نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ص. ۵۶-۴۷

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 1, Spring and Summer 2019, 47-56

چالش‌هایی در استفاده از سیستم‌های نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای**

علیرضا حسن‌اقلی[۱*]، مسعود فرزام‌نیا[۲] و قاسم زارعی[۳]

چکیده

تولید محصولات کشاورزی در گلخانه‌ها و محیط‌های کنترل‌شده، به دلیل امکان افزایش بهره‌وری استفاده از آب و سایر نهاده‌های کشاورزی، اشتغال‌زایی، ارزش‌افزوده تولید در خارج از فصل و ... جزو مواردی است که موردتوجه و در دستور کار متولیان بخش کشاورزی و باغبانی کشور قرارگرفته است. در همین حال و درنتیجه کاهش کمیت و کیفیت آب آبیاری در دسترس، مشکلاتی در گلخانه‌های دایر به‌وجود آمده است. این شرایط، گلخانه‌داران را به سمت استفاده از سیستم‌های نمک‌زدایی از آب یا به‌اصطلاح «آب‌شیرین‌کن» سوق داده است. کاربرد این سیستم‌ها با تولید شورابه (پساب) کم کیفیتی همراه است که دفع آن مورد اشکال است. از همین رو، وضعیت تعدادی از گلخانه‌های دارای سیستم نمک‌زدایی از آب در استان‌های اصفهان، قزوین و البرز، ازنظر چگونگی دفع پساب شور آن‌ها موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که گزینه اصلی دفع شورابه سامانه‌های نمک‌زدایی، تخلیه بدون ضابطه به اراضی اطراف گلخانه‌ها بوده و پس‌ازآن، استفاده تلفیقی با آب چاه برای کشاورزی در فضای باز، تخلیه به چاه‌های محلی و تخلیه به ترانشه‌ها و حوضچه‌های خاکی نفوذ قرار داشت. متأسفانه به علت فقدان متولی مشخصی جهت کنترل و نظارت بر اجرا و بهره‌برداری از این ادوات و رعایت نشدن هرگونه ملاحظاتی درزمینه دفع پساب‌ها، وضعیت نامناسبی در مناطق بررسی‌شده در حال وقوع است. چنین به نظر می‌رسد که با ادامه روند فعلی، ایجاد مشکلات جدی از نظر گسترش آلودگی منابع آب‌وخاک دور از انتظار نبوده و ممکن است شرایط غیرقابل بازگشتی را بر محیط‌زیست کشور تحمیل نماید. لذا بایستی هرچه سریع‌تر به این وضعیت سروسامان اساسی داده شود.

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

مقدمه

با توجه به شرایط ویژه کشور از منظر تأمین آب موردنیاز بخش کشاورزی و اهمیت استراتژیک تهیه غذای جمعیت رو به رشد و نیز تهدیدهای پیشِ روی، جهت‌گیری به سمت استفاده بهتر و کاراتر از کلیه منابع آبی قابل استحصال (اعم از متعارف و نامتعارف) و برنامه‌ریزی در این خصوص مدنظر قرار دارد. این در حالی است که وضعیت منابع آب سطحی و زیرزمینی موجود و در دسترس هم با چالش‌های جدی مواجه بوده و کاهش کمیت و کیفیت در آن‌ها به امری اثرگذار در عملیات کشاورزی و تولید محصولات زراعی بدل شده است. کمبود و بحران آب در بسیاری از دشت‌های کشاورزی کشور و تراز منفی آب‌های زیرزمینی، ممنوعه شدن آن‌ها را رقم‌زده و افت دبی پایه رودخانه‌ها و کاهش آبدهی چاه‌های موجود، شاهدی بر این وضعیت است. به‌علاوه، وقوع خشکسالی‌های درازمدت و اثرات منفی پدیده تغییرات اقلیمی در کشور، بر وخامت اوضاع افزوده و در مواقعی، اضافه برداشت از منابع آبیِ درخطر را به دنبال داشته است. نتیجه این اوضاع، کاهش شدید آب قابل استحصال همراه با نزول کیفیت آب، پیشروی جبهه آب‌شور در آبخوان‌های بعضی از دشت‌ها و فرونشست‌های عظیم زمین است که نه‌تنها 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.

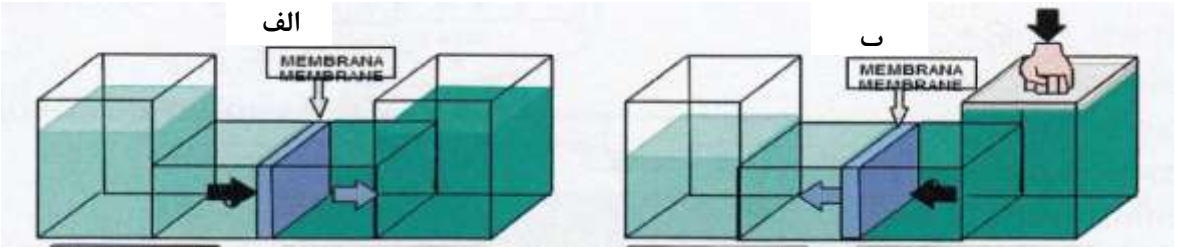
ازآنجاکه تولید اقتصادی محصولات زراعی در ایران وابسته به آبیاری است، لذا برنامه‌ریزی جهت انجام هرگونه عملیاتی که منجر به استفاده بهتر از مقادیر محدود آب در دسترس شود، می‌تواند از اولویت برخوردار باشد. ازجمله این موارد می‌توان به برنامه‌های تدوین‌شده جهت انتقال کشت برخی محصولات زراعی (نظیر سبزی و صیفی) به داخل محیط‌های کشت کنترل‌شده‌ای همچون گلخانه‌ها اشاره نمود (حسن‌اقلی و فرزام‌نیا، ۱۳۹۷). در همین اوضاع‌واحوال،

[۱] عضو هیأت علمی (دانشیار پژوهشی) مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (* نویسنده مسئول: arho49@yahoo.com)
[۲] مربی پژوهشی، بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
[۳] عضو هیئت‌علمی (دانشیار پژوهشی) مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
** برگرفته از نتایج دو پروژه تحقیقاتی مصوب اجراشده در استان‌های اصفهان (حسن‌اقلی و فرزام‌نیا)، قزوین و البرز (حسن‌اقلی و زارعی)
تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۱
تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۵

گلخانه‌های دایر به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم تولد و اشتغال در عرصه کشاورزی، بیشترین تنش و تأثر منفی را از افت کمی و کیفی منابع آبی پذیرفته است. ازآنجاکه گیاهان کشت‌شده در گلخانه‌ها اغلب دارای آستانه تحمل پایین و حساس به شوری آب‌وخاک می‌باشند، با اندک افزایشی در میزان نمک‌های موجود در آب آبیاری، به‌شدت از خود واکنش منفی نشان می‌دهند. این واکنش ممکن است به‌صورت افت قابل‌توجه میزان و کیفیت محصول و یا حتی عدم تولید محصول و توقف رشد گیاهی بروز نماید (حسن‌اقلی و زارعی، ۱۳۹۵). در چنین شرایطی، چاره‌ای جز روی آوردن به استفاده از سیستم‌های نمک‌زدایی از آب یا به‌اصطلاح آب‌شیرین‌کن باقی نمی‌ماند و همین امر موجب شده است که در چند سال اخیر، توجه گلخانه‌داران به نصب و استفاده از تأسیسات نمک‌زدایی از آب جلب شود.

فرآیند نمک‌زدایی[1] عبارت از خارج نمودن نمک‌ها و جامدات محلول از آب است. نمک‌زدایی آب با روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد و نتیجه آن تولید آب باکیفیت از آب دریا یا آب لب‌شور است (محمدی و گل‌محمدی، ۱۳۸۷؛ رازقی و منصوری، ۱۳۹۱). چگونگی انتخاب بهترین روش نمک‌زدایی، به مقدار و نوع نمک‌های موجود در آب بستگی دارد. دامنه تغییرات کل جامدات محلول[2] (TDS) در آب دریاها از ۳۵۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (در حالت استاندارد) تا بیش از ۴۶,۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در آب خلیج‌فارس متغیر است. در کل، به آبی با کل جامدات محلول مابین ۱۰۰۰ تا ۱۰,۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، آب‌شور اطلاق می‌شود (رازقی و منصوری، ۱۳۹۱).

روش‌های مختلفی جهت نمک‌زدایی از آب ابداع‌شده است، ولی در سیستم‌های نمک‌زدایی مورداستفاده در گلخانه‌ها، اغلب از فرآیند «اسمز معکوس» بهره گرفته می‌شود. پدیده اسمز بدین‌صورت تعریف می‌شود که در حضور یک غشاء نیمه‌تراوا، وقتی غلظت نمک‌های محلول در دو طرف غشاء یکسان نباشد، موکول‌های 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 (شکل ۱، الف). چنین جریانی با اِعمال فشار بر محیط غلیظ‌تر قابل‌کنترل بوده و می‌توان آن را کاهش داد یا حتی متوقف نمود. فشار موردنیاز برای متوقف کردن جریان اسمزی، با غلظت محلول متناسب بوده و فشار اسمزی[3] نامیده می‌شود. اگر فشار واردشده بر محلول غلیظ بیشتر از فشار اسمزی باشد، جریان معکوس اتفاق افتاده و مولکول‌های آب خالص با عبور از غشاء نیمه‌تراوا، به محیط رقیق‌تر وارد می‌شوند. چنین فرآیندی را اسمز معکوس[4] (RO) می‌نامند. شکل ۱، ب نحوه چنین فرآیندی را نشان می‌دهد (محمدی و گل‌محمدی، ۱۳۸۷)



شکل ۱- مفهوم پدیده‌های اسمز (الف) و اسمز معکوس (ب)

[1] Desalination, Desalinization, Desalting or Desal
[2] Total dissolved solids (TDS)
[3] Osmotic pressure
[4] Reverse osmosis

طی عملیات حذف شوری از آب، دو نوع آب خروجی با دو کیفیت متفاوت از سیستم استحصال می‌شود. نوع اول، آب نمک‌زدایی شده یا آب شیرین تولیدی (همان آب تصفیه‌شده یا خالص‌سازی شده) است که پس از تنظیم برخی خصوصیات و افزودن نهاده‌های تغذیه‌ای و ... برای آبیاری مورداستفاده قرار می‌گیرد. نوع دوم، پساب یا شورابه تغلیظ شده سیستم 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 (به‌مراتب بیشتر از آب ورودی به سیستم)، در صورت تخلیه غیراصولی برای محیط‌زیست خطرساز است.

امروزه توسعه کاربرد سیستم‌های نمک‌زدایی از آب در گلخانه‌های کشور، علیرغم هزینه‌های بالای دستگاه‌ها و نهاده‌های مصرفی (به‌ویژه برق و مواد افزودنی موردنیاز سیستم) در حال گسترش بوده و چون بدون برنامه و نظارت دستگاه‌های متولی و توسط گلخانه‌داران در دست انجام است، می‌تواند تبعاتی را به دنبال داشته باشد. پس لازم است با انجام بررسی‌های منطقه‌ای و در نظر گرفتن شرایط و پتانسیل‌های هر منطقه، فرآیندهایی را پیش‌بینی نمود تا بتوان مشکلات ثانویه استفاده از این ادوات را کاهش داد و از فواید آن‌ها بهره جست. به همین منظور و در نخستین گام، شناسایی روش‌های دفع شورابه حاصل از سیستم‌های نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای در چند استان و بررسی اثرات احتمالی آن، موردتوجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در راستای مشاهده وضعیت و نحوه استفاده از سیستم‌های نمک‌زدایی از آب دایر در گلخانه‌ها و به‌ویژه، چگونگی دفع شورابه یا پساب آن‌ها، بازدیدها و نمونه‌برداری‌هایی از گلخانه‌های دایر در بخش‌هایی از کشور و دارای سیستم نمک‌زدایی در دست بهره‌برداری انجام شد. گلخانه‌های مذکور در استان‌های اصفهان (شهرستان‌های فلاورجان، اصفهان، مبارکه و شهرضا)، قزوین (شهرستان‌های آبیک و تاکستان) و البرز (کرج) واقع بود. عمده محصول تولیدی در گلخانه‌های مورد بازدید در استان اصفهان، برخی از انواع سبزی و صیفی نظیر خیار، فلفل دلمه‌ای، ریحان و ... و در مواردی، انواع نشاء بود که با تحویل بذر از کشاورزان، نشاء موردنیاز برای آن‌ها تولید می‌شد. قابل‌توجه اینکه در چند مورد، گاوداری‌هایی نیز در منطقه وجود داشت که در آن‌ها هم از سیستم نمک‌زدایی آب استفاده می‌شد. در گلخانه‌های موردبررسی در استان‌های قزوین و البرز، توت‌فرنگی، گل رز، انواع سبزی و صیفی و نهال تولید می‌شد. ازنظر سازه‌ای، تحقیق در انواع گلخانه‌های صنعتی (سازه مدرن) و سنتی (سازه چوبی)، مطابق شکل‌های ۲ تا ۵ به انجام رسید. در هر مورد، ضمن بررسی خصوصیات و مشخصات سیستم نمک‌زدایی از آب (شکل ۶)، مواردی چون انجام برخی اندازه‌گیری‌ها در محل، تهیه نمونه‌های آب چاه، آب نمک‌زدایی شده و شورابه (شکل ۷) و جمع‌آوری سایر اطلاعات جهت آگاهی از مسائل و موارد مهم، حول بهره‌برداری از سیستم مدنظر قرار داشت. همچنین، نحوه رفتار با شورابه تولیدی از سیستم در شرایط فعلی، به‌ویژه ازنظر روش دفع آن و استفاده‌های احتمالی از این نوع آب نامتعارف، موردتوجه قرار گرفت. در اینجا، تمرکز بیشتر بر روش دفع شورابه و اثرات آن بود.

شکل ۲- نمایی از یک گلخانه مدرن دارای سیستم نمک‌زدایی آب

شکل ۳- نمای داخلی و بسترهای کشت یک گلخانه مدرن دارای سیستم نمک‌زدایی آب

شکل ۴- نمای عمومی یک گلخانه سنتی (سازه چوب و پلاستیک) دارای سیستم نمک‌زدایی

شکل ۵- فضای داخلی گلخانه سنتی با بستر خاکی و کشت فلفل

شکل ۶- سیستم نمک‌زدایی از آب به روش اسمز معکوس، نصب‌شده دریکی از گلخانه‌ها

شکل ۷- تهیه نمونه‌های موردنیاز در ظروف مخصوص جهت ارسال به آزمایشگاه

نتایج و بحث

با توجه به موضوع تحقیق حاضر، بیشتر توجه به مسائل مربوط به بهره‌برداری از سیستم‌های نمک‌زدایی، به‌ویژه تبعات ناشی از دفع پساب حاصل از این عملیات معطوف بود. به همین دلیل ذکر برخی نکات در ابتدا ضروری است. در تأسیسات مورداستفاده در گلخانه‌ها (از نوع تأسیسات کوچک نمک‌زدایی)، عمدهٔ آب مازاد، پسابی است که با غلظت زیادتر نمک در مقایسه با آب ورودی و در حجم به نسبت قابل‌توجهی تولیدشده و بایستی دفع شود. طبق نظر رازقی و منصوری (۱۳۹۱)، حجم پساب چه ازنظر میزان جریان و چه ازنظر غلظت نمک‌های آن، بستگی به وضعیت آب خام، درصد بازیافت و فرآیند مورداستفاده در نمک‌زدایی دارد. به‌عنوان‌مثال، درصد بازیافت تأسیسات نمک‌زدایی آب‌های لب‌شور (همانند آب چاه) حدود ۵۰ تا ۹۰ درصد است و لذا ۵۰ تا ۱۰ درصد آب خام تبدیل به پسابی می‌شود که غلظت نمک‌ها در آن ۲ تا ۱۰ برابر آب خام است. درصد بازیافت آب دریا حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد بوده، لذا ۷۰ تا ۴۰ درصد آب خام تبدیل به پسابی می‌شود که غلظت نمک‌های آن ۱/۵ تا ۲/۵ برابر آب دریاست.

توجه به این نکته ضروری است که نمی‌توان اثرهای محیط زیستی تأسیسات نمک‌زدایی را به‌صورت عام مطرح کرد، زیرا هر پروژه‌ای بنابر شرایط بهره‌برداری و محیط فیزیکی استقرار دارای اثرات ویژه‌ای است، اما به‌طورکلی اثرهای محیط زیستی پساب تأسیسات ممبرانی (غشایی) خیلی کمتر از تأسیسات حرارتی است. تأکید می‌شود که در تخلیه هر نوع ترکیب شیمیایی به همراه پساب سیستم نمک‌زدایی، اثرهای تخلیه بلندمدت از اهمیت بالایی برخوردار است (حتی در شرایط تخلیه در دریا). البته فاضلاب تأسیسات نمک‌زدایی ممکن است به شبکه جمع‌آوری فاضلاب نیز تخلیه شود (حسن‌اقلی و زارعی، ۱۳۹۵).

در مورد تخلیه پساب تأسیسات نمک‌زدایی از آب‌های لب‌شور که در سرزمین‌های داخلی و به‌دوراز دریا قرار دارند، توجه بیشتری لازم است. ازآنجاکه درصد بازیافت این نوع تأسیسات نسبت به بازیافت آب دریا خیلی بیشتر است، لذا حجم پساب آن‌ها خیلی کمتر می‌باشد. همچنین به دلیل اینکه مجموع نمک‌های آب‌های لب‌شور کمتر از

آب دریاست، غلظت نمک‌های پساب آن‌ها هم خیلی کمتر از پساب نمک‌زداهای آب دریا است. حتی با توجه به امتیاز بالا، دفع پساب این تأسیسات با معیارهای اقتصادی و محیط زیستی چالش‌برانگیز بوده تا حدی که همیشه گزینه فراوری و بازیافت ترکیبات آن مطرح است. اثرهای 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 (حسن‌اقلی و فرزام‌نیا، ۱۳۹۷).

شاخص‌های مختلف کیفی در نمونه‌های پساب یا شورابه خروجی از سیستم‌های نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای موردبررسی قرار گرفت، ولی در ادامه و به‌عنوان اصلی‌ترین شاخص، میزان شوری نمونه‌ها (برحسب هدایت الکتریکی یا EC) موردبررسی قرار می‌گیرد. همچنین، وضعیت و نحوه دفع پساب شور سیستم‌های نمک‌زدایی از آب در مناطق مختلف نیز به‌تفصیل ارائه خواهد شد.

مقادیر شوری نمونه‌های پساب

شوری؛ با شاخص هدایت الکتریکی (EC)، به‌عنوان عامل اصلی قابل‌شناسایی که معرف کیفیت نمونه آب و شورابه می‌باشد، در نمونه‌های آب جمع‌آوری‌شده اندازه‌گیری شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس معیارهای کاربردی طبقه‌بندی کیفیت آب آبیاری در گلخانه‌ها ازنظر شوری (EC)، مقادیر تا ۱/۵ دسی زیمنس 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 به‌عنوان شرایط بهینه محسوب می‌شود (FAO, 1985). میانگین مقادیر EC اندازه‌گیری شده در نمونه‌های پساب شور خروجی از سامانه‌های نمک‌زدایی و دامنه تغییرات آن‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- میانگین مقادیر شوری (EC) در نمونه‌های پساب سیستم‌های نمک‌زدایی گلخانه‌ای

