ارزیابی شاخص‌های رشد و برخی خصوصیات بیوشیمیایی در پایه کرول (*Manilkara hexandra*) تحت تنش شوری

ژاله محمدی نیا و سمیه رستگار*

گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۹/۳۰)

چکیده

گیاه کرول در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به عنوان پایه برای چیکو، که بذور آن مشکل سخت جوانه‌زنی دارد، استفاده می‌شود. چیکو به عنوان گیاهی مناسب برای شرایط کم آبی و شوری در مناطق گرمسیری شناخته شده است. کمبود آب به عنوان یکی از فاکتورهای مهم، تولیدات کشاورزی را در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری محدود می‌کند. آبیاری با آب رقیق شده دریