

The Effect of Salinity on Maize Yield in Various Growth Stages

REZA SAEIDI¹, MASOUD SOLTANI^{1*}, ABDOL-MAJID LIAGHAT², ABBAS SOTOODEHNIA¹

1. Department of Water Science & Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

2. Department of Irrigation Reclamation Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

(Received: Feb. 19, 2019- Revised: May. 4, 2019- Accepted: May. 18, 2019)

ABSTRACT

Increasing population growth and reducing water resources have led to use low-quality water resources in agricultural sector. In this study a factorial experiment in a randomized complete block design was conducted to apply salinity stress on one and two stages of maize growth period. Irrigation water salinity treatments including four levels; $S_1(1.5)$, $S_2(2.5)$, $S_3(4.0)$ and $S_4(5.5 \text{ dS.m}^{-1})$ and the application time (growth stages) of salinity stress including six levels; 4-leaf stage (P_1), flowering stage (P_2), milking stage (P_3), 4-leaf and flowering stages (P_1P_2), 4-leaf and milking stages (P_1P_3) and flowering and milking stages (P_2P_3) were performed. At the end of growth period, the highest maize yield (136.8 g/plant) was corresponded to P_1S_1 treatment the lowest one (41.7 g/plant) was corresponded to $P_2P_3S_4$ treatment. The maize yield increased 17 and 33% in P_1P_3 and P_1P_2 treatments as compared to P_3 and P_2 treatments, respectively, although they received salinity stresses two times during their growing periods. While, the yield reduced 6.2 and 23% in P_2P_3 treatment as compared to P_2 and P_3 treatments, respectively. The results showed that the application of salinity stress in the early growth stages makes the crop to be resistant to salinity stress during the sensitive growth stages. Therefore, the application time of saline water will be important in terms of conjunction use of fresh and saline water resources.

Keywords: Maize, Salinity, Sensitive growth stages to salinity, Yield function.

تأثیر شوری بر عملکرد ذرت در مراحل مختلف رشد

رضا سعیدی^۱، مسعود سلطانی^{۲*}، عبدالمجید لیاقت^۳، عباس ستوده‌نیا^۴

۱. گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ع)، قزوین، ایران.

۲. استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۲/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۲/۲۸)

چکیده

افزایش نرخ رشد جمعیت و کاهش منابع آب تجدیدپذیر، منجر به اتخاذ راه‌کارهایی برای استفاده از منابع آب باکیفیت پایین در بخش کشاورزی شده است. در این تحقیق، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با اعمال تنش شوری یک و دو مرحله‌ای در طول دوره رشد ذرت انجام شد. تیمار شوری در چهار سطح؛ $۱/۵(S_1)$ ، $۲/۵(S_2)$ ، $۴(S_3)$ و $۵/۵(S_4)$ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار مراحل رشد شامل تک‌مرحله؛ P_1 (۴برگی)، P_2 (گل‌دهی)، P_3 (شیری شدن دانه‌ها و جفت مرحله؛ P_1P_2 ، P_1P_3 و P_2P_3 ، در سه تکرار اجرا شد. در پایان دوره رشد، بیشترین عملکرد ذرت در تیمار P_1S_1 به مقدار $۱۳۶/۸$ گرم بر بوته و کمترین آن در تیمار $P_2P_3S_4$ به مقدار $۴۱/۷$ گرم بر بوته بود. تیمارهای P_1P_2 و P_1P_3 با وجود پذیرش دوبار تنش در طول دوره رشد، نسبت به تیمار P_2 و P_3 ، به‌طور متوسط ۳۳ و ۱۷ درصد افزایش عملکرد داشت. درحالی‌که تیمار P_2P_3 نسبت به تیمار P_2 و P_3 ، $۶/۲$ و ۲۳ درصد کاهش عملکرد داشت. نتایج نشان داد که اعمال تنش شوری در مراحل اولیه رشد، ذرت را در مراحل حساس رشد، نسبت به تنش مذکور مقاوم می‌کند. بنابراین در بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب شور و شیرین، زمان‌بندی استفاده از آب شور حائز اهمیت خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تابع عملکرد، شوری، مراحل حساس به شوری، ذرت

مقدمه

در محیط کشت گیاه، ممکن است عواملی باعث ایجاد محدودیت در رشد و نمو گیاه و کاهش عملکرد پتانسیل محصول گردند. تنش شوری، یکی از عوامل محدودکننده رشد می‌باشد که با کاهش پتانسیل اسمزی آب خاک، موجب کاهش جذب آب توسط گیاه می‌شود. تنش شوری منجر به تغییرات گسترده بیوشیمیایی و پاسخ‌های فیزیولوژیک در گیاهان می‌شود و بر روی تمام فعالیت‌های گیاهی، نظیر فتوسنتز و رشد و نمو گیاهان تأثیر می‌گذارد (Nemoto and Sasakuma, 2002). وجود یون‌های Na^+ و Cl^- به صورت محلول در خاک شور، علاوه بر بروز سمیت در گیاه، با سایر عناصر غذایی برای جذب توسط گیاه رقابت کرده و موجب کاهش عملکرد محصول می‌گردند (Akhtari et al., 2014). در تحقیقی گزارش شد که عمده‌ترین اثر تنش شوری بر گیاهان، توقف رشد گیاه می‌باشد که ممکن است به دلیل کاهش تقسیم سلولی، عدم تعادل یونی، کاهش جذب آب، اختلال در جذب عناصر، اثر سمی یون سدیم، اختلال در جذب، احیاء و متابولیسم ازت و پروتئین، بسته شدن جزئی یا کلی روزنه‌ها و کاهش کارایی فتوسنتز باشد (Parvaiz and Satyawati, 2008). در تحقیق دیگر اعلام شد که تنش شوری، جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم

و آهن را در ذرت کاهش داده و باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود (Farooq et al., 2015). تنش‌های وارده در طول دوره رشد گیاه، بسته به مرحله رشد، تأثیر متفاوتی بر عملکرد محصول دارند. در تحقیقی، تأثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشد گندم رقم روشن، مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که از مرحله استقرار بوته تا پنجه رفتن و از مرحله استقرار بوته تا ساقه رفتن به ترتیب بیشترین حساسیت به شوری، از نظر طول سنبله و ارتفاع وجود داشت. درنهایت، کاهش عملکرد ماده خشک و کاهش تعداد بوته در واحد سطح، از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه تحت شرایط کاربرد آب شور گزارش شد (Ranjbar et al., 2013). تحقیقی برای بررسی اثر توأمان تنش شوری و آبی در سه مرحله رشد رویشی، گل‌دهی و بعد از گل‌دهی، بر عملکرد ذرت انجام شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش‌ها در هر سه آزمایش، بر صفات مورد مطالعه (تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت) معنی‌دار بود. با افزایش تنش شوری و آبی، عملکرد ذرت در هر سه آزمایش کاهش یافت و مرحله گل‌دهی، حساس‌ترین مرحله رشد نسبت به تنش‌ها شناخته شد (Soltani Mohammadi et al., 2011). در تحقیق دیگر و با مطالعه اثر غلظت کلرید سدیم بر مراحل اولیه رشد ذرت، گزارش

اعمال شد و تأثیر آن بر عملکرد محصول مورد مطالعه قرار گرفت. با این کار می‌توان در استفاده تلفیقی از منابع آب شور و شیرین در آبیاری گیاهان حساس به شوری، زمان‌بندی مناسب نمود.

مواد و روش‌ها

اجرای طرح

این پژوهش، در دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(ه) قزوین، در موقعیت عرض جغرافیایی "۲۳' ۱۹' ۳۶" شمالی و طول جغرافیایی "۳۸' ۰۰' ۵۰" شرقی و ارتفاع ۱۳۸۲ متر از سطح دریا انجام شد. گیاه مورد مطالعه، ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود و کاشت آن‌ها در لایسیمترهای کوچک پلاستیکی به قطر ۳۵ و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر انجام شد. به‌منظور زهکشی مناسب بستر کشت گیاه و سهولت نمونه‌گیری از عصاره اشباع خاک، ابتدا لوله‌های سوراخ‌دار تهیه شد و در کف هر لایسیمتر نصب گردید. سپس روی لوله‌ها به ارتفاع ۵ سانتی‌متر سنگ‌ریزه ریخته شد و در نهایت لایسیمترها با مخلوط خاک کشاورزی، ماسه‌بادی و کود حیوانی، با نسبت ۳، ۱ و ۱ پر شدند. خاک مورد استفاده، از مزرعه تحقیقاتی گروه علوم و مهندسی آب تهیه شد. بافت خاک با نمونه‌گیری و آزمایش، لومی شنی تعیین شد. خاک طبیعی مزرعه تحقیقاتی پس از شخم زدن و آمادگی برای بستر کشت، دارای چگالی ۱/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. بنابراین با توجه به حجم هر لایسیمتر، وزن مشخصی از مخلوط خاک در لایسیمترها ریخته شده و سپس به تراکم مذکور رسانده شد. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با توجه به مصرف کود حیوانی، یک دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. در تاریخ اول مردادماه سال ۱۳۹۶، تعداد سه بذر و با فاصله ۵ تا ۷ سانتی‌متر از هم، در وسط هر لایسیمتر کاشته شد. به‌منظور آبیاری و جوانه‌زنی بذرها، از آب چاه با هدایت الکتریکی مناسب ($EC = 0/45 \text{ dS/m}$) و PH خنثی استفاده شد. پس از جوانه‌زنی و رسیدن گیاه به چهار برگ، دو گیاه حذف شد و بهترین گیاه برای اجرای تیمارها باقی ماند. به طور مشابه، در تحقیقی با هدف بررسی تأثیر تنش شوری و قارچ میکوریزا بر ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه ذرت، شیوه کشت گیاهان مشابه پژوهش حاضر گزارش شد (Dehghani et al., 2017). پس از اجرای تیمارها و برداشت داده‌های مورد مطالعه در پژوهش، برداشت نهایی زیست توده گیاه در تاریخ ۱۱ آبان انجام شد.

تعیین زمان و مقدار آبیاری

زمان آبیاری با توجه به رطوبت خاک در لایسیمترها و هنگام رسیدن به حد تخلیه مجاز رطوبتی ذرت (MAD)، تعیین شد. برای این کار رطوبت خاک به‌صورت روزانه، توسط دستگاه

شد که درصد جوانه‌زنی نهایی و شاخص انرژی گیاهچه با افزایش سطح شوری کاهش یافت (Abdellatif-Idris and Siddig, 2015). به‌طور کلی تنش‌هایی مانند شوری و خشکی، با کاهش پتانسیل آب خاک، باعث کاهش جذب آب توسط گیاه و در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌گردند. در تحقیقات گذشته گزارش شد اثر توأمان دو تنش شوری و خشکی بر کاهش جذب آب، به شکل جمع‌پذیر و ضرب‌پذیر قابل ارائه است. در مقوله جمع‌پذیری فرض می‌شود جذب آب توسط گیاه، تحت تأثیر تجمعی کاهش پتانسیل آب خاک و کاهش پتانسیل اسمزی انجام می‌گیرد. ولی در مقوله ضرب‌پذیری، اثر تنش‌ها به‌صورت ضرایب کاهش جذب آب، به‌طور جداگانه محاسبه شده و در یکدیگر ضرب می‌گردد (Skaggs et al., 2006). بنابراین با توجه به موارد مذکور و حساسیت متفاوت گیاه به اعمال تنش در مراحل مختلف رشد، می‌توان دو فرضیه مطرح نمود. در فرضیه اول، اثر تنش در هر یک از مراحل رشد مستقل بوده و بر عملکرد گیاه در مراحل بعدی رشد، تأثیری نمی‌گذارد. یعنی جذب آب و عملکرد گیاه، تحت تأثیر تجمعی اعمال تنش شوری در مراحل مختلف رشد گیاه می‌باشد (جمع‌پذیر بودن تأثیر تنش در مراحل رشد). در فرضیه دوم، اثر تنش وارده در مراحل اولیه رشد، بر مراحل بعدی هم مؤثر بوده و باعث افزایش یا کاهش مقاومت گیاه به تنش‌های آبی می‌گردد (خاصیت ضرب‌پذیری اثر تنش). بهره‌گیری از مقوله‌های مذکور در این پژوهش، بیشتر برای بررسی احتمال مقاوم سازی گیاه ذرت به تنش شوری بوده است. در تحقیقات گذشته، تأثیر سابقه وجود تنش شوری بر سازگاری گیاه به تنش شوری، کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی تحقیق، بررسی تأثیر اعمال تنش شوری در مراحل مختلف رشد ذرت بر عملکرد و اجزای عملکرد آن بود. به‌طوری که با اعمال یک مرحله تنش شوری در مراحل اولیه رشد، کاهش صدمات ناشی از تنش شوری در مراحل حساس رشد مطالعه گردد. در حقیقت فرض شده است که اگر گیاه یک‌بار تجربه تنش شوری در مراحل اولیه رشد را داشته باشد، نسبت به تنش شوری در مراحل حساس رشد مقاوم‌تر شده و عملکرد آن کمتر کاهش پیدا می‌کند (خاصیت ضرب‌پذیری). به‌طور کلی به دلیل روند نزولی کمی و کیفی آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک از یک طرف و مستعد بودن اراضی کشاورزی از طرف دیگر، نیازمند کاربرد روش‌های مدیریتی برای حصول عملکرد مطلوب گیاهان می‌باشیم. با کاربرد منطقی آب شور به‌عنوان یک منبع آبیاری، ضمن افزایش تولیدات کشاورزی، می‌توان از رقابت موجود برای آب غیر شور نیز کاست (Piri et al., 2018). بنابراین در این پژوهش، مقادیر متفاوت تنش شوری به‌صورت تناوبی (پالسی) و در مراحل مختلف رشد، به گیاه ذرت

۱/۲ و ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یابد، عملکرد ذرت علوفه‌ای کاهش پیدا می‌کند (Alizade, 2007). با توجه به حد آستانه تحمل به شوری ذرت، اولین تیمار شوری عصاره اشباع خاک؛ S₁ برابر با ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر و سه سطح شوری S₂، S₃ و S₄ به ترتیب برابر با ۲/۵، ۴ و ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر، برای بررسی اثر اعمال تنش شوری بر عملکرد گیاه تعیین شدند. قابل ذکر است که قبل و بعد از پالس‌های شوری فوق، گیاهان همواره با آب چاه با هدایت‌الکتریکی ۰/۴۵ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند. برای شور کردن آب آبیاری، از آب زهکش حائل منطقه آبیک قزوین (شوره‌زار مرکزی دشت قزوین، با عرض جغرافیایی ۳۵° ۵۷' ۸" و طول جغرافیایی ۵۰° ۲۴' ۳۹") استفاده شد، به طوری که با اختلاط آب بسیار شور خروجی زهکش و آب چاه، تیمار شوری با غلظت مورد نظر تهیه و اعمال شد. استفاده از زه‌آب کشاورزی برای تولید آب شور، بجای استفاده از کلرید سدیم و یا سنگ نمک، شرایط آزمایش را به واقعیت نزدیک‌تر کرده و سطح اعتماد به نتایج را افزایش می‌داد. اعمال آب‌شور برای هر تیمار صرفاً در مرحله موردنظر از رشد گیاه انجام شد و آبیاری تا زمانی ادامه داشت که هدایت‌الکتریکی آب خروجی از لایسیمتر، به حد شوری آب آبیاری (تیمار مد نظر) رسیده باشد. برای این کار، ابتدا خروجی لایسیمتر بسته شد و پس از اشباع شدن خاک با آب شور موردنظر، حدود سه ساعت فرصت داده شد تا خاک بستر کشت، آب شور را در بر داشته باشد. سپس، خروجی لایسیمتر باز شد و با اندازه‌گیری شوری زه‌آب خروجی، اطمینان حاصل شد که تنش شوری به ریشه گیاه اعمال شده است. با توجه به حجم و تراکم خاک درون لایسیمترها و کمبود رطوبت خاک تا حد اشباع، به‌طور متوسط در هر لایسیمتر حدود ۵ لیتر آب شور برای اشباع شدن خاک مصرف شد. از سوی دیگر، تیمارهای مراحل رشد به‌صورت یک مرحله‌ای و شامل؛ رسیدن به مرحله ۴برگی، (P₁) گل‌دهی، (P₂) شیرگی شدن دانه‌ها و دومرحله‌ای شامل؛ (P₁P₂) ۴برگی-گل‌دهی، (P₁P₃) ۴برگی-شیری شدن و (P₂P₃) گل‌دهی-شیری شدن، تعریف شدند. در مجموع تعداد ۲۴ تیمار با سه تکرار به‌صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی اجرا شدند.

تحلیل آماری

در این تحقیق، مقادیر عددی صفات مورد مطالعه شامل؛ وزن خشک ساقه، وزن خشک بلال، وزن خشک برگ، عملکرد زیست توده خشک و ارتفاع بوته، با نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها، توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

رطوبت‌سنج ساخت شرکت دلتا تی (ΔT) اندازه‌گیری شد. مقدار رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی (FC) و پژمردگی دائم (PWP)، با قراردادن نمونه‌ای از خاک متراکم لایسیمتر در فشار ۰/۳ و ۱۵ اتمسفر، اندازه‌گیری شد. حد MAD نسبتی از کل رطوبت موجود بین دو حد FC و PWP بوده که در منابع علمی، به‌طور متوسط برای گیاه ذرت ۰/۶۵ گزارش شد (Alizade, 2007). بر اساس تحقیقاتی در کلرادو آمریکا، مقدار MAD ذرت در مراحل رشد ۴برگی، ۱۶برگی، خمیری شدن دانه‌ها و رسیدگی به ترتیب؛ ۵۰، ۶۰-۷۰، ۵۰ و ۶۰-۷۰ درصد اعلام شد (Al-Kaisi and Broner, 1992). در تحقیق دیگر، به‌منظور بررسی اثر مدیریت آب‌شور طی دوره رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای، مقدار MAD برابر با ۰/۵ در نظر گرفته شد (Molavi et al., 2011). در این پژوهش، برای جلوگیری از ورود تنش خشکی به گیاه، کمترین مقدار گزارش‌شده در تحقیقات گذشته، یعنی مقدار ۰/۵ MAD در کل دوره رشد در نظر گرفته شد. مقدار حجم آب آبیاری نیز با توجه به حجم خاک در بستر کشت، از طریق رابطه (۱) محاسبه و پس از رسیدن رطوبت خاک به حد MAD، به گیاهان داده شد.

$$V = \left(\frac{FC - PWP}{100} \right) \times MAD \times \rho_b \times D \times A \quad (\text{رابطه ۱})$$

در رابطه فوق؛ V: حجم آب آبیاری (m³)، FC: درصد رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی، PWP: درصد رطوبت وزنی خاک در نقطه پژمردگی دائم، MAD: حد تخلیه مجاز رطوبت خاک (اعشاری)، ρ_b: چگالی ظاهری خاک (g/cm³)، D: عمق توسعه ریشه (m) و A: مساحت بستر کشت (m²) بود. در این پژوهش با توجه به این که بستر کشت گیاه، گلدان (مینای لایسیمتر) بود، راندمان آبیاری صد در صد بوده و عمل آبیاری نیز وجود نداشت. بنابراین آبی اضافه بر حجم خالص در نظر گرفته نشد و حجم ناخالص و خالص آب آبیاری یکسان بود. مقدار حجم خالص آبیاری نیز صرفاً بر اساس اختلاف رطوبت خاک بین حد MAD تا حد FC (طبق رابطه ۱) تعیین شد و به گلدان‌ها داده شد. لازم به ذکر است، شروع تخلیه آب از زهکش‌های تعبیه شده در کف گلدان‌ها، مؤید کفایت آبیاری و محاسبات دقیق برآورد حجم آب آبیاری بود.

تعریف تیمار

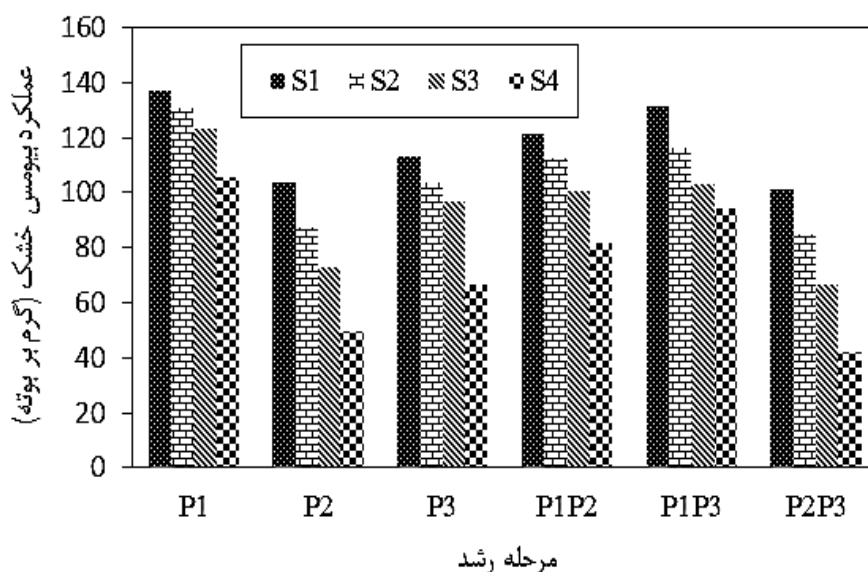
در این تحقیق، تأثیر اعمال پالس‌هایی از تنش شوری در مراحل مختلف رشد، بر عملکرد ذرت علوفه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارهای شوری در ۴ سطح و تیمارهای مرحله رشد، در شش سطح تعریف شدند. نتایج تحقیقات گذشته نشان داد اگر هدایت‌الکتریکی آب آبیاری و عصاره اشباع خاک به ترتیب؛ از عدد

نتایج و بحث

واکنش ذرت به تنش شوری

به منظور بررسی قابلیت سازگاری ذرت به تنش شوری، پالس‌هایی از تنش مذکور به صورت یک و دو مرحله‌ای در طول دوره رشد گیاه، اعمال شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها در جدول (۱) و (۲) نشان داده شد. تأثیر متقابل تنش شوری در مراحل مختلف رشد، بر مقدار وزن خشک برگ معنی دار نبود اما بر مقدار وزن خشک ساقه، بلال، عملکرد بیوماس و ارتفاع بوته ذرت، به ترتیب در سطح یک، پنج، یک و یک درصد معنی دار بود. به طور کلی مقایسه میانگین تیمارهای مختلف فاکتور مرحله رشد، نشان داد بیشترین عملکرد مربوط به تیمار P_1 بود و پس از آن به ترتیب تیمارهای P_2P_3 ، P_2 ، P_3 ، P_1P_2 ، P_1P_3 بیشترین عملکرد را داشتند. همان طور که در شکل (۱) مشخص است، در بین تنش‌های یک مرحله‌ای، تیمار P_1 و P_3 و در میان تنش‌های دومرحله‌ای، تیمار P_1P_2 ، P_2P_3 و P_1P_3 از کم‌ترین به بیشترین عملکرد مرتب می‌شوند. کاهش متفاوت عملکرد، نشان‌دهنده حساسیت متفاوت گیاه به تنش شوری در مراحل مختلف رشد بود. بیشترین عملکرد ذرت به مقدار $136/8$ گرم بر بوته، در تیمار P_1S_1 و کم‌ترین آن به مقدار $41/7$ گرم بر بوته، در تیمار $P_2P_3S_4$ مشاهده شد. تیمار P_1P_3 و P_1P_2 نسبت به تیمار P_2 و P_3 ، به طور متوسط ۱۷ و ۳۳ درصد افزایش عملکرد داشتند. دلیل افزایش عملکرد، نتیجه‌بخش بودن فرضیه اولیه پژوهش و سازگار شدن گیاه به تنش شوری، در اثر تجربه آن در مراحل اولیه رشد بود. اما تیمار P_2P_3 نسبت به تیمار P_2 و P_3 ، به ترتیب ۲۳ و $6/2$ درصد

کاهش عملکرد داشت. دلیل آن، اعمال تنش شوری در دو مرحله حساس به تنش، در طول دوره رشد گیاه بود. تاکنون گزارش‌های زیادی در خصوص تأثیر تنش شوری بر کاهش عملکرد ذرت ارائه شده است. به عنوان نمونه؛ عملکرد ذرت در تیمارهای I_3 (۵۰ درصد آبیاری) و $(S_1+3)S_3$ نسبت به تیمارهای I_1 (۱۰۰ درصد آبیاری) و S_1 (شوری آب کارون)، در سه مرحله رشد رویشی، گل‌دهی و بعد از گل‌دهی به ترتیب؛ $20/5$ ، $26/4$ و $13/2$ درصد کاهش داشت (Soltani Mohammadi *et al.*, 2011). افزایش شوری آب از ۲ به ۷ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد دانه ذرت از $6/3$ به $2/6$ تن بر هکتار گزارش شد (Heidarinia *et al.*, 2016). در تحقیق دیگری نشان داده شد که افزایش شوری آب آبیاری تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر، باعث $25/2$ درصد کاهش در عملکرد دانه ذرت شد (Azizian and Sepaskhah, 2014). اما نتایج این پژوهش دستاورد جدیدی به همراه داشت و نشان داد در صورتی که گیاه در مراحل اولیه رشد با یک تنش شوری مواجه شود، می‌تواند تنش‌های شوری را در مراحل حساس رشد، تحمل کرده و با کاهش عملکرد کمتری مواجه شود. دلیل نتایج به دست آمده، ممکن است به علت سازگاری فیزیولوژیکی گیاه با تنش شوری، در ابتدای دوره رشد باشد. یعنی گیاه به نوعی برای پذیرش تنش در مراحل حساس رشد، واکنش داده است. در این مورد، تجربه مشابهی درباره اعمال تنش خشکی بر گیاهان باغی، بین کشاورزان سنتی وجود دارد. به این صورت که اگر درختان در ابتدای عمر خود تجربه تنش خشکی داشته باشند، در دوران محصول‌دهی مقاومت بیشتری به تنش خشکی خواهند داشت.



شکل ۱- تغییرات عملکرد ذرت در اثر تنش‌های شوری در مراحل مختلف رشد

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی برای تیمارهای مختلف

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ساقه (گرم بر بوته)	وزن خشک بلال (گرم بر بوته)	وزن خشک برگ (گرم بر بوته)	عملکرد بیوماس خشک (گرم بر بوته)	ارتفاع بوته (سانتی متر)
تکرار	۲	۰/۳۸۲ ^{ns}	۳۸/۱۲ ^{ns}	۳۶/۶۷ ^{ns}	۳/۲۲ ^{ns}	۱۹/۳۴ ^{ns}
مرحله رشد	۵	۶۹۶/۶۲ ^{**}	۱۶۵۹/۳۱ ^{**}	۱۸۸/۹۴ ^{**}	۴۵۴/۱۶ ^{**}	۵۲/۸۴ ^{**}
شوری	۳	۱۱۴۶/۳۴ ^{**}	۱۶۳۴/۹۱ ^{**}	۵۱/۱۱ [*]	۶۴۸۹ ^{**}	۷۳۱/۷۲ ^{**}
شوری × مرحله رشد	۱۵	۱۵/۴۷ ^{**}	۵۹/۱۷ [*]	۲۴/۴۴ ^{ns}	۸۵/۳۷ ^{**}	۱۲/۱ [*]
خطا	۴۶	۲/۷۷	۲۹/۰۵	۱۶/۲۵	۱/۲۴	۲/۷۷

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و مرحله رشد بر صفات مورد بررسی برای تیمارهای مختلف

تیمار	وزن خشک ساقه (گرم بر بوته)	وزن خشک بلال (گرم بر بوته)	وزن خشک برگ (گرم بر بوته)	عملکرد بیوماس خشک (گرم بر بوته)	ارتفاع بوته (سانتی متر)
P ₁ S ₁	۵۹/۸ ^b	۵۷/۸ ^a	۱۹/۱ ^{a-c}	۱۳۶/۸ ^a	۱۸۹ ^a
P ₁ S ₂	۵۵/۵ ^{cd}	۵۵/۷ ^a	۱۹/۲ ^{a-e}	۱۳۰/۵ ^b	۱۸۴/۳ ^{c-e}
P ₁ S ₃	۴۷/۸ ^{fg}	۵۵/۵ ^a	۱۹/۶ ^{a-e}	۱۲۲/۹ ^c	۱۸۱/۳ ^{c-h}
P ₁ S ₄	۴۰/۸ ^{jk}	۴۰/۳ ^{c-e}	۲۴/۳ ^a	۱۰۵/۲ ^g	۱۷۹ ^{hi}
P ₂ S ₁	۵۱/۲ ^e	۳۰/۹ ^{d-g}	۲۱ ^{a-c}	۱۰۳/۲ ^h	۱۸۷ ^{a-c}
P ₂ S ₂	۴۵/۱ ^{gh}	۲۲/۸ ^{g-j}	۱۹/۳ ^{a-e}	۸۷/۳ ⁱ	۱۸۲/۳ ^{d-g}
P ₂ S ₃	۳۹/۶ ^k	۱۶/۶ ^{jk}	۱۶/۱ ^{b-g}	۷۲/۴ ^o	۱۷۵ ^{jk}
P ₂ S ₄	۲۶/۵ ^m	۹/۴ ^{kl}	۱۳/۲ ^{c-h}	۴۹/۱ ^q	۱۶۸/۳ ^l
P ₃ S ₁	۶۴/۳ ^a	۳۲/۶ ^{d-g}	۱۵/۸ ^{b-g}	۱۱۲/۸ ^f	۱۸۷/۳ ^{ab}
P ₃ S ₂	۵۷/۲ ^{bc}	۲۸/۴ ^{f-i}	۱۸ ^{a-f}	۱۰۳/۷ ^{gh}	۱۸۳ ^{d-g}
P ₃ S ₃	۵۱/۵ ^e	۲۶/۵ ^{f-i}	۱۸/۶ ^{a-f}	۹۶/۷ ^j	۱۷۶/۳ ^{ij}
P ₃ S ₄	۴۲ ^{i-k}	۱۵/۷ ^{jk}	۸/۶ ^{g-h}	۶۶/۴ ^p	۱۷۲/۳ ^k
P ₁ P ₂ S ₁	۶۴/۲ ^a	۳۶/۹ ^{c-f}	۲۰/۶ ^{a-d}	۱۲۰/۸ ^d	۱۸۸ ^{ab}
P ₁ P ₂ S ₂	۵۸/۸ ^b	۳۴/۵ ^{d-f}	۱۸/۷ ^{a-f}	۱۱۲/۱ ^f	۱۸۳/۳ ^{d-g}
P ₁ P ₂ S ₃	۵۳/۸ ^{de}	۳۰/۲ ^{e-h}	۱۶/۵ ^{a-f}	۱۰۰/۵ ⁱ	۱۸۰/۳ ^{g-h}
P ₁ P ₂ S ₄	۴۸/۱ ^f	۲۰/۳ ^{h-j}	۱۳ ^{d-h}	۸۱/۵ ⁿ	۱۷۵/۳ ^j
P ₁ P ₃ S ₁	۵۹/۱ ^b	۵۱/۳ ^{ab}	۲۰/۴ ^{a-d}	۱۳۰/۹ ^b	۱۸۸/۳ ^{ab}
P ₁ P ₃ S ₂	۵۱/۲ ^e	۴۱/۱ ^{cd}	۲۳/۵ ^{ab}	۱۱۵/۹ ^e	۱۸۴ ^{d-f}
P ₁ P ₃ S ₃	۴۴/۶ ^{hi}	۳۶/۳ ^{c-f}	۲۱/۵ ^{ab}	۱۰۲/۵ ^h	۱۸۱ ^{f-h}
P ₁ P ₃ S ₄	۴۴/۳ ^{hi}	۲۸ ^{f-i}	۲۱/۸ ^{ab}	۹۴/۲ ^k	۱۷۶ ^j
P ₂ P ₃ S ₁	۴۳/۵ ^{h-j}	۴۶ ^{bc}	۱۱/۱ ^{f-h}	۱۰۰/۶ ⁱ	۱۸۵/۳ ^{b-d}
P ₂ P ₃ S ₂	۴۰/۵ ^{jk}	۳۲ ^{d-g}	۱۱/۸ ^{e-h}	۸۴/۳ ^m	۱۸۱/۳ ^{e-h}
P ₂ P ₃ S ₃	۳۴/۷ ^l	۱۸/۶ ^{i-k}	۱۲/۷ ^{d-h}	۶۶ ^p	۱۷۴ ^{jk}
P ₂ P ₃ S ₄	۲۸/۳ ^m	۶/۱ ^l	۷/۲ ^h	۴۱/۷ ^r	۱۷۶/۶ ^l

حروف انگلیسی داخل جدول: بیانگر رده بندی صفات مورد بررسی در طرح، برای تیمارهای مختلف می باشد. بیشترین تا کمترین مقدار صفت، از حرف a تا r مشخص شده است. صفاتی که از نظر میانگین در یک رده قرار می گیرند، با یک حرف متمایز شده اند.

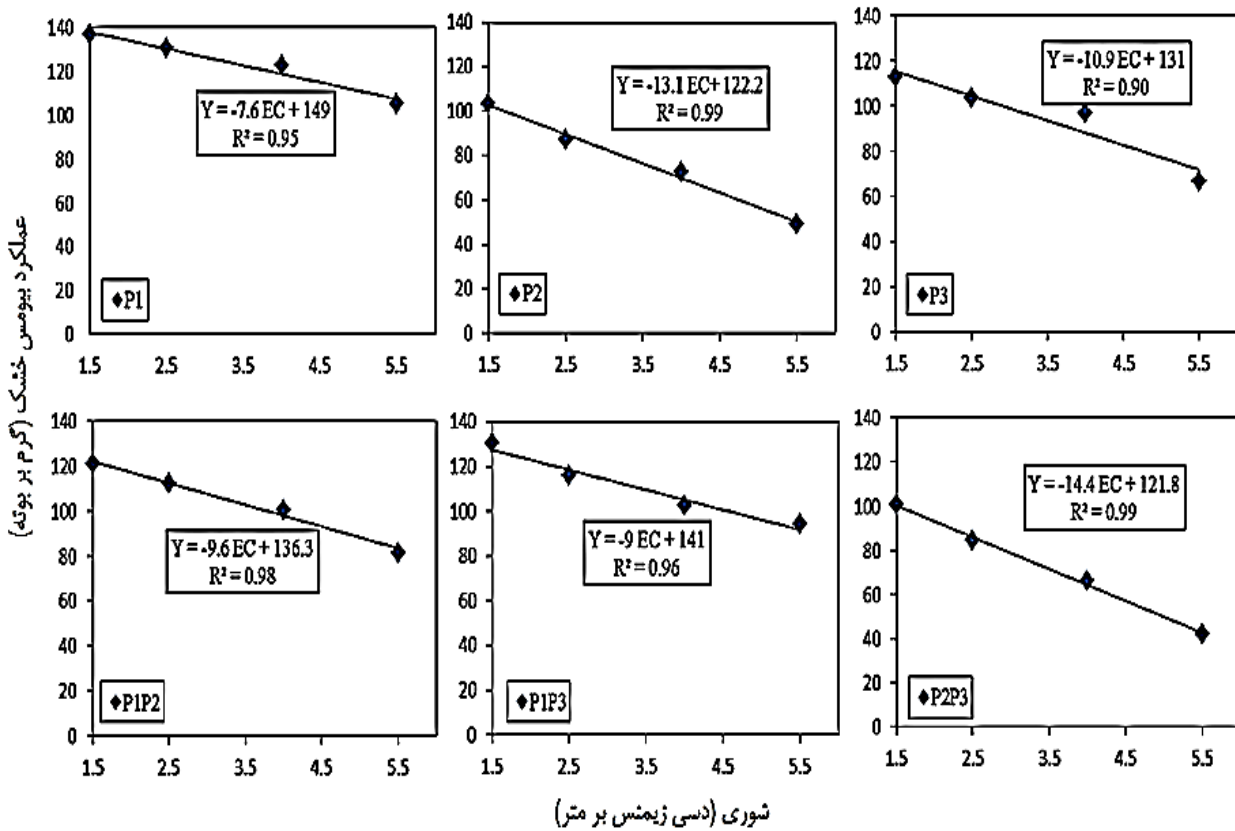
توابع عملکرد- شوری

با توجه به شکل (۲)، مشاهده شد که تأثیر تنش شوری بر مقدار عملکرد ذرت، در مراحل مختلف رشد متفاوت بود. به ازای افزایش یک واحد شوری در تیمارهای P₁، P₁P₂، P₁P₃، P₂، P₂P₃ و P₂P₃ به ترتیب: ۰/۷، ۹، ۹/۶، ۱۰/۹، ۱۳/۱ و ۱۴/۴ گرم از وزن خشک بوته ذرت کاسته شد. یعنی یک مقدار تنش شوری ثابت، بسته به اینکه در چه مرحله ای از رشد به گیاه اعمال شود، تأثیر متفاوتی

بر عملکرد محصول دارد. نتایج نشان داد که در تیمار P₁P₂ و P₁P₃ با وجود اعمال دو مرحله تنش شوری، عملکرد ذرت نسبت به تیمارهای P₂ و P₃ کاهش کمتری داشت. به دلیل این که در تیمارهای P₂ و P₃، یک بار و آن هم در مرحله حساس رشد، به گیاه تنش اعمال شد. در حالی که در تیمارهای P₁P₂ و P₁P₃، به دلیل وجود تجربه تنش شوری در مرحله رشد چهار برگی، گیاه خود را نسبت به تنش در مراحل حساس رشد مقاوم کرده بود. به طور

داشت. نتایج نشان داد که عملکرد محصول در تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب؛ ۱۰۰/۸، ۶۰/۷۱، ۸۵/۲۷ و ۹۰/۱۶ تن بر هکتار بود. پس در تیمار چهارم که جوی‌ها یک‌بار با آب شور و سپس با آب شیرین آبیاری می‌شدند، عملکرد مناسب‌تری در استفاده از آب شور حاصل شد (Piri et al., 2018). در تحقیق دیگری استفاده متناوب از آب شور- غیر شور برای گیاه حساس به نمک، مانند ذرت، نسبت به روش اختلاط دو نوع آب، مناسب‌تر گزارش شد (Bradford and Letey, 1993).

مشابه، تحقیقی به منظور بررسی تاثیر آب شور بر عملکرد سورگوم و به کارگیری آن برای مدیریت استفاده از آب شور در سیستان انجام شد. تیمارها شامل آبیاری با آب شیرین (شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر)، آبیاری با آب شور (شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر)، آبیاری یک درمیان با آب شور و شیرین به طور ثابت و متغیر بود. تفاوت تیمار سوم و چهارم در این بود که در تیمار سوم جوی‌ها به طور ثابت و یک درمیان به آب شور و شیرین اختصاص داده شد، اما در تیمار چهارم اگر در یک آبیاری جوی با آب شور آبیاری می‌شد، در آبیاری بعدی آب شیرین در جوی جریان



شکل ۲- توابع عملکرد ذرت به ازای افزایش شوری در تیمارهای مرحله رشد

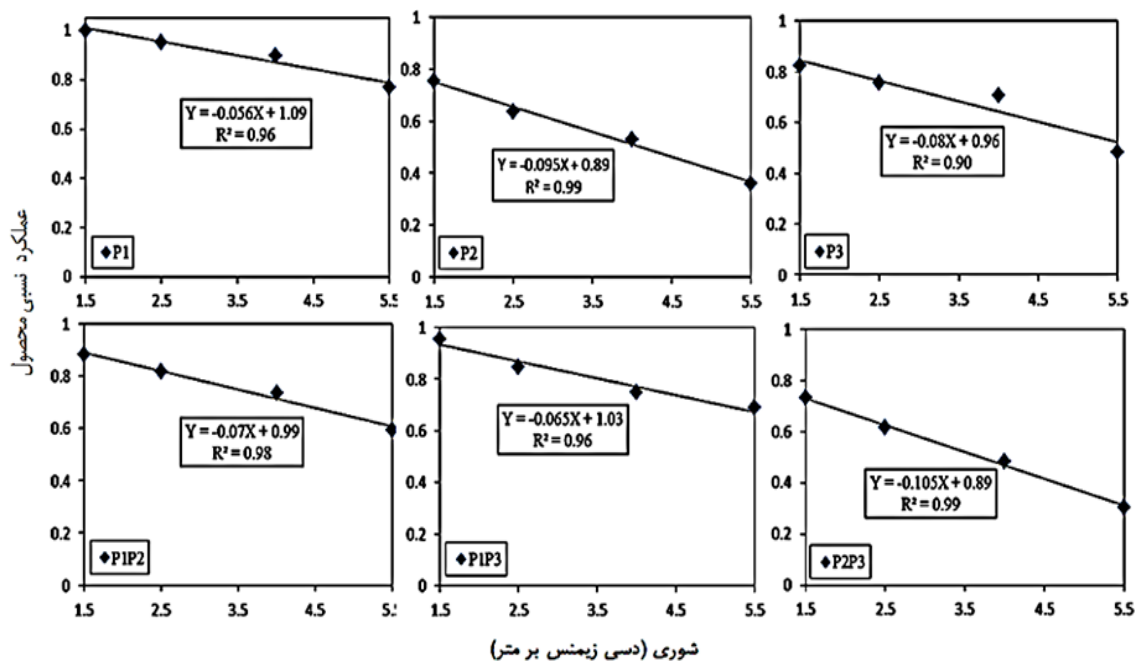
تنش شوری بر عملکرد محصول مؤثر بود و درصد کاهش عملکرد ذرت، پیرامون عدد ثابتی بود که در نشریه ۵۶ فائو گزارش شده است. با وجود این که در تیمارهای P₁P₂ و P₁P₃ نسبت به تیمارهای P₂ و P₃، یک مرحله بیشتر تنش شوری وارد شد، ولی مقدار کاهش عملکرد در آنها، به ترتیب ۲/۵ و ۱/۵ درصد کمتر بود. شکل‌های (۲) و (۳) نشان داد که در صورت آبیاری ذرت با آب شور در مرحله رشد چهار برگی (P₁)، می‌توان یک‌بار دیگر در مراحل حساس رشد مانند گل‌دهی (P₂) و شیری شدن دانه‌ها (P₃)، از آب شور برای آبیاری استفاده نمود. بدون آنکه کاهش عملکرد معنی‌داری به دلیل استفاده از آب شور دوم وجود داشته باشد.

راندمان عملکرد محصول

مقادیر راندمان عملکرد محصول در تیمارهای مختلف بر اساس نسبت عملکرد تحت تنش به عملکرد بیشینه (P₁S₁) محاسبه و نتایج آن در شکل (۳) رسم شد. در نشریه شماره ۵۶ آبیاری و زهکشی فائو شیب کاهش عملکرد ذرت به ازای افزایش یک دسی‌زیمنس بر متر شوری عصاره اشباع خاک، مقدار ۷/۴ درصد تعیین شد. در این پژوهش مشاهده شد با شور شدن عصاره اشباع خاک نسبت به حد آستانه تحمل ذرت، به طور میانگین عملکرد ذرت در تیمارهای P₁P₃، P₁P₂، P₃، P₂ و P₂P₃ به ترتیب؛ ۵/۶، ۶/۵، ۷، ۸، ۹/۵ و ۱۰/۵ درصد کاهش یافت. بنابراین مرحله اعمال

دسی‌زیمنس بر متر) بر عملکرد ذرت بررسی گردید و مشخص شد که میانگین عملکرد دانه ذرت در تیمارهای شاهد، متناوب نیم‌درمیان (نیمی از آب آبیاری با آب‌شور و نیم دیگر بلافاصله پس از نفوذ آب‌شور، با آب شیرین)، اختلاط دو نوع آب و متناوب یک‌درمیان آب‌شور و شیرین، به ترتیب؛ ۰/۶۲، ۰/۴۶، ۰/۳۸ و ۰/۳۶ کیلوگرم در هر متر مربع است (Liaghat and Esmaili, 2003). در تحقیقی دو روش اختلاط و تناوبی آب‌شور (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و غیر شور (۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر) بر روی عملکرد گندم مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبیاری متناوب با آب‌شور و غیر شور، نسبت به روش اختلاط ۷ تا ۱۱ درصد عملکرد را افزایش داد (Naresh et al., 1993). در تحقیق دیگر گزارش شد که در روش آبیاری تناوبی با آب‌شور (۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و غیر شور (۵ دسی‌زیمنس بر متر)، اگرچه از شش آبیاری صورت گرفته سه آبیاری با آب‌شور بود، ولی به دلیل آبنشویی مناسب در سه آبیاری دیگر، به نظر رسید شرایط مساعدتری برای رشد گیاه نسبت به روش مختلط فراهم بود. در نتیجه می‌توان آب‌شور را همراه با آب غیر شور برای کشت ذرت استفاده کرد، بدون آن‌که کاهش چندانی در عملکرد محصول ایجاد شود (Molavi et al., 2011). به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال تنش شوری بر گیاه در مراحل اولیه رشد، تأثیر مستقیمی بر مقاومت گیاه به تنش، در مراحل حساس رشد داشت (خاصیت ضرب‌پذیری). در تحقیقات مشابه نیز گزارش شد که واکنش گیاه به تنش توأم شوری و خشکی، بیشتر از خاصیت ضرب‌پذیری تبعیت دارد (Hoseini et al., 2018).

نتایج این تحقیق، دستاورد خوبی در زمینه استفاده از آب‌های نامتعرف در کشت ذرت محسوب می‌شود. ممکن است در برخی مناطق، منابع آب شیرین محدود بوده و یا منابع آب باکیفیت پایین وجود داشته باشد که بدون استفاده بوده و مانند آب زهکش‌ها، باعث تخریب محیط‌زیست می‌گردند. با توجه به نتایج این پژوهش، پس از استقرار گیاه ذرت در زمین، با در نظر گرفتن دوره‌های متناوب آبیاری شور و شیرین، علاوه بر دستیابی به راندمان مناسب محصول، می‌توان از منابع آب‌شور نیز بهره‌برداری نمود. در تحقیق مشابهی، شیاریهای کشت ذرت به‌صورت یک‌درمیان با آب دارای شوری ۱/۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شد. نتایج نشان داد که به‌جای کم‌آبیاری، اگر گیاهان به‌صورت یک‌درمیان با آب‌شور آبیاری شوند، عملکرد محصول ۲۴ درصد افزایش می‌یابد. به‌عبارت‌دیگر، در مناطق کم‌آب که آب‌شور وجود دارد، کاربرد آب شور- غیر شور به‌صورت آبیاری یک‌درمیان شیاریها، بر آبیاری یک‌درمیان شیاریها (کم‌آبیاری) فقط با آب غیر شور مزیت دارد. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت در صورت کمبود منابع آب غیر شور، با جایگزین کردن بخشی از آب موردنیاز گیاه با آب‌شور، امکان افزایش تولید وجود دارد (Kiani and Mosavat, 2015). در تحقیق مذکور، به دلیل آبیاری یک‌درمیان شیاریها با دو نوع آب، ممکن است برای کشاورزان محدودیت‌هایی از لحاظ اجرا به وجود آید. اما آبیاری گیاه با دوره‌های متناوب یک‌درمیان، دو درمیان و یا چند درمیان آب‌شور و شیرین، قابلیت اجرای بهتری دارد. در تحقیق دیگر، روش‌های مختلف تلفیق آب‌شور (۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر) و غیر شور (۰/۷



شکل ۳- راندمان عملکرد نسبی محصول در شوری‌های مختلف

رشد بود. بنابراین با توجه به لزوم تأمین نیاز آبی ذرت در دوره‌های متعدد آبیاری، اگر دفعاتی از آبیاری با آب شور انجام گیرد، در مصرف آب شیرین صرفه‌جویی شده و از آب‌های نامتعارف شور نیز استفاده بهینه می‌گردد. پس در صورت وجود منابع آب شور زیرزمینی خروجی زهکش‌ها و ... در کنار منابع آب شیرین، می‌توان استفاده تلفیقی از آب شور و شیرین به صورت دوره‌های متناوب آبیاری را در برنامه‌ریزی‌های آبیاری قرارداد. بی‌تردید با به‌کارگیری زمان‌بندی مناسب برای استفاده از آب شور، از کاهش عملکرد محصول در اثر تنش شوری، جلوگیری به عمل می‌آید.

REFERENCES

- Abdellatif, Y. and Siddig, A. M. (2015). Response of maize to sodium chloride concentrations at early growth stages. *Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 6(4), 68-74.
- Alkaisi, M. M., and Broner, I. (1992). Crop Water Use and Growth Stages. Colorado State University Extension. No. 4.715
- Alizade, A. (2007). *Design of surface irrigation systems* (Vol.2). (pp. 173-180). Mashhad. (In Farsi)
- Akhtari, A., Homaei, M. and Hoseini, Y. (2014). Modeling plant response to salinity and soil nitrogen deficiency. *Journal of Soil and Water Resources Conservation*. 3(4), 33-50. (In Farsi)
- Azizian, A. and Sepaskhah, A. R. (2014). Maize response to water, salinity and nitrogen levels: yield-water relation, water-use efficiency and water uptake reduction function. *Journal of Plant Production*. 8(2), 183- 214.
- Bradford, S. and Letey, J. (1993). Cyclic and blending strategies for using saline and non-saline water for irrigation. *Journal of Irrigation Science*. 13, 123-128.
- Dehghani, A., Kazemeini, S. A., Zarei, M. and Alinia, M. (2017). Effects of Salt Stress and Mycorrhiza Fungi on Morpho-Physiological Characteristics of Sweet Corn. *Journal of Crop Production and Processing*. 7(1), 101-113. (In Farsi)
- Farooq, M., Hussain, M., Wakeel, A. and Kadambot, H. M. (2015). Salt stress in maize: effects, resistance mechanisms, and management. *Journal of the Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)*. 35, 461-481
- Heidarinia, M., Naseri, A. A., Boroomandnasab, S. and Albaji, M. (2016). The Effect of Irrigation with Saline Water on Evapotranspiration and Water Use Efficiency of Maize under Different Crop Management. *Journal of Irrigation Science and Engineering*. 40(1.1), 99-110. (In Farsi)
- Hoseini, Y., Ramezani Moghaddam, J., Nikpour, M. R. and Abdoli, A. (2018). Evaluating Water Uptake Functions under Simultaneous Salinity and Water Stress Conditions in Cherry Tomato. *Journal of Water Research in Agriculture*. 32 (2), 247-266. (In Farsi)
- Kiani, A. R. and Mosavat. A. (2015). Investigating different methods of irrigation with saline-unsaline water on yield and yield of maize water in drip irrigation. *Journal of Soil and Water Research*. 46(1), 1-10. (In Farsi)
- Liaghat, A. M. and Esmaili, Sh. (2003). The effect of fresh and saline water conjunction on corn yield and salt concentration in the root zone. *Journal of Agricultural Science and Nature Resources*. 10(2), 159-170. (In Farsi)
- Molavi, H., Mohammadi, M. and Liaghat, A. (2011). Effect of saline water management during growth period on yield and yield components of maize and soil salinity profile. *Journal of Irrigation science & engineering*. 35(3), 11-18. (In Farsi)
- Nareh, R. K., Minhas, P. S., Goyal, A. K., Chauhan, C. P. S. and Gupta, R. K. (1993). Conjunctive use of saline and non-saline waters. II. Field comparisons of cyclic uses and mixing for wheat. *Journal of Agricultural Water Management*. 23, 139-148.
- Nemoto, Y. and Sasakuma, T. (2002). Differential stress responses of early salt stress responding genes in common wheat. *Journal of Phytochemistry*. 61, 129-133.
- Parvaiz, A. and Satyawati, S. (2008). Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. *Journal of Plant Soil Environment*. 54, 89-99.
- Piri, H., Ansari, H. and Faridhosseini, A. R. (2018). Investigation of the Irrigation Management with Saline Water on Sorghum Yield and Growth Indices. *Journal of Irrigation Sciences and Engineering*. 40(4), 31-46. (In Farsi)
- Ranjbar, G., Pirasteh, H., Emam, Y. and Hosein Zadeh, S. H. (2013). Effect of salinity stress on different growth stages of wheat cultivar. *Journal of Crop Production in the Situation of Environmental Tensions*. 5(1), 23-31. (In Farsi)
- Skaggs, T. H., Van Genuchten, M. Th., Shouse, P. J. and Poss, J. A. (2006). Macroscopic approaches to root water uptake as a function of water and salinity stress. *Journal of Agric. Water Manage*. 86: 140-179.
- Soltani Mohammadi, A., Kashkooli, H. A., Naderi, A. and Broomandnasab, S. (2011). The effect of water stress and salinity stress on grain yield and yield components in different stages of growth in Ahvaz climatic conditions. *Journal of Iranian Water Research*. 5(9), 161-170. (In Farsi)

نتیجه‌گیری

کاهش منابع آب شیرین در بخش کشاورزی و لزوم تأمین نیاز غذایی روزافزون انسان‌ها، توجه برنامه‌ریزان آبیاری را به سمت اتخاذ راه‌کارهایی برای استفاده از منابع آب شور سوق می‌دهد. در این پژوهش، امکان مقاوم‌سازی گیاه ذرت به تنش شوری، در مراحل اولیه رشد، مورد مطالعه قرار گرفت. بطور کلی نتیجه حاصل این بود که عملکرد ذرت با اعمال تنش شوری در دو مرحله ابتدایی و حساس رشد، نسبت به اعمال تنش در مرحله حساس رشد، بیشتر بود. دلیل آن مقاوم شدن گیاه به شوری، در اثر تجربه آن در مراحل ابتدایی