

## تأثیر ریزموجودات مفید روی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیکی انار رقم شیشه کپ تحت تنش شوری

محمد عارف پوریان<sup>۱\*</sup>، غلام حسین داوری نژاد<sup>۲</sup> و یحیی سلاح‌ورزی<sup>۳</sup>

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳. مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات انار دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۱۲/۱۲)

### چکیده

ریزموجودات مفید (EM)، یکی از کودهای زیستی تجاری شامل باکتری‌های فتوسنتزی، باکتری‌های اسید لاکتیک، قارچ و اکتینومیسیت‌هاست. برای ارزیابی اثر ریزموجودات مفید (صفر و ۱ درصد) و تنش شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بر صفات مورفوفیزیولوژیکی انار رقم شیشه کپ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. برای اعمال تنش شوری از کلرید کلسیم و کلرید سدیم به نسبت ۱:۱۰ استفاده شد. شاخص‌های مطالعه شده شامل ارتفاع ساقه اصلی، وزن تر اندام هوایی، طول ریشه، وزن خشک ریشه و حجم ریشه، محتوی نسبی آب برگ، شاخص کلروفیل و نشت الکترولیت، محتوی پتاسیم و سدیم بودند. نتایج نشان داد که تمامی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده به جز نشت الکترولیت در تیمار ۱ درصد EM به طور معناداری بیشتر از تیمار بدون EM تحت شرایط شوری بود. همچنین تحت شرایط تنش شدید شوری (۱۵۰ میلی‌مولار) استفاده از EM موجب کاهش ۱۲/۵ درصدی سدیم و افزایش ۱۱/۵ درصدی پتاسیم، در مقایسه با عدم کاربرد EM شد. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، به نظر می‌رسد، کاربرد ریزموجودات مفید می‌تواند اثرات مضر شوری را در سطوح پایین تنش کاهش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص کلروفیل، محتوی نسبی آب برگ، محتوی سدیم، EM.

### مقدمه

معرفی کرده است. انار به صورت جنگلی در شمال ایران به شکل خودرو دیده می‌شود. این میوه جزء میوه‌های مقدس برای مسلمانان است که مزایای استفاده از آن در سوره انعام ذکر شده است (Kaplan et al., 2001). انار جزء نادر درختان میوه‌ای است که قابل کشت در مناطقی با آب و خاک نسبتاً شور است. از طرفی شوری خاک و آب (هدایت الکتریکی<sup>۱</sup>) از عوامل اصلی محدودکننده رشد گیاهان، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است (Pal et al., 2004). غلظت‌های

انار (*Punica granatum* L.) یا همان میوه بهشتی و یاقوت سرخ یا به‌زبانی همان میوه فوق‌العاده‌ای است که جایگاه اقتصادی مهمی در ایران و خصوصاً در شهرستان‌های حاشیة کویر استان خراسان بزرگ دارد. شرایط اقلیمی و آب و هوا و نوع خاک و توانایی‌های بالقوه و بالفعل، ایران را به‌منزله بزرگ‌ترین تولیدکننده با سطح زیر کشت بیش از ۶۰ هزار هکتار و برداشت بیش از ۷۰۰ هزار تن یکی از صادرکنندگان بزرگ انار در دنیا

1. Electrical Conductivity (EC)

E-mail: Aref.Pourian@yahoo.com

\* تلفن: ۰۹۱۱۷۲۷۴۵۹۴

افزایش کارایی سایر عملیات انجام شده شود (Imai & Higa, 1994). زمانی که ترکیب EM همراه با خاک یا محلول پاشی روی گیاه استفاده شود، سبب گسترش جمعیت باکتری‌های فتوسنتزی و تثبیت‌کننده ازت خواهد شد. این پدیده سبب رشد بیشتر گیاه و عملکرد و کیفیت بالاتر از طریق افزایش سطح کارایی فتوسنتز و افزایش سطح تثبیت ازت می‌شود (Higa, 1991). به‌رغم همه این موارد، تا کنون گزارش مشخصی از کاربرد EM به‌منظور کاهش اثرات تنش شوری در درختان ارائه نشده است. هدف از این پژوهش بررسی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیکی انار رقم شیشه‌کپ به سطوح مختلف EM تحت تنش شوری بود.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۲۳ متر از سطح دریا به مرحله اجرا درآمد. از نهال‌های دوساله انار رقم شیشه‌کپ کشت شده در گلدان‌هایی به قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر حاوی ترکیب خاکی شامل ۷۰ درصد خاک زراعی و ۳۰ درصد ماسه شیرین استفاده شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح EM (صفر و ۱ درصد) و چهار سطح شوری (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بود. در اعمال تنش شوری برای چهار سطح شوری ذکر شده از دو نمک سدیم کلرید (NaCl) و کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_2$ ) به نسبت ۱:۱۰ استفاده شد. در هر نوبت آبیاری محلول EM به غلظت ۱ درصد تهیه (۵ سی‌سی در ۵۰۰ سی‌سی برای هر گیاه در هر نوبت آبیاری و ۱۵۰ سی‌سی در طول آزمایش) و به ۵۰ درصد از گلدان‌ها همراه با آب آبیاری به خاک داده شد. تنش شوری نیز هم‌زمان با تیمار EM همراه با آب آبیاری اعمال شد؛ به‌طوری‌که نهال‌ها با EM و آب شور حاوی غلظت‌های مدنظر آبیاری شدند. آبیاری هر ۳ روز یک‌بار به حجم ۵۰۰ سی‌سی انجام می‌شد. درنهایت و سه ماه پس از شروع اعمال تیمارها صفات ذیل ارزیابی شدند.

بالای نمک موجود در محیط‌های خاکی و آبی ممکن است به‌صورت طبیعی (تبخیر زیاد و نزولات جوی اندک و پراکنده) و یا به‌دلیل فعالیت‌های انسانی (برداشت بی‌رویه از منابع زیرزمینی و عدم تغذیه کافی) باشد (Larcher, 1995). افزایش شوری، گیاهان را تحت‌تأثیر تنش‌های اسمزی و یونی (Garg, 2010)، تغییرات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی و همچنین نبود تعادل غذایی در گیاه قرار می‌دهد (Muhammad *et al.*, 1987). ابتدا یا در طول دوره قرارگرفتن گیاه در معرض شوری عوامل اساسی برای رشد گیاه مثل فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم چربی (Parida & Das, 2005) و تعادل غذایی (German *et al.*, 2000) تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند. تنش شوری سبب تجمع انواع اکسیژن فعال در سلول می‌شود که خساراتی را به لیپیدهای غشا، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک وارد می‌سازند (Grattan & Grieve, 1999).

استفاده از کودهای زیستی برای بهبود خصوصیات بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی توصیه می‌شود. تیرو هیگا<sup>۱</sup> برای اولین بار گروهی از میکروارگانیزم‌های مفید را توسعه داد و در سال ۱۹۸۰ آن را ریزموجودات مفید<sup>۲</sup> (EM) نامید (Higa, 1993). نقش اصلی EM تبدیل یک اکوسیستم غیر حاصل‌خیز با جمعیت میکروبی مضر به یک اکوسیستم حاصل‌خیز و حاوی میکروارگانیزم‌های مفید است. این اصل ساده، پایه و اساس تکنولوژی EM در کشاورزی و مدیریت محیطی است. Daly & Stewart (1999) گزارش دادند که ریزموجودات مفید می‌تواند با افزایش فتوسنتز، تولید مواد فعال مانند هورمون‌ها و آنزیم‌ها، رشد و عملکرد محصولات را بهبود بخشد. همچنین نتایج پژوهش Shokouhian *et al.* (2013) نشان دادند که ریزموجودات مفید سبب افزایش سطح برگ، کلروفیل، ذخیره پروتئین، نیتروژن، پتاسیم و فسفر برگ در دو ژنوتیپ بادام شده است. بررسی‌های انجام‌شده در زمینه کاربرد EM نشان داده است که این ترکیب می‌تواند روی کیفیت خاک، رشد گیاه، کیفیت و عملکرد محصول مؤثر باشد و به‌صورت معناداری سبب

