی

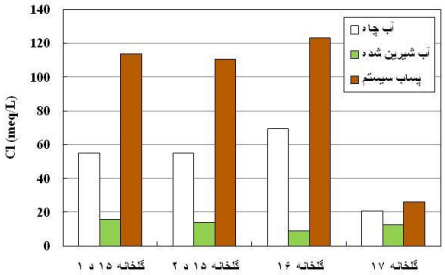
است. پس از اجرای فرآیند نمک‌زدایی، مقدار میانگین کلر در گلخانه‌های فلاورجان به شدت کاهش یافت، به گونه‌ای که میانگین غلظت کلر به ۱۶/۷۱ meq/l رسید که در محدوده معمول آب آبیاری و البته تا حدودی، بالاتر از حد مجاز قرار می‌گیرد. میزان غلظت کلر در پساب شور این منطقه در بهترین حالت برابر با ۲۴/۴ meq/l و در بدترین حالت به میزان ۲۹۳/۸ meq/l اندازه‌گیری شد که نوسانی ۱۲ برابری را نشان می‌داد. تخلیه چنین شورابه‌ای به محیط اطراف و ورود آن به منابع آب و خاک به شدت مشکل‌زا بوده و صدماتی را به گیاهان بومی منطقه وارد می‌سازد. در مجموع، مقادیر میانگین کلر در آب چاه و محدوده تغییرات آن در گلخانه‌های واقع در شهرستان فلاورجان بالا بود و تغلیظ این عنصر در پساب خروجی از سامانه نمک‌زدایی، به طور میانگین به میزان ۱/۳ برابر آب خام ورودی به ادوات است.



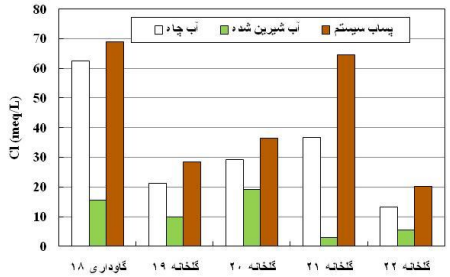
شکل ۵. غلظت کلر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب فلاورجان



شکل ٦. غلظت کلر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب اصفهان



شکل ۷. غلظت کلر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب مبارکه



شکل ۸. غلظت کلر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب شهرضا

بهترین شرایط از نظر میزان غلظت کلر نمونه‌های آب چاه و پساب سامانه‌های نمک‌زدایی از آب، در گلخانه‌های شهرضا مشاهده شد. اگرچه مقادیر میانگین کلر در آب چاه‌های شهرضا تا حدودی بیش از مقدار مجاز برای آبیاری بود، ولی میانگین آن در محدوده بیشینه معمول آب آبیاری قرار داشت. از نظر محدوده تغییرات غلظت کلر در آب چاه گلخانه‌های واقع در شهرستان شهرضا، حداکثر آن با میزان ۶۲/۶ meq/l و بالا بود. چنین وضعیتی با کمیتی نزدیک، در شهرستان‌های مبارکه و اصفهان نیز مشاهده شد و تقریباً در یک محدوده و با اختلاف زیادی نسبت به فلاورجان قرار داشتند. تغلیظ این عنصر در پساب خروجی از سامانه نمک‌زدایی در شهرضا نیز با کمیت قابل توجهی اتفاق افتاد، به گونه‌ای که به طور میانگین ۱/۳۴ برابر غلظت آن در آب خام چاه بود. پس از اجرای فرآیند نمک‌زدایی، مقدار میانگین کلر در آب به شدت کاهش یافت، به گونه‌ای که میانگین غلظت کلر به ۱۰/۶ meq/l رسید که در محدوده معمول آب آبیاری و البته در مرز مجاز قرار می‌گرفت. میزان غلظت کلر در پساب شور ادوات نمک‌زدایی شهرستان شهرضا و در بهترین حالت برابر با ۴۳/۷۶ meq/l و در بدترین حالت به میزان ۶۹/۰۰ meq/l اندازه‌گیری شد که نوسانی ۱/۶ برابری را نشان می‌داد. البته تخلیه چنین شورابه‌ای به محیط اطراف و ورود آن به منابع آب و خاک نیز با درجاتی کمتر در مقایسه با فلاورجان، مشکل‌زا بوده و وارد شدن صدماتی از این نظر به گیاهان بومی و اکوسیستم منطقه قابل تصور است.