ردیف	استان	شهرستان	EC پساب خروجی (دسی زیمنس بر متر)
۱	اصفهان	فلاورجان	۱۶/۶۳
۲		اصفهان	۱۰/۱۳
۳		مبارکه	۱۱/۸۰
۴		شهرضا	۵/۴۱
۵	قزوین	آبیک	۵/۷۲
۶		تاکستان	۱/۶۸
۷	البرز	کرج	۱/۱۲

معمولاً مقادیر شوری در پساب یا شورابه حاصل از سیستم نمک‌زدایی، به‌نوعی تحت تأثیر شوری آب چاه و میزان تقلیل شوری موردنیاز تا رسیدن به حد مطلوب برای گیاه قرار دارد. از این نظر، بالاترین مقدار شوری پساب در گلخانه‌های شهرستان فلاورجان، با میانگین ۱۶/۶۳ dS/m و کمترین مقدار در شهرستان کرج و به میزان ۱/۱۲ dS/m اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که شوری آب چاه در برخی گلخانه‌ها و در زمان اندازه‌گیری خیلی بالا نبود، لیکن نوسان آن در طول سال (بین فصول سرد و گرم) و حساسیت کشت‌هایی نظیر توت‌فرنگی به میزان شوری آب، چه ازنظر تأثیر بیولوژیکی بر رشد گیاه و چه به لحاظ تأثیر برجذب عناصر مغذی (بروز مشکلات تغذیه‌ای) موجب شده است که گلخانه‌داران برای رسیدن به حداکثر محصول ممکن، به استفاده از سامانه‌های نمک‌زدایی روی‌آورند.

روش‌های دفع پساب ادوات نمک‌زدایی در گلخانه‌ها

مطابق با مشاهدات محلی در مناطق مختلف اجرای تحقیق و با توجه به وضعیت کیفی منابع آب در دسترس گلخانه‌ها، تولید محصول بدون بهره‌گیری از ادوات نمک‌زدایی از آب، ممکن و اقتصادی نمی‌باشد. قابل‌توجه است که کاربرد ادوات نمک‌زدایی نه‌تنها در کشاورزی در محیط‌های کنترل‌شده، بلکه در کشاورزی در فضای باز برخی از مناطق کشور نظیر استان‌های بوشهر و کرمان نیز در سال‌های اخیر موردتوجه قرارگرفته است. به‌عنوان‌مثال، جوانشاه و همکاران (۱۳۸۴) بیان می‌دارند که افزایش قابل‌توجه سرمایه‌گذاری‌ها در باغ‌های پسته کرمان و رفسنجان، به‌ویژه درزمینهٔ منابع آب کشاورزی (همچون استفاده از دستگاه آب‌شیرین‌کن) می‌تواند به افزایش عملکرد منجر شده و از لحاظ اقتصادی هم قابل‌قبول باشد.

نکته مهم در کاربرد ادوات نمک‌زدایی از آب به‌ویژه در اراضی داخلی و دور از دریا، بحث پساب شور تولیدی و دفع مناسب و بدون خطر آن است که متأسفانه مشاهدات محلی حاکی از آن بود که در وضعیت فعلی، توجهی به آن نمی‌شود. هم‌اکنون هر گلخانه‌ای با توجه به وضعیت محل و سلیقه مدیر آن، اقدام به دفع پساب سیستم نمک‌زدایی خود می‌نماید و دیدگاه گلخانه‌داران، بیشتر به‌صورت نگاه به زمان حال است. به‌عبارت‌دیگر، هیچ نگرش یا نگرانی در خصوص موضوع دفع پساب شور و آلوده در طبیعت (به‌ویژه ازنظر حضور برخی انواع ترکیبات شیمیایی در آن‌ها) و اراضی منطقه احداث گلخانه و اطراف آن وجود نداشته و اگر گلخانه‌داری به تشخیص خود قادر به

استفاده از پساب بود، از آن بهره گرفته و در غیر این صورت، به ابتدایی‌ترین شکل ممکن اقدام به دفع پساب در محیط می‌نماید. درواقع هیچ دیدگاهی به لحاظ پیش‌گیری از وقوع مشکلات آتی محیط زیستی و آب‌وخاکی در بین بهره‌برداران وجود نداشته و هیچ‌گونه اطلاعاتی نیز ازاین‌دست و تاکنون در اختیار بهره‌برداران و از طرف هیچ دستگاه متولی قرار نگرفته است.

نکته مهم دیگر اینکه علیرغم اهمیت مسئله، هیچ دستگاه و یا سازمانی عهده‌دار بحث نظارت بر ایجاد و بهره‌برداری از سامانه‌های نمک‌زدایی از آب در گلخانه‌های کشور نمی‌باشد. بنابراین می‌توان چنین فرض کرد که تنها اگر مشکلی در آینده پیش آید، در همان زمان به فکر راه چاره‌ای برای آن خواهند افتاد که به‌طور یقین، دیگر بسیار دیر شده و کار از کار گذشته است. قابل‌ذکر است که تخریب خاک درنتیجه تجمع نمک‌ها و سایر آلاینده‌ها و تبدیل وضعیت آن به شور و سدیمی، شرایطی نیست که به‌راحتی قابل تعدیل و اصلاح باشد.

درمجموع و در گلخانه‌های مورد بازدید، روش‌های اصلی دفع پساب به‌قرار زیر بود:

- **تخلیه مستقیم (رهاسازی) پساب در اراضی محل:**

بر اساس مشاهدات، در بالغبر نیمی از موارد درمجموع گلخانه‌های مورد بازدید (۲۶ گلخانه)، پساب سیستم نمک‌زدایی به‌صورت مستقیم روی سطح اراضی محل (در فواصل نزدیک تا دور از گلخانه) تخلیه می‌شد که کاری خطرناک بوده که در مدت محدود چندساله از آغاز بهره‌برداری از سیستم نمک‌زدایی، اثرات اولیه خود را بر محیط‌زیست و اراضی اطراف گلخانه‌ها، به‌صورت تجمع نمک در سطح خاک‌نشان می‌داد (شکل‌های ۸ و ۹). طبیعی است که تداوم بلندمدت این عملیات، منجر به گسترش آلودگی خاک و شور و سدیمی شدن آن بوده و بهره‌برداری آتی از اراضی محل تخلیه را با مشکل جدی مواجه می‌سازد.

شکل ۸- رهاسازی پساب سیستم نمک‌زدایی نصب‌شده در گلخانه و وسعت آلوده‌سازی آن

شکل ۹- وضعیت خاک در محل تخلیه پساب شور و تجمع نمک‌ها

- **تخلیه پساب به چاه عمیق:**

در مواردی، یکی از خطرناک‌ترین روش‌های دفع پساب استفاده می‌شد و آن، تخلیه مستقیم آب آلوده به داخل چاه‌های حفرشده در سفره آب زیرزمینی منطقه بود. این روش که امروزه در کشورهای پیشرفته جهان منسوخ‌شده است، موجب انتقال سریع و بدون واسطه آلاینده‌ها به عمق خاک و به داخل لایه آبدار زیرزمینی می‌شود و حذف آلودگی آب‌وخاک در صورت درگیر شدن سفره آب زیرزمینی با وضعیت بحرانی، تقریباً امری غیرممکن و یا توأم با هزینه‌ها و کار اجرایی بسیار زیادی است که هیچ تضمینی هم برای موفقیت آن نیست. قابل‌ذکر است که در بعضی موارد، پساب سیستم نمک‌زدایی به داخل چاه آبی در محل تخلیه‌شده و با پمپاژ مجدد، آب استخراج‌شده برای آبیاری محصولات کشت‌شده در فضای باز (نظیر درخت انار) مورداستفاده قرار می‌گرفت.

- **تخلیه پساب در حوضچه یا ترانشه خاکی:**

یکی از اقدام‌های خطرساز دیگر، تخلیه پساب در حوضچه‌های خاکی بدون پوشش یا ترانشه‌ای عمیق و حفرشده در مجاورت گلخانه بود (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). در این وضعیت بااینکه سطح آلوده‌شده اراضی، کمتر از شرایط پخش بدون ضابطه پساب بر روی زمین است، ولی به دلیل تخلیه متمرکز آب آلوده، خطر انتقال آلاینده‌ها به اعماق بیشتر و درنهایت به آب‌های زیرزمینی منطقه تخلیه افزایش می‌یابد.

- **استفاده از پساب در کشاورزی:**

در بعضی مناطق و برحسب شرایط کیفی پساب یا نظر شخصی گلخانه‌دار، از پساب جهت انجام کشاورزی در فضای باز استفاده می‌شد. برای این منظور، پساب در حوضچه‌هایی ذخیره‌شده (شکل ۱۲) و به‌صورت مستقیم یا پس از اختلاط با آب چاه، برای آبیاری محصول‌های مختلف و نسبتاً مقاوم به شوری مورداستفاده قرار می‌گرفت. ازجمله محصولات کشت‌شده می‌توان به گندم، جو، انار (شکل ۱۳)، زیتون (شکل ۱۴)، پسته و ... اشاره نمود. قابل‌توجه است که اگرچه در این کاربرد، به‌نوعی از پساب استفاده به عمل می‌آید، ولی به دلیل عدم رعایت ملاحظات متصور در کاربرد آب‌های نامتعارف در کشاورزی، بازهم تبعات زیست‌محیطی نامطلوبی را به‌ویژه در درازمدت به دنبال داشته که در صورت رعایت نکردن ملاحظات مدیریتی ویژه کاربرد آب‌های نامتعارف، این عملیات نیز نتیجه‌ای همانند رهاسازی بدون ضابطه را (البته با شدتی کمتر) به دنبال خواهد داشت. این امر درنهایت، به ایجاد خسارت و گسترش آلودگی منابع آب‌وخاک منجر می‌شود (شکل ۱۵)، ضمن این‌که بحث کاربرد عوامل آلاینده شیمیایی در فرآیند نمک‌زدایی آب جهت حفاظت غشاء (عوامل اسیدی و ضد جلبک) و نیز شستشوی دوره‌ای غشاءها جهت افزایش ظرفیت کاری آن‌ها و تخلیه این عوامل به مزرعه و جذب احتمالی آن‌ها توسط محصول و خاک را نبایستی ازنظر دور داشت.

- **سایر موارد:**

در یکی از گلخانه‌ها، پساب ابتدا در مخزنی زیرزمینی ذخیره‌شده و سپس از آن برای تولید یخ صنعتی استفاده می‌شد. یخ صنعتی با استفاده از آب‌شور (برای ایجاد برودت بیشتر) تولید می‌شود که برای حفظ محصول در زمان انتقال آن به فرودگاه و به‌منظور صادر کردن به کشورهای دیگر مورداستفاده قرار می‌گیرد. در این شرایط، اگرچه تخلیه پساب به محیط و در محل گلخانه وجود نداشت، ولی نبایستی این موضوع را نادیده گرفت که در پایان مرحله انتقال محصول، تخلیه شورابه حاصل از ذوب یخ شور به محیط می‌تواند مشکل‌ساز باشد.

شکل ۱۰- حوضچه بدون پوشش خاکی، محل تخلیه پساب سیستم نمک‌زدایی

شکل ۱۱- ترانشه حفرشده در مجاورت گلخانه جهت تخلیه پساب سیستم نمک‌زدایی

شکل ۱۲- حوضچه ذخیره پساب سیستم نمک‌زدایی جهت استفاده مجدد در کشاورزی

شکل ۱۳- باغ انار احداث‌شده و تحت آبیاری با مخلوط پساب سیستم نمک‌زدایی و آب چاه

شکل ١٤- نمایی از باغ زیتون احداث‌شده و تحت آبیاری با مخلوط پساب و آب چاه

شکل ۱۵- تجمع قابل‌توجه نمک در اراضی باغ زیتون و ظهور علائم شوری و سدیمی در خاک

رهیافت ترویجی

با توجه به نیازهای امروز کشور، روی آوردن به کشاورزی بهره‌ورانه از طریق کشت در محیط‌های کنترل‌شده و گلخانه‌ها موجب افزایش تولید و اشتغال در این بخش مهم می‌شود. از طرفی، به دلیل افت کمیت و کیفیت آب آبیاری در دسترس به‌عنوان اساسی‌ترین نهاده تولید، استفاده از راه‌کارهای نوین در گلخانه‌ها و ازجمله، کاربرد سیستم‌های نمک‌زدایی از آب رو به گسترش است. تحقیق حاضر با این هدف انجام شد که وضعیت دفع پساب شور تولیدشده از سیستم‌های نمک‌زدایی دایر و میزان انطباق آن با ملاحظات محیط زیستی و حفاظت از منابع آب‌وخاک بررسی شود. چون توسعه کاربرد این سیستم‌ها در کشور در سال‌های اولیه خود و در ابتدای راه است، تعیین میزان و نوع خطرهای ناشی از آن به جهت تحقیق و معرفی عملیات ویژه موردنیاز در این خصوص، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

نتایج نشان داد که تاکنون هیچ ملاحظه و کنترلی بر نحوه دفع پساب شور ادوات نمک‌زدایی گلخانه‌ها تعریف و ارائه نشده و هر بهره‌بردار به فراخور شرایط خود، میزان احساس مسئولیت و نیز امکانات و توانایی‌های موجود، در این خصوص عمل می‌نماید. رهاسازی بی‌ضابطه پساب شور و آلوده در محیط به‌عنوان ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین کار برای بهره‌بردار، تخلیه در داخل ترانشه‌ها و حوضچه‌های خاکی یا چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و درنهایت، تلفیق با آب چاه و استفاده در کشاورزی و آبیاری زراعت‌ها و درختان مقاوم به شوری، جزو مواردی بود که مشاهده شد. به‌طور یقین ادامه روند فعلی، مخاطرات شدیدی را به دنبال داشته و در صورت عدم چاره‌اندیشی، ممکن است شرایط غیرقابل بازگشتی را درنتیجه گسترش آلودگی در منابع آب‌وخاک و محیط‌زیست بر کشور تحمیل نماید؛ بنابراین لازم است با تعیین سازمان‌های متولی امر نظارت و ارائه مجوزهای لازم در خصوص ایجاد و بهره‌برداری از این سیستم‌ها، نسبت به آموزش بهره‌برداران، کنترل آن‌ها 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 شرایط هر منطقه، فراهم نمودن امکانات، زیرساخت‌ها و سازوکارهای تشویقی و تنبیهی لازم و درنهایت، انجام تحقیقات منطقه‌ای و تعامل با بهره‌برداران در راستای جلب مشارکت آن‌ها می‌تواند منجر به جلوگیری از گسترش شرایط نامناسب و تخریب منابع شود. ارائه ضوابط اصلاحی برای استفاده از سیستم‌های در دست بهره‌برداری و آموزش و ترویج استفاده صحیح از سیستم‌های نمک‌زدایی گلخانه‌ای، تعریف گزینه‌های دفع قابل عملیاتی شدن در هر منطقه، تعیین فرآیند اخذ موافقت اصولی برای ایجاد سامانه‌های نمک‌زدایی از آب در گلخانه‌ها و نظارت بر مراحل آن و تعریف سازوکار نظارت دوره‌ای بر سیستم‌های دایر نمک‌زدایی جهت اطمینان از رعایت ضوابط، از دیگر موارد مهمی است که باید در دستور کار و اقدام فوری متولیان امر قرار گیرد تا بتوان بیشترین فایده را با کمترین اثرات ناخواسته جانبی از کاربرد این فناوری نوین به دست آورد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از اطلاعات اخذشده در طی اجرای دو پروژه تحقیقاتی مصوب در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی است. بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه تمامی بزرگوارانی که گروه محقق را در انجام آن‌ها یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌شود. از همکار گرامی جناب آقای دکتر افشین یوسف گمرکچی، عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی استان قزوین، همکاران محترم بخش تحقیقات فنی و مهندسی استان اصفهان،

آقایان مهندس میران‌زاده و مهندس زیدی و از همکاری کارشناسان سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌های اصفهان و قزوین، به‌پاس همکاری‌های مؤثر آن‌ها قدردانی می‌شود.

مراجع

جوانشاه، ا.، عبدالهی عزت آبادی، م. و صداقتی، ن. ۱۳۸۴. بررسی اقتصادی و اجتماعی امکان استفاده از دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن در باغات پسته شهرستان رفسنجان. گزارش پژوهشی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور.

حسن‌اقلی، ع. و فرزام‌نیا، م. ۱۳۹۷. چگونگی دفع شورابه حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای در استان اصفهان. چهارمین کنگره مهندسی و مدیریت آب‌وخاک ایران، پردیس کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۳-۲۲ آبان ماه، ۹ صفحه.

حسن‌اقلی، ع. و زارعی، ق. 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 بهمن‌ماه، ۸ صفحه.

رازقی، ن. و منصوری، ر. ۱۳۹۱. نمک‌زدایی از آب‌های شور و لب شور (علم و صنعت). ناشر: مهندسین مشاور نارون آرا.

محمدی، م. و گل محمدی، گ. ۱۳۸۷. مبانی روش‌های شیرین‌سازی آب‌شور (ترجمه). دانشگاه تربیت مدرس، پژوهشکده مهندسی آب. شماره ۱.

FAO. 1985. Water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and Drainage paper 29, Rev. 1. FAO. Rome.

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 1, Spring and Summer 2019, 47-56

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ص. ۵۶-۴۷

Challenges in the Use of Greenhouse Water Desalination Systems**

A. Hassanoghli[1]*, M. Farzamnia[2] and Gh. Zarei [3]

Abstract

Agricultural crop production in greenhouses and controlled environments, due to the possibility of increasing the productivity of water and other agricultural inputs, employment creation, value-added off-season production and etc. is among the items that have been considered in the agenda of the agricultural and horticultural authorities of Iran. At the same time and as the result of decreasing in the quantity and quality of available irrigation water, issues have arisen in the established greenhouses. These conditions have led the greenhouse owners to use water desalination systems. The use of these systems is associated with the production of low quality brine, which has some problems with disposal. Therefore, the status of some greenhouses with water desalination system in Isfahan, Qazvin and Alborz provinces was studied for their saline effluent disposal. The results showed that the main alternative for brine disposal of desalination systems was unregulated land evacuation around the greenhouses and then, combined use with well water for outdoor farming, recharge of local wells and discharge into infiltrated trenches and ponds were in the following ranks. Unfortunately, due to the lack of a definite organization to control and monitor the implementation and operation of these equipments and lack of such brine disposal considerations, inappropriate situation is occurring in the surveyed areas. It seems that as the current trend continues, serious problems in means of water and soil resources contamination are not unexpected and may impose irreversible conditions on the country's environment. Therefore, this situation must be fundamentally addressed as soon as possible.

Keywords: Brine disposal, Desalination, Environment, Greenhouse, Reverse Osmosis, Water quality.

[1] Associate Professor of Agricultural Engineering Research Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran (*Corresponding Author: arho49@yahoo.com).

[2] Instructor, Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran.

[3] Associate Professor of Agricultural Engineering Research Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

** Based on the results of two approved research projects implemented in Isfahan province (by A. Hassanoghli and M. Farzamnia) and Qazvin & Alborz Provinces (by A. Hassanoghli and Gh. Zarei)

Received: 21 Apr 2019
Accepted: 27 Aug 2019