1. Dr. Teruo Higa  
2. Effective Microorganisms

شوری ۵۰ میلی‌مولار به ترتیب ۴/۶، ۱۲/۶، ۵/۲، ۲/۴ و ۱۶/۸ درصد نسبت به تیمار بدون EM و شوری ۵۰ میلی‌مولار افزایش نشان داد (جدول ۱). اثرات منفی افزایش شوری روی ارتفاع ساقه اصلی و اندام هوایی ممکن است نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی (Heidari Sharif Abad, 2001) و یا اثر مستقیم نمک بر سرعت تقسیم سلولی و کاهش طول مدت توسعه سلولی باشد (Volkmar et al., 1998). نتایج این پژوهش با نتایج گزارش شده توسط Patil & Waghmare (1982) و Naeini et al. (2006) مطابقت دارد. همچنین کاهش رشد ریشه به دلیل افزایش شوری می‌تواند ناشی از اثرات سمی سدیم و کلر و یا به علت نبود تعادل در جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه باشد (Jamil et al., 2006). Mayak et al. (2004) نشان دادند که برخی میکروارگانیسم‌ها تحت شرایط تنش، با تولید آنزیم ACC-دآمیناز سبب کاهش تولید اتیلن و در نتیجه کاهش اثرات تنش شوری و افزایش رشد گیاه می‌شوند. میکروارگانیسم‌ها با تولید ترکیبات هورمونی مانند اکسین سبب افزایش رشد طولی، وزن ریشه و افزایش تعداد ریشه‌های مؤین و انشعابات ریشه‌ای شده است که سبب تغییراتی در مورفولوژی و ساختار ریشه می‌شود که این امر در نهایت موجب بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود (German et al., 2000). با توجه به نتایج آزمایش و یافته‌های دیگر پژوهشگران به نظر می‌رسد، ریزموجودات مفید به کاررفته در این آزمایش نیز، با کاهش تولید اتیلن و همچنین تولید ترکیبات هورمونی سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی می‌شود که بهبود برخی خصوصیات مورفولوژیکی انار تحت شرایط سطوح پایین شوری را در پی داشت.

#### صفات فیزیولوژیک

برهمکنش EM و شوری نیز بر مقادیر محتوی نسبی آب برگ ( $P \leq 0.05$ )، شاخص کلروفیل و نشت الکترولیت ( $P \leq 0.01$ ) معنادار بود (جدول ۲). بیشترین میزان محتوی نسبی آب برگ در تیمار ۱ درصد EM و بدون شوری، (۸۴/۴ درصد) مشاهده شد که نسبت به استفاده نکردن از EM، ۱۰/۴ درصد افزایش داشت (جدول ۲). کاهش محتوی نسبی آب تحت تنش شوری

برای تعیین محتوی نسبی آب برگ از روش Kaya et al. (2003) استفاده شد. بدین منظور از برگ‌های کاملاً توسعه یافته نمونه برداری و پس از اندازه‌گیری وزن تر (FM) نمونه‌های سالم به مدت ۶ ساعت در آب مقطر به حالت غوطه‌ور قرار داده شده و سپس وزن تورژانس (TM) آن‌ها اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها برای اندازه‌گیری وزن خشک (DM) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند. محتوی نسبی آب برگ از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC (\%) = [(FM - DM) / (TM - DM)] \times 100$$

از کلروفیل سنج دستی (SPAD-502; Konica Minolta Sensing, Inc., Japan) برای اندازه‌گیری سبزینه برگ در پایان آزمایش استفاده شد. نشت الکترولیتی با استفاده از معادله زیر و از روش Blum & Ebercon (1981) که توسط Marcum (1998) اصلاح شده بود محاسبه شد.

$$EL = (C_i / C_s) \times 100^3$$

در این معادله  $C_i$  و  $C_s$  به ترتیب هدایت الکتریکی اولیه و ثانویه‌اند.

برای اندازه‌گیری پتاسیم و سدیم نمونه‌های خشک گیاهی با اسید نیتریک مخلوط و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در کوره هضم قرار داده شده و غلظت آن‌ها با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و با روش نشر شعله‌ای اندازه‌گیری شد (Tabatabaei, 2009). در این آزمایش ارتفاع ساقه اصلی، وزن تر اندام هوایی، طول ریشه، وزن خشک ریشه و حجم ریشه نیز اندازه‌گیری شدند.