بررسی میزان بی‌کربنات

کمیت و غلظت کربنات و بی‌کربنات در آب آبیاری و پساب ادوات نمک‌زدایی از دو جنبه حائز اهمیت است. یکی از این موارد، انحلال و سپس رسوب کربنات کلسیم در بسترهای کشت گلخانه‌ای (با آبیاری) و در خاک محل تخلیه پساب حاصل از سامانه است و مورد دیگر،

رسوب آن در قطره چکان‌ها و نازل‌های سامانه‌های آبیاری تحت فشار، نظیر سامانه آبیاری قطره‌ای، تیپ[1]، مه‌پاشی[2]، آبیاری میکرو و غیره، که در صورت کاربرد آب دارای مقادیر زیاد این نوع املاح به وقوع می‌پیوندد. رسوب کربنات کلسیم در قطره چکان‌ها باعث مسدود شدن آنها و در نتیجه، پایین آمدن یکنواختی پخش آب و به تبع آن، کاهش راندمان آبیاری است. با حضور بی‌کربنات در آب و در صورت افزایش دما و یا کاهش فشار آب (به ویژه در آب‌های زیرزمینی)، گاز دی‌اکسید کربن خارج شده و موجب تبدیل بی‌کربنات به کربنات و سپس تشکیل رسوب کربنات کلسیم می‌شود. در واقع، انحلال کربنات کلسیم در آب ناچیز است، ولی دی‌اکسید کربن موجود در آب باعث افزایش حلالیت کربنات‌ها می‌شود. وقوع چنین پدیده‌ای در داخل خاک موجبات آهکی شدن آن را فراهم می‌آورد. در آب‌های با میزان کربنات و بی‌کربنات زیاد، خطر سدیمی شدن آب افزایش یافته، به طوری‌که SAR محلول خاک از SAR آب آبیاری بیشتر می‌شود و علت آن نیز رسوب کربنات کلسیم و کربنات منیزیم در طول مدت خشک شدن خاک و افزایش غلظت نسبی سدیم نسبت به کلسیم و منیزیم می‌باشد. غلظت بی‌کربنات در محدوده خطر احتمال رسوب کربنات کلسیم در نازل‌های آبیاری قطره‌ای برابر با ۲ meq/l و pH برابر با ۷/۵ و بزرگتر از آن است. در آبیاری سطحی، دامنه محدودیت کم تا متوسط کاربرد چنین آبی، در میزان بی‌کربنات ۸/۵–۱/۵ meq/l بوده و غلظت بیش از ۸/۵ meq/l در دامنه محدودیت شدید از نظر آبیاری قرار می‌گیرد (جوانشاه و همکاران، ۱۳۸۴؛ حسن‌اقلی، ۱۳۸۳). نتایج اندازه‌گیری مقادیر بی‌کربنات در نمونه‌های تهیه شده آب چاه ورودی به گلخانه‌ها، آب نمک‌زدایی شده و پساب خروجی ادوات در محل تخلیه در شهرستان‌های مورد بررسی و گلخانه‌های مورد بازدید در استان اصفهان، در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ٦. مقادیر و دامنه تغییرات بی‌کربنات اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها به (meq/l)

شهرستان	بی‌کربنات آب چاه			بی‌کربنات آب شیرین شده			بی‌کربنات شورابه		
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
فلاورجان	۱/۵۰	۶/۰۰	۴/۰۵	۰/۷۰	۳/۵۰	۱/۵۳	۳/۲۰	۸/۱۰	۵/۵۵
اصفهان	۲/۱۰	۴/۰۰	۳/۱۰	۰/۹۰	۱/۷۰	۱/۲۵	۳/۲۰	۷/۴۰	۵/۴۳
مبارکه	۲/۷۰	۴/۹۰	۴/۰۰	۰/۸۰	۲/۰۰	۱/۳۳	۳/۹۰	۶/۱۰	۴/۶۳
شهرضا	۲/۳۰	۵/۶۰	۳/۶۲	۰/۷۰	۲/۴۰	۱/۶۰	۲/۸۰	۷/۳۰	۴/۴۰
میانگین	۲/۱۵	۵/۱۳	۳/۶۹	۰/۷۸	۲/۴۰	۱/۴۳	۳/۲۸	۷/۲۳	۵/۰۰

بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده بی‌کربنات در نمونه‌های آب (جدول ۶) ملاحظه می‌شود که میانگین و دامنه تغییرات بی‌کربنات در آب چاه‌های استان تقریباً نزدیک به هم بوده و تفاوت فاحشی را از خود نشان نمی‌داد. با اعمال فرآیند نمک‌زدایی بر آب، میزان بی‌کربنات در آب شیرین شده کاهش یافت، لیکن مقدار آن در پساب خروجی از ادوات و در نتیجه تغلیظ عناصر، افزایش قابل توجهی را از خود نشان داد. مقادیر میانگین بی‌کربنات در آب چاه بین حداقل ۳/۱۰ meq/l در شهرضا تا ۴/۰۵ meq/l در فلاورجان در نوسان بود و بیشترین غلظت بی‌کربنات با کمیت ۶/۰۰ meq/l نیز در آب چاه‌های همین شهرستان اندازه‌گیری شد. با عنایت به محدوده‌های مجاز می‌توان مشاهده نمود که کاربرد چنین آبی در سیستم‌های آبیاری تحت فشار قاعدتاً مشکل‌ساز است، ولی در آبیاری سطحی با محدودیت کم تا متوسط مواجه می‌باشد.

با اعمال فرآیند نمک‌زدایی، مقدار بی‌کربنات آب به میزان قابل توجهی کاهش یافت، به گونه‌ای که محدوده تغییرات مقادیر میانگین بی‌کربنات آب‌های نمک‌زدایی شده بین حداقل ۱/۲۵ meq/l در شهرستان اصفهان تا ۱/۶۰ meq/l در شهرضا قرار گرفت. بالاترین مقدار بی‌کربنات اندازه‌گیری شده نیز در فلاورجان با کمیت ۳/۵۰ meq/l مشاهده شد. در این شرایط، کاربرد آب نمک‌زدایی شده به لحاظ اثرات جانبی بی‌کربنات در گلخانه‌های مورد بررسی هیچ مشکلی را ایجاد نخواهد کرد.

از نظر وضعیت پساب حاصل از نمک‌زدایی آب در گلخانه‌های مورد بررسی، افزایش قابل توجه مقادیر بی‌کربنات پساب در مقایسه با آب چاه مشاهده شد. البته مقادیر میانگین در تمامی شهرستان‌ها تقریباً نزدیک به هم و حدود ۵/۰۰ meq/l بود، ولی بیشترین مقدار بی‌کربنات در پساب گلخانه‌های فلاورجان و به میزان ۸/۱۰ meq/l مشاهده شد. تخلیه پساب با کیفیت‌های قابل مشاهده در جدول ۵ از نظر مقادیر بی‌کربنات موجود، کماکان محدودیت کم تا متوسط را در کاربرد و تخلیه سطحی آنها در اراضی منطقه ایجاد می‌نماید، ولی با توجه به استفاده از پساب رقیق شده با آب چاه در برخی از مناطق استان برای آبیاری درختان مقاوم نظیر انار در سیستم آبیاری قطره‌ای و

1 Tape
2 Mist

با فرض کاهش مقادیر حتی تا نصف میانگین، باز هم ایجاد محدودیت کاربرد از نظر گرفتگی قطره چکان‌ها قابل انتظار است.

دفع پساب سامانه‌های نمک‌زدایی

بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد ادوات نمک‌زدایی از آب در کشور، نه تنها در بخش تأمین آب شرب و صنعت، بلکه در کشاورزی فضای باز مناطقی در استان‌های بوشهر، هرمزگان و کرمان و نیز در محیط‌های کنترل شده‌ای نظیر گلخانه‌ها مورد توجه قرار گرفته است. از موارد مهم در بکارگیری سامانه‌های نمک‌زدایی از آب، اثر مستقیم و غیرمستقیم آنها بر محیط زیست است. ملاحظات در این مورد را می‌توان به ۴ گروه: آب‌گیری و اثر بر منابع آب، مسایل ناشی از دفع پساب شور، ملاحظات در استفاده از آب نمک‌زدایی شده و مسایل مرتبط با تولید گازهای گلخانه‌ای در نتیجه مصرف انرژی‌های فسیلی طبقه‌بندی کرد (Kucera, 2019; Martinez Beltran and Koo-Oshima, 2006). در وضعیت فعلی کشور، سرمایه‌گذاری اولیه بالا در گلخانه‌ها، ارزش افزوده محصولات تولیدی و لزوم حفظ شرایط شکننده تولید در وضعیتی قابل قبول، کاربرد سامانه‌های نمک‌زدایی را توجیه‌پذیر ساخته است. مشاهدات محلی در سطح استان اصفهان نشان داد که با توجه به افت کیفی منابع آب زیرزمینی در دسترس گلخانه‌های منطقه، تولید محصول بدون بهره‌گیری از ادوات نمک‌زدایی آب یا خرید آب باکیفیت و انتقال آن به گلخانه با تانکر در بسیاری از مناطق، ممکن و اقتصادی نیست.

در خصوص نحوه دفع شورابه حاصل از ادوات، روش‌هایی در مراجع علمی معرفی شده که برای انتخاب گزینه مناسب هر منطقه، لازم است عوامل مختلفی همچون حجم، کمیت و کیفیت پساب، موقعیت مکانی تأسیسات نمک‌زدایی، مقررات محیط زیستی وضع شده، میزان پذیرش عمومی، هزینه‌های بهره‌برداری و واحد آب تولیدی و قابلیت توسعه آتی سامانه را درنظر گرفت. از جمله روش‌های اصلی دفع پساب می‌توان به تخلیه در پهنه‌های آبی سطحی، تخلیه زمینی، تخلیه در شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تخلیه در چاه‌های جذبی، تخلیه به حوضچه‌های تبخیری، تغلیظ پساب، رقیق‌سازی به منظور کاربرد مجدد (در کشاورزی و صنعت)، سیستم بدون دفع پساب یا تخلیه مایع صفر و در نهایت، تصفیه پساب اشاره کرد (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۶).

نکته مهم در کاربرد ادوات نمک‌زدایی از آب در گلخانه‌های کشور، دفع بدون مخاطره پساب شور تولیدی است که متأسفانه در وضعیت فعلی، توجهی به آن نمی‌شود. در گلخانه‌های مورد بررسی، مدیریت گلخانه با توجه به وضعیت محل و امکانات در دسترس خود، اقدام به دفع شورابه سامانه نمک‌زدایی نموده و دیدگاه غالب، دفع مازاد بدون توجه به دورنمای آینده است. به عبارتی در عمل، نگرانی در خصوص موضوع دفع پساب شور و آلوده در طبیعت و اراضی اطراف گلخانه (با عنایت به وجود نمک و برخی ترکیبات شیمیایی آلاینده در آن) وجود ندارد. اگر گلخانه‌داری به تشخیص خود قادر به استفاده از این پساب باشد، از آن بهره گرفته و در غیر این صورت، به ابتدایی‌ترین شکل ممکن یعنی دفع مستقیم، اقدام به تخلیه پساب می‌شود. بنابراین، دیدگاه خاصی به لحاظ پیش‌گیری از وقوع مشکلات آتی محیط زیستی و آب و خاکی در بین بهره‌برداران وجود ندارد و از طرفی، نظارت خاصی نیز از طرف دستگاه‌های متولی کشاورزی اعمال نمی‌شود. قابل توجه است که هنوز دستگاه و یا سازمان متولی و عهده‌دار ایجاد، نظارت، آموزش و صدور مجوز بهره‌برداری از سامانه‌های نمک‌زدایی آب در گلخانه‌ها مشخص نیست. پس می‌توان چنین فرض کرد که تنها در صورت بروز مشکلاتی در آینده است که متولیان امر را به چاره‌اندیشی واخواهد داشت. هرچند تخریب خاک و منابع آب در نتیجه ورود و تجمع نمک‌ها و سایر آلاینده‌ها، شرایطی نیست که به راحتی قابل تعدیل و اصلاح باشد.

در مجموع و در گلخانه‌های مورد پژوهش در استان اصفهان، روش‌های دفع شورابه تغلیظ شده ادوات نمک‌زدایی گلخانه‌ای به قرار زیر بود:

رهاسازی پساب: طبق بررسی‌ها و در بالغ بر ۴۶ درصد از موارد در گلخانه‌های مورد پژوهش، پساب سامانه نمک‌زدایی به صورت مستقیم روی سطح اراضی محل (در فواصل نزدیک تا دور از گلخانه) تخلیه می‌شد که کاری خطرناک بوده که در مدت محدود چند ساله از آغاز بهره‌برداری از ادوات، اثر منفی خود را بر محیط زیست و خاک اراضی اطراف گلخانه‌ها، به صورت تجمع نمک در خاک سطحی برجای گذاشته است. بدیهی است که تداوم بلندمدت این عملیات، ضمن گسترش آلودگی به اعماق خاک و شور و سدیمی شدن آن، پوشش گیاهی خودرو منطقه را متأثر ساخته و بهره‌برداری‌های زراعی آتی از اراضی محل را با مشکل جدی مواجه می‌سازد.

استفاده پساب در کشاورزی فضای باز: در ۲۷ درصد از مجموع موارد و بر اساس ویژگی‌های کیفی شورابه ادوات یا نظر شخصی مدیر گلخانه، از پساب برای انجام کشاورزی در فضای باز، به‌طور مستقیم یا با رقیق‌سازی و مخلوط‌کردن آن با آب چاه و در کشت گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری استفاده می‌شد. از جمله محصولات کشت‌شده می‌توان به گندم، جو، انار، زیتون و پسته اشاره کرد. اگرچه در این کاربرد، به نوعی از پساب استفاده به‌عمل می‌آید، ولی به دلیل عدم رعایت ملاحظات لازم در کاربرد آب‌های نامتعارف در کشاورزی، بازهم

تبعات محیط زیستی نامطلوبی را به دنبال خواهد داشت. این مورد می‌تواند به ایجاد خسارت و گسترش آلودگی منابع آب و خاک منجر شود، ضمن این‌که بحث کاربرد عوامل آلاینده شیمیایی مختلف در فرآیند نمک‌زدایی آب و شستشوی دوره‌ای غشاءها برای افزایش ظرفیت کاری آنها و سپس، تخلیه این عوامل به مزرعه و جذب احتمالی آنها توسط محصول و خاک را نبایستی از نظر دور داشت.

تخلیه پساب به چاه عمیق و نیمه‌عمیق: یکی از خطرناک‌ترین روش‌های دفع پساب ادوات نمک‌زدایی در منطقه، تخلیه مستقیم آب آلوده به داخل چاه‌های حفرشده در سفره آب زیرزمینی بود که در ۱۸ درصد از گلخانه‌های مورد بررسی اتفاق می‌افتاد. این عمل موجبات انتقال سریع و بدون واسطه آلاینده‌ها به عمق خاک و به داخل لایه آبدار زیرزمینی را فراهم آورده، چه حذف آلودگی آب و خاک از سفره، بسیار مشکل و گاهی غیر ممکن است. در بعضی از موارد مشاهده شد که پساب سامانه نمک‌زدایی به داخل چاه آبی تخلیه می‌شد که پس از پمپاژ، از این آب برای آبیاری محصولات کشت شده در فضای باز (نظیر درخت انار) استفاده می‌گردید.

تخلیه در ترانشه یا حوضچه نفوذ: این گزینه دفع پساب با ۹ درصد، در جایگاه بعدی قرار داشت. در این مورد، تخلیه پساب در حوضچه‌های خاکی بدون پوشش یا ترانشه حفرشده در مجاورت گلخانه انجام می‌گرفت. در این وضعیت هم به دلیل تخلیه متمرکز آب آلوده در اراضی محل و البته در عمقی از سطح خاک، خطر انتقال آلاینده‌ها به عمق بیشتر و ورود آنها به آب‌های زیرزمینی وجود دارد.

با توجه به جوانب مختلف پژوهش، تمرکز بر مسایل مربوط به بهره‌برداری از سامانه‌های نمک‌زدایی و تبعات ناشی از دفع شورابه تغلیظ شده حاصل از این عملیات از اهمیت بالایی برخوردار است. ادوات مورد استفاده در گلخانه‌ها از نوع تأسیسات کوچک نمک‌زدایی و عمده آب مازاد، پسابی است که با غلظت زیادتر نمک در مقایسه با آب ورودی و در حجم به نسبت قابل توجهی تولید شده و بایستی دفع شود. توجه به این نکته ضروری است که نمی‌توان اثرهای محیط زیستی تأسیسات نمک‌زدایی را به صورت عام مطرح کرد، زیرا هر پروژه‌ای بنابر شرایط بهره‌برداری و محیط فیزیکی استقرار، دارای اثرات ویژه‌ای است (حسن‌اقلی، ۱۳۹۳).

در مورد تخلیه پساب تأسیسات نمک‌زدایی از آبهای لب‌شور که در سرزمین‌های داخلی و به دور از دریا قرار دارند، توجه به این نکته ضروری است که به دلیل درصد بازیافت بالاتر این نوع تأسیسات نسبت به بازیافت آب دریا، حجم پساب آنها کمتر است. همچنین به دلیل کمتر بودن مجموع نمک‌های آب‌های لب‌شور در مقایسه با آب دریا، غلظت نمک‌های پساب آنها هم خیلی کمتر است. ولی حتی با توجه به این امتیاز هم دفع پساب چنین تأسیساتی با معیارهای اقتصادی و محیط زیستی چالش برانگیز است، تا حدی که همیشه گزینه فرآوری و بازیافت ترکیبات آن مطرح می‌باشد. اثرات تخلیه پساب تأسیسات نمک‌زدایی از آب لب‌شور به منابع آب سطحی خیلی بیشتر از تخلیه این پساب‌ها به آب دریاست و اگر غلظت نمک‌های آب دریافت‌کننده خیلی تغییر کند، رشد موجودات مقاوم به نمک‌های محلول در آب باعث تغییر اکولوژی محیط آبی می‌شود. پس برای این تخلیه، مطالعات مفصل محیط زیستی لازم است که فعلاً در عمل، کمتر توجهی به آن می‌شود (حسن‌اقلی و فرزام‌نیا، ۱۳۹۷).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با درنظر گرفتن نیازهای امروز کشور، توجه به توسعه کشاورزی بهره‌ورانه با کشت در محیط‌های کنترل شده و گلخانه‌ها، موجب پایداری تولید، ارتقاء مباحث اقتصادی و افزایش اشتغال می‌شود. از طرفی، به دلیل کاهش کیفیت و کمیت آب در دسترس به عنوان نهاده‌ای اساسی در تولیدات کشاورزی، استفاده از راه‌کارهای نوین در گلخانه‌ها و از جمله کاربرد سامانه‌های نمک‌زدایی از آب، در راستای حفظ و تداوم تولید اقتصادی در گلخانه‌های دایر، اجتناب ناپذیر است. در این پژوهش، بررسی جوانب استفاده از ادوات نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای در شهرستان‌های استان اصفهان، چگونگی دفع پساب شور تولید شده در این عملیات و میزان انطباق آن با ملاحظات محیط زیستی و حفاظت از منابع آب و خاک بررسی شد. نتایج نشان داد که اگرچه برنامه توسعه و نظارتی بر این موضوع از طرف متولیان کشاورزی تعریف نشده و به اجرا در نیامده، ولی کاربرد ادوات نمک‌زدایی گلخانه‌ای به لحاظ فنی و اقتصادی، به امری اثرگذار بدل شده، چه تنها جایگزین آن، خرید آب با تانکر و کاربرد آن در گلخانه است که بسیار دشوار و در بلندمدت، غیر اقتصادی می‌باشد. کاربرد این ادوات اگرچه مشکل تأمین آب با کیفیت را تا حدودی حل می‌کند، ولی تبعاتی را نیز به دنبال دارد که نمی‌توان آنها را نادیده گرفت. مباحث مربوط به مصرف انرژی، تأسیسات جانبی ذخیره آب، نهاده‌های مصرفی نظیر غشاء و انواع مواد شیمیایی، اثرگذاری بر شاخص‌های اصلی آب و خاک محل، تولید و دفع شورابه ادوات، آموزش بهره‌برداری و نگهداری صحیح، نظارت اصولی و غیره از جمله این موارد است. نکته مهم اینکه تاکنون ضوابط و دستورالعملی در خصوص ایجاد و کاربرد ادوات نمک‌زدایی گلخانه‌ای، ملاحظات مرتبط و دفع پساب شور تولیدی آنها ارائه نشده و هر بهره‌بردار به فراخور دانش و شرایط خود، میزان احساس مسئولیت و نیز امکانات و توانایی‌های موجود، در این مورد عمل می‌نماید. به عنوان

مهمترین مورد، رهاسازی بی‌ضابطه پساب شور و آلوده در محیط (به عنوان ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین کار برای گلخانه‌داران)، تخلیه در داخل ترانشه‌ها و حوضچه‌های خاکی یا چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق و در نهایت، تلفیق با آب چاه و استفاده در کشاورزی و آبیاری زراعت‌ها و درختان مقاوم به شوری، جزو مواردی بود که مشاهده شد. به طور یقین ادامه روند فعلی، مخاطرات شدیدی را به دنبال داشته و در صورت عدم چاره‌اندیشی، ممکن است شرایط غیر قابل بازگشتی را در نتیجه گسترش آلودگی در منابع آب و خاک و محیط زیست بر کشور تحمیل نماید. بنابراین لازم است هرچه سریع‌تر با تعیین برنامه تولی‌گری اصولی و به دور از قوانین دست و پاگیر، ضمن تعیین سازمان متولی امر نظارت و ارائه مجوزهای لازم در خصوص ایجاد و بهره‌برداری از این سامانه‌ها، نسبت به آموزش بهره‌برداران، نظارت بر شرایط و ارائه مشوق‌های لازم در راستای اصلاح رفتارهای مرتبط اقدام شود. در کنار آن، شناسایی راه‌کارهای دفع اصولی پساب و سعی در معرفی آنها به گلخانه‌داران و بومی‌سازی آنها با توجه به وضعیت هر منطقه، فراهم نمودن امکانات، زیرساخت‌ها و سازوکارهای تشویقی لازم و در نهایت، انجام تحقیقات منطقه‌ای و تعامل با بهره‌برداران به منظور جلب مشارکت آنها می‌تواند منجر به جلوگیری از گسترش شرایط نامناسب و تخریب منابع شود. ارائه ضوابط اصلاحی برای استفاده از سامانه‌های در دست بهره‌برداری و آموزش و ترویج استفاده صحیح از سامانه‌های نمک‌زدایی گلخانه‌ای، با تربیت نیروهای لازم و آموزش آنها و تعریف گزینه‌های دفع اصولی قابل عملیاتی‌شدن در هرمنطقه و سازوکار نظارت دوره‌ای بر سامانه‌های دایر نمک‌زدایی جهت اطمینان از رعایت ضوابط، از دیگر موارد مهمی است که باید در دستورکار و اقدام متولیان امر قرار گیرد تا بتوان بیشترین فایده را با کمترین اثرات ناخواسته جانبی از کاربرد این فناوری به دست آورد.

سپاس‌گزاری

این مقاله حاصل اجرای یک پروژه پژوهشی مصوب در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی) است. بدین وسیله از همکاری صمیمانه تمامی بزرگوارانی که ما را در انجام آن یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از همکاران محترم بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، آقای مهندس میران‌زاده و آقای مهندس زیدی، به پاس همکاری‌های مؤثر آنها در اجرای تحقیق قدردانی می‌شود.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

منابع

ترابیان، علی (۱۳۸۶). چالش‌های آب در کشور و استفاده از فرآیند RO در کشاورزی. مجموعه مقالات همایش بین‌المللی شیرین‌سازی آب دریا. برگزار شده توسط پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، ۲۸ – ۲۷ بهمن ماه، هتل المپیک تهران.

جوانشاه، امان‌اله؛ عبدالهی عزت‌آبادی، محمد و صداقتی، ناصر (۱۳۸۴). بررسی اقتصادی و اجتماعی امکان استفاده از دستگاه‌های آب شیرین‌کن در باغات پسته شهرستان رفسنجان. گزارش پژوهشی ، مؤسسه تحقیقات پسته کشور.

حسن‌اقلی، علیرضا (۱۳۹۳). بررسی روش‌های دفع پساب حاصل از دستگاه‌های آب شیرین‌کن مورد استفاده در کشت‌های گلخانه‌ای. گزارش پژوهشی نهایی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

حسن‌اقلی، علیرضا (۱۳۸۳). استفاده از فاضلاب‌های خانگی و پساب تصفیه خانه‌ها در آبیاری محصولات کشاورزی. گزارش پژوهشی نهایی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

حسن‌اقلی، علیرضا و فرزام‌نیا، مسعود (۱۳۹۷). چگونگی دفع شورابه حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای در استان اصفهان. چهارمین کنگره مهندسی و مدیریت آب و خاک ایران، پردیس کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۳-۲۲ آبان‌ماه، کرج.

حسن‌اقلی، علیرضا و زارعی، قاسم (۱۳۹۵). بررسی نحوه دفع پساب حاصل از سیستم نمک‌زدایی در گلخانه‌های استان قزوین و البرز و میزان شوری و واکنش آن. کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران، دانشگاه تهران، ۲۷-۲۶ بهمن ماه، تهران.

خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۲). اشتغال‌زایی ۹۰۰ هزار نفری گلخانه‌ها در برنامه هفتم توسعه. WWW.IRNA.ir/news/85153961.

دهقانی، فرهاد؛ ملکی، پریسا؛ صالحی، معصومه؛ سعادت، سعید و بهرامی، حسینعلی (۱۴۰۰). بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف کلسیم به منیزیم آب آبیاری بر خصوصیات رشدی و عملکرد کینوا (Chenopodium quinoa Willed.). تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد ۱۴، شماره ۴، صفحات: ۱۱۱۳-۱۱۰۵.

رازقی، ناصر و منصوری، رویا (۱۳۹۱). نمک‌زدایی از آب‌های شور و لب‌شور (علم و صنعت). ناشر: مهندسین مشاور نارون آرا.
سازمان برنامه و بودجه کشور (۱۳۹۶). راهنمای انتخاب و به‌کارگیری سامانه‌های نمک‌زدایی به منظور تأمین آب شرب. معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی، امور نظام فنی و اجرایی، نشریه شماره ۷۶۰.
سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (۱۴۰۲). آمار و اطلاعات سطوح شهرستانی گلخانه‌های استان اصفهان در سال ۱۴۰۱. پرتال سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان.
شرکت مدیریت منابع آب ایران (۱۳۹۶). گزارش معضلات نصب دستگاه‌های آب شیرین‌کن بر روی چاه‌های کشاورزی. معاونت حفاظت و بهره‌برداری. وزارت نیرو.
علیزاده، امین (۱۳۸۵). طراحی سیستم‌های آبیاری. دانشگاه امام رضا (ع). شماره ۱۱۱.
علیزاده، امین (۱۳۷۷). کیفیت آب در آبیاری، چاپ پنجم با تجدید نظر کلی. انتشارات آستان قدس رضوی (شرکت به نشر). شماره ۹.
کیائی، سید محمدباقر (۱۳۸۶). بررسی روش‌های بهبود کیفیت آب کشاورزی از نظر املاح (SAR, TDS) برای کشت پسته و دفع پساب. چکیده مقالات همایش بین‌المللی شیرین‌سازی آب دریا. برگزار شده توسط پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، ۲۸ – ۲۷ بهمن ماه، هتل المپیک، تهران.
محمدی، کورش و گل محمدی، گلمر. (۱۳۸۷). مبانی روش‌های شیرین‌سازی آب شور (ترجمه). دانشگاه تربیت مدرس، پژوهشکده مهندسی آب. شماره ۱.
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (۱۳۸۹). ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها. معاونت نظارت راهبردی، دفتر نظام فنی اجرایی، نشریه شماره ۵۳۵.
وزارت نیرو (۱۳۹۳). گزارش مختصر بیلان منابع و مصارف آب کشور در قالب طرح جامع آب (متوسط ۴۰ ساله اخیر مختوم به سال آبی ۸۶-۸۵ و شرایط ۵ و ۱۰ ساله مختوم به سال ۹۰-۸۹). دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا.

REFERENCES

Agricultural Jihad Organization of Isfahan province (2023). The last statistics and information of greenhouses in Isfahan province. Portal of Agricultural Jihad Organization of Isfahan. (in Persian)
Alizadeh, A. (2006). Irrigation system design. Pub. By Imam Reza University. (in Persian)
Alizadeh, A. (1998). Quality of Irrigation water. Pub. by Aastan Quds Razavi Printing and Publishing Institute. (in Persian)
Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and Drainage paper 29, Rev. 1, p. 174.
Dehghani, F., Maleki, P., Salehi, M., Saadat, S. Bahrami, H. A. (2022). Investigation of the effect of different irrigation water calcium to magnesium ratios on growth characteristics and yield of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Environmental Stresses in Crop Sciences (Journal)*, Vol. 4, No. 4, pp. 1105-1113. http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3198.1817. (in Persian)
Hassanoghli, A. (2014). Investigating methods of effluent disposal from water desalination devices used in greenhouse crops. Agricultural Engineering Research Institute, Final research report. (in Persian)
Hassanoghli, A. (2004). Use of domestic and treated wastewater in the irrigation of agricultural crops. Agricultural Engineering Research Institute, Final research report. (in Persian)
Hassanoghli, A. & Farzamnia, M. (2018). How to dispose of effluents from greenhouse water desalination systems in Isfahan province. *Proceedings of the 4th Iranian Congress of Soil and Water Engineering and Management*, University of Tehran Agricultural Campus. Karaj, Iran. (in Persian)
Hassanoghli, A. & Zarei, Gh. (2017). Investigating the method of disposal of effluents from desalination system of greenhouses in Qazvin and Alborz provinces and the salinity and pH levels. *Proceedings of the Iran Water and Wastewater Science and Engineering Congress*, University of Tehran. Tehran, Iran. (in Persian)
Iran Water Resources Management Company (2017). Report on the problems of water desalination devices on agricultural wells. Deputy of Protection and Operation. Ministry of Power. (in Persian)
Islamic Republic News Agency, IRNA. (2023). Creating employment for 900,000 people in greenhouses in the seventh development plan. WWW.IRNA.ir/news/85153961. (in Persian)
Javanshah, A., Abdollahi Ezatabadi, M. & Sedaghati, N. (2005). Social and economic investigation of possibility of using water desalination plants in Pistachio orchards of Rafsanjan town. Iranian Pistachio Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Final research report. (in Persian)

Kiaei, S. (2009). Investigating methods to improve the quality of agricultural water in terms of salinity (SAR and TDS) for pistachio cultivation and wastewater disposal. *Proceedings of the international sea water desalination conference*, Organized by Jihad-e Agricultural Engineering Research Institute. Olympic Hotel, Tehran, Iran. (in Persian)

Kucera, J. (2019). Desalination; water from water. 2nd edition, Wiley, Scrivener Publishing.

