



محور مقاله: تنش کم آبی گیاه و روش های نگهداری آب در خاک

### تاثیر پلیمر سوپر جاذب آکوازورب بر تبادلات گازی و برخی شاخص های بیوشیمیایی

#### نارنگی پیچ (*Citrus reticulata*) تحت تنش خشکی

زینب رفیعی راد<sup>۱\*</sup>، احمد گلچین<sup>۲</sup>، یحیی تاجور<sup>۳</sup>، جواد فتاحی مقدم<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

<sup>۲</sup> استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

<sup>۳</sup> استادیار و دانشیار موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

#### چکیده

با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک کشور، استفاده از روش های مدیریتی مناسب به منظور افزایش بردباری گیاه به شرایط کم آبی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به این منظور، اثر پلیمر سوپر جاذب با سه سطح (صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد وزنی) و تنش خشکی با سطوح (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) بر نارنگی پیچ به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری رامسر در سال ۱۳۹۷ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با اعمال تنش خشکی مقادیر کلروفیل a و هدایت روزنه ای برگ کاهش یافت، در حالی که تنش خشکی میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) را افزایش داد. کاربرد سوپر جاذب موجب افزایش کلروفیل a و هدایت روزنه ای، و کاهش فعالیت آنزیم SOD گردید. همچنین در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، کاربرد سطح ۰/۵ درصد سوپر جاذب، موجب افزایش هدایت روزنه ای (۹۵ درصد) و کلروفیل a (۶۳ درصد) و کاهش فعالیت آنزیم SOD (۲۵ درصد) گردید. بنابراین کاربرد پلیمر سوپر جاذب در شرایط تنش خشکی شدید در تابستان، به منظور حفظ رطوبت بستر کاشت گیاه و افزایش کارایی مصرف آب در نارنگی پیچ، توصیه می شود.

**کلمات کلیدی:** هدایت روزنه ای، کلروفیل a، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

#### مقدمه

رشد و تولید محصولات کشاورزی تحت تاثیر عوامل محیطی متعددی قرار دارد که یکی از این عوامل، خشکی است. خشکی یا به عبارت دیگر محدودیت آب قابل دسترس، به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای محدود کننده رشد و نمو محصولات کشاورزی با اثرات منفی گسترده محسوب می شود، زیرا بر رشد و تولید محصول اثرات منفی جبران ناپذیری می گذارد. اخیراً پدیده تغییر اقلیم و به دنبال آن، گرم شدن کره زمین، اثرات منفی تنش خشکی را تشدید کرده است (Xoconostle- Cazares و همکاران، ۲۰۱۰). ایران از جمله کشورهایی است که در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و بارش سالانه آن بسیار کم می باشد. کشور، به شدت تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم قرار دارد و در سال های اخیر نیز خشکسالی های شدید و پایدار باعث ایجاد خسارت زیادی به محصولات کشاورزی به خصوص مرکبات شده است (NCCO 2010). یکی از ارقام مهم تجاری مرکبات در کشور، نارنگی رقم پیچ می باشد که از تلاقی نارنگی مینولاتانجلو (*Minneola tangelo*) با کلمانتین (*Clementine*) حاصل شده است (Al-Humaid و همکاران، ۲۰۰۷). اولین پاسخ گیاه به شرایط تنش کم آبی، بستن روزنه های برگ است. گیاه در پاسخ به تنش خشکی، پتانسیل آب برگ ها و فشار تورژانس سلول های گیاهی را کاهش داده و از این طریق روزنه های خود را می بندد. در این شرایط، با افزایش تولید رادیکال های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species; ROS)، کلروفیل برگ ها کاهش یافته و با کاهش آن، پراکسیداسیون و آسیب سلول اتفاق می افتد (Moller و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، سلول های گیاه برای مقابله با اثرات مخرب ROS، فعالیت تعدادی از سیستم های آنتی اکسیدانی مانند آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) را افزایش می دهند (Mittler و همکاران، ۲۰۰۴). در این راستا، Ranjbar (۲۰۱۷) با انجام پژوهشی بر روی پسته گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش کلروفیل برگ و افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گردید. امروزه

\* ایمیل نویسنده مسئول: z\_rafierad83@yahoo.com

به منظور افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک از روش‌های پیشرفته استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب (Super Absorbent Polymer; SAP) یا ژل‌های پلیمری آب‌دوست می‌باشد. این پلیمرها می‌توانند مقادیر بسیار زیادی آب را با سرعت جذب کرده و در اثر خشک شدن محیط، آب ذخیره شده در ساختار خود را به تدریج در اختیار گیاه قرار دهند (Arbona و همکاران، ۲۰۰۵). در زمینه به‌کارگیری سوپرجاذب‌ها در شرایط تنش خشکی، پژوهش روی صنوبر نشان داد که با افزودن پلیمر سوپرجاذب به خاک، رطوبت در محدوده ظرفیت زراعی حفظ شد که سبب افزایش محتوای کلروفیل در گیاهان مورد آزمایش گردید (Shi و همکاران، ۲۰۱۰). ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان واقع شده است و خشکسالی‌های اخیر، تأثیرات مخرب بسیار زیادی بر محصول مرکبات کشور گذاشته است. با توجه به اهمیت مرکبات در شمال کشور، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب، به منظور افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک در مرکبات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر همزمان سطوح مختلف تنش خشکی و کاربرد سوپرجاذب آکوازورب بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نارنگی پیچ انجام شد.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری رامسر به طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی با ارتفاع ۲۰- متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۷ انجام شد. براساس نتایج تجزیه خاک، بافت خاک مورد استفاده در این پژوهش لومی، هدایت الکتریکی ۰/۳۸ دسی‌زیمنس بر متر، پهاش گل اشباع ۶/۸ و مقدار کربن آلی خاک ۱/۴۸ درصد بود. بستر کشت شامل ترکیب خاک منطقه، کود دامی پوسیده و ماسه به ترتیب با نسبت ۱:۱:۲ بود و هر گلدان با پلیمرهای سوپرجاذب در مقادیر صفر به‌عنوان شاهد، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد وزنی بستر کشت (معادل صفر، ۲/۵ و ۵ گرم به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت)، مخلوط شد. پلیمر سوپرجاذب مورد استفاده در این پژوهش، بر پایه پتاسیم و ساخت شرکت SNF فرانسه بود که هیچ‌گونه سمیتی برای خاک و محیط‌زیست ندارد. سطوح تنش خشکی ۱۰۰ درصد (بدون تنش)، ۷۵ درصد (تنش کم) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) و با استفاده از دستگاه صفحات فشاری مدل (1500 pF-1, USA) در طول آزمایش اعمال شد. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. به منظور اجرای آزمایش، نهال‌های ۵ ساله نارنگی پیچ تهیه و در گلدان‌های پلاستیکی ۱۴ کیلوگرمی کشت شدند (شکل ۱). پس از طی دوره ۴ ماهه از انجام پژوهش و اعمال تیمارها، برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی نهال‌ها اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که محتوای کلروفیل a به روش استخراج با استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شد و با دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد (Pietrini و همکاران، ۲۰۰۵). هدایت روزنه‌ای برگ نیز با استفاده دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز برگ (LCi4 ADC Bioscientific Ltd، انگلستان) در طول فصل رشد و بین ساعت‌های ۱۰ تا ۱۲ ظهر، روی سه برگ بالغ در هر نهال انجام شد. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز از طریق بررسی توانایی این آنزیم در جلوگیری از کاهش فتوشیمیایی نیتروبلوتترازولیوم و توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Sheng Wu و همکاران، ۲۰۰۶). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. مقایسه میانگین هر ویژگی نیز با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل (Excel) استفاده شد.



شکل ۱. نمایی از گلدان‌های مورد استفاده و افزودن پلیمر سوپرجاذب به بستر خاک گلدان‌ها

نتایج و بحث

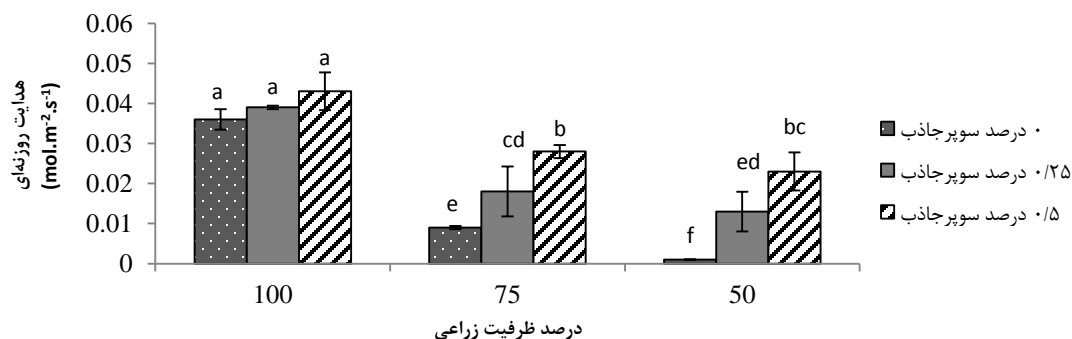
هدایت روزنه‌ای

نتایج آنالیز تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده سوپرجاذب و تنش خشکی و همچنین برهمکنش آنها بر شاخص هدایت روزنه‌ای برگ به ترتیب در سطوح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف تنش خشکی و سوپرجاذب نشان داد که اگرچه در تیمار بدون تنش خشکی (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) بین مقدار شاخص هدایت روزنه‌ای در سطوح مختلف کاربرد سوپرجاذب تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، اما در سایر سطوح تنش خشکی، با افزایش کاربرد سوپرجاذب هدایت روزنه‌ای برگ، افزایش یافت (شکل ۱). به طوری که در تنش خشکی شدید (۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، کاربرد ۰/۵ درصد سوپرجاذب موجب افزایش ۹۵ درصدی هدایت روزنه‌ای نسبت به تیمار بدون مصرف سوپرجاذب در همین تیمار تنش خشکی گردید (شکل ۱). محققین معتقدند که کاهش هدایت روزنه‌ای در شرایط تنش رطوبتی در نتیجه تغییرات اقلیمی مانند افزایش دمای هوا و کاهش فعالیت متابولیسی سلول‌های برگ می‌گیرد (Gómez-del-Campo, 2013). در حقیقت تنش خشکی با بستن روزنه‌های برگ، قابلیت دسترسی به دی اکسیدکربن ( $CO_2$ ) را در برگ‌ها کاهش داده و از تثبیت کربن جلوگیری می‌کند. زمانی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، روزنه‌های برگ آن بسته می‌شود. این واکنش بسته‌شدن، در ابتدا توسط آبسزیک اسید (ABA) در ریشه القا می‌شود. علاوه بر این، کاهش پتانسیل آماس در برگ نیز به بسته‌شدن روزنه‌ها در شرایط تنش خشکی کمک می‌کند، که احتمالاً از طریق آبسزیک اسید ساخته شده در برگ اثر می‌گذارد (Johnson و همکاران، ۲۰۰۳). اگرچه تنش خشکی با تاثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی و افزایش آسیمیلاسیون  $CO_2$  از رشد گیاه ممانعت به عمل می‌آورد، اما سوپرجاذب‌ها با نگهداری رطوبت مورد نیاز گیاه، مانع از مواجهه گیاه با شرایط تنش رطوبتی می‌شوند و همچنین با حفظ ذخیره رطوبتی خاک، موجب افزایش فتوسنتز خالص برگ، کاهش آسیمیلاسیون  $CO_2$  و در نتیجه افزایش هدایت روزنه‌ای برگ گیاه می‌گردد. نتایج پژوهش روی برگ‌های درختان مرکبات (Arbona et al., 2005) افزایش هدایت روزنه‌ای برگ گیاه را با مصرف سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی نشان داد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و سوپرجاذب بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نارنگی پیچ

منابع تغییرات	درجه آزادی	هدایت روزنه‌ای	کلروفیل a	فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD)
تنش خشکی	۲	۰/۰۰۱۸۷**	۱۳/۸۲**	۵۷۷۴۷**
سوپرجاذب	۲	۰/۰۰۰۵۸**	۱۳/۳۲**	۷۵۲۳/۲**
تنش رطوبتی × سوپرجاذب	۴	۰/۰۰۰۰۵۵*	۰/۷۸**	۱۷۳۷/۱۹**
خطای آزمایشی	۱۸	۰/۰۰۰۰۱۶	۰/۱۰۳	۱۴۱/۰۴
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۳۲	۸/۶۳	۷/۳۹

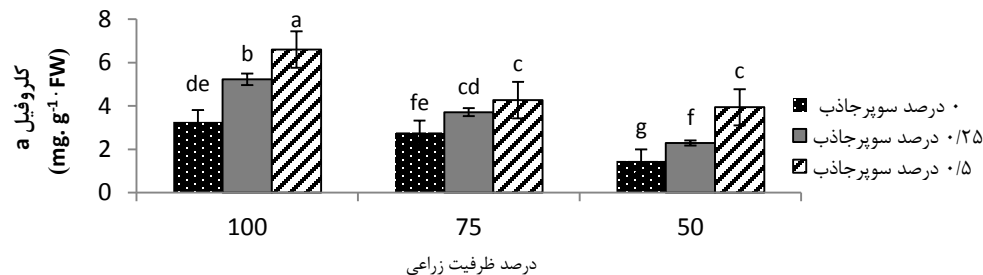
\*\*، \* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۱- اثر سطوح مختلف سوپرجاذب و تنش خشکی بر میزان هدایت روزنه‌ای برگ

### کلروفیل a

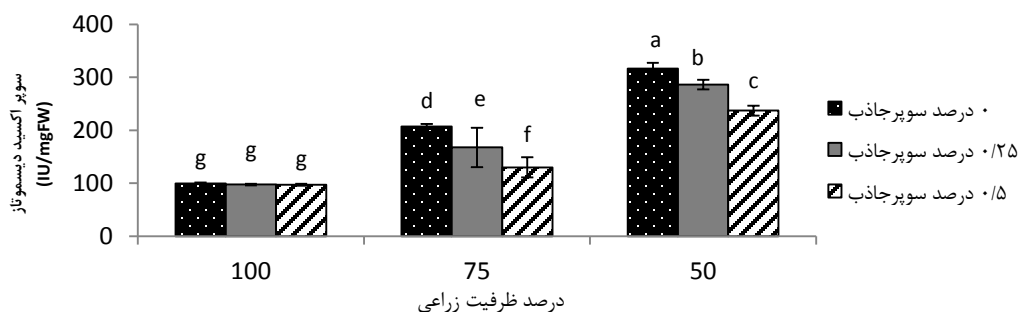
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر سطوح مختلف خشکی، سوپرجاذب و همچنین برهمکنش آن‌ها بر شاخص کلروفیل a در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و سوپرجاذب نشان داد که بیشترین محتوای کلروفیل a در ظرفیت زراعی ۱۰۰ درصد با کاربرد ۰/۵ درصد سوپرجاذب مشاهده گردید (شکل ۲). با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که تنش خشکی می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و تشدید سرعت تجزیه آن، مانع از بیوسنتز کلروفیل گردد و محتوای کلروفیل را به مقدار چشمگیری کاهش دهد. همچنین کاهش کلروفیل در شرایط کم‌آبی، با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول ارتباط دارد (Nazarli و همکاران، ۲۰۱۰). طبق بررسی‌های انجام شده روی پسته (Ranjbar, 2017) نشان داده شد که تنش خشکی منجر به کاهش میزان کلروفیل برگ گردید. به‌طور کلی پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند ویژگی‌های فیزیکی خاک را بهبود بخشیده و از آنجایی که مواد سوپرجاذب، قابلیت جذب و نگهداری آب و سایر محلول‌ها را دارند، می‌توانند از شستشوی ازت در اطراف ریشه گیاه ممانعت کرده و باعث حفظ محتوای کلروفیل گردند. تاثیر مثبت پلیمرهای سوپرجاذب بر کاهش اثرات سوء ناشی از تنش خشکی و در نتیجه افزایش میزان کلروفیل برگ در نتایج به دست آمده از زیتون (Moriana و همکاران، ۲۰۱۲) و گیاه قهوه (Liu و همکاران، ۲۰۱۶) تایید کننده نتایج این پژوهش می‌باشد.



شکل ۲- اثر سطوح مختلف سوپرجاذب و تنش خشکی بر میزان رنگدانه کلروفیل a

### فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

اثر سطوح مختلف تنش خشکی و پلیمر سوپرجاذب و همچنین برهمکنش آنها بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) برگ نارنگی پیچ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مطابق شکل ۳، با افزایش تنش خشکی، در تمامی تیمارها میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به‌عنوان سیستم دفاعی آنزیمی گیاه در مواجهه با شرایط کم‌آبی افزایش معنی‌داری یافت. اگرچه در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، بین سطوح مختلف سوپرجاذب تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، اما در سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین مقدار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) با میانگین ۳۱۶/۲۱ واحد آنزیمی بر میلی‌گرم وزن تر برگ) در تیمار بدون کاربرد سوپرجاذب مشاهده گردید. به‌طور کلی تنش خشکی، سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برگ شد. در حقیقت تمامی گیاهان مکانیسم‌هایی برای از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال ایجاد شده در شرایط تنش دارند و این کار را با افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی مانند سوپراکسید دیسموتاز انجام می‌دهند. در چنین شرایطی، پلیمرهای سوپرجاذب با حفظ رطوبت خاک و ایجاد امکان دسترسی بیشتر گیاه به آب، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه را با حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن کاهش می‌دهد (Mittler, 2002). کاهش میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز با مصرف سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی در برگ‌های گیاه آکاسیا (Tongo و همکاران، ۲۰۱۴) مورد مطالعه قرار گرفت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.





شکل ۳- اثر سطوح مختلف سوپرجاذب و تنش خشکی بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

### نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد سوپرجاذب با مقدار ۰/۵ درصد وزنی در شرایط کم آبی شدید، باعث افزایش رنگدانه کلروفیل a و هدایت روزنه‌ای برگ و کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گردید. نارنگی پیچ با حفظ رنگدانه کلروفیل a و افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در برابر تنش خشکی تا حدی مقاوم بود. سوپرجاذب آکوازورب با فراهم کردن رطوبت در ناحیه ریشه و افزایش آب قابل استفاده در شرایط کم آبی، سبب بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی نارنگی پیچ گردید. بنابراین، می‌توان استفاده از این پلیمر سوپرجاذب را، در مناطقی که با توزیع نامناسب نزولات جوی و کمبود آب مواجه هستند، توصیه کرد.

### منابع

- Al-Humaid, A.I., and Moftah, A. 2007. Effects of Hydrophilic Polymer on the Survival of Buttonwood Seedlings Grown Under Drought Stress. *Journal of Plant Nutrition*, 30(1), 53–66.
- Arbona, V., Iglesias, D.J., Jacas, J., Primo-Millo, E., Talon, M. and Aurelio, G.C. 2005. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. *Plant and Soil*, 270, 73–82.
- Johnson, S.M., Doherty, S.J. and Croy, R.R.D. 2003. Biphasic superoxide generation in potato tubers: A selfamplifying response to stress. *Plant Physiology*, 13, 1440-1449.
- Gómez-del-Campo, M. 2013. Summer deficit irrigation in a hedgerow olive orchard cv. *Arbequina*: relationship between soil and tree water status, and growth and yield components. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), 547-557.
- Liu, X., Li, F., Yang, Q. and Wang, X. 2016. Effects of alternate drip irrigation and superabsorbent polymers on growth and water use of young coffee tree. *Journal of Environmental Biology*, 37, 485-491.
- Moller, IM, Jensen, PE, Hansson, A. 2007. Oxidative modifications to cellular components in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 58, 459–481.
- Moriana, A., Perez-Lopez, D., Prieto, M.H., Ramirez-Santa-Pau, M. and Perez-Rodriguez, J.M. 2012. Midday stem water potential as a useful tool for estimating irrigation requirements in olive trees. *Agricultural Water Management*, 112, 43–54.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends plants science*. 7 (9): 405-410.
- National Climate Change Office (NCCO) at the department of environment on behalf of the government of the Islamic Republic of Iran. 2010. Iran second national communication to UNFCCC. 230 p.
- Nazarli, H., Zardashti, M.R., Darvishzadeh, R. and Najafi, S. 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(4): 53-58.
- Pietrini, F., Chaudhuri, D., Thapliyal, A.P. and Massacci, A. 2005. Analysis of chlorophyllfluorescents in mandarin leaves during photo-oxidative cold shock and recovery. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106, 189-198.
- Ranjbar, A. 2017. Comparative Study on the Effect of Water Stress and Rootstock on Photosynthetic Function in Pistachio (*Pistacia Vera L.*) Trees. *Journal of Nuts*, 8(2), 151-159.
- Shi, Y., Li, J., Shao, J., Deng, S., Wang, R., Li, N., Sun, J., Zhang, H., Zheng, X., Zhou, D., Huttermann, A. and Chen, S. 2010. Effect of stockosorb and luquasorb polymers on salt and drought tolerance of *Populus popularis*. *Scientia Horticulturae*, 124, 268-273.
- Tongo, F., Mahdavi, A. and Sayad, E. 2014. Effect of Superabsorbent Polymer Aquasorb on Chlorophyll, Antioxidant Enzymes and Some Growth Characteristics of *Acacia Victoriae* Seedlings under Drought Stress, *Ecopersia*, 2(2): 571-583.
- Xoconostle-Cazares, B., Ramirez-Ortega, F. A., Flores-Elenes, L., and Ruiz- Medrano, R. 2010. Drought tolerance in crop plants. *American Journal of Plant Physiology*, 5(5): 241-256.



# 16<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



**Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation**

## **The effect of Aquasorb superabsorbent polymer on gas exchange and some biochemical indices of page mandarin (*Citrus reticulata*) under drought stress**

Rafierad<sup>\*1</sup>, Z., Golchin<sup>2</sup>, A., Tajvar, Y.<sup>3</sup> Fatahi-Moghadam, J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>. Ph.D. Student, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.

<sup>2</sup>. Professor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.

<sup>3, 4</sup>. Associate Professor and Assistant Professor Horticultural Science Research Institute, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.

### **Abstract**

Considering to arid and semi-arid climate of the country, it is important to apply appropriate management methods in order to increase plant tolerance to water stress. For this purpose, the effect of superabsorbent polymer with three levels (0, 0.25 and 0.5 w/w) and drought stress with levels (100, 75 and 50 percent of field capacity) on page mandarin as a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications was evaluated in 2018 at the Citrus and Subtropical Fruits Research Center of Ramsar. The results showed that with drought stress, chlorophyll a and leaf stomatal conductance were decreased, while drought stress increased the activity of superoxide dismutase (SOD). The use of superabsorbent increased chlorophyll a and stomatal conductance and reduced the activity of the SOD enzyme. Also, in the treatment of 50% of field capacity, application of 0.5% superabsorbent increased stomatal conductance (95%) and chlorophyll a (63%) and decreased SOD activity (25%). Therefore, the application of superabsorbent polymer in the summer and severe drought stress conditions are recommended in order to preserve the moisture content of the planting bed and to increase the water use efficiency in Page mandarin.

**Keywords:** Stomatal conductivity, Chlorophyll a, Superoxide dismutase activity (SOD).

---

\* Corresponding author, Email: z\_rafierad83@yahoo.com