



Soil and Water Salinity Conditions Affecting Integrated Management of Certain Horticultural Crops in Iran: Challenges and Management Strategies

A. Momenpour* 

Assistant Prof., National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

a.momenpour@areeo.ac.ir

Article Info	Abstract
Review Article Received: September 21, 2025 Accepted: December 29, 2025 Keywords: Salinity tolerance threshold, Horticultural crops, Salinity management, Breeding methods, Salinity-tolerant cultivars and rootstocks Corresponding author's email: a.momenpour@areeo.ac.ir	The sustainability of agricultural production in Iran is threatened by the two major factors of drought and salinity, with over 30% of orchards currently experiencing varying degrees of water and soil salinity stresses. The provinces in Iran most severely affected by salinity include Kerman (pistachio, citrus, date palm), Yazd (pistachio, pomegranate, almond), Sistan & Baluchestan (date palm), Fars (citrus, pomegranate), South Khorasan (saffron, barberry, fig), Qom (pomegranate, pistachio, grape), Khuzestan (date palm, citrus), Bushehr (date palm, lime), Isfahan (apple, peach, nectarine, pomegranate), Khorasan Razavi (pomegranate, saffron, apricot), Hormozgan (date palm, lime, mango), Semnan (pistachio, pomegranate, olive), Golestan (olive, orange), Zanjan (olive), Markazi (grape, walnut, almond), Kohgiluyeh & Boyer-Ahmad (lime), Tehran (grape, peach), and Alborz (peach, nectarine) as well as the coastal areas of Lake Urmia in East and West Azerbaijan (apple, grape, pear, apricot) and the eastern stretches of Mazandaran (orange, tangerine). Generally speaking, the crops most impacted by salinity are pistachio, date palm, pomegranate, olive, and citrus with the highest economic losses recorded for Kerman, Yazd, and Qom provinces. Given the current conditions and the emerging climate change, exploitation of saline water and soil to sustain horticultural production seems inevitable; this evidently calls for integrated management strategies, advanced agronomic practices, and improved breeding programs. It should, however, be noted that developing salinity- and drought-tolerant rootstocks and cultivars takes approximately 5–10 years, underscoring the need for strategic planning to address future climatic challenges. In addition to improved breeding methods, novel management methods are needed to combat and control salinity stress in horticultural crops, some of which include proper implementation of leaching, employment of novel and optimized irrigation systems, use of pressurized irrigation systems, application of various mulches and soil amendments alongside rhizosphere enhancement via microbial inoculants, land leveling, post-irrigation shallow tillage as well as application of phytohormones and nutrients such as salicylic acid, abscisic acid, and both macro- and micro-nutrients. Given the gap in field studies, priority in future research should be attached to both evaluation of integrated solutions at the commercial orchard and greenhouse scales and development of regional eco-friendly guidelines that will ultimately help horticultural production in Iran not only overcome the salinity challenge but also become a model for sustainable production in arid regions of the world.

Cite this article: Momenpour, A., 2025. Soil and Water Salinity Conditions Affecting Integrated Management of Certain Horticultural Crops in Iran: Challenges and Management Strategies. *Journal of land Management*, 13(2), pp. 219-248.



DOI: <https://doi.org/10.22092/lmj.2025.370723.394>



تحلیلی بر وضعیت شوری آب و خاک در مدیریت کلان برخی از محصولات باغی کشور - چالش ها و راهکارها

علی مومن پور *



استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

a.momenpour@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مروری	
دریافت: ۱۴۰۴/۶/۳۰	
پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۸	
واژه‌های کلیدی:	
آستانه تحمل به شوری، محصولات باغی، مدیریت تنش در مزرعه و گلخانه، روش‌های به نژادی، ارقام و پایه‌های متحمل به شوری	پایداری تولید محصولات کشاورزی در ایران با دو خطر جدی خشکسالی و شوری تهدید می‌شود. امروزه، بیش از ۳۰ درصد باغات با درجات مختلفی با تنش شوری آب و خاک درگیر هستند. بیشترین میزان درگیری با تنش شوری در استان‌هایی همچون کرمان (پسته، مرکبات و خرما)، یزد (پسته، انار و بادام)، سیستان و بلوچستان (خرما)، فارس (مرکبات و انار)، خراسان جنوبی (زعفران، زرشک و انجیر)، قم (انار، پسته و انگور)، خوزستان (خرما و مرکبات)، بوشهر (خرما و لیمو)، اصفهان (سیب، هلو شلیل و انار)، خراسان رضوی (انار، زعفران و زردآلو)، هرمزگان (خرما، لیموترش و انبه)، سمنان (پسته، انار و زیتون)، گلستان (زیتون و پرتقال)، آذربایجان شرقی و غربی در حاشیه دریاچه ارومیه (سیب، انگور، گلابی و زردآلو)، زنجان (زیتون)، مرکزی (انگور، گردو و بادام)، کهگیلویه و بویر احمد (لیمو)، تهران (انگور و هلو)، البرز (هلو و شلیل)، برخی از نقاط شرقی استان مازنداران (پرتقال و نارنگی) است. در مجموع، بیشترین محصولات باغی درگیر شوری شامل پسته، خرما، انار، زیتون و مرکبات می‌شوند و بیشترین میزان خسارت از شوری به ترتیب در استان‌هایی همچون کرمان، یزد و قم مشاهده می‌شود. لذا با توجه به وضعیت فعلی و تغییرات اقلیمی پیش رو استفاده از آب و خاک شور به‌منظور تولید محصولات باغی، غیرقابل اجتناب است و می‌بایست از طریق راهکارهای مدیریتی، عملیات به‌باغی و به نژادی با این وضعیت مقابله و برای آینده نیز چاره اندیشی نمود. ضمناً بایستی به این نکته توجه کرد که دستیابی به پایه‌ها و ارقام متحمل به شوری و خشکی نیاز به زمان نسبتاً طولانی (در حدود ۵ الی ۱۰ سال) دارد. پس بایستی کاملاً آگاهانه برنامه‌ریزی نمود تا در مواجهه با تغییرات اقلیمی در آینده، عقب نماند. علاوه بر روش‌های اصلاحی، روش‌های مدیریتی نیز جهت مقابله با تنش شوری و کنترل آن در محصولات باغی وجود دارند که می‌توان به اعمال دقیق نیاز آبخویی، کاربرد روش‌ها و سامانه‌های نوین آبیاری، استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار، کاربرد مالچ‌های مختلف، استفاده از اصلاح کننده‌های خاک، تقویت دنیای ریشه (ریزوسفر) با استفاده از مواد میکروبی، تسطیح مناسب سطح خاک، شخم سطحی پس از آبیاری، استفاده از هورمون‌ها، اسیدهای آمینه و ترکیبات کودی حاوی اسید سالیسیلیک، اسید آسبیزیک، اکسین، آلجینیک اسید، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی، مس و منگنز، اشاره کرد. با توجه به خلأ موجود در مطالعات میدانی صورت گرفته، اولویت تحقیقات آینده بایستی معطوف به ارزیابی راهکارهای تلفیقی در مقیاس باغ‌ها و گلخانه‌های تجاری و تدوین راهنماهای بوم‌سازگار منطقه‌ای باشد تا در نهایت با اجرای این راهبردها، باغبانی ایران نه تنها بر چالش شوری فائق آید، بلکه به الگویی برای تولید پایدار در مناطق خشک جهان تبدیل شوند.

آدرس ایمیل نویسنده مسئول:

a.momenpour@areeo.ac.ir

استناد: مومن پور، علی، ۱۴۰۴. تحلیلی بر وضعیت شوری آب و خاک در مدیریت کلان برخی از محصولات باغی کشور - چالش ها و

راهکارها. نشریه مدیریت اراضی، ۱۳ (۲)، صص. ۲۴۸-۲۱۹.



DOI: <https://doi.org/10.22092/lmj.2025.370723.394>

مقدمه

افزایش سریع استفاده از سوخت‌های فسیلی بعد از انقلاب صنعتی برای تأمین نیازهای جمعیت در حال رشد، موجب تغییرات چشمگیری در اقلیم کره زمین شد که بارزترین آن‌ها افزایش دمای کره زمین، افزایش پدیده‌های اقلیمی حدی، ذوب یخ‌های قطبی و افزایش تراز آب دریاها بوده است (Climatology Research Institute, 2017). گرم شدن کره زمین در اثر افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، تأثیرات مختلفی را بر منابع تولید (Rahimian et al., 2013; Hasheminejad et al., 2011) و نیز عملکرد محصولات کشاورزی (Ababaei et al., 2010) می‌گذارد. وقوع خشک‌سالی‌های پی‌درپی، کشور را با بحران آب جدی مواجه کرده است. هر چند که نمی‌توان تمام وضعیت حال حاضر منابع آب کشور را ناشی از شرایط اقلیمی دانست و تأثیر عوامل مدیریتی را از نظر دور داشت (Madani, 2014). به نظر می‌رسد کشورهای در حال توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته به دلیل وابستگی بیشتر اقتصاد کشورشان به کشاورزی، کمبود سرمایه برای تطبیق با تغییرات و نیز افزایش قرار گرفتن در معرض پدیده‌های حدی، نسبت به این تغییرات ضربه‌پذیرتر باشند (Parry et al., 2011). شوری خاک پدیده‌ای است که در زمان و مکان دستخوش تغییرات زیادی است و بسیاری از محققان فرآیندهای شوری‌زایی و بیابان‌زایی را در ارتباط نزدیک با برخی مشخصه‌های اقلیمی نظیر نسبت بارندگی به تبخیر، تبخیر-تعرق و یا دمای هوا دانسته‌اند (Masoudi et al., 2006; Nell, 2010). خاک‌های شور عموماً در مناطقی وجود دارند که اقلیم گرم و خشک بر آن‌ها حاکم است. در این مناطق عواملی نظیر تبخیر زیاد از آب زیرزمینی کم‌عمق، کمبود بارندگی، دمای زیاد و رطوبت کم می‌تواند بر بیلان نمک در خاک تأثیر گذاشته و منجر به تشدید شوری‌زایی گردند (Hasheminejad et al., 2011; FAO, 1973). خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و آب و کمبود آب

به‌عنوان مهم‌ترین عوامل کاهش رشد و عملکرد گیاهان به شمار می‌رود؛ بنابراین استفاده از آب‌های شور به‌منظور تولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است. بر اساس آخرین آمار منتشر شده در سال ۱۴۰۲، سهم محصولات باغبانی کشور از مجموع محصولات کشاورزی کشت‌شده در حدود سه میلیون هکتار گزارش شده است که حدود ۸۹/۷۰ درصد آن آبی و ۱۰/۳۰ درصد آن دیم است. از میان انواع محصولات باغی، قارچ و گلخانه‌ای بیشترین سهم تولید مربوط به سیب با ۱۵/۶۶ درصد، پرتقال ۱۴/۷۲ درصد، انگور ۱۱/۷۳ درصد، خیار گلخانه‌ای ۷/۴۶ درصد و خرما ۶/۷۶ درصد است. پنج محصول یاد شده، ۵۶/۳۴ درصد از کل تولیدات محصولات باغی، قارچ و گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهند. همچنین بیشترین سطح زیر کشت درختان بارور مربوط به پسته با ۲۱/۴۲ درصد، انگور ۱۰/۰۲ درصد، خرما ۹/۵۵ درصد، سیب ۸/۵۷ درصد و گردو ۶/۰۱ درصد بوده و به عبارت دیگر حدود ۵۵/۵۸ درصد از سطح بارور باغ‌های کشور متعلق به پنج محصول فوق‌الذکر است. افزون بر محصولات نامبرده، محصولات دیگری از قبیل پرتقال، بادام، زعفران، انار، زردآلو، زیتون و انجیر نیز به‌ترتیب بیشترین سطح زیر کشت (رتبه‌های ۶ تا ۱۲) را به خود اختصاص داده‌اند (Agricultural Statistics of Iran, 2023) که در بسیاری از نقاط تحت کشت محصولات یاد شده با توجه به تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی‌ها، افزایش دما، افزایش تبخیر، افزایش عمق آب‌های زیرزمینی، علاوه بر کاهش حجم آب قابل دسترس منجر به کاهش کیفیت آن (شورترشدن آب‌ها) شده است. لذا در این تحقیق ابتدا، آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد، سطح زیر کشت، تولید، عملکرد و گسترش شوری در مناطق عمده تولید مهم‌ترین محصولات باغی کشور بررسی شده است. سپس راهکارهای مدیریتی (شامل برنامه‌های به‌زراعی-به‌باغی)، به‌منظور کنترل و یا کاهش اثرات مخرب شوری آورده شده است و در نهایت تحقیقات انجام شده از سال ۱۳۹۳ تاکنون بر روی محصولات باغی مورد بررسی قرار گرفته است تا خلل‌های تحقیقاتی

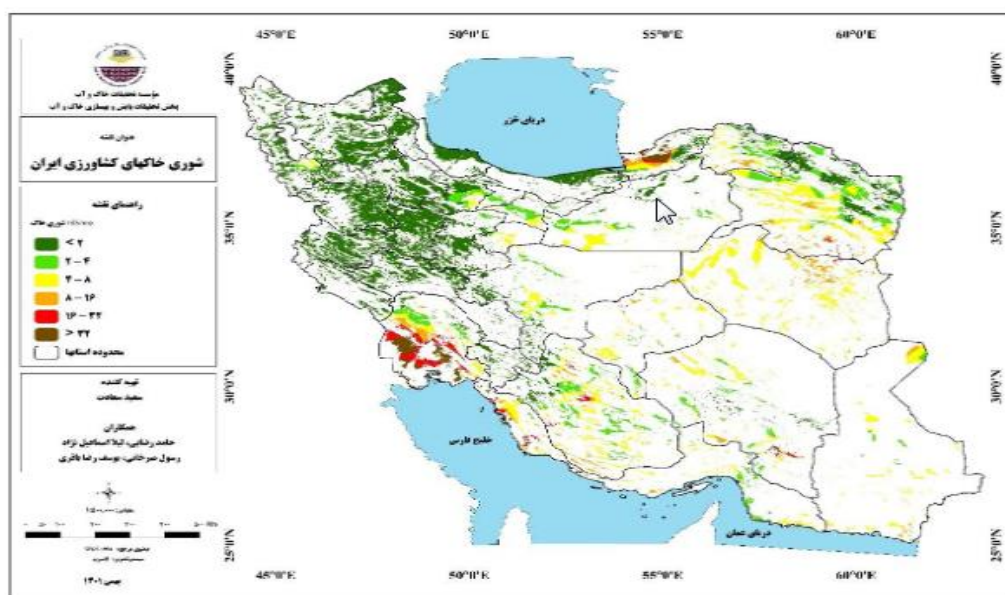
است. بر این اساس، مناطق شمال غربی، همچنین اراضی کشاورزی واقع در دامنه‌های زاگرس، بیشتر در کلاس بدون شوری (هدایت الکتریکی کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر و یا در کلاس دارای شوری کم (هدایت الکتریکی بین ۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر)، قرار دارند. خاک‌های با شوری‌های بیشتر در مناطق مرکزی و جنوبی کشور واقع شده‌اند (Saadat et al., 2023).

بر اساس اطلاعات آورده شده در شکل ۲، ۵۸ درصد اراضی در کاربری‌های زراعی غیر شور بوده و بیشترین سطح شوری به‌ترتیب در کلاس ۲-۴ و ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر واقع شده‌اند. در کاربری‌های باغی، ۶۸ درصد اراضی غیر شور و بیشترین سطح اراضی شور در کلاس‌های ۲-۴ و ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر قرار دارند. بر این اساس ۱۳ درصد از کاربری‌های باغی در کلاس شوری ۴-۲ دسی‌زیمنس بر متر، ۱۳ درصد در کلاس شوری ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر، سه درصد در کلاس شوری ۸-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و سه درصد دیگر نیز در کلاس شوری ۱۶-۳۲ دسی‌زیمنس بر متر قرار دارند. لذا با استناد به این نتایج می‌توان گفت امروزه بیش از ۳۰ درصد باغات با درجات مختلفی از تنش شوری درگیر هستند (Saadat et al., 2023).

مشخص و برنامه‌ریزی برای انجام تحقیقات آینده، صورت پذیرد.

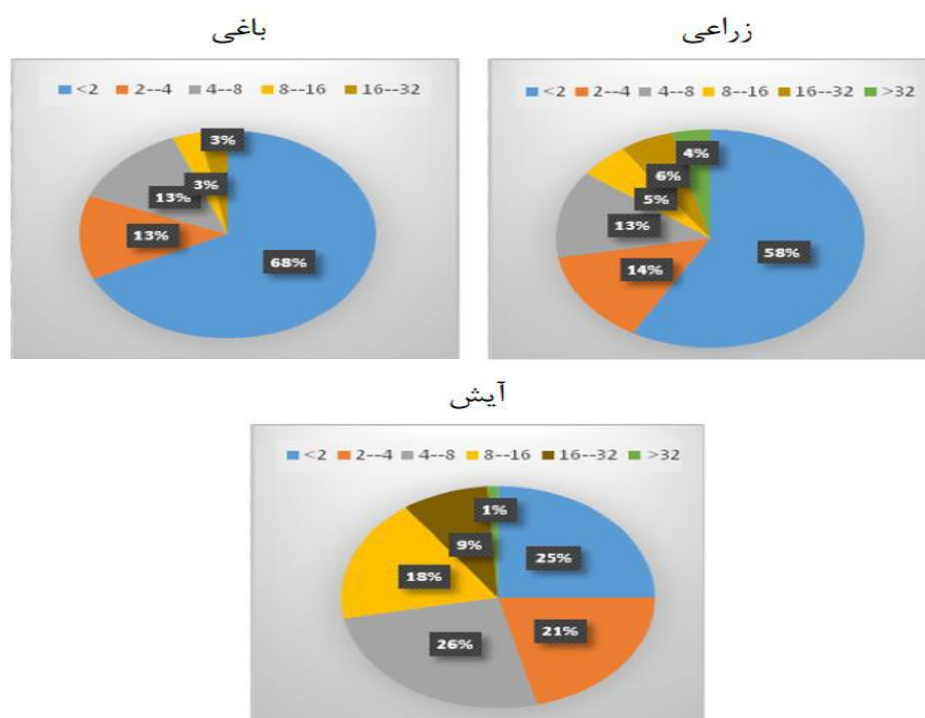
آخرین وضعیت شوری خاک‌های کشور

بر اساس آخرین نقشه تهیه‌شده از وضعیت شوری خاک‌های کشور در سال ۱۴۰۲، حدود ۵۸ درصد از اراضی کشاورزی کشور دارای شوری کمتر از دو دسی‌زیمنس بر متر بوده و در کلاس غیر شور قرار دارند. سطح اراضی کشاورزی با شوری کم (۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر) حدود ۱۴ درصد، سطح اراضی کشاورزی با شوری متوسط (۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۱۳/۴ درصد، سطح اراضی کشاورزی با شوری نسبتاً زیاد (۸-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۵/۴۴ درصد، سطح اراضی کشاورزی با شوری زیاد (۱۶-۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۵/۵ درصد و سطح اراضی کشاورزی با شوری خیلی زیاد (بیشتر از ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۳/۷ درصد است (Saadat et al., 2023). نقشه شوری خاک‌های کشاورزی ایران در شکل ۱ آورده شده است. این نقشه نشان دهنده درجات شوری خاک در اراضی کشاورزی ایران با کاربرد-های مختلف زراعی، باغی و آیش به دو صورت دیم و آبی



شکل ۱- نقشه شوری خاک‌های کشاورزی ایران (saadat et al., 2023)

Figure 1- Soil salinity map of agricultural lands in Iran

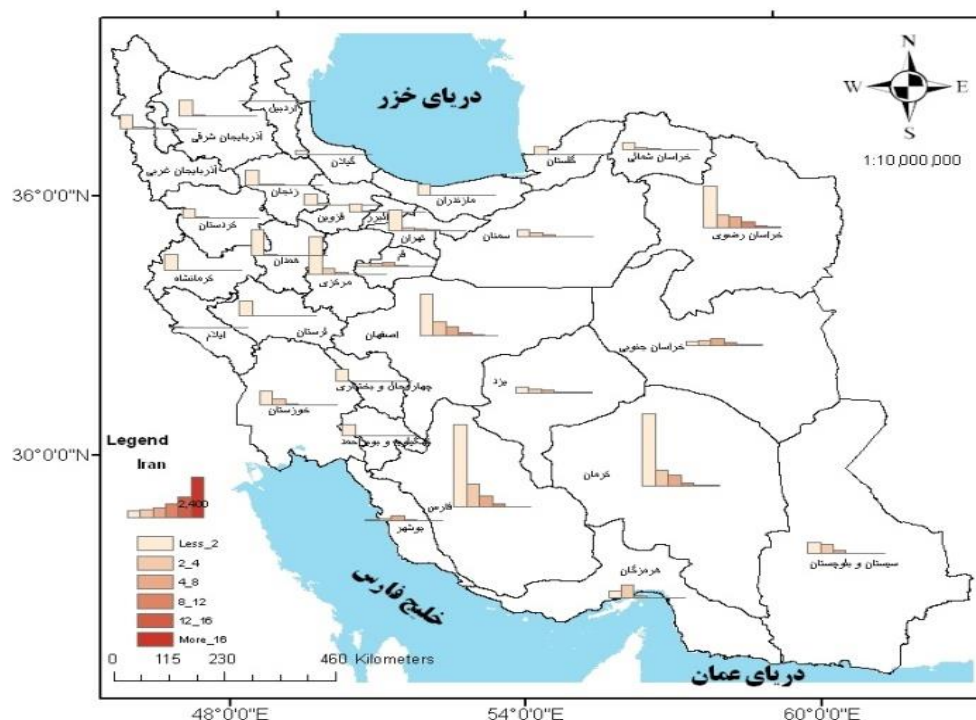


شکل ۲- وضعیت شوری خاک در کاربری‌های مختلف (saadat et al., 2023)
Figure 2- Soil salinity levels across different land use types

وضعیت شوری آب در کشور

در حال حاضر، میانگین هدایت الکتریکی چاه‌های کشاورزی کشورمان در حدود دو دسی زیمنس بر متر بوده و میانگین شوری منابع آب زیرزمینی کشاورزی در ۱۱ استان کشور (شامل بوشهر، یزد، خراسان جنوبی، هرمزگان، قم، اصفهان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، خراسان رضوی و کرمان) از عدد میانگین بیشتر است. به‌عنوان مثال، متوسط شوری آب چاه‌های کشاورزی در استان‌های یزد، خراسان جنوبی و بوشهر به ترتیب ۵/۲، ۵/۲ و ۵/۶ دسی زیمنس بر متر است. همچنین از نظر حجمی، حدود ۳۱ درصد از منابع آب زیرزمینی مورد مصرف در بخش کشاورزی (معادل با ۱۳/۸ میلیارد مترمکعب) دارای شوری‌های بالاتر از میانگین کشوری می‌باشند. از این حجم، حدود ۷/۵ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری ۲-۴ دسی زیمنس بر متر، حدود ۴/۳ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری ۴-۸ دسی زیمنس بر متر، حدود ۱/۳ میلیارد

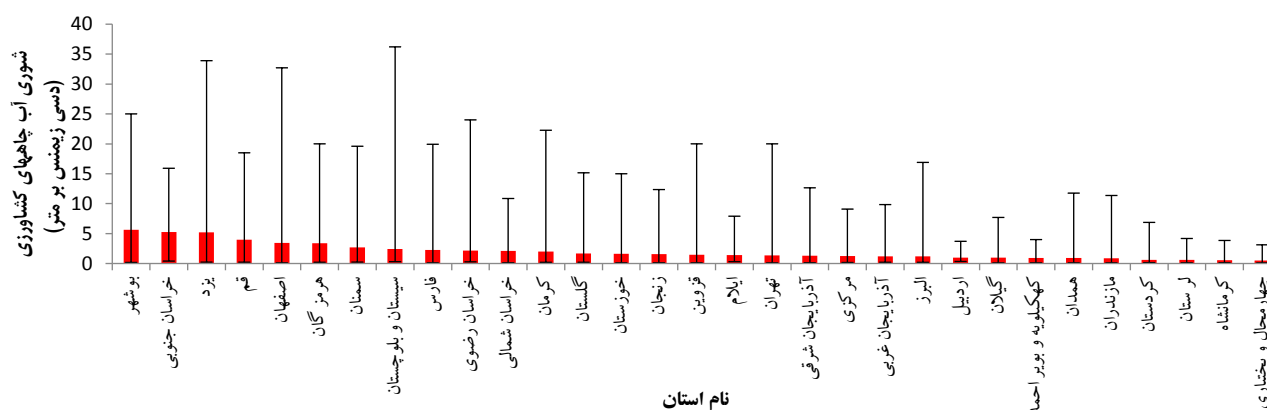
مترمکعب در کلاس شوری ۸-۱۲ دسی زیمنس بر متر، حدود ۰/۴ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری ۱۲-۱۶ دسی زیمنس بر متر و حدود ۰/۲ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری بالای ۱۶ دسی زیمنس بر متر به مصرف کشاورزی می‌رسد. بخش زیادی از این آب‌ها دارای کیفیت‌های لب‌شور و شور بوده؛ به‌طوری‌که حدود ۶/۳ میلیارد مترمکعب در کلاس‌های شوری بالای چهار دسی زیمنس بر متر قرار می‌گیرند (Rahimian et al., 2021). شکل ۳، توزیع مکانی کلاس‌های مختلف شوری آب‌های کشاورزی در سطح کشور را نشان می‌دهد. بر روی این شکل، اندازه هر نمودار متناسب با حجم آب مصرفی بخش کشاورزی استان‌ها است. آب‌های شور عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر فلات مرکزی، جنوب و شرق و یا نزدیک ساحل دریاچه‌ها و دریاها واقع شده‌اند. استان‌های بوشهر، یزد، خراسان جنوبی، هرمزگان، قم، اصفهان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، خراسان رضوی و کرمان از این جمله‌اند (Rahimian et al., 2021).



شکل ۳- توزیع مکانی کلاس‌های شوری آب‌های کشاورزی در سطح کشور (Rahimian et al., 2021)
Figure 3- Spatial distribution of agricultural water salinity classes across the country

و اصفهان اندازه‌گیری و ثبت شده است. آبی‌پروری، کشت علوفه و یا گیاهان باغی و زراعی متحمل به شوری نظیر پسته و جو به‌عنوان عمده مصارف شورترین چاه‌های کشاورزی این استان‌ها گزارش گردیده است. استفاده تلفیقی آب‌های شور با سایر منابع آبی موجود در محل که کیفیت مناسب‌تری دارند و اختلاط آن‌ها با یکدیگر، از دیگر عملیاتی است که کشاورزان این مناطق برای منابع آب شور مذکور در پیش گرفته‌اند (Rahimian et al., 2021).

نظر به اینکه در بین منابع مختلف آب زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات)، چاه‌های کشاورزی با ۷۷ درصد بیشترین سهم را از نظر تأمین آب در بخش کشاورزی داشته‌اند، دامنه تغییرات هدایت الکتریکی این چاه‌ها به‌صورت استان به استان نیز بررسی شده است. شکل ۴ تغییرات میانگین، حداکثر و حداقل هدایت الکتریکی (شوری) مشاهداتی چاه‌های کشاورزی استان‌های مختلف را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، بیشترین مقادیر شوری آب چاه‌های کشاورزی در استان‌های سیستان و بلوچستان، یزد



شکل ۴- تغییرات میانگین، حداکثر و حداقل هدایت الکتریکی مشاهداتی در چاه‌های کشاورزی استان‌های مختلف (Rahimian et al., 2021)

Figure 4- Variations in observed mean, maximum, and minimum electrical conductivity in agricultural wells across different provinces country

چالش‌ها و مسائل افزایش شوری در کشور

به‌طور خلاصه، مهم‌ترین چالش‌ها و مشکلات موجود بر سر راه استفاده از منابع آب شور در بخش باغبانی شامل موارد ذیل است. به‌صورت مفصل‌تر، به تعدادی از آن‌ها در ادامه اشاره خواهد شد.

- ۱- انتخاب نامناسب محصول و رقم در شرایط شور، ۲- محدودیت در انتخاب ارقام و پایه‌های مناسب، ۳- طولانی بودن دوره اصلاح (جهت دستیابی به ارقام و پایه‌های متحمل)، ۴- مدیریت نامناسب آبیاری با آب‌شور/تأمین نشدن نیاز آبتی، ۵- کاربرد روش‌های نامناسب آبیاری در شرایط شور، ۶- اثر افزایش تنش شوری به دلیل خشکی (کم آبیاری) و گرما، ۷- زهکشی نامناسب
- ۸- بهینه‌نبودن عملیات تغذیه‌ای گیاه در شرایط شور برای دستیابی به تولید مناسب و اقتصادی، ۹- عدم کاربرد مالچ و تیمارهای بیولوژیک و اصلاح‌کننده‌های خاک، ۱۰- ضعف در ترویج دانش و فناوری، ۱۱- برهم خوردن تعادل یونی و اختلال در جذب عناصر، ۱۲- مناسب‌نبودن روش و تراکم کاشت در شرایط شور، ۱۳- تخریب فیزیکی و شیمیایی خاک، ۱۴- تسطیح نامناسب، ۱۵- عدم کاربرد تیمارهای قارچی مؤثر بر افزایش تحمل به تنش شوری و خشکی، ۱۶- عدم سرشاخه کاری باغات موجود با استفاده از ارقام تجاری متحمل به شوری و خشکی

پتانسیل، راهکارها و روش‌های مدیریتی کنترل شوری

در این قسمت سعی بر آن است تا در ابتدا توضیحی در مورد آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد، سطح زیر کشت، تولید، عملکرد و گسترش شوری در مناطق عمده تولید مهم‌ترین محصولات باغی کشور داده شود. سپس راهکارهای مدیریتی (شامل برنامه‌های به زراعی-به باغی)، به‌منظور کنترل و یا کاهش اثرات مخرب شوری آورده شود و در نهایت خلل‌های تحقیقاتی بیان و برنامه‌ریزی برای انجام تحقیقات آینده، انجام پذیرد.

محصولات باغی

آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد برخی از

تحمل به شوری گیاهان به معنای توانایی آن‌ها برای ادامه رشد و تولید محصول در حضور نمک‌های اضافی موجود در منطقه ریشه است (Maas, 1990). به‌منظور تعیین تحمل به شوری، معمولاً میزان کاهش عملکرد گیاه در شرایط شور در مقایسه با عملکرد آن در شرایط غیرشور مشخص می‌گردد (Maas, 1990). بر همین اساس، گونه‌های مختلف گیاهان باغی، زراعی و یا جنگلی از نظر تحمل به شوری به گروه‌های حساس، نیمه حساس، نیمه متحمل و متحمل تقسیم‌بندی شده‌اند (ماس و هافمن، ۱۹۷۷). بر اساس این طبقه‌بندی بسته به نوع گیاه، آستانه تحمل به شوری (بیشینه میزان شوری در منطقه ریشه‌دوانی که در آن هیچ کاهشی در عملکرد مشاهده نمی‌شود) وجود دارد که در شوری‌های بیشتر از این آستانه، به ازای افزایش هر واحد شوری درصدی از عملکرد کاهش می‌یابد تا جایی که شوری آن‌قدر افزایش‌یافته که رشد متوقف و عملکرد صفر می‌گردد (Maas and Hoffman, 1977; Maas and Grattan, 1999). آنچه در مورد میزان آستانه تحمل به شوری اهمیت دارد این است که عوامل مختلفی مانند ترکیبات نمک، میزان آب خاک، موجودات زنده خاک، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، توزیع نمک در پروفیل خاک، حاصلخیزی خاک، اقلیم، مرحله رشدی گیاه و نوع رقم، نوع پایه بر میزان آستانه تحمل به شوری گیاهان زراعی و باغی تأثیر دارد (Grattan, 2002). به‌طوریکه آستانه تحمل به شوری یک رقم در یک خاک حاصلخیز در مقایسه با یک خاک فقیر بیشتر است و یا اینکه آستانه یک رقم زراعی و یا باغی در یک محیط خشک کمتر از آستانه آن در یک محیط مرطوب است (Maas, 1996; Maas, 1993)؛ و یا آستانه تحمل به شوری ترکیب‌های پیوندی متحمل به شوری بیشتر از آستانه تحمل به شوری ترکیب‌های پیوندی حساس و یا نیمه حساس به شوری است. این موضوع در واقع نشان می‌دهد، یکی از مؤثرترین راهکارها برای بهره‌برداری بهتر از

در جدول یک آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری عصاره اشباع خاک در مهم ترین محصولات مهم باغبانی آورده شده است.

منابع خاک و آب شور، شناسایی و انتخاب ارقام و پایه های متحمل به شوری و استفاده از آن ها در مناطق شور است (Mastrogiannidou, 2016; Momenpour and Imani, 2018; Munns and Tester, 2008; Karimi

جدول ۱- آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری عصاره اشباع خاک در مهم ترین محصولات باغبانی

Table 1- Salinity tolerance threshold and yield reduction slope per unit increase in soil saturated extract salinity in the most important horticultural crops

نام محصول Product name	آستانه تحمل به شوری Salinity tolerance threshold (ds/m)	شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری Slope of yield reduction per unit increase in salinity (%)	کاهش ۵۰ درصدی عملکرد 50% yield reduction (ds/m)	رفرنس Reference
انار (Pomegranate)	2.70	14.51	6.14	Fipps, 2003
بادام (Almond)	1.5	19.23	4.1	Grattan, 2002
سیب (Apple)	1.7	16.12	4.8	Grattan, 2002
گردو (Walnut)	1.7	16.12	4.8	Grattan, 2002
زردآلو (Apricot)	1.5	22.72	3.7	Maas and Hoffman, 1977
انگور (Grape)	1.5	9.61	6.7	Maas and Hoffman, 1977
پرتقال (Orange)	1.3	13	5.14	Maas and Hoffman, 1977
خیار گلخانه ای (Greenhouse cucumber)	1.5	13	5.3	Maas and Hoffman, 1977
گوجه فرنگی گلخانه ای (Greenhouse tomato)	2.5	9.9	7.55	Maas and Hoffman, 1977
بادمجان (Eggplant)	1.2	6.9	8.67	Maas and Hoffman, 1977
فلفل (Orange)	1.5	14	4.77	Maas and Hoffman, 1977
خرما (Dates)	2.7	5.05	12.60	Maas and Hoffman, 1977
پسته (Pistachio)	6.50	8.40	12.45	Maas and Hoffman, 1977

*: در تمامی محصولات مبنای اعلام گزارش ها بر اساس تغییرات عملکرد میوه بوده است

بررسی سطح زیر کشت، تولید، عملکرد و گسترش شوری در مهم ترین محصولات باغی کشور پسته

میزان سطح زیر کشت درختان بارور پسته در کشور بیش از ۵۹۹ هزار هکتار با میزان تولید ۴۳۹ هزار تن و میانگین عملکرد ۷۳۲ کیلوگرم در هکتار است. در این میان، بیشترین سطح زیر کشت مربوط به استان کرمان (۲۷۱۳۴۴ هکتار) و پس از آن استان های خراسان رضوی (۱۱۴۱۵۰ هکتار) و یزد (۵۹۴۲۳ هکتار)، است (Agricultural Statistics of Iran, 2023). همان طور که در بالا توضیح داده شد، میانگین شوری منابع آب

زیرزمینی کشاورزی در مهم ترین استان های تولید پسته در کشور (کرمان، خراسان رضوی و یزد) از عدد میانگین بیشتر است. متوسط شوری آب چاه های کشاورزی در استان های کرمان، خراسان رضوی و یزد به ترتیب ۲/۲ و ۵/۲ دسی زیمنس بر متر است. از طرفی بیان گردید که آستانه تحمل به شوری برای درختان پسته ۴/۵ الی ۶/۵ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است و در شوری های بالاتر از آن تحت تنش شوری قرار می گیرد. حال آنکه در این استان ها به طور معمول پسته کاری ها معمولاً در نقاطی با آب و خاک شور واقع شده اند. از سوی دیگر اغلب نقاط پسته کاری در مناطقی واقع شده اند که در سال های اخیر با خشک سالی

مواجهه بوده که منجر به افزایش روند شوری نیز شده است. به عنوان مثال مناطقی مانند دهشیر در استان یزد و یا سیرجان در استان کرمان که از مناطق اصلی کشت و کار پسته در این دو استان می باشند، میزان افزایش شوری در این آبخوان ها در طی دو دهه اخیر بیش از چهار دسی زیمنس بر متر بوده است. لذا هر چند از پسته می توان به عنوان متحمل ترین محصول باغی به شوری نام برد، اما معمولاً کشت و کار آن نیز در نقاطی است که با شوری های شدید آب و خاک مواجه هستند (مانند منطقه بهادران یزد با شوری آب آبیاری تا ۱۶ دسی زیمنس بر متر، دشت اردکان با شوری ها آب آبیاری تا ۲۲ دسی زیمنس بر متر، شهرستان انار با شوری آب آبیاری تا ۱۸ دسی زیمنس بر متر، رفسنجان با شوری آب آبیاری تا ۲۰ دسی زیمنس بر متر، سیرجان با شوری آب آبیاری تا ۱۲ دسی زیمنس بر متر و یا فردوس با شوری خاک تا ۱۴ دسی زیمنس بر متر). لذا علاوه بر اصلاحات باغات از طریق سرشاخه کاری و کاربرد ارقام متحمل به خشکی و شوری فعلی و مدیریت باغات تحت تنش، دستیابی به ارقام و پایه های متحمل به خشکی، شوری و گرما با نیاز سرمایی پایین و ترویج مدیریت نوین باغات پسته در شرایط شور می تواند جزء برنامه های آینده تحقیقاتی در حوزه درختان پسته باشد. از پایه های متحمل به شوری پسته می توان به اکبری، بادامی زرنند، قزوینی و از ارقام متحمل به شوری می توان به رقم های اکبری و احمد آقایی اشاره نمود (Momenpour and Imani, 2018; Karimi and Hasanpour, 2014).

انگور

میزان تولید انگور در کشور در حدود سه میلیون تن (معادل ۱۱/۷۳ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی) است که استان های فارس با سهم ۱۵/۴۶ درصدی، قزوین با سهم ۱۱/۴۳ درصدی، مرکزی با سهم ۹/۷۹ درصدی، خراسان رضوی با سهم ۹/۵۲ درصدی و همدان با سهم ۹/۴۰ درصدی در رتبه های اول تا پنجم تولیدکنندگان انگور کشور قرار دارند. این پنج استان جمعاً

در حدود ۵۵/۶۰ درصد از کل انگور کشور را تولید می کنند (Agricultural Statistics of Iran, 2023). با توجه به نقشه شوری خاک های کشور و گسترش شوری از مناطق جنوبی کشور به سمت مرکز و عرض های بالاتر و تغییرات اقلیمی پیش آمده در حوزه دریاچه ارومیه، قسمت هایی از انگورکاری ها استان فارس (نیریز و استهبان با شوری آب آبیاری تا ۵/۲ و ۶ دسی زیمنس بر متر)، مناطق جنوبی استان قزوین (بوئین زهرا با شوری آب آبیاری تا شش دسی- زیمنس بر متر)، برخی از مناطق جنوبی و شرقی استان خراسان رضوی (سبزوار، تربت جام، کاشمر و تربت حیدریه با شوری آب آبیاری تا پنج دسی زیمنس بر متر)، در استان مرکزی (مناطق جنوبی و جنوب شرقی ساوه ویژه در حاشیه کویر میقان تا شوری ۵/۸ دسی زیمنس بر متر آب آبیاری، بخش رستاق در شهرستان خمین با شوری آب آبیاری تا پنج دسی زیمنس بر متر)، استان همدان (حاشیه رودخانه قره چای در همدان تا شوری آب آبیاری ۳/۸ دسی زیمنس بر متر) در استان آذربایجان شرقی (مناطق جنوبی شهرستان میانه با شوری آب آبیاری تا پنج دسی- زیمنس بر متر) و در استان آذربایجان غربی (نواحی شمالی سلماس و دشت مهاباد با شوری آب آبیاری به ترتیب تا ۵/۵ و ۵ دسی زیمنس بر متر) و در استان اصفهان (حاشیه کویر در منطقه ابوزیدآباد شهرستان کاشان با شوری آب آبیاری تا ۶/۲ دسی زیمنس بر متر)، درگیر تنش شوری هستند. آستانه تحمل به شوری درختان انگور به میزان ۱/۵ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است و کاهش ۵۰ درصدی عملکرد آن در شوری ۶/۷ دسی زیمنس بر متر مشاهده می شود (Maas and Hoffman, 1977). پس حتی شوری های بالاتر از دو دسی زیمنس بر متر نیز در ارقام معمولی انگور موجب کاهش عملکرد و کیفیت آن می شود. بر اساس گزارش ها موجود، رقم انگور بی دانه سفید نسبت به شوری متحمل تر از ارقام دیگر شناسایی شده است (Dolati Baneh et al., 2017)؛ و یا در گزارش دیگری رقم شاهانی متحمل به شوری تشخیص داده شده است. همچنین در تحقیقات دیگری ژنوتیپ هایی به عنوان پایه

شناسایی شده‌اند که قابلیت تحمل به شوری تا پنج دسی-زیمنس بر متر را دارند (Ebadi et al., 2023). تمامی کارهای انجام شده متأسفانه در شرایط گلدانی و نونهالی بوده و برای اعلام نظر نهایی در ارتباط با میزان تحمل واقعی به شوری ارقام و یا نقش پایه‌ها بر روی کمیت و کیفیت میوه تولیدی در شرایط شور نیاز است که تحقیقات بر روی درختان بارده انجام پذیرد تا از نتیجه آن اطمینان حاصل گردد.

خرما

میزان تولید خرما در کشور در حدود ۱/۳۷ میلیون تن (معادل ۶/۷۶ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی) است. استان‌های فارس با سهم ۲۱/۳۰ درصدی، خوزستان با سهم ۱۸/۲۸ درصدی، سیستان و بلوچستان با سهم ۱۶/۷۰ درصدی، کرمان با سهم ۱۴/۱۷ درصدی و بوشهر با سهم ۱۰/۷۲ درصدی در رتبه‌های اول تا پنجم تولیدکنندگان خرما کشور قرار دارند. این پنج استان جمعاً در حدود ۸۱/۱۸ درصد از کل تولید خرما کشور را تولید می‌کنند (Agricultural Statistics of Iran, 2023). از چالش‌های مهم در نخیالت کشور، وجود باغ‌های مسن و فرسوده، همراه با ارقام قدیمی، غیراقتصادی و با عملکرد پائین است که انجام عملیات به‌باغی در این باغ‌ها برای دستیابی به محصول اقتصادی چندان میسر نیست. اصلاح باغ‌های مسن، فرسوده و کم بازده که مخلوطی از ارقام مختلف و غیرتجاری است و جایگزینی این ارقام با ارقام تجاری که دارای میوه نیمه‌خشک نظیر مجول و پیارم است، ضروری است. تا بدین ترتیب بتوان عملکرد اقتصادی و بیولوژیک را در سطح نخیالت افزایش داد (Zargari, 2022). کیفیت پایین میوه خرما تولیدی در کشور به دلیل عواملی چون استفاده از ارقام نامناسب، مدیریت نامطلوب نخلستان، انواع تنش‌های محیطی مانند شوری و خشکی و گرما و گرد و غبار، شیوه نامناسب برداشت و حمل و نقل، شیوه نامناسب فرآوری و بسته‌بندی، نبود استاندارد کیفی ارقام، کمبود انبارها و سردخانه، عدم استاندارد بهداشت و عدم فرآیند

کنترل کیفی و ضعف قوانین در زمینه مقررات و موازین بهداشتی در هنگام برداشت و پس از برداشت و عدم وجود قوانین و مقررات جامع در جهت ارتقای سطح بهداشتی خرما صادراتی و نحوه بسته‌بندی آن مطابق با معیارهای بهداشتی اتحادیه اروپا و جهان است (Zargari, 2022). حدود ۳۰ درصد از خرما تولیدشده کشور به علت نامرغوب بودن و نداشتن ظاهری بازارپسند جذب بازار مصرف نمی‌شود. از جمله چالش‌های محیطی که به‌ویژه در سال‌های اخیر کمیت و کیفیت اغلب محصولات کشاورزی از جمله خرما را تحت تأثیر قرار داده است، پدیده‌های خشک‌سالی و ریزگردهاست. معضل کم‌آبی و خشک‌سالی و تغییر کیفیت آب‌های آبیاری در سال‌های اخیر همه محصولات کشاورزی از جمله خرما را تحت تأثیر قرار داده است. شورشدن آب نقش اساسی در کاهش کمیت و کیفیت خرما در مناطق خرماخیز داشته است (Zargari, 2022). از میان تمام محصولات گلخانه‌ای و درختان میوه تنها درختان خرما و پسته قابلیت تولید عملکرد در شوری‌های بالاتر را دارند. به طوریکه آستانه تحمل به شوری برای درختان خرما ۲/۵ و ۶/۵ و شیب کاهش عملکرد آن‌ها به ازای افزایش هر واحد شوری به ترتیب ۵/۰۵ درصد گزارش شده است به‌طوریکه در سطح شوری ۱۲/۴۰ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۵۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (Maas and Hoffman, 1977). چنانچه به نقشه شوری آب‌و‌خاک در کشور رجوع گردد، مشاهده می‌شود عمده تولید خرما در استان‌هایی انجام می‌گیرد که اغلب نقاط آن‌ها درگیر با آب‌و‌خاک شور هستند به‌طوریکه میانگین شوری آب در استانی مانند بوشهر بیش از پنج دسی‌زیمنس بر متر و در استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان به ترتیب بیش از ۳ و ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر است. در استان خوزستان نیز اغلب تولید خرما مرتبط با قسمت‌های جنوبی استان است که دارای آب‌و‌خاک شور می‌باشند. از عمده مناطق تولید خرما در استان فارس که دارای مشکل شوری آب‌و‌خاک می‌باشند می‌توان به (لار و جهرم با شوری آب آبیاری تا نه دسی‌زیمنس بر متر)، در استان خوزستان

(آبادان، شادگان و خرمشهر با شوری آب و خاک تا ۱۲ دسی زیمنس بر متر)، در استان سیستان و بلوچستان (ایران شهر با شوری آب و خاک تا ۱۵ دسی زیمنس بر متر)، در استان کرمان (جیرفت، کهنوج و رودبار جنوب با شوری آب و خاک تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر) و در استان بوشهر (دشتستان و تنگستان با شوری آب آبیاری تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر)، اشاره کرد. این گزارش ها حاکی از آن است که اغلب نخیلات در کشور در معرض تنش شوری هستند. همچنین گزارش های موجود حاکی از آن است که حدود ۷۱ درصد اراضی نخلستان های کشور با روش های آبیاری سطحی نظیر روش های کرتی، نواری، شیاری، تشتکی و جزر و مدی آبیاری می شوند (Zargari, 2022). از آنجا که بخش قابل توجه از منابع آب و خاک کشور در حال شور شدن است و تعیین نیاز آبی برای درختان نخل معمولاً در شرایط غیر شور محاسبه شده است، ضروری است تا میزان نیاز آبی در روش های مختلف آبیاری با در نظر گرفتن مسئله شوری تعیین شود و برای مناطق با آب و خاک شور به کار رود.

سیب و گردو

سیب بیشترین میزان تولید از بین محصولات باغی با میزان تولید حدود ۴/۰۱ میلیون تن و سهم ۱۵/۶۶ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی را به خود اختصاص داده است که استان های آذربایجان غربی با سهم ۳۲/۹۳ درصد، آذربایجان شرقی با سهم ۱۲/۹۷ درصد، فارس با سهم ۸/۸۸ درصد، تهران با سهم ۸/۰۱ درصدی و همدان با سهم ۵/۵۵ درصدی در رتبه های اول تا پنجم تولیدکنندگان سیب کشور قرار داشته اند. این پنج استان جمعاً در حدود ۶۸/۳۳ درصد از کل تولید سیب کشور در سال ۱۴۰۲ را تولید کرده اند. همچنین بیشترین میزان سطح زیر کشت گردو به ترتیب مربوط به استان های همدان، آذربایجان شرقی، کرمان، لرستان و کردستان است (Agricultural Statistics of Iran, 2023). معمولاً تولید درختان سیب و گردو در نقاط مرتفع و در دامنه های

کوه ها انجام می گیرد که کمتر در معرض شوری هستند و بر اساس نقشه شوری خاک کشور، مناطق شمال غربی، همچنین اراضی کشاورزی واقع در دامنه های زاگرس، بیشتر در کلاس بدون شوری (هدایت الکتریکی کمتر از دو دسی زیمنس بر متر) قرار دارند (Saadat et al., 2023). اما این مورد نباید موجب غفلت در تحقیقات در زمینه تنش های محیطی گردد چرا که کارهای اصلاحی معمولاً زمان بر بوده و تغییرات اقلیمی (گرما، خشکی به همراه کاهش کیفیت آب) در حال رخ دادن است. به همین دلیل در این مورد تحقیقاتی در سایر کشورهای دنیا انجام شده است به طوریکه پایه زومی به عنوان یک پایه نیمه متحمل به شوری با آستانه سه دسی زیمنس بر متر معرفی شده است (Zhou et al., 2008; Li et al., 2013). به عنوان مثال شهرستان بردسیر که از مناطق اصلی کشت و کار گردو در استان کرمان است با مشکل گسترش شوری و شور شدن آب و خاک مواجه است. همچنین مناطق تحت کشت سیب در حاشیه دریاچه ارومیه مانند میاندوآب در استان آذربایجان غربی و بخش هایی از شهرستان نجف آباد و فلاورجان در معرض تنش شوری قرار گرفته اند.

پرتقال (مرکبات)

میزان تولید پرتقال در کشور ۳/۷۷ میلیون تن (معادل ۱۴/۷۲ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی) است که استان های مازندران با سهم ۶۸/۹۷ درصدی، فارس با سهم ۹/۰۷ درصدی، جنوب استان کرمان با سهم ۷/۸۶ درصدی، گیلان با سهم ۶/۲۵ درصدی و گلستان با سهم ۳/۰۱ درصدی در رتبه های اول تا پنجم تولیدکنندگان پرتقال کشور قرار دارند. این پنج استان جمعاً در حدود ۹۵/۱۵ درصد از کل تولید پرتقال کشور را تولید می کنند (Agricultural Statistics of Iran, 2023). میزان شوری آب آبیاری در اغلب نقاط استان مازندران ۰/۷ الی ۱/۵ دسی زیمنس بر متر است اما در بخش هایی از این استان مانند سواحل بابلسر، برخی از قسمت های کیا کلا، بیشتر قسمت های شمالی بهمنیر، جویبار، میانکاله، برخی مناطق

آب آبیاری تا ۴/۵ دسی زیمنس بر متر)، استان چهارمحال و بختیاری (لردگان با شوری آب آبیاری تا ۴/۵ دسی زیمنس بر متر)، آذربایجان شرقی (حاشیه دریاچه ارومیه از توابع شهرستان‌های هریس و مراغه با شوری آب آبیاری تا ۴/۵ دسی زیمنس بر متر)، درگیر با تنش شوری هستند. گزارش‌هایی در زمینه تحمل به شوری ارقام و پایه‌های بادام وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیقات (Momenpour et al., 2015a; Momenpour et al., 2015b; Momenpour et al., 2018)، اشاره کرد. در این تحقیقات پایه GF677، رقم‌های آذر، سهند، شکوفه، شاهرود ۱۲ و ژنوتیپ ۱-۲۵ متحمل به شوری تشخیص داده شده‌اند و توانایی تحمل شوری تا چهار دسی زیمنس بر متر را دارند. لذا مناطقی که دارای شوری بیشتر از چهار دسی زیمنس بر متر می‌باشند، جزء مناطق بحرانی برای کشت بادام محسوب شده و در خطر نابودی در آینده قرار خواهند گرفت و استفاده از ارقام متحمل، پایه‌های متحمل، تعویض ارقام محلی با ارقام متحمل‌تر و راهکارهای مدیریتی الزام‌آور است.

انار

سطح زیر کشت باغات انار در کشور ۹۰۶۵۲ هکتار گزارش شده است. بیشترین سطح زیر کشت انار در کشور به‌ترتیب در استان‌های فارس (۲۶۰۶۵ هکتار)، مرکزی (۱۲۲۳۴ هکتار)، اصفهان (۷۸۶۰ هکتار)، یزد (۷۱۸۸ هکتار) و خراسان رضوی (۴۷۸۲ هکتار)، مشاهده می‌شود (Agricultural Statistics of Iran, 2023). بر اساس وضعیت موجود، محصول انار نیز همانند سایر درختان میوه درگیر تنش شوری و خشکی است. از مهم‌ترین مناطق تولید انار که با توجه به شرایط اقلیمی پیش‌آمده درگیر تنش شوری هستند، می‌توان به دشت بختگان از توابع شهرستان نیریز و منطقه رونیز از توابع شهرستان استهبان در استان فارس اشاره نمود که شوری آب‌وخاک در این مناطق به‌ترتیب به هفت و شش دسی-زیمنس بر متر افزایش یافته است. میزان شوری آب آبیاری

گهر باران ساری و بهشهر، شوری آب آبیاری به چهار دسی-زیمنس بر متر نیز می‌رسد. مشکل شوری در مناطق جنوبی استان‌های فارس (مانند داراب و جهرم) نیز معمولاً دیده می‌شود و بسیار حادث‌تر از شمال کشور است. میزان شوری آب آبیاری در این دو منطقه به ترتیب تا ۴/۸ و ۵/۸ دسی-زیمنس بر متر نیز گزارش شده است. با توجه به آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری در مرکبات از جمله پرتقال (به‌ترتیب ۱/۳ دسی-زیمنس بر متر و ۱۳ درصد) و کاهش عملکرد ۵۰ درصدی آن در شوری حدود ۵/۱۴ دسی-زیمنس بر متر (Mass, 1993)، راه‌های تحمل به شوری در این محصول استراتژیک کشور از طریق دستیابی به پایه‌ها و ارقام متحمل به شوری و یا روش‌های مدیریتی بسیار اهمیت دارد. به‌طورکلی تحمل پایه‌های مرکبات به شوری به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

از متحمل‌ترین به حساس‌ترین پایه شامل ۱- کلئوپاتراماندرین، ۲-نارنج، ۳-پرتقال، ۴-سوینگسیترملو، ۵-کاریزوسیترنج و ۶-رافلمون. البته این ترتیب با توجه به یون عامل شوری و ویژگی‌های اقلیمی تا حدودی می‌تواند تغییر کند. همچنین، معمولاً تحمل درختان گریپ‌فروت به شوری کمتر از درختان پرتقال است (Sykes, 2011; Mass, 1993).

بادام

میزان سطح زیر کشت بادام در کشور ۱۴۸۶۴۹ هکتار گزارش شده است. بیشترین سطح زیر کشت مربوط به استان‌های فارس (۲۷۶۴۶ هکتار)، چهارمحال و بختیاری (۲۱۳۳۰ هکتار) و خراسان رضوی (۲۰۳۸۴) است. این سه استان در مجموع بیش از ۴۶ درصد از باغات بادام را به خود اختصاص داده‌اند (Agricultural Statistics of Iran, 2023). با توجه به نقشه شوری آب‌وخاک کشور و گسترش آن، قسمت‌هایی از بادام کاری‌های استان فارس (نیریز و استهبان با شوری آب آبیاری تا پنج دسی-زیمنس بر متر)، استان خراسان رضوی (سبزوار و نیشابور با شوری

در دشت ساوه و منطقه نوبران و خرقان از توابع شهرستان زرنديه در استان مرکزی تا حدود پنج دسی زیمنس بر متر گزارش شده است. همچنین میزان شوری آب آبیاری در برخی از مناطق چوپانان، عقدا، ندوشن، بفروئیه از توابع شهرستان های اردکان و میبد در استان یزد به حدود شش الی هفت دسی زیمنس بر متر افزایش یافته است. یکی از مناطق عمده کشت انار در استان اصفهان منطقه ابوزیدآباد از توابع شهرستان کاشان است که شوری آب آبیاری آن تا حدود شش دسی زیمنس بر متر گزارش شده است. در ضمن بایستی به این نکته توجه داشت که علاوه بر مسئله گسترش شوری در مناطق انار کاری، معمولاً دمای هوا نیز در سال های اخیر افزایش یافته و سطح آب های زیرزمینی کاهش یافته است که تمامی این عوامل در کنار یکدیگر منجر به کاهش کیفیت میوه انار شده است. از ارقام متحمل به شوری انار می توان به رقم رباب نیریز و ملس یزدی از ارقام حساس می توان به رقم ملس ساوه اشاره نمود (Momenpour et al., 2022). با توجه به تغییرات اقلیمی پیش آمده، در درختان انار نیز همانند سایر درختان میوه نیاز به کاربرد پایه های متحمل به شوری است تا با کاربرد یک ترکیب پایه و پیوندک متحمل به شوری، موجب افزایش عملکرد و کیفیت میوه در شرایط شور شوند. از پایه هایی متحمل به شوری شناسایی شده، می توان به نرک لاسجرد سمنان، چاه افضل و وحشی بابل سر اشاره نمود (Momenpour et al., 2020) که همچنان تحقیقات بر روی آن ها ادامه دارد. همچنین در تحقیقات آینده و با توجه به تغییرات اقلیمی پیش رو (تنش های محیطی مانند گرما، خشکی و شوری)، می بایست اقدام به کشت ارقام متحمل به انواع تنش های محیطی در مناطق دیگر کشور (معتدل تا معتدله گرم) نمود و سازگاری آن ها را در این مناطق مورد بررسی قرار داد.

زیتون

سطح زیر کشت باغات زیتون در کشور ۵۵۲۶۳ هکتار گزارش شده است. بیشترین سطح زیر کشت زیتون

در کشور به ترتیب در استان های زنجان (۱۵۹۱۶ هکتار)، گیلان (۹۳۵۰ هکتار)، قزوین (۸۱۵۱ هکتار)، فارس (۶۱۴۸ هکتار)، سمنان (۳۲۵۲ هکتار) و گلستان (۳۹۴۷ هکتار)، مشاهده می شود (Agricultural Statistics of Iran, 2023). بر اساس وضعیت کنونی شوری آب و خاک، در قسمت هایی از استان گلستان مانند حاشیه رودخانه چهل چای و دشت اینچه برون از توابع شهرستان علی آباد، بخشی از دشت گرگان، مناطقی شرقی کردکوی، بخشی از شهرستان گنبدکاووس دارای شوری آب آبیاری تا پنج دسی زیمنس بر متر است. نکته دیگری که در ارتباط با شوری خاک در این استان حائز اهمیت است، بالا بودن سطح آب های زیرزمینی است به طوری که سطح آب های زیرزمینی در برخی مناطق به حدود ۱/۵ متر نیز می رسد و موجب تشدید شوری می شود. لذا در مدیریت شوری در این مناطق می بایست به این نکته توجه نمود. میزان شوری آب و خاک در بخش ایوانکی از توابع شهرستان گرمسار در استان سمنان و بخش هایی از شهرستان ممسنی و دشت کربال در استان فارس تا شش دسی زیمنس بر متر گزارش شده است. از ارقام متحمل به شوری زیتون می توان به ارقام زرد روغنی و دزفولی و پایه های متحمل به شوری می توان به پایه بذری معمولی و سیلوستری اشاره نمود (Azimi et al., 2021).

محصولات گلخانه ای

پنج محصول اصلی گلخانه ای کشور به ترتیب شامل خیار، گوجه، فلفل، بادمجان و کاهو است. از میان کشت های گلخانه ای رایج، بیشترین میزان تولید مربوط به خیار (۱/۹۱ میلیون تن معادل ۷/۴۶ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی) است. استان های تهران با سهم ۴۸/۵۳ درصدی، یزد با سهم ۱۸/۶۸ درصدی، جنوب استان کرمان با سهم ۱۸/۰۴ درصدی، اصفهان با سهم ۲/۷۶ درصدی و سیستان و بلوچستان با سهم ۱/۸۲ درصدی در رتبه های اول تا پنجم تولیدکنندگان خیار گلخانه ای کشور جای گرفته اند. این پنج استان جمعاً در حدود ۹۰/۰۱ درصد از کل تولید خیار گلخانه ای کشور را تأمین می نمایند

گل و گیاهان زینتی و فضای سبز

بهترین راه برای جلوگیری از آسیب‌های شوری در گیاهان کشت‌شده در پارک‌ها و فضای سبز، آزمایش میزان شوری آب، خاک و استفاده از گونه و ارقام متحمل به شوری در منطقه است. برای این کار بهتر است از ارقام گیاهی که در شرایط مشابه کشت‌شده است و یا از گیاهانی که تحمل آن‌ها به شوری طی آزمایش‌ها مختلف تأیید شده است، استفاده نمود. بهره‌گیری از افراد متخصص در خصوص انتخاب گیاه مورد نظر در منطقه می‌تواند در کاهش خسارت‌های ناشی از شوری آب یا خاک در آینده کاسته و جذابیت فضای سبز را برای بهره‌برداران افزایش دهد. درختان و درختچه‌های زینتی، گل‌های فصلی و یک-ساله و چندساله بر اساس میزان تحمل به شوری در سه دسته حساس (شوری‌های کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر)، نیمه متحمل (شوری‌های چهار تا هشت دسی‌زیمنس بر متر) و متحمل (شوری‌های بیش از هشت دسی‌زیمنس بر متر)، تقسیم‌بندی شده‌اند. بر اساس این طبقه‌بندی درختانی همچون سرو لیلاندا، سنجد، اکالیپتوس، کاج تهران، کهور جنگلی، نارون پاکوتاه و درختچه‌هایی مانند بوته قطران، گل فشارسنج، جوجویا قابلیت تحمل شوری-های بالای هشت دسی‌زیمنس بر متر را دارا هستند. همچنین از میان گیاهان یک‌ساله و چندساله زینتی، آگاو، درمنه، دم‌روباهی، گل ناز، ناز فرانسوی، زنبق آفریقایی، گل نخود، اطلسی و گل نار آفتابی می‌تواند شوری‌های بالای هشت دسی‌زیمنس بر متر را تحمل نمایند (Niu and Rodriguez, 2006; Zollinger et al., 2007). در آینده‌پژوهی و تحقیقات آینده در زمینه درختان و درختچه-های مناسب برای فضای سبز با توجه به تغییرات اقلیمی پیش رو که منجر به افزایش دما، کاهش بارندگی و افزایش شوری آب‌وخاک شده است، بایستی به دنبال دستیابی به درختان و درختچه‌هایی بود که علاوه بر تحمل به شوری بالا، قابلیت تحمل خشکی و دماهای بالا (تحمل گرمایی) را دارا باشد.

(Agricultural Statistics of Iran, 2023). مقادیر مجاز شوری آب آبیاری برای خیار گلخانه‌ای به شرح زیر اعلام شده است: شوری کمتر از یک دسی‌زیمنس بر متر: بسیار خوب، شوری بین یک تا دو دسی‌زیمنس بر متر: خوب، شوری بین دو الی سه دسی‌زیمنس بر متر: کمی زیاد، شوری بین سه الی چهار دسی‌زیمنس بر متر: زیاد و شوری بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر: غیرقابل قبول است. موارد ذکرشده کاملاً مرتبط با آستانه تحمل به شوری ذکرشده برای خیار گلخانه‌ای و شیب کاهش عملکرد آن به ازای افزایش هر واحد شوری است به‌طوری‌که در شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر در حدود ۳۵ درصد از عملکرد گیاه کاسته می‌شود (Mass, 1993; Mass and Hoffman, 1977). در آینده‌پژوهی و تحقیقات آینده در ارتباط با محصولات گلخانه‌ای می‌بایست به موارد زیر توجه نمود. چنانچه میزان شوری آب آبیاری در این گلخانه‌ها به بیش از آستانه تحمل به شوری محصولات گلخانه‌ای و تولید اقتصادی در گلخانه‌ها افزایش یافت، می‌توان در گلخانه‌های احداث‌شده از کشت‌های جایگزین استفاده نمود، چنانچه شوری آب آبیاری بیش از ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر باشد، کشت توت‌فرنگی غیراقتصادی بوده و می‌توان از کشت‌های دیگر گلخانه‌ای مانند کاهو، کاهو فرانسوی، فلفل و خیار تا شوری دو دسی‌زیمنس بر متر استفاده نمود و چنانچه شوری آب آبیاری در حدود سه دسی‌زیمنس بر متر باشد، می‌توان اقدام به کشت محصولاتی مانند بی بی اسفناج، گوجه‌فرنگی و بادمجان کرد و چنانچه شوری به بیش از سه دسی‌زیمنس بر متر رسید، دو راهکار پیشنهاد می‌گردد: یا می‌بایست از ترکیب‌های پیوندی و پایه-های متحمل به شوری برای کشت‌هایی همچون خیار و گوجه استفاده نمود (با در نظر گرفتن مزیت‌های اقتصادی) و یا با سایر کشت‌های دیگر از جمله تولید متراکم علوفه-های پر محصول و متحمل به شوری و یا درختان میوه نیمه متحمل به شوری همانند انگور (با توجه به شرایط اقلیمی و سایر فاکتورهای مورد نیاز جهت تولید) جایگزین گردد.

روش‌های مدیریت تنش شوری

راهکارهای مدیریت شوری، به مسئله کنترل شوری خاک در مزارع فاریاب برای جلوگیری از بروز خسارت جدی به گیاه و عملکرد مزرعه می‌پردازند. بهینه‌سازی سامانه آبیاری و زهکشی مزرعه، مدیریت کسر آبشویی، اصلاح نفوذپذیری خاک و اقدامات مناسب به‌زراعی و به‌نژادی از مهم‌ترین روش‌های مدیریت و کنترل شوری خاک و افزایش تحمل به شوری در باغات فاریاب محسوب می‌شوند که هر یک به‌صورت جداگانه شرح داده شده‌اند.

اعمال نیاز آبشویی

به‌عنوان یک اصل برگرفته از قانون بقای جرم، استفاده از آب‌های شور (با هر میزان شوری) برای عملیات آبیاری یک مزرعه، منجر به تجمع شوری در خاک آن مزرعه خواهد شد. همان‌طور که اشاره شد، از آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی، بالغ بر ۱/۹ میلیارد مترمکعب از این آب‌ها دارای شوری بالای هشت دسی زیمنس بر متر هستند که در حال حاضر به مصرف کشاورزی می‌رسند (Mass, 1990). اگر شوری آب آبیاری حدود ۱۵/۸۳ دسی زیمنس بر متر باشد، میزان املاح جامد در هر لیتر به این ترتیب بدست می‌آید (معادله ۲):

جدول ۲- فاکتور غلظت (c) برای تخمین میزان شوری عصاره اشباع خاک (ECe) با توجه به جزء آبشویی و شوری آب آبیاری (Ayers and Westcot, 1985)

Table 1- Concentration factor (c) for estimating soil saturation extract salinity (ECe) based on leaching fraction and irrigation water salinity

فاکتور غلظت Concentration factor (C)	جزء آبشویی Leaching fraction (LF)	فاکتور غلظت Concentration factor (C)	جزء آبشویی Leaching fraction (LF)
0.9	0.4	3.2	0.05
0.8	0.5	2.1	0.1
0.7	0.6	1.6	0.15
0.6	0.7	1.3	0.20
0.6	0.8	1.2	0.25
		1	0.30

پس از آبیاری ضمن عبور از ناحیه ریشه، املاح موجود در این ناحیه را شستشو و به اعماق پایین‌تر هدایت می‌نماید.

جزء یا کسر آبشویی (LF) طبق تعریف، بخشی از کل آب مصرفی است که مازاد بر نیاز آبی گیاه بوده و

$$TDS = 15.83 \times 800 = 12664 \text{ mg/L} \quad (2)$$

بنابراین، در هر لیتر از این آب حدود ۱۳۰۰۰ میلی‌گرم (۱۳ گرم) نمک جامد وجود دارد. به عبارت دیگر در هر مترمکعب آب، ۱۳ کیلوگرم نمک وجود دارد. بنابراین، در صورتی که برای آبیاری یک هکتار در هر سال ۱۰۰۰۰ مترمکعب از این آب استفاده شود، میزان نمک موجود در این حجم از آب حدود ۱۳۰۰۰۰ کیلوگرم و یا به عبارتی ۱۳۰ تن خواهد بود. با توجه به شوری آب آبیاری، بایستی مقداری آب مازاد بر نیاز گیاه (نیاز آبشویی) هم تأمین و به مزرعه داده شود تا شوری خاک در دامنه مورد نظر قرار بگیرد؛ بطوریکه در صورت عدم مدیریت آبشویی و هدایت املاح به خارج از ناحیه ریشه، شوری آب آبیاری می‌تواند باعث بروز مشکلات شوری در مزرعه و نهایتاً افت تولید و خسارت به بهره‌بردار گردد (Mass, 1996).

در جدول ۲، فاکتور غلظت (c) برای تخمین میزان شوری عصاره اشباع خاک (ECe) با توجه به جزء آبشویی و شوری آب آبیاری آمده است. به‌عنوان مثال زمانی که جزء آبشویی ۳۰ درصد در نظر گرفته شود، شوری عصاره اشباع خاک معادل شوری آب آبیاری است (جدول ۱).

یکنواختی توزیع آب، متأسفانه باید مقدار حداقلی آب به کار رود که این حداقل ممکن است بیش از برداشت آب توسط تبخیر-تعرق گیاه باشد و بدین ترتیب منجر به افزایش میزان جریان زهکشی به مقدار غیرضروری گردد. همچنین در تحقیقات دیگری بررسی الگوی جریان آب و توزیع املاح در سامانه آبیاری جوی و پشته‌ای بررسی و نشان داده شده است که بیشترین تجمع املاح بر روی پشته اتفاق می‌افتد و به همین دلیل کاشت بر روی پشته می‌تواند موجب صدمه شوری به گیاه شود. در مورد سامانه‌های آبیاری موضعی (سطحی و زیرسطحی)، شرایط به‌گونه‌ای است کمترین تجمع املاح در خاک اطراف گسیلنده‌ها و بیشترین تجمع املاح در حاشیه پیاز رطوبتی در مرز بین رطوبت و خشکی خاک رخ می‌دهد. در مقابل، جریان آب و توزیع املاح در سامانه‌های آبیاری غرقابی و بارانی به صورتی است که با نفوذ آب آبیاری در خاک، املاح نیز به افق‌های زیرین خاک هدایت می‌شوند (Chen et al., 2024; Rahimian et al., 2013).

به‌کارگیری مواد اصلاح‌کننده خاک

علاوه بر خطرات شوری در اراضی فاریاب که ناشی از حضور انواع یون‌ها در آب آبیاری و انتقال آن‌ها به محلول خاک از طریق عملیات آبیاری است، نسبت یون‌های موجود در آب آبیاری و محلول خاک (نظیر نسبت کلسیم به منیزیم) نیز بر کیفیت و مدیریت شوری مزرعه مؤثرند. چراکه به‌طورمعمول، شورترشدن اراضی همراه با تغییر این نسبت‌ها در محلول خاک است و برهم‌خوردن این نسبت‌ها در خاک، منجر به اثرات سوءتغذیه‌ای و اختلال جذب عناصر غذایی توسط گیاهان می‌شود. دو شاخص مهمی که در تفسیر کیفیت منابع آب و یا محلول خاک می‌بایست مورد توجه قرار گیرند، شامل نسبت جذب سدیم (SAR) یا (نسبت سدیم به مجموع کلسیم و منیزیم) و نسبت کلسیم به منیزیم (Ca:Mg) است. به‌طور مثال، در صورت مشاهده نسبت کلسیم به منیزیم کوچک‌تر از یک در آب آبیاری، علاوه بر امکان اثرات تخریبی درازمدت شوری بر شرایط

در واقع، کسر آبشویی به‌عنوان کلید استفاده موفق و پایدار آب شور در اراضی فاریاب شناخته می‌شود (Van Genuchten and Hoffman, 1984). بنابراین، کنترل و کاهش شوری خاک از طریق مدیریت آبشویی، از مهم‌ترین و مؤثرترین راهکارهای موجود برای تولید مناسب در عرصه‌های زراعی، باغی و علوفه‌ای شور محسوب می‌شود. اهمیت این موضوع در حدی است که حتی در صورت استفاده از سامانه آبیاری موضعی (قطره‌ای) در شرایط شور، امکان فائق آمدن بر مسئله شوری و کنترل شوری خاک از طریق اعمال کسر مناسب آبشویی با این سامانه‌ها نیز وجود دارد.

روش آبیاری

روش آبیاری می‌تواند واکنش گیاه را به شوری تحت تأثیر قرار دهد. بدیهی است آن دسته از روش‌های آبیاری که موجب نگهداری پتانسیل آبی بالاتری در خاک می‌شوند، رشد بهینه گیاه را تضمین خواهند کرد. در این میان، سامانه آبیاری قطره‌ای در مقایسه با دیگر روش‌های آبیاری سطحی و بارانی علاوه بر بهره‌وری بیشتر آب نسبت به آبیاری سطحی، مزیت‌های دیگری را نیز در شرایط شور دارد (Ali and Talukder, 2008). در آبیاری قطره‌ای، الگوی خیس شدگی خاک اطراف قطره‌چکان‌ها پس از آبیاری نشان می‌دهد که مقدار رطوبت خاک در نزدیک قطره‌چکان‌ها بیشترین و در پیرامون سطح خیس شده حداقل است. درحالی‌که شوری خاک زیر قطره‌چکان، جایی که تراکم ریشه بیشتر است، معمولاً کم تا متوسط است و با فاصله گرفتن از قطره‌چکان افزایش می‌یابد و در نزدیکی سطح خاک میزان نمک تحت تأثیر تبخیر بیشتر از عمق است (Dehghanisanij et al., 2006; Hanson, 2012; Li et al., 2024; Chen et al., 2024). آبیاری قطره‌ای، به دلیل دبی ورودی کم و تناوب زیاد، قادر است پتانسیل ماتریک خاک را در منطقه ریشه گیاه بالا نگه دارد و از کاهش پتانسیل اسمزی خاک در اثر خشک شدن تدریجی خاک و در شرایط شور جلوگیری کند (Munns, 2002). در روش‌های آبیاری سطحی، برای دستیابی به

فیزیکی خاک، باید انتظار اثرات نامطلوب آن بر تغذیه گیاه و مختل شدن جذب عناصر غذایی خاک توسط گیاه را نیز داشت (Hanay et al., 2004). از دیدگاه مصرف آب خاک‌های شور نیاز به آب بیشتری نسبت به خاک‌های غیر شور دارند؛ بنابراین بهسازی این خاک‌ها هم از لحاظ حفاظت بهینه منابع آبی کشور و هم بهره‌برداری پایدار از خاک‌های شور حائز اهمیت است (Noshadi and Mehrbi, 2014). اصلاح خاک‌های شور و سدیمی با توجه به ازدیاد جمعیت و محدود بودن منابع خاکی به‌وسیله روش‌های مناسب مانند آبخویی و یا افزودن اصلاحگرهای آلی (Walker and Bernal, 2008) یا شیمیایی (Muraoka and Dos Santos, 2006) امری ضروری است. نتایج کلارک و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که کاربرد گچ به‌عنوان اصلاحگر خاک سدیمی به میزان یک درصد وزنی باعث کاهش درصد سدیم تبدلی به ۱۰/۵ درصد گردید ولی در مقابل سبب افزایش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به میزان چهار تا پنج برابر شد که محدودیت رشد ریزجانداران و کاهش تنفس خاک را به دنبال داشت. خاک‌های شور و سدیمی حاوی مقادیر زیاد آهک در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان گسترش زیادی دارند. در این شرایط آهک خاک می‌تواند به آرامی حل شده و کلسیم مورد نیاز برای اصلاح خاک سدیمی را فراهم کند (Sabagh Tazeh et al., 2021). از آنجایی که انحلال آهک بومی خاک کم است، معمولاً به‌طور هم‌زمان از یک ماده اسیدی یا اسیدزا مثل اسیدسولفوریک و یا مواد آلی استفاده می‌شود (Li and Keren, 2009). قانعی مطلق و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر چند ماده اصلاحی از جمله گچ، اسیدسولفوریک و گوگرد بر روی ویژگی‌های خاک‌های شور-سدیمی پرداختند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که کاربرد گچ و اسیدسولفوریک مقدار کاتیون‌های کلسیم و منیزیم را افزایش و سدیم را کاهش می‌دهد. همچنین برای اصلاح خاک سطحی استفاده اسیدسولفوریک و گچ را پیشنهاد نمودند. حسن تبارشویی و همکاران (۲۰۱۸)، اصلاح خاک شور-سدیمی دارای بافت رسی به‌وسیله کربن

آلی محلول را در منطقه کرفون واقع در استان مازندران مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از آنالیز خاک درون ستون‌های خاک پس از آزمایش آبخویی نشان داد که در تمامی خاک‌های تیمار شده با کربن آلی محلول، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم نسبت به خاک شاهد کاهش یافت که بیشترین میزان کاهش مربوط به خاک‌های تیمار شده با ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر کربن آلی محلول عصاره باگاس بود. دلایان و همکاران (۱۴۰۰) بررسی آزمایشگاهی تأثیر اصلاح‌گرهای آلی بر فرایند آبخویی خاک‌های شور و سدیمی با استفاده از دو اصلاح‌گر آلی پر مرغ و هومات پتاسیم همراه با آبخویی را انجام دادند. نتایج آنان نشان داد که اصلاح‌گر هومات پتاسیم، موجب کاهش K_s ، OC و پر مرغ موجب افزایش CEC و WAS و کاهش ESP خاک گردید. آنان در کل اصلاح‌گر پر مرغ (با درصد وزنی ۰/۷۵) همراه با آبخویی برای اصلاح خاک‌های شور و سدیمی را پیشنهاد دادند. در مجموع نتایج این بخش نشان می‌دهد که یکی از راهکارهای اصلاح خاک و افزایش تحمل گیاهان در برابر شوری و افزایش عملکرد در شرایط شور استفاده از انواع مواد اصلاح‌کننده خاک مانند گچ، گچ مایع، نترات کلسیم، اسید سولفوریک، گوگرد، آب اسیدی به‌جای آب معمولی و انواع مواد آلی مختلف جهت بالابردن میزان مواد آلی خاک است که توصیه به استفاده از هریک از این مواد وابسته به نتایج آزمایش آب‌وخاک و نوع محصول است.

مالچ‌ها و نقش آن‌ها

یکی از راهکارهای مناسب برای حفظ منابع موجود، جلوگیری از تلفات آب است که تبخیر از سطح خاک بخشی از آن است. به‌منظور کاهش تبخیر و حفظ رطوبت به‌مدت طولانی در خاک، استفاده از مالچ در سطح خاک و یا شخم زدن بعد از آبیاری می‌تواند مؤثر واقع گردد. به هر نوع ماده‌ای که به‌عنوان پوشش روی سطح خاک گسترده یا گذاشته می‌شود، مالچ می‌گویند (Mulumba and Lal, 2008). برگ‌های درختان که روی زمین می-

استفاده از ارقام و پایه‌های متحمل

توسعه ارقام و پایه‌های متحمل به شوری با استفاده از روش‌های متداول و یا به نژادی مدرن در مدیریت مؤثر تنش شوری دارای اهمیت بسیار زیادی است. همانند سایر صفات، برای بهبود تحمل تنش شوری نیز تا حد زیادی می‌توان از تنوع ژنتیکی موجود در ژرم پلاسماهای بومی استفاده نمود و یا از طریق دورگ‌گیری بین والدین متحمل به شوری شناسایی شده با داشتن سایر صفات مطلوب دیگر (همانند تحمل به سایر تنش‌های محیطی، عملکرد و کیفیت مناسب میوه و) ایجاد تنوع نموده و از بین آن‌ها گزینش جهت دستیابی به پایه‌ها و ارقام متحمل را انجام داد (Johnson et al., 2024). تاکنون تحقیقات مختلفی در زمینه معرفی پایه‌ها و ارقام مختلف متحمل به شوری در درختان میوه انجام شده است که به برخی از آن‌ها در زیر اشاره شده است: در تحقیقی که توسط مؤمن-پور و همکاران (۲۰۲۰) در جهت دستیابی به پایه‌های متحمل به شوری انجام گردید، ۱۲ ژنوتیپ انار انتخابی (نهال‌های دوساله) از کلکسیون انار (با توجه به شوری خاک محل جمع‌آوری آن‌ها) شامل شیشه‌کپ فردوس، ملس یزدی، ملس ساوه، رباب نیریز، گلنار زیتنی ساوه، گلنار زیتنی سروستان، گلنار زیتنی شهداد، نرک لاسجرد سمنان، وحشی بابلسر، پوست سیاه اردکان، چاه افضل و وشیک ترش سراوان) تحت شوری‌های مختلف مورد ارزیابی و آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر حسب بیوماس افزایش یافته گیاهان در طی دوره اعمال تنش شوری، محاسبه شد. در مجموع نتایج آن‌ها نشان داد، میزان شوری که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان شد، در حدود دو برابر میزان شوری بود که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ژنوتیپ‌های گلنار زیتنی ساوه، گلنار زیتنی سروستان و وشیک ترش سراوان و رقم ملس ساوه شده بود. کاهش ۵۰ درصدی عملکرد در ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان به ترتیب در شوری‌های

ریزند نیز می‌توانند نوعی مالچ محسوب شوند چرا که لایه-ای از مواد آلی ایجاد می‌کنند، از خاک حفاظت می‌کنند و موجب بهبود ساختمان خاک می‌شوند. بعضی از مواعی که برای کاهش تبخیر از سطح خاک به کار می‌روند، از مواد غیر متخلخل مانند کاغذ، قیر، لاتکس، روغن، لایه‌های پلاستیک یا ورقه‌های نازک آهنی ساخته می‌شوند، اما لایه‌های مواد متخلخل به ضخامت ۵ تا ۲۵ میلی‌متر ممکن است تبخیر را به مقدار زیادی کاهش دهند (Jordán et al., 2010). با این وجود در زیر روش‌های جلوگیری از تبخیر از سطح خاک ذکر می‌شود. فواید مالچ بستگی به نوع آن‌ها دارد، ولیکن، به‌طور کلی این فواید عبارت‌اند از:

- ۱-حفاظت از خاک در مقابل فرسایش‌های آبی و بادی
- ۲-جلوگیری از تشکیل سله در سطح خاک و در نتیجه، بهبود نفوذ آب و باران به خاک
- ۳-کاهش تبخیر: خاک برای مدت‌زمان طولانی‌تری مرطوب مانده و نیاز به آبیاری کاهش می‌یابد.
- ۴-مدیریت شوری خاک: به‌ویژه برای کاهش شدت حرکت نمک‌های محلول در آب و رسوب‌گذاری نمک‌ها.
- ۵-تغذیه و حفاظت از جانداران خاکری
- ۶-کاهش رشد علف‌های هرز
- ۷-تعدیل درجه حرارت خاک و جلوگیری از گرم شدن زیاد خاک
- ۸-افزایش میزان ماده آلی خاک و رهاسازی عناصر غذایی برای محصول: به‌ویژه پس از تجزیه مالچ‌های آلی (Mulumba and Lal, 2008; Jordán et al., 2010;) (Feng et al., 2018).

در مجموع می‌توان گفت کاربرد مالچ‌ها در شرایط شور، از طریق کنترل تبخیر سطحی، مدیریت آب قابل‌دسترس (افزایش فواصل و حجم آبیاری در هر مرتبه) و بهبود آبشویی در کاهش خسارات تنش شوری در گیاهان دارای نقش بسزایی است.

عناصر غذایی و نقش آن‌ها

پتاسیم

مکانیسم‌های مختلفی در جهت تحمل شوری وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به توزیع یکنواخت یون‌های نمکی در داخل واکوئل‌های سلول، تجمع متابولیت‌های متعادل‌کننده اسمزی در داخل سیتوپلاسم، قابلیت کاهش جذب کلر یا سدیم توسط ریشه‌ها و عدم انتقال کلر یا سدیم به قسمت‌های هوایی اشاره کرد (Mahajan and Tuteja, 2005). در تحقیقات انجام‌شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها می‌شود، ولی پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها نظیر پپروات‌کیناز مؤثر است (Szczerba et al., 2009; Szczerba et al., 2008). گیاه به‌صورت انتخابی جذب پتاسیم را به سدیم ترجیح می‌دهد ولی در صورت بیشتر بودن غلظت یون سدیم در محلول خاک، کمبود پتاسیم در گیاه قطعی است (Mahajan and Tuteja, 2005). پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش شوری بسیار با اهمیت جلوه می‌کند به‌نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در مقابل سدیم در گیاه در بقای آن در شرایط شوری اساسی است (Mahajan and Tuteja, 2005). برخی گیاهان توانایی این را دارند که سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کرده و از واکوئل‌ها به‌عنوان مخزنی برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند. در همین رابطه گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در حضور کلرید سدیم بهتر حفظ نمایند (Szczerba et al., 2008; Szczerba et al., 2009). پتاسیم نقش مهمی در حفظ سلامتی گیاهان تحت شرایط تنش‌زای محیطی بر ترکیب پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل نقش دارد. پتاسیم برای بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی به داخل منابع مصرف‌کننده،

۲۲/۳۷، ۲۱/۷۴ و ۲۱/۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، مشاهده شد. لذا اساس نتایج فوق، ژنوتیپ‌های چاه افضل، پوست سیاه اردکان و نرک لاسجرد سمنان و وحشی بابلسر جهت انجام آزمایش‌ها و مطالعات تکمیلی و کاشت به‌عنوان پایه در ایستگاه چاه افضل مرکز ملی تحقیقات شوری انتخاب شدند (Momenpour et al., 2020).

به‌منظور ارزیابی تحمل به شوری تعدادی از ارقام پسته، در آزمایشی گلدانی شوری آب آبیاری در پنج سطح شامل (۰ (صفر)، ۲/۴، ۴/۸، ۷/۲ و ۹/۶ گرم در لیتر نمک طبیعی، به ترتیب با هدایت الکتریکی برابر ۰/۵، ۴/۹، ۹/۸، ۱۴/۷۵ و ۱۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر) روی ۱۴ ژنوتیپ پسته (شاه‌پسند، کله قوچی، احمد آقایی، اکبری، ایتالیایی، بادامی - زرنده، قزوینی، سبز پسته توق، خنجری دامغان، جندقی، ابراهیمی، رضایی زودرس، فندوقی ۴۸ و موسی‌آبادی) بررسی و بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ژنوتیپ‌های قزوینی و اکبری به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش شوری انتخاب شدند. این ژنوتیپ‌ها توانست به‌خوبی شوری تا ۷/۲ گرم در لیتر کلرید سدیم (۱۴/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر) را تحمل نمایند (Momenpour and Imani, 2018). مؤمن‌پور و همکاران (۲۰۱۸)، آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد در ۱۱ رقم و ژنوتیپ انتخابی بادام دو ساله پیوند شده روی پایه GF677 را بررسی و گزارش کردند میزان شوری که موجب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در ارقام شاهرود ۱۲، شکوفه و ژنوتیپ ۲۵-۱، می‌شود، به ترتیب ۵/۰۵، ۴/۴۳ و ۳/۵۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به پایه‌های شاهد (بدون پیوند)، بیشتر است (Momenpour et al., 2018). لذا می‌توان گفت یکی از مؤثرترین راهکارها برای بهره‌برداری بهتر از منابع خاک و آب‌شور، شناسایی و انتخاب ارقام، ژنوتیپ‌ها و پایه‌های متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق شور است (Mastrogiannidou, 2016; Momenpour and Imani, 2018; Munns and Tester, 2008; Karimi and Hasanpour, 2014; Szczerba et al., 2009).

تنظیم اسمزی و حفظ فشار تورژسانس، فعالیت آنزیم‌ها، سنتز و انتقال پروتئین‌ها، حرکات روزنه‌ای، انتقال مواد در آوند آبکش، تعادل کاتیون-آنیون و مقاومت به تنش‌ها ضروری است (Szczerba et al., 2009; Szczerba et al., 2008).

نیتروژن

نیتروژن یکی از اجزای تشکیل‌دهنده بسیاری از مولکول‌های مهم از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها (از قبیل ایندول استیک اسید و سایتوکینین) و کلروفیل می‌باشد (Heidari Sharifabad, 2001). درختان میوه می‌توانند نیتروژن را به فرم نیتрат^۱ و یا به فرم آمونیوم^۲ و همچنین مولکول اوره از خاک جذب نمایند. سپس نیتروژن به گروه آمینی که از بنیان‌های ساختمانی پروتئین‌ها و آنزیم‌ها هستند تبدیل می‌گردد (Babalalar and Pirmoradian, 2008). نیتروژن به‌عنوان یک فاکتور اصلی تعیین‌کننده رشد گیاه است. تأثیر نیتروژن روی رشد رویشی، گلدهی، تشکیل میوه، محصول دهی، رسیدگی و مسائل فیزیولوژی پس از برداشت برای اکثر محصولات باغبانی ثابت شده است (Malakouti and Tabatabaei, 2005). نیتروژن سبب تأمین پروتئین مورد نیاز دانه گرده برای حرکت در لوله گرده و رسیدن به تخمک، همچنین افزایش عمر تخمک، افزایش زمان مؤثر گرده‌افشانی^۳ و تشکیل کیسه‌های جنینی قوی شده و درصد تشکیل میوه را افزایش می‌دهد (Grattan and Grieve, 1999). کاهش جذب نیتروژن در محیط شور می‌تواند به علت کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک، کاهش جذب نیترات در اثر عرضه زیاد آنیون کلر در محیط ریشه و کاهش فعالیت نیتراتی شدن در خاک باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۱). همچنین گزارش شده است، کاهش میزان تجمع نیتروژن در برگ گیاهان تحت شرایط تنش شوری می‌تواند ناشی از اثر آنتاگونیسی یون کلر در جذب نیترات، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر

کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به دلیل کاهش جذب آب توسط گیاه باشد (Grattan and Grieve, 1999). کمبود نیتروژن در گیاهان تحت شرایط تنش شوری به‌صورت زرد شدن برگ‌ها یا رنگ‌پریدگی (کلروز^۴) به‌خصوص در برگ‌های پیر گیاه مشاهده می‌شود (Grattan and Grieve, 1999). به‌علاوه کمبود نیتروژن در گیاه ممکن است سبب باریکی و اغلب چوبی شدن ساقه شود. این چوبی شدن ممکن است ناشی از ساخت بیش‌ازحد کربوهیدرات‌ها باشد (Grattan and Grieve, 1999).

فسفر

گزارش شده است که فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد و تکثیر گیاهان است و برای ذخیره‌سازی و انتقال انرژی، حفاظت و انتقال کدهای ژنتیکی به کار می‌رود و جزء ترکیبات ساختمانی سلول‌ها و بسیاری از ترکیبات شیمیایی است و نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و مقدار آن تحت شرایط تنش شوری در رقابت با یون سدیم کاهش می‌یابد. گیاهانی که مقاومت بیشتری نسبت به تنش شوری داشته باشند، محتوی فسفر برگ آن‌ها به مقدار کمتری کاهش می‌یابد (Mahajan and Tuteja, 2005).

کلسیم

کلسیم، در افزایش مقاومت به شوری گیاهان نقش دارد و کاربرد خارجی آن باعث کاهش اثرات سمی کلرید سدیم در گیاه می‌شود (Mahajan and Tuteja, 2005). وجود مقدار کافی Ca^{2+} برای جلوگیری از انباشت Na^{+} در گیاه ضروری است. شوری باعث افزایش نسبت Na^{+}/Ca^{2+} می‌شود و این نوع کمبود کلسیم و منیزیم در خاک‌های سدیمی معمولاً نخستین عامل رشد ضعیف گیاه به شمار می‌آید (Caines and Shennan, 1999). کلسیم در گیاهان نقش‌های بسیاری از مقادیر اندک در تنظیم

عملیات تسطیح خاک

تسطیح مناسب سطح خاک به منظور ایجاد یکنواختی در توزیع آب و جلوگیری از تجمع موضعی املاح در نقاط مرتفع زمین، بهینه‌سازی سیستم و زمان‌بندی مناسب آبیاری با هدف کاهش تنش‌های خشکی وارده به گیاه در شرایط شور، اختلاط آب‌های شور و منابع آبی باکیفیت‌تر، توجه به زمان و شیوه کوددهی و تغذیه گیاه، توجه به شیوه کاشت بذر یا نشاء در زمین و یا افزایش تراکم کاشت در شرایط شور می‌تواند در مدیریت و کنترل شوری مزرعه و کاهش خسارت به محصول مؤثر باشد (Sabagh zadeh et al., 2021). در مورد گیاهان باغی نظیر پسته توجه به تقویم آبیاری، روش‌های تربیت درختان و نوع پیوند، میزان مصرف کودهای آلی و شیمیایی و غیره بر عملکرد محصول در شرایط شور تأثیرگذار بوده است (Cheraghi et al., 2011). همچنین شخم‌زدن سطح مزرعه موجب کاهش درز و شکاف‌های خاک‌های سنگین و جلوگیری از عبور آب در بین حفرات درشت در حین آبیاری و به تبع آن، افزایش راندمان آبیاری می‌شود؛ عملیات شخم سطحی در بین کشاورزان مناطق خشک و شور به‌ویژه باغداران پسته، مرسوم بوده و دو یا چند روز پس از هر آبیاری، آن‌ها اقدام به شخم‌زدن خاک سطح باغ می‌نمایند. با توجه به حذف ارتباط موئینگی خاک پس از هر شخم، تبخیر کمتری از سطح خاک صورت گرفته و به تبع آن، املاح کمتری در سطح زمین تجمع پیدا می‌کنند (Cheraghi et al., 2011).

بررسی و تحلیل تحقیقات انجام‌شده در کشور در محصولات باغی در شرایط شور (تنش شوری)

همان‌طور که از جدول ۴ مشاهده می‌شود، از سال ۱۳۹۳ تاکنون، تعداد ۶۰ فقره طرح و پروژه با موضوع شوری در محصولات باغی در کمیته‌های ترفیع مؤسسات مختلف و مرکز ملی (شامل موسسه تحقیقات علوم باغبانی، مرکز ملی تحقیقات شوری، موسسه تحقیقات خاک و آب، پژوهشگاه بیوتکنولوژی، موسسه آموزش و ترویج، موسسه

برخی متابولیسم‌های سلولی گرفته تا مقادیر زیاد در ساختار دیواره سلولی دارد. این در حالی است که در شرایط تنش‌های محیطی بخصوص تنش شوری علاوه بر بروز تداخل کلسیم با برخی عناصر دیگر (مانند سدیم)، کارکرد این عنصر در فعالیت‌های حیاتی گیاه نقش ویژه‌ای در میزان تحمل به تنش پیدا می‌کند. توانایی کلسیم در تشکیل پیوندهای بین مولکولی سبب می‌شود که در پایداری و حفظ غشاها و دیواره سلول مهم باشد و از این طریق از ورود سدیم به داخل سلول جلوگیری می‌کند (Bayuelo-Jiménez et al., 2003). از این سو، گیاهانی که تحت شرایط تنش شوری مقدار کلسیم آن‌ها کمتر کاهش‌یافته باشد، نفوذپذیری غشاء آن‌ها نیز به مقدار کمتری افزایش یافته و سدیم کمتری به داخل سلول وارد می‌شود. مانس و تستر (۲۰۰۸)، بیان کردند که عدم توانایی گیاهان در دفع سدیم در شرایط شور احتمالاً به دلیل جایگزینی کلسیم به وسیله سدیم در غشاء سلول است که این جایگزینی منجر به کاهش استحکام غشاء سلولی شده و در نتیجه سدیم بیشتری از ریشه به اندام هوایی منتقل می‌شود (Munns and Tester, 2008). گزارش شده است که بسیاری از گیاهان حساس به شوری مانند گوجه‌فرنگی و لوبیا به مقدار زیادی کلسیم نیاز دارند و در صورت وجود غلظت مناسبی از کلسیم، مقاومت این گیاهان به شوری بیشتر شده و افزایش در عملکرد آن‌ها مشاهده می‌گردد؛ زیرا وجود کلسیم در خاک از تجمع سدیم در گیاه جلوگیری می‌کند (Bayuelo-Jiménez et al., 2003). در شرایط تنش کلرید سدیم، کاربرد نیتрат کلسیم موجب افزایش معنی‌دار نیترات در برگ و ریشه و یا اسیدآمین کل و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ‌های دانه‌های پسته اهلی گردید. همچنین، کاربرد نیترات کلسیم، موجب افزایش معنی‌دار نسبت اسیدآمین کل در ریشه نسبت به برگ و کاهش نسبت سدیم به کلسیم در ریشه گردید. همچنین بر اساس نتایج نشان‌دهنده نقش مؤثر اسیدآمین کل آزاد و یون‌های کلسیم در محافظت دانه‌های پسته اهلی در شرایط تنش شوری است (Waraich et al., 2011).

تحقیقات فنی و مهندسی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی نهال و بذر و موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر مصوب و اغلب آن‌ها خاتمه یافته و برخی از آن‌ها هم‌اکنون در دست اجرا هستند. از مجموع ۶۰ طرح و پروژه ذکر شده در جدول ۱۷، ۲۵ مورد مرتبط با محصول پسته، هفت مورد مرتبط با محصول خرما، هفت مورد مرتبط با محصول زیتون، شش مورد مرتبط با محصول انار، دو مورد مرتبط با مرکبات، دو مورد مرتبط با محصول انجیر، دو مورد مرتبط با محصول زعفران، دو مورد مرتبط با محصول انبه، یک مورد مرتبط با محصول انگور، یک مورد مرتبط با محصول گلابی و پنج مورد مرتبط با محصولات گلخانه‌ای و سبزی و صیفی بوده است. از کمیت طرح و پروژه‌های انجام شده مشخص می‌گردد که بیشترین محصولات درگیر با شوری به ترتیب پسته، خرما، زیتون و انار بوده‌اند که با نتایج به دست آمده در این گزارش نیز مطابقت دارد. البته محصولات بعدی درگیری شوری مرکبات و انجیر هستند که تعداد پروژه‌های انجام شده بر روی آن‌ها محدود بوده است (هر کدام دو پروژه). با توجه به نوع تحقیقات انجام شده، می‌توان آن‌ها را در چهار دسته کلی قرارداد: ۱) ارزیابی تحمل ارقام و پایه‌های مختلف به شوری (به عنوان مثال در پسته، زیتون و انگور)، ۲) مدیریت آب و خاک شامل بررسی روش‌های آبیاری مختلف (قطره‌ای، زیرسطحی)، استفاده از آب‌های نامتعارف (پساب، آب شور)، کاربرد مواد اصلاح کننده (اسیدسولفوریک، گراول معدن، مواد آلی) و تعیین نیاز آبی، ۳) تغذیه و بهینه سازی کوددهی با استفاده از پتاسیم، مواد محرک رشد و کودهای زیستی (میکروارگانیزم‌ها، قارچ‌های میکوریزا) و ۴) مطالعات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی برای درک مکانیسم‌های پاسخ به تنش و شناسایی شاخص‌های تحمل. با بررسی و تحلیل پروژه‌های

انجام شده تاکنون مشخص می‌گردد که ۱- اغلب مطالعات در مقیاس گلخانه‌ای، لایسمتری یا در شرایط کنترل شده انجام شده و خلأ واضحی در زمینه اجرا و ارزیابی این راهکارها در مقیاس بزرگ و تجاری (مزرعه‌ای) احساس می‌شود. ۲- تمرکز بیشتر بر روی ارزیابی و بررسی بوده و پروژه‌های کاربردی‌تر که مستقیماً به خروجی عملیاتی و قابل انتقال به باغدار بینجامند، کم‌رنگ‌تر به نظر می‌رسند. ۳- تحقیقات موجود اغلب به صورت جزیره‌ای و متمرکز بر یک عامل واحد (مثلاً فقط پایه، یا فقط نوع آبیاری) انجام شده‌اند، درحالی که مسئله شوری یک مشکل سامانه‌ای است که نیازمند رویکرد یکپارچه است. ۴- شکاف قابل توجهی بین یافته‌های تحقیقاتی و انتقال نتایج به باغداران و کشاورزان و عملیاتی شدن آن‌ها در سطح وسیع در مزارع و باغات مشاهده می‌شود.

لذا با توجه به موارد اشاره شده در بالا در آینده پژوهی می‌بایست نکات زیر را در نظر گرفت:

- ۱- جلوگیری از انجام پروژه‌های تکراری و با دید محدود،
- ۲- ادامه تحقیقات در زمینه کارهای اصلاحی و مولکولی در جهت دستیابی به ارقام، پایه‌های متحمل به شوری با توجه به تحقیقات گذشته، ۳- استفاده از ژنوتیپ‌های متحمل به شوری شناسایی شده در برنامه‌های اصلاحی و دورگ‌گیری،
- ۴- تعریف پروژه‌های تحقیقی- ترویجی و تحقیقی- توسعه‌ای بر اساس نتایج به دست آمده و تعمیم آن به محصولات مشابه با شرایط آب و خاک مشابه، ۵- انجام پروژه‌های جدید بر اساس خلاء تحقیقاتی موجود به طوریکه موضوعات بتواند در برگیرنده مدیریت تولید در شرایط شور باشد، ۶- انجام پروژه‌های جدید با دیدگاه تغییر در الگوی کشت با توجه به تغییرات اقلیمی.

جدول ۳- راهکارهای مقابله با شوری (مدیریت تنش شوری)

Table 3 - Strategies to deal with salinity (salinity stress management)

ردیف Row	راهکارها Strategies	توضیحات Description
1	دستیابی به پایه‌ها و ارقام متحمل به شوری Access to Salinity-Tolerant Rootstocks and Varieties	-
2	سرشاخه کاری باغات قدیمی با استفاده از ارقام جدید Topworking Old Orchards Using New Varieties	-
3	تأمین نیاز آشویی Meeting Leaching Requirements	کاهش میزان شوری خاک منطقه توسعه ریشه Reducing the soil salinity level in the root development zone
4	کاربرد روش‌های نوین آبیاری Application of Modern Irrigation Methods	بهینه‌سازی سیستم و زمان‌بندی مناسب آبیاری، کشت در جوی و آبیاری تشتکی با توجه به نوع محصول، استفاده از آبیاری قطره‌ای و آبیاری زیرسطحی Optimizing the system and implementing appropriate irrigation scheduling; ridge and basin planting/irrigation according to crop type; utilizing drip and subsurface irrigation
5	استفاده از مالچ‌های مختلف و سایبان‌ها Use of Various Mulches and Shading Covers	مواد نیمه کمپوست‌شده، بیوجار و ماسه (شن ریز): به‌منظور کنترل تبخیر سطحی، افزایش حفظ رطوبت، مدیریت مطلوب میزان آب قابل دسترس Semi-composted materials, biochar, and fine sand: To control surface evaporation, increase moisture retention, and effectively manage available water
6	استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک Use of Soil Amendments	گچ، گچ مایع، نیترات کلسیم، اسیدسولفوریک، گوگرد، آب اسیدی به‌جای آب معمولی و انواع مواد آلی مختلف Gypsum, liquid gypsum, calcium nitrate, sulfuric acid, sulfur, acidic water (instead of regular water), and various organic materials
7	تقویت دنیای ریشه (ریزوسفر) با استفاده از مواد میکروبی Enhancing the Rhizosphere Using Microbial Agents	مانند قارچ تریکودرما و باکتری سودوموناس به‌منظور افزایش جذب عناصر غذایی پرمصرف مانند فسفر و پتاسیم و کم‌مصرف (آهن، روی و منگنز) Such as <i>Trichoderma</i> fungi and <i>Pseudomonas</i> bacteria: To increase the uptake of macronutrients (e.g., phosphorus, potassium) and micronutrients (e.g., iron, zinc, manganese)
8	تسطیح مناسب سطح خاک Proper Land Leveling	به‌منظور ایجاد یکنواختی در توزیع آب و جلوگیری از تجمع موضعی املاح در نقاط مرتفع زمین To ensure uniform water distribution and prevent local salt accumulation in elevated areas of the land
9	شخم سطحی پس از آبیاری Shallow Tillage After Irrigation	به‌منظور حذف ارتباط موئینگی خاک پس از هر شخم و کاهش تبخیر و به تبع آن، افزایش راندمان آشویی To disrupt soil capillary connectivity after each irrigation, reduce evaporation, and consequently increase leaching efficiency
10	تغذیه مناسب Proper Nutrition/ Fertilization	کاربرد ترکیبات کاهش‌دهنده تنش‌های محیطی؛ حاوی اسید سالیسیلیک، اسید آسیریک، اکسین، آلجینیک اسید، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی، مس و منگنز و ... Application of compounds that reduce environmental stress; containing salicylic acid, abscisic acid, auxin, alginic acid, phosphorus, potassium, calcium, zinc, copper, manganese, etc

جدول ۴- عناوین پروژه‌های در دست اجرا و خاتمه یافته با موضوع شوری در محصولات باغی از سال ۱۳۹۳ تاکنون

Table 4. Titles of ongoing and completed projects on salinity in horticultural crops from 2014 to present

ردیف	خرما
۱	اثرات استفاده تلفیقی از آب غیر شور و شور بر نهال‌های خرما
۲	بررسی امکان کاربرد آب شور در آبیاری نخلستان‌های تازه احداث
۳	بررسی اثرات استفاده چرخشی از آب غیر شور و شور بر نهال‌های خرما
۴	بررسی اثرات مقادیر مختلف گوگرد معدن زرکوه در اصلاح شوری، pH، قلیائیت و آهک خاک نخلستان-های استان خوزستان
۵	ارزیابی کاربرد سیلیسیم در تعدیل اثرات شوری بر عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه خرما
۶	ارزیابی کاربرد پتاسیم در تعدیل اثرات شوری بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی میوه خرما
۷	کاربرد سویه ۷-های قارچی خاکزاد به‌عنوان الایسیتور جهت افزایش مقاومت به تنش شوری در خرما رقم مجول تحت شرایط کشت درون شیشه‌ای و گلخانه‌ای
ردیف	پسته
۱	شناسایی و جمع‌آوری ژنوتیپ‌های متحمل به شوری جهت اصلاح پایه در پسته
۲	ارزیابی تحمل به شوری برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بومی پسته در خراسان رضوی
۳	ارزیابی تحمل به شوری برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بومی پسته در خراسان رضوی (فاز دوم)
۴	مقایسه مقاومت پایه‌های پسته UCB-1 (کشت بافتی و بذری) و پایه بادامی زرد به تنش شوری بر اساس شاخص‌های رشدی و پارامترهای اکوفیزیولوژیکی تحت شرایط گلخانه
۵	مقایسه شاخص‌های رویشی پایه‌های پسته UCB1 و بادامی در شرایط تنش شوری
۶	غربالگری ژنوتیپ‌های پسته به‌منظور ارزیابی تحمل به شوری
۷	دورگ‌گیری برخی گونه‌های جنس پسته با پایه‌های بومی برتر گونه اهلی و ارزیابی تحمل به شوری هیبریدهای به دست آمده
۸	مقایسه مقاومت به شوری دانه‌های پایه بادامی زرد و سه ژنوتیپ پسته انتخابی از مناطق شور استان کرمان
۹	ارزیابی مقدماتی پایه‌های پسته در شرایط شور
۱۰	ارزیابی اثر پایه‌های انتخابی متحمل به شوری بر خصوصیات رشدی ارقام بومی و تجاری پسته
۱۱	اثر کاربرد برخی از مواد شیمیایی در شکست خواب جوانه‌ها، گلدهی و عملکرد پسته رقم اکبری در شرایط شور و غیر شور
۱۲	کاربرد دو نوع ترکیب شیمیایی مؤثر در شکست خواب جوانه با هدف افزایش عملکرد اقتصادی پسته در شرایط شور و غیر شور
۱۳	بررسی تأثیر استفاده درازمدت از آبیاری قطره‌ای بر شوری خاک مورد مطالعه: باغ ۷-های پسته دشت سروستان
۱۴	بررسی تأثیر سه روش آبیاری روی رطوبت خاک، شوری، فاکتورهای رشدی و آلودگی به قارچ آسپرژیلوس فلاووس در پسته رقم شاه‌پسند
۱۵	بررسی امکان حذف آبیاری‌های پاییزه درختان پسته تحت شرایط آب‌و‌خاک شور
۱۶	شبیه‌سازی اثرات تغییر فشار کارکرد و شوری آب آبیاری بر عملکرد برخی از قطره‌چکان‌های رایج مورد استفاده در باغات پسته
۱۷	تهیه مدل نیاز آبی و تدوین دستورالعمل فنی آبیاری باغات پسته در شرایط شور استان یزد
۱۸	شناسایی مدیریت‌های آبیاری موجود باغات پسته در روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیرسطحی در شرایط شور و ارائه راهکارهای ارتقا کارایی مصرف آب
۱۹	تأثیر کاربرد کلسی فرت و آنتی سالت، محصولات شرکت کیمیا کشاورز کرمان بر اصلاح خاک شور و کیفیت محصول پسته
۲۰	اثر مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد پسته در شرایط شور
۲۱	بررسی اثرات چند تیمار تغذیه‌ای و محرک رشد گیاهی در شرایط تنش شوری در پسته منطقه سروستان
۲۲	بررسی کاربرد زمستانی اسیدسولفوریک مجتمع مس سرچشمه جهت اصلاح خاک‌های شور سدیمی در باغ‌های پسته
۲۳	بررسی تأثیر باکتری‌های شور و قلیا پسند بر رشد رویشی دانه‌های پسته
۲۴	مقایسه کاربرد مالچ شنی با روش مرسوم باغداران پسته بر کنترل شوری و کاهش تلفات رطوبت خاک در شرایط بهره‌برداران شهرستان تفت استان یزد
۲۵	تلفیق تکنیک‌های سنجش‌ازدور و نزدیک در ارزیابی وضعیت شوری خاک باغات پسته
ردیف	انار
۱	ارزیابی تحمل به شوری برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی انار
۲	ارزیابی پایه‌ها و ژنوتیپ‌های انتخابی انار و ترکیب پیوندی آن‌ها در شرایط شور
۳	ارزیابی عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی میوه ژنوتیپ‌های انتخابی انار پیوند شده بر روی پایه‌های گزینش‌شده در شرایط شور
۴	اثر اختلاط آب شور و پساب شهریزد بر خصوصیات رویشی و برخی صفات فیزیولوژیکی نهال انار رقم ملس یزدی
۵	اثر مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد انار در شرایط شور
۶	اثر مواد محرک رشد گیاهی بر گیاهان گندم، کلزا، انار و پسته در شرایط شور

ادامه جدول ۴- عناوین پروژه‌های در دست اجرا و خاتمه یافته با موضوع شوری در محصولات باغی از سال ۱۳۹۳ تاکنون

Continue of table 4. Titles of ongoing and completed projects on salinity in horticultural crops from 2014 to present

ردیف	مربکات
۱	تعیین آستانه تحمل به شوری و سمیت بور بر رشد رویشی دانهال دو پایه مرکبات در شرایط هرمزگان
۲	تأثیر ماده آلی، سوپرجاذب و تغذیه بهینه بر کاهش اثر شوری آب آبیاری در دانهال پایه نارنج
ردیف	انگور
۱	ارزیابی تحمل به شوری در هشت رقم و ژنوتیپ منتخب انگور
ردیف	زیتون
۱	ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های امیدبخش زیتون
۲	ارزیابی مقاومت به شوری در ژنوتیپ‌های انتخابی زیتون
۳	بررسی تحمل به تنش شوری ارقام زیتون با استفاده از شاخص‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی
۴	بررسی کیفیت آب، میزان شوری و املاح محلول در آب آبیاری باغات زیتون شهرستان لوشان
۵	جداسازی و شناسایی قارچ‌های میکوریز اربسکولار بومی و همزیست با ارقام مختلف زیتون در باغ‌های شور کشور
۶	بررسی تأثیر میکروارگانسم‌های محرک رشد بر تعدیل اثرات ناشی از تنش شوری در گیاه زیتون
۷	بهینه‌سازی روش‌های تکثیر نهال زیتون به‌منظور مقابله با تنش شوری
ردیف	انجیر
۱	اثرات شوری آب آبیاری و کاربرد گچ بر کیفیت خاک رویشگاه انجیر در ریز آبخیز استهبان و ویژگی‌های تجاری و غلظت عناصر غذایی در برگ و میوه انجیر
۲	اثرات شوری آب بر صفات رویشی و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انجیر رقم سبز
ردیف	گلابی
۱	تعیین میزان تحمل پایه‌های جدید گلابی پیوندی به مقادیر مختلف شوری (فاز اول در شرایط گلدانی)
ردیف	زعفران
۱	امکان‌سنجی استفاده از آب لب‌شور برای تولید زعفران با تغییر مدیریت آبیاری
۲	بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی زعفران
ردیف	انبه
۱	انتخاب پایه‌های متحمل به شوری با بررسی پایه‌های بذری موجود در باغات انبه استان هرمزگان
۲	بررسی امکان استفاده از آب لب‌شور و آیشویی در تولید دانهال‌های انبه
ردیف	سبزی و صیفی و محصولات گلخانه‌ای
۱	ارزیابی تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های انتخابی کاهو
۲	بررسی تنوع تحمل به تنش شوری در ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی
۳	ارزیابی پایه‌های پیوندی کدوئیان نسبت به شرایط شوری و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت محصول خیار
۴	ارزیابی جمعیت‌های بومی خربزه نسبت به تنش شوری
۵	بررسی صفات باغی و تحمل به شوری در جمعیت‌های بومی خربزه

جمع‌بندی و آینده‌نگری

این مطالعه نشان می‌دهد مقابله با شوری در باغات ایران نه یک انتخاب، بلکه یک ضرورت ملی برای تضمین امنیت غذایی است که تنها از طریق مدیریت تلفیقی و عزم جدی در پیوند علم و عمل محقق می‌شود. حدود ۹۰ درصد از مساحت کشور خشک و نیمه‌خشک است. متوسط بارندگی سالانه کشور کمتر از ۵۰ میلی‌متر در فلات مرکزی تا بیش از ۱۶۰۰ میلی‌متر در مناطق ساحلی شمالی متغیر است و متوسط شوری آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر (یک‌سوم بارش متوسط جهانی) برآورد می‌شود و این در

شرایطی است که ۱۷۹ میلی‌متر (۷۱ درصد) از این بارندگی مستقیماً تبخیر می‌شود. پایداری تولید محصولات کشاورزی در ایران به‌وسیله دو خطر جدی تهدید می‌شود: خشک‌سالی و شوری. هر چند بخشی از وضعیت حاضر را می‌توان نتیجه سوء مدیریت منابع دانست ولی نمی‌توان نقش گرم شدن جهانی و تغییر اقلیم را از نظر دور داشت. سهم مصرف منابع آب زیرزمینی قابل توجه و در حدود ۷۶ درصد است. لذا افت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی، تهدید جدی برای پایداری کشاورزی آبی در ایران خواهد بود. حدود ۳۱ درصد از منابع آب زیرزمینی مورد مصرف

کشاورزی (معادل با ۱۳/۸ میلیارد مترمکعب) دارای شوری‌های بالاتر از میانگین می‌باشند. در حال حاضر، میانگین هدایت الکتریکی چاه‌های کشاورزی کشورمان در حدود دو دسی‌زیمنس بر متر بوده و میانگین شوری منابع آب زیرزمینی کشاورزی در ۱۱ استان کشور (شامل بوشهر، یزد، خراسان جنوبی، هرمزگان، قم، اصفهان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، خراسان رضوی و کرمان) از عدد میانگین بیشتر است. به‌طوریکه متوسط شوری آب چاه‌های کشاورزی در استان‌های یزد، خراسان جنوبی و بوشهر به ترتیب ۵/۲، ۵/۲ و ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر است. همچنین حدود ۷/۵ میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی در کلاس شوری ۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر، حدود ۴/۳ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر، حدود ۱/۳ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری ۸-۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، حدود ۰/۴ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری ۱۲-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و حدود ۰/۲ میلیارد مترمکعب در کلاس شوری بالای ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به مصرف کشاورزی می‌رسد. همچنین بر اساس آخرین نقشه‌های تهیه‌شده (۱۴۰۲)، حدود ۵۸ درصد از اراضی کشاورزی کشور دارای شوری کمتر از دو دسی‌زیمنس بر متر بوده و در کلاس غیر شور قرار دارند. سطح اراضی کشاورزی با شوری کم (۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر) حدود ۱۴ درصد، سطح اراضی کشاورزی با شوری متوسط (۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۱۳/۴ درصد، سطح اراضی کشاورزی با شوری نسبتاً زیاد (۸-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۵/۴۴ درصد، سطح اراضی کشاورزی با شوری زیاد (۱۶-۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۵/۵ درصد و سطح اراضی کشاورزی با شوری خیلی زیاد (بیشتر از ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۳/۷ درصد ذکر شده است. بر این اساس این نقشه، مناطق شمال غربی، همچنین اراضی کشاورزی واقع در دامنه‌های زاگرس، بیشتر در کلاس بدون شوری (هدایت الکتریکی کمتر از دو دسی‌زیمنس بر متر و یا در کلاس دارای شوری کم (هدایت الکتریکی بین ۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر)، قرار دارند.

خاک‌های با شوری‌های بیشتر در مناطق مرکزی و جنوبی کشور واقع شده‌اند. در کاربری‌های باغی، ۶۸ درصد اراضی غیر شور و بیشترین سطح اراضی شور در کلاس‌های ۲-۴ و ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر قرار دارند. بر این اساس ۱۳ درصد از کاربری‌های باغی در کلاس شوری ۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر، ۱۳ درصد در کلاس شوری ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر، سه درصد در کلاس شوری ۸-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و سه درصد دیگر نیز در کلاس شوری ۳۲-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر قرار دارند. لذا با استناد به این نتایج می‌توان گفت امروزه بیش از ۳۰ درصد باغات با درجات مختلفی از تنش شوری خاک درگیر هستند. بیشترین میزان درگیری با تنش شوری در استان‌هایی همچون کرمان (پسته، مرکبات و خرما)، یزد (پسته، انار و بادام)، سیستان و بلوچستان (خرما)، فارس (مرکبات و انار)، خراسان جنوبی (زعفران، زرشک و انجیر)، قم (انار، پسته و انگور)، خوزستان (خرما و مرکبات)، بوشهر (خرما و لیمو)، اصفهان (سیب، هلو شلیل و انار)، خراسان رضوی (انار، زعفران و زردآلو)، هرمزگان (خرما، لیموترش و انبه)، سمنان (پسته، انار و زیتون)، گلستان (زیتون و پرتقال)، آذربایجان شرقی و غربی در حاشیه دریاچه ارومیه (سیب، انگور، گلابی و زردآلو)، زنجان (زیتون)، مرکزی (انگور، گردو و بادام)، کهگیلویه و بویر احمد (لیمو)، تهران (انگور و هلو)، البرز (هلو و شلیل)، برخی از نقاط شرقی استان مازندران (پرتقال و نارنگی) است. در مجموع بیشترین محصولات باغی درگیر شوری شامل پسته، خرما، انار، زیتون و مرکبات می‌شوند که بیشترین میزان خسارت از شوری به ترتیب در استان‌هایی همچون کرمان، یزد و قم مشاهده می‌شود. همچنین بیشترین میزان درگیری با شوری در محصولات گلخانه‌ای در استان‌هایی همچون یزد و جنوب کرمان (خیار گلخانه‌ای)، مشاهده می‌شود. لذا با توجه به وضعیت فعلی و تغییرات اقلیمی پیش رو استفاده از آب‌های شور به‌منظور تولید محصولات باغی، غیرقابل اجتناب است و می‌بایست از طریق راهکارهای مدیریتی، عملیات به‌باغی و به نژادی با این وضعیت مقابله نمود و برای آینده نیز چاره‌اندیشی

نمود. در این گزارش به مهم‌ترین محصولات باغی و گلخانه‌ای کشور اشاره گردید. هرچند برخی از این محصولات در مناطقی واقع شده‌اند که همچنان از آب‌های باکیفیت و غیر شور بهره می‌برند (حدود ۶۸ الی ۷۰ درصد)، اما با توجه به پیش‌بینی‌هایی که در زمینه تغییر اقلیم انجام شده است که در آینده‌ای نه‌چندان دور شوری در پهنه وسیع‌تری از کشور گسترش خواهد یافت، این مناطق نیز تحت خطر و ریسک جدی بوده و لذا ضرورت دارد که در برنامه‌های تحقیقاتی و آینده‌پژوهشی که انجام می‌پذیرد، مسائل شوری آب و خاک و خشکی کاملاً مدنظر قرار گیرد. در مجموع روش‌های مدیریتی در جهت مقابله با تنش شوری و کنترل آن در محصولات باغبانی را می‌توان به دو گروه زیر تقسیم‌بندی نمود. راهبردهای کوتاه‌مدت (اقدام فوری): ترویج روش‌های مدیریتی کم‌هزینه مانند آبشویی بهینه، کاربرد روش‌های آبیاری نوین، استفاده از مالچ‌ها و اصلاح‌کننده‌های خاک و تقویت ریزوسفر خاک و افزایش مواد آلی، تسطیح مناسب سطح خاک و استفاده از هورمون‌ها، اسیدهای آمینه و ترکیبات کودی حاوی اسید سالیسیلیک، اسید آبسزیک، اکسین، آلجینیک اسید، فسفر،

پتاسیم، کلسیم، روی، مس و منگنز، شخم سطحی پس از آبیاری و کاربرد ارقام متحمل موجود از طریق سرشاخه کاری. راهبردهای بلندمدت (تحقیق و توسعه): سرمایه‌گذاری بر روی برنامه‌های به‌نژادی مدرن و دستیابی به ارقام و پایه‌های متحمل به شوری و توسعه سامانه‌های پایش هوشمند شوری. لذا با توجه به خلأ موجود در مطالعات میدانی صورت گرفته، اولویت تحقیقات آتی بایستی معطوف به ارزیابی راهکارهای تلفیقی در مقیاس باغ‌ها و گلخانه‌های تجاری و تدوین دستورالعمل‌های بوم‌سازگار منطقه‌ای باشد تا در نهایت با اجرای این راهبردها، باغبانی ایران نه تنها بر چالش شوری فائق آید، بلکه به الگویی برای تولید پایدار در مناطق خشک جهان تبدیل شوند.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسئله مورد تأیید نویسندگان مقاله است.

Reference

1. Ababaei, B., Sohrabi, T., Mirzaei, F., Vardi-Nejad, V. and Karimi, B. 2010. 'Effect of climate change on wheat yield and risk analysis (Case study: Roodasht region, Isfahan)'. *Journal of Agricultural Science*, 20(3), pp. 135-148. (In Persian)
2. Agricultural Statistics of Iran: Horticultural Products, 2023. Volume 2023. Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Economic Planning, Center for Statistics, Information and Communication Technology. 400 p. (In Persian)
3. Ali, M.H. and Talukder, M.S.U. 2008. 'Increasing water productivity in crop production- A synthesis'. *Agricultural Water Management*, 95(11), pp. 1201-1213.
4. Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1985. *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
5. Azimi, M., Khoshzaman, T., Taheri, M. and Dadras, A., 2021. Evaluation of salinity tolerance of three olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Journal of Central European Agriculture*, 22(3), pp.571-581.
6. Babalalar, M. and Pirmoradian, M. 2008. *Fruit tree nutrition*. 3rd ed. Tehran: University of Tehran Press. (In Persian)
7. Bayuelo-Jiménez, J.S., Debouck, D.G. and Lynch, J.P. 2003. 'Growth, gas exchange, water relations, and ion composition of Phaseolus species grown under saline conditions'. *Field Crops Research*, 80(3), pp. 207-222.
8. Caines, A.M. and Shennan, C. 1999. 'Interactive effects of Ca²⁺ and NaCl salinity on the growth of two tomato genotypes differing in Ca²⁺ use efficiency'. *Plant Physiology and Biochemistry*, 37(7-8), pp. 569-576.

9. Chen, H., Zhang, F., & Li, P. (2024). Impact of different irrigation methods on soil salinity distribution and cotton yield in Xinjiang, China. *Irrigation Science*, 42(3), 345-362. <https://doi.org/10.1007/s00271-024-00933-7>
10. Cheraghi, S.A.M., Hasheminejad, Y. and Heydari, N. 2010. 'Present status of salt affected and waterlogged soils in Dasht-e Azadegan and management strategies for their sustainable utilization'. In: Cheraghi, S.A.M., Heydari, N., Qadir, M. and Oweis, T. *Improving Crop growth and water productivity on salt affected soils in the Lower Karkheh River Basin*. Aleppo, Syria: ICARDA.
11. Climatology Research Institute (C.R.I.) 2017. *Second project report: Climate modeling and climate change study in Iran. B- Climate modeling of Iran for the period 2010-2039 using statistical downscaling of ECHO-G model output*. Tehran: Climatology Research Institute. (In Persian)
12. Dehghanisanij, H., Agassi, M., Anyoji, H., Yamamoto, T., Inoue, M. and Eneji, A.E. 2006. 'Improvement of saline water use under a drip irrigation system'. *Agricultural Water Management*, 85(3), pp. 233-242.
13. Dolati Baneh, H., Hassani, A. and Ebadi, A. 2017. *Evaluation of salt tolerance in different grape cultivars*. Iranian Journal of Horticultural Science, 48(2), pp. 345-356. (In Persian)
14. Ebadi, A., Zamani, Z., and Fatahi Moghadam, M.R. 2023. Identification of salt-tolerant grape rootstocks with tolerance up to 5 dS/m salinity. *Journal of Plant Production Science*, 45(3), pp. 234-245. (In Persian)
15. FAO 2012. *Coping with water scarcity - An action framework for agriculture and food security*. FAO Water Reports No. 38. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
16. FAO 2022. *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Systems at breaking point*. Main report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
17. FAO. 2012. *Status and New Developments on the Use of Brackish Water for Agricultural Production in the Near East*. United Nations Food and Agriculture Organization. Regional Office for the Near East (RNE).
18. FAO-UNESCO 1973. *Irrigation, drainage and salinity: An international sourcebook*. Paris: UNESCO/FAO.
19. Feng, J., Wang, J., Song, Y. and Li, P., 2018. *Effect of different mulching materials on soil moisture conservation and crop productivity in arid regions*. *Agricultural Water Management*, 208, pp. 295-303.
20. Fipps, G. 2003. *Irrigation water quality standards and salinity management strategies*. Texas Agricultural Extension Service. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1345678>
21. Ghasemi, A., Hadavi, E. and Moradi, H. 2018. *Evaluation of salt tolerance in Iranian apricot cultivars and rootstocks*. *Journal of Horticultural Science*, 32(3), pp. 445-456. (In Persian)
22. Grattan, S.R. 2002. *Irrigation water salinity and crop production*. University of California. Agriculture and Natural Resources Publication, 8066.
23. Grattan, S.R. and Grieve, C.M. 1999. 'Salinity mineral nutrient relations in horticultural crop'. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4), pp. 127-157.
24. Hanay, A., Buyuksonmez, F., Kiziloglu, F.M. and Canbolat, M.Y. 2004. 'Reclamation of saline and sodic soils with gypsum and MSW compost'. *Compost Science & Utilization*, 12(2), pp. 175-179.
25. Hanson, B. 2012. 'Drip irrigation and salinity'. In: *Agriculture salinity assessment and management manual and reports on engineering practice*. 2nd edn. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, pp. 539-560.
26. Hasheminejad, Y., Rahimian, M.H. and Cheraghi, S.A.M. 2011. 'The role of climate change in secondary soil salinity development in central Iran'. In: *International Conference on Chemistry and Chemical Engineering (ICCCE 2011)*. Kyoto, Japan.
27. Heidari Sharifabad, H. 2001. *Plants and salinity*. Tehran: Forest and Rangeland Research Institute. (In Persian)

28. Johnson, M. K., Kumar, S., and Ismail, A. M. 2024. Advances in breeding for salinity tolerance in horticultural crops: Physiological, molecular, and genomic perspectives. *Scientia Horticulturae*, 68: 405-434. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.113185>
29. Jordán, A., Zavala, L.M. and Gil, J. 2010. 'Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain'. *Catena*, 81(1), pp. 77-85.
30. Karimi, H.R. and Hasanpour, Z. 2014. 'Effects of salinity and water stress on growth and macro nutrients concentration of pomegranate (*Punica granatum* L.)'. *Journal of Plant Nutrition*, 37(11), pp. 1937-1951.
31. Li, H. and Keren, R. 2009. 'Calcareous sodic soil reclamation as affected by corn stalk application and incubation: A laboratory study'. *Pedosphere*, 19(4), pp. 465-475.
32. Li, X., Zhang, Y., Wang, J. and Chen, S. 2013. *Physiological responses of Zumii apple rootstock to saline stress*. *Acta Horticulturae*, 976, pp. 243-249.
33. Li, Y., Wang, X., Li, Z., & Li, Y. (2024). Three-dimensional modeling of soil water and salt dynamics with subsurface drip irrigation in saline soils under arid conditions. *Agricultural Water Management*, 302, 108765. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108765>
34. Maas, E.V. 1990. 'Crop salt tolerance'. In: Tanji, K.K. (ed.) *Agricultural Salinity Assessment and Management*. New York: ASCE, pp. 262-303.
35. Maas, E.V. 1993. 'Salinity and citriculture'. *Tree Physiology*, 12(2), pp. 195-216.
36. Maas, E.V. 1996. 'Plant response to soil salinity'. In: *4th National Conference and Workshop on the "Production Use and Rehabilitation of Saline Lands"*. Albany, Western Australia, 25-30 March.
37. Maas, E.V. and Grattan, S.R. 1999. 'Crop yield as affected by salinity'. *Agricultural Drainage*, 38, pp. 55-107.
38. Maas, E.V. and Hoffman, G.J. 1977. 'Crop salt tolerance: current assessment'. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 103(2), pp. 115-134.
39. Madani, K. 2014. 'Water management in Iran: what is causing the looming crisis?'. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(4), pp. 315-328.
40. Mahajan, S. and Tuteja, N. 2005. 'Cold, salinity and drought stresses: An overview'. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444(2), pp. 139-158.
41. Malakouti, M.J. and Tabatabaei, S.J. 2005. *Proper nutrition of fruit trees in calcareous soils of Iran*. Tehran: Sena Publishing. (In Persian)
42. Masoudi, M., Patwardhan, A.M. and Gore, S.D. 2006. 'A new methodology for producing risk maps of soil salinity: case study of Payab Basin, Iran'. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 4(3&4), pp. 225-228.
43. Mastrogiannidou, E., Chatzissavvidis, C., Antonopoulou, C., Tsabardoukas, V., Giannakoula, A. and Therios, I. 2016. 'Response of pomegranate cv. wonderful plants to salinity'. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(3), pp. 621-636.
44. Momenpour, A. and Imani, A. 2018. 'Evaluation of salinity tolerance in fourteen selected pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars'. *Advances in Horticultural Science*, 32(2), pp. 249-264.
45. Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A. and Rezaei, H. 2015a. 'Effect of salinity stress on morphological and physiological characteristics in some selected almond genotypes grafted on GF677 rootstock'. *Journal of Plant Production Technology*, 7(2), pp. 137-152. (In Persian)
46. Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A. and Rezaei, H. 2015b. 'Effect of salinity stress on growth traits and nutrient concentration in almond cultivars 'Shahroud 12', 'Tuno' and genotype '1-6' grafted on GF677 rootstock'. *Agricultural Cultivation*, 17(1), pp. 152-197. (In Persian)
47. Momenpour, A., Dehestani Ardakani, M., Shirmardi, M., Gholamnezhad, J., Ahmadi, F. and Jamaati, Z. 2022. 'Salinity tolerance evaluation of twelve selected pomegranates (*Punica granatum*) genotypes to achieve tolerant cultivars and rootstocks'. *Journal of Horticultural and Postharvest Research*, 5(4), pp. 363-378.
48. Momenpour, A., Dehestani, M., Soltani Gerdafamarzi, V., Hadirad, M., Vazhfeshenas, M., Anaghali, A., Ahmadi, F., Jamaati, Z. 2020. 'Evaluation of Salinity Tolerance

- Threshold of Selected Pomegranate Genotypes', *Journal of Water Research in Agriculture*, 34(1), pp. 1-14. <https://doi.org/10.22092/jwra.2020.121904>
49. Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D. and Ranjbar, Gh.H. 2018. 'Determination of salinity tolerance threshold in 11 selected almond cultivars and genotypes'. *Journal of Water Research in Agriculture*, 32(4), pp. 529-541. (In Persian)
50. Mulumba, L.N. and Lal, R. 2008. 'Mulching effects on selected soil physical properties'. *Soil and Tillage Research*, 98(1), pp. 106-111.
51. Munns, R. 2002. 'Comparative physiology of salt and water stress'. *Plant, Cell & Environment*, 25(2), pp. 239-250.
52. Munns, R. and Tester, M. 2008. 'Mechanisms of salinity tolerance'. *Annual Review of Plant Biology*, 59, pp. 651-681.
53. Muraoka, T. and Dos Santos, R.V. 2006. 'Nutrition of Vigna Plants on a Gypsum-Amended Saline-Sodic Soils'. In: *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation*. Dordrecht: Springer, pp. 438-439.
54. Nell, J.P. 2010. 'Quantification of the salt content of the soils under different climate conditions on a national scale'. In: *International conference on soil classification and reclamation of degraded land in arid environments*.
55. Niu, G. and Rodriguez, D.S. 2006. 'Relative Salt Tolerance of Selected Herbaceous Perennials and Groundcovers'. *Scientia Horticulturae*, 110(4), pp. 352-358.
56. Noshadi, M. and Mehrbi, F. 2014. 'Measurement and simulation of nitrate nitrogen leaching using LEACHN model'. *Water and Soil (Science and Technology of Agriculture)*, 28(2), pp. 430-439. (In Persian)
57. Parry, M., Arnell, N., McMichael, T., Nichols, R., Martens, P., Kovats, S., Livermore, M., Rosenzweig, C., Iglesias, A. and Fischer, G. 2011. 'Millions at Risk: Defining Critical Climate Change Threats and Targets'. *Global Environmental Change*, 11(3), pp. 181-183.
58. Rahimian, M.H. and Gholami, H. 2021. 'An analysis of the salinity status of water resources used in the agricultural sector'. *Journal of Water and Sustainable Development*, 9(3), pp. 107-116. (In Persian)
59. Rahimian, M.H., Nouri Imamzadei, M., Hasheminejhad, S.H., Tabatabaei, A. and Nashaat, Y. 2014. 'Determination of leaching fraction in pistachio orchards of north Ardakan using a combination of moisture front detector and electromagnetic induction'. *Soil Research*, 28(1), pp. 103-115. (In Persian)
60. Saadat, S., Rezaei, H., Bagheri, R., Mirkhani, R. and Esmailnejad, L. 2023. *Soil salinity map of Iran*. Tehran: Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Publishing. (In Persian)
61. Sabagh Tazeh, A., Neishabouri, M.R. and Ebrahimi Pazira, A. 2021. 'Effect of leaching a saline-sodic soil treated with two types of organic matter on soil salinity and sodicity and concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in barley'. *Journal of Water and Soil Knowledge*, 31(3), pp. 119-133. (In Persian)
62. Siadat, H., Bybordi, M. and Malakouti, M.J. 1997. 'Salt-affected soils of Iran: a country report'. In: *Seminar on the Salt Affected Soils*. Cairo, Egypt.
63. Sykes, S.R. (2011). Chloride and sodium exclusion, capacity and tolerance in various rootstock-scion combinations of citrus. *Journal of Horticultural Science*, 86(2), pp. 157-164.
64. Szczerba, M.W., Britto, D.T. and Kronzucker, H.J. 2009. 'K⁺ transport in plants: physiology and molecular biology'. *Journal of Plant Physiology*, 166(5), pp. 447-466.
65. Szczerba, M.W., Britto, D.T., Balkos, K.D. and Kronzucker, H.J. 2008. 'NH₄⁺ stimulated and -inhibited components of K⁺ transport in rice (*Oryza sativa* L.)'. *Journal of Experimental Botany*, 59(12), pp. 3415-3423.
66. Van Genuchten, M.Th. and Hoffman, G.J. 1984. 'Analysis of crop salt tolerance data'. In: Shainberg, I. and Shalhevet, J. (eds.) *Soil Salinity under Irrigation- process and management*. Ecological Studies 51. New York: Springer-Verlag, pp. 258-271.
67. Walker, D.J. and Bernal, M.P. 2008. 'The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil'. *Bioresource Technology*, 99(2), pp. 396-403.

68. Waraich, E.A., Ahmad, R. and Ashraf, M.Y. 2011. 'Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants'. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6), pp. 764-777.
69. Zargari, H. 2022. *The role of date research in Fars province (Challenges and solutions)*. Tehran: Horticultural Sciences Research Institute, Date Palm and Tropical Fruits Research Center. (In Persian)
70. Zhou, H., Li, M., Zhao, F., Zhang, Q. and Wang, G. 2008. *Salt tolerance evaluation of apple rootstocks*. *Journal of Fruit Science*, 25(3), pp. 345-350.
71. Zollinger, N., Koenig, R., Cerny-Koenig, T. and Kjelgren, R. 2007. 'Relative salinity tolerance of intermountain western United States native herbaceous perennials'. *HortScience*, 42(3), pp. 529-534.