Ministry of Power (2014). A brief report on the country's water resources and consumption balance in the form of a comprehensive water plan (last 40-year average closed to 85-86 water year and 5 and 10-year conditions closed to 89-90). Water and Water Resources Planning Office. (in Persian)

Martinez Beltran, J., & Koo-Oshima, S. (2006). Water desalination for agricultural applications. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land and Water Discussion Paper No. 5, p. 60.

Mohammadi, K. & Gol-Mohammadi, G. (2008). Basics of saline water Desalination (Translation). Pub. By Tarbiat Modares University, Water Engineering Research School. No. 1. (in Persian)

Program and Budget Organization of Iran (2017). Guide to selecting and using desalination systems to provide drinking water. Technical Deputy, Infrastructure and Production Affairs, Technical and Executive System Affairs, Publication No. 760. (in Persian)

Razaghi, N. & Mansouri, R. (2012). Desalination of saline and brackish waters (science and industry). Pub. By Narvn Aara Consulting Engineers. (in Persian)

Torabian, A. (2009). Water challenges in the Iran and use of RO process in agriculture. *Proceedings of the international sea water desalination conference*, Organized by Jihad-e Agricultural Engineering Research Institute. Olympic Hotel, Tehran, Iran. (in Persian)

Vice President Department of Strategic Planning and Supervision (2010). Environmental criteria for reuse of return water and waste water. Vice President Department of Strategic Supervision, Executive Technical System Office, Publication No. 535. (in Persian)

Monitoring and Investigation of Water and Effluent Conditions in Greenhouse Desalination Devices in Isfahan Province

EXTENDED ABSTRACT

Introduction:

The decline in the quality and quantity of available surface and underground water resources has created a great challenge in the production process of the agricultural products, especially in greenhouses. This issue not only affects the continuation of economic production in the existing greenhouses, but also the future plans for the development of agricultural products in controlled environments, which is part of the macro policies in Iran's agricultural sector. Considering the increasing use of water desalination systems in the greenhouses and the need to pay attention to various aspects, including its environmental consequences, a research was conducted in Isfahan province.

Materials and Methods:

In this research, in a number of greenhouses with water desalination systems in the areas of Falawarjan, Isfahan, Mobarakeh and Shahreza (counties of Isfahan Province) and after visiting and observing various aspects of the use of these devices, samples were taken from well water, desalinated water and the condensed effluent of desalination systems. Also, the method of disposing of the devices effluent and other supplementary information was collected by local observations, interviews with the manager of each unit and completion of the designed forms.

Results and Discussion:

The results showed that the use of water desalination devices has become inevitable in greenhouses due to the decrease in the quality of available water sources. As the most important factor investigated, the highest amount of well water salinity was observed in Falawarjan region, with an average of 12.41 dS/m (and the range of changes between 8.05 to 26.4), and the lowest in Shahreza region, with an average of 4.09 dS/m (changing between 2.2 and 7.38). These values were generally higher than the tolerance of greenhouse plants in those areas, which reduced and stopped plant growth. For desalinated water, the highest amount of salinity was measured in Falawarjan, with an average of 2.68 dS/m (in the range of 0.44 to 6.2) and the lowest was observed in Isfahan, with an average of 1.13 dS/m (and the range of 0.72 to 1.93). As in condensed effluent of devices, the highest amount of salinity was observed in Falawarjan, with an average of 16.63 dS/m (in the range between 9.01 and 28.10) and the lowest in Shahreza, with an average of 5.41 dS/m (and the range of 3.29 to 8.07). Investigations showed that the highest salt removal from feed water (returned salt) occurred with an average of 78.4% in Falawarjan, and the lowest in Shahreza with an average of 62.8%. The total average of salt removal in all investigated greenhouses in Isfahan province was anout 73%. The values of Sodium Absorption Ratio (SAR), Calcium-Magnesium Ratio, Chlorine concentration and Bicarbonate level in water samples were indicative of the effects of using desalinated water in greenhouses and issues related to desalination systems discharge.

Conclusions:

Regarding the discharge of concentrated water of desalination systems which is so important as environmental aspects, the observations showed that the main option with 46% belonged to the release of effluent in the surrounding lands (environment), followed by combined use with well water for open-air agriculture with 27%, discharge to local wells with 18%, and discharge to trenches and the infiltration ponds with 9%, respectively. Due to the lack of attention and monitoring of the implementation and use of these devices and the failure to observe the necessary considerations in the disposal of concentrated discharge, a suitable situation was not observed and it seems that with the continuation of the current process, serious problems will arise in terms of water and soil pollution.

Keywords: **Condensed Discharge, Desalination, Environment, Greenhouse, Reverse Osmosis, Water Quality.**