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار JMP 8.0 و مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده با آزمون Tukey در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

#### نتایج و بحث

##### صفات مورفولوژی

نتایج برهمکنش دو تیمار بیانگر آن است که کاربرد EM اثرات مضر شوری (سطح ۵۰ میلی‌مولار) را در صفات مورفولوژیک مطالعه شده کاهش داد. به طوری که مقادیر ارتفاع ساقه اصلی، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و حجم ریشه در تیمار ۱ درصد EM و

می‌تواند در نتیجه کاهش دسترسی به آب بر اثر افزایش پتانسیل اسمزی ناشی از وجود نمک باشد ( Kafi & Mehdi Damghani, 2002). گیاهان تیمار شده با EM به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی خاک ( Allahverdiyev

et al., 2011) و همچنین جذب مستقیم آب توسط هیف‌های قارچ موجب بهبود سیستم ریشه‌ای گیاه در شرایط کم‌آبی و (Higa, 1993)، در نتیجه افزایش جذب آب بیشتر نسبت به گیاهان تیمار نشده با EM می‌شود.

جدول ۱. اثر ریزموجودات مفید (EM) بر صفات مورفولوژیکی انار رقم شیشه‌کپ تحت تنش شوری

EM (%)	شوری (میلی‌مولار)	ارتفاع ساقه اصلی (cm)	طول ریشه (cm)	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن خشک ریشه (g)	حجم ریشه (cm <sup>3</sup> )
۰	۰	۸۰/۵ ab	۲۵/۶ b	۲۷/۸ab	۴/۱bc	۲۴/۸b
۵۰	۵۰	۷۶/۰ bc	۲۵/۳ b	۲۲/۹ c	۴/۰ c	۲۴/۴b
۱۰۰	۱۰۰	۷۴/۳ cd	۲۱/۵ c	۱۳/۷d	۲/۹d	۱۶/۵d
۱۵۰	۱۵۰	۷۱/۶d	۲۱/۳ c	۱۲/۵d	۲/۷d	۱۶/۳d
۰	۰	۸۴/۰ a	۲۹/۲ a	۳۰/۲ a	۵/۱a	۲۸/۹a
۵۰	۵۰	۷۹/۵ ab	۲۸/۵ a	۲۴/۱ b	۴/۱ ab	۲۸/۵ a
۱۰۰	۱۰۰	۷۴/۳ cd	۲۱/۸c	۱۶/۲d	۳/۰ d	۲۰/۵ cd
۱۵۰	۱۵۰	۷۳/۸ cd	۲۱/۶ c	۱۴/۲d	۲/۹ d	۱۶/۰d

اثر متقابل EM (در دو سطح صفر و ۱ درصد) و سطوح شوری بر صفات مورفولوژیکی انار.

هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون توکی هستند.

است (Mansour, 2012). شوری سبب افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب اکسیداتیو پروتئین شده است که در نفوذپذیری غشا اختلال به وجود می‌آورند. برخی میکروارگانیسم‌ها از جمله قارچ‌ها و باکتری‌ها سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های ضد اکسایشی در گیاه و کاهش خسارت‌های اکسیداتیو و اثرات سوء تنش می‌شوند (Saravanakumar et al., 2011). به نظر می‌رسد میکروارگانیسم‌های موجود در EM نیز به این طریق سبب کاهش خسارت‌های اکسیداتیو و در نتیجه کاهش نشت الکترولیت تحت شرایط شوری شده باشد.

#### سدیم و پتاسیم

با افزایش سطوح شوری، غلظت سدیم و پتاسیم در نمونه‌های برگ اندازه‌گیری شده به‌طور معناداری افزایش یافت (شکل‌های ۱ و ۲). این نتایج با گزارش‌های Naeini et al. (2006) روی سه رقم انار آلك ترش، ملس ترش و ملس شیرین مطابقت دارد، به‌طوری‌که در شوری‌های بالا به دلیل اشباع شدن ظرفیت نگهداری سدیم در ریشه مقدار چشمگیری از این عنصر به برگ‌ها منتقل می‌شود و با توجه به قدرت انتخابی بیشتر انار در انتقال پتاسیم به اندام هوایی در مقایسه با سدیم، افزایش شوری سبب افزایش غلظت

نتایج بیانگر افزایش شاخص کلروفیل در گیاهان تیمار شده با EM تحت تنش شوری نسبت به عدم استفاده از EM بود (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ۱ درصد EM و بدون شوری مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (بدون EM، بدون شوری)، ۱۴/۱ درصد افزایش نشان داد. همچنین کاربرد EM در تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار ۲۴/۵ درصد میزان کلروفیل را نسبت به عدم استفاده از آن افزایش داد (جدول ۲). کاهش محتوی کلروفیل تحت شرایط تنش شوری توسط Kusrvan (2010) و Nazarbeygi et al. (2011) در محصولات مختلف گزارش شده است. کاربرد EM احتمالاً با بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و در اختیار گذاشتن آب و مواد غذایی بیشتر ( Allahverdiyev et al., 2011) توانسته میزان کلروفیل را افزایش دهد.

کاربرد EM از افزایش مقدار نشت الکترولیت تحت تنش شوری جلوگیری کرده است به‌طوری‌که نتایج نشان داد کمترین مقدار نشت الکترولیت در تیمار ۱ درصد EM و بدون اعمال تنش شوری (۳۵/۷ درصد) مشاهده شد. در شرایط شوری آسیب به غشای پلاسمایی، افزایش میزان نفوذپذیری و نشت الکترولیت‌ها به‌علت اثرات یونی و نیز تنش اکسیداتیو ناشی از اعمال تنش شوری گزارش شده

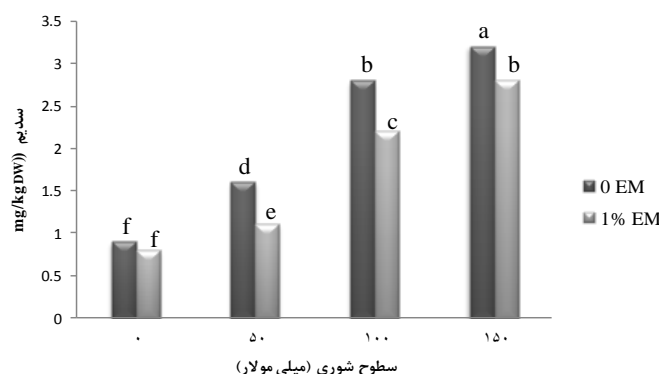
به‌دلیل جایگزینی  $NH_4$  و Ca با سدیم باشد و سدیم به شکل محلول در خاک به‌تدریج به لایه‌های پایین‌تر پروفایل خاک نفوذ می‌کند. در نتیجه آن منطقه ریزوسفر عاری از املاح مضر می‌شود که سبب افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی در این منطقه و افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه می‌شود.

پتاسیم شد (شکل‌های ۱ و ۲). نتایج نشان داد، کاربرد EM موجب کاهش غلظت سدیم و افزایش غلظت پتاسیم برگ‌ها نسبت به عدم کاربرد EM تحت تنش شوری می‌شود (شکل‌های ۱ و ۲). افزایش میزان پتاسیم با گزارش Javaid & Bajwa (2011) مطابقت دارد. کاهش میزان سدیم با کاربرد EM بنا به نظر Bhatia (1991) می‌تواند

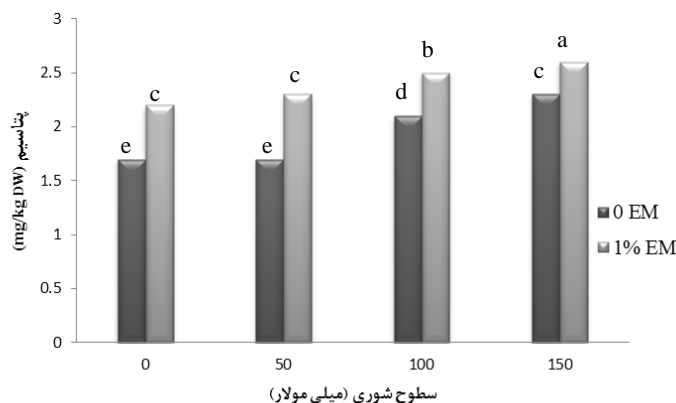
جدول ۲. اثر ریزموجودات مفید (EM) بر صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ انار رقم شیشه‌کپ تحت تنش شوری

EM (%)	شوری (میلی‌مولار)	محتوی نسبی آب برگ (%)	شاخص کلروفیل	نشت الکترولیت (%)
۰	۰	۷۶/۴ bc	۴۷/۵ b	۵۳/۶ d
۵۰	۵۰	۷۲/۵ c	۴۰/۳ c	۵۷/۸ d
۱۰۰	۱۰۰	۶۲/۴ cd	۳۲/۲ de	۷۷/۱ a
۱۵۰	۱۵۰	۵۸/۷ e	۲۸/۵ e	۸۱/۲ a
۰	۵۰	۸۴/۴ a	۵۴/۲ a	۳۵/۷ f
۵۰	۱۰۰	۷۹/۷ ab	۵۰/۲ ab	۴۴/۷ e
۱۰۰	۱۵۰	۶۴/۹ d	۳۶/۹ cd	۶۲/۸ c
۱۵۰	۰	۶۱/۱ de	۳۰/۹ de	۶۹/۰ b

اثر متقابل EM (در دو سطح صفر و ۱ درصد) و سطوح شوری بر صفات مورفولوژیکی انار. در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون توکی دارند.



شکل ۱. اثر ریزموجودات مفید (EM) بر غلظت سدیم برگ رقم شیشه‌کپ انار تحت شرایط تنش شوری



شکل ۲. اثر ریزموجودات مفید (EM) بر غلظت پتاسیم برگ رقم شیشه‌کپ انار تحت شرایط تنش شوری

## نتیجه‌گیری

و همچنین افزایش جذب آب و برخی مواد غذایی سبب بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه شود که افزایش رشد و مقاومت گیاه به سطوح پایین تنش شوری را در پی داشت. همچنین تحت شرایط تنش شوری EM توانست با کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم بروز علائم ناشی از تنش شوری را به تأخیر بیندازد.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد رقم شیشه‌کپ انار گیاه نسبتاً مقاوم به تنش شوری است که می‌تواند شوری آب آبیاری را تا سطح ۵۰ میلی‌مولار بدون بروز علائم ناشی از خسارت تنش شوری تحمل کند. کاربرد EM توانست احتمالاً با بهبود خصوصیات فیزیکی خاک

## REFERENCES

- Allahverdiyev, S. R., Atik, A., Bayazit, S. I. & Aida, S. (2011). The response of photosystem II and photosynthetic pigments to salt and Baikal I in tree seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 10(4), 535-538.
- Bhatia, S.C. (1991). *Biochemistry in Agricultural Sciences Vol. II. Shree Publishers & Distributors*. New Delhi, India.
- Blum, A. & Ebercon, A. (1981). Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Science*, 21, 43-47.
- Daly, M.J. & Stewart, D.P.C. (1999). Influence of effective microorganisms (EM) on vegetable production and carbon mineralization-a preliminary investigation. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14, 15-25.
- Garg, G. (2010). Response in germination and seedling growth in Phaseolus mungo under salt and drought stress. *Journal of Environmental Biology*, 31, 261-264.
- German, M. A., Burdman, S. & Okon, Y. (2000). Effects of Azospirillum brasilense on root morphology of common bean under different water regims. *Biology and Fertility of Soils*, 32, 259-264.
- Grattan, S. R. & Grieve, C.M. (1999). Salinity – mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78, 127-157.
- Heidari Sharif Abad, H. (2001). *Plants and salinity*. Research Institute of Forests and Rangelands press. Tehran. (In Farsi).
- Higa, T. (1993). *An Earth Saving Revolution*. Sunmark Publishing Tokyo, Japan.
- Higa, T. (1991). Effective microorganisms: a biotechnology for mankind. pp. 8–14. In: J.F. Parr., S.B. Hornick., C.E. Whitman (Eds.) *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, USA.
- Imai, S. & Higa, T. (1994). Kyusei nature farming in japan: Effect of EM on the growth and yield of spinach. P. 92-96. In parr., J.F. S.B. Hornick and M.E. Simpson (ed). *Proceedings of the Second International Conference on Kyusei Nature Farming*. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- Jamil, M., Lee, D. B., Jung, K. Y., Ashraf, M., Lee, S. C. & Rha, E. S. (2006). Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetable species. *Journal of Central European Agriculture*, 7, 273-282.
- Javaid, A. & Bajwa, R. (2011). Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean. *Turk Journal of Agriculture*, 35, 443-452.
- Kafi, M. & Damghani, M. (2002). *Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants*. Author. Basra, A.S and Basra, A.R.K. *Ferdowsi University of Mashhad Press*. (In Farsi).
- Kaplan, M., Hayek, T., Raz, A., Coleman, R., Dornfeld, L., Vaya, J. & Aviram, M. (2001). Pomegranate juice supplementation to atherosclerotic mice reduces macrophage lipid peroxidation, cellular cholesterol accumulation and development of atherosclerosis. *Journal of Nutrition*, 131 (8), 2082-9.
- Kaya, C., Higgs, D., Ince, F., Amador, B. M., Caki, A. & Sakar, E. (2003). Ameliorative effects of potassium phosphate on salt-stressed pepper and cucumber. *Journal of Plant Nutrition*, 26, 807-820.
- Kusvuran, S. (2010). Relationships between physiological mechanisms of tolerances to drought and salinity in melons. Department of horticulture, institute of natural and applied sciences university of cukurova, Ph.D thesis, Adana, p. 356.
- Larcher, W. (1995). *Physiological plant ecology* (3<sup>rd</sup> ed). pp: 390. Springer Publishing.
- Mansour, M. M. F. (2013). Plasma membrane permeability as an indicator of salt tolerance in plants. *Biologia Plantarum*, 57, 1-10.
- Marcum, K. B. (1998). Cell membrane theromotability and whole-plant heat tolerance of Kentucky bluegrass. *Crop Science*, 38, 1214-1218.

21. Mayak, S., Tirosh, T. & Glick, B.R. (2004b). Plant growth-promoting bacteria that confer resistance in tomato plant to salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 42, 565-572.
22. Muhammad, S., Akbar, M. & Neve, H.U. (1987). Effects of Na/Ca and Na/K ratios in saline culture solution on the growth and mineral nutrient of rice (*Oriza sativa* L.). *Plant and Soil*, 104, 57-62.
23. Naeini, M. R., Khoshgofarmanesh, A. H. & Fallahi, E. (2006). Partitioning of chlorine, sodium, and potassium and shoot growth of three pomegranate cultivars under different levels of salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 1835-1843.
24. Nazarbeygi, E., Yazdi, H.L., Naseri, R. & Soleimani, R. (2011). The effects of different levels of salinity on proline and A-, B- chlorophylls in canola. *Amer-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 10(1), 70-74.
25. Pal, M., Singh, D. K., Rao, L. S. & Singh, K. P. (2004). Photosynthetic characteristics and activity of antioxidant enzymes in salinity tolerant and sensitive rice cultivars. *Indian Journal of Plant Physiology*, 9, 407-412.
26. Parida, A.K. & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
27. Patil, V. K. & Waghmare, P. R. (1982). Salinity tolerance of pomegranate. *Journal of Maharashtra Agricultural University*, 7, 268-269.
28. Saravanakumar, D., Kavino, M., Raguchander, T., Subbian, P. & Samiyappan, R. (2011). Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 203-209.
29. Shokouhian, A. A., Davarynejad, GH., Tehranifar, A., Imani, A. & Rasoulzadeh, A. 2013. Investigation of effective Microorganisms (EM) Impact in Water Stress Condition on Growth of Almond (*prunus dulcis* Mill) Seedling. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(2s), 86-92.
30. Tabatabaei, S.J. (2009). *Principle of mineral nutrition of plants*. Publication of Kharazmi. (In Farsi).
31. Volkmar, K. M., Hu, Y. & Steppuhn, H. (1998). Physiological responses of plants to salinity. *A review of Canadian Journal of Plant Science*, 78, 19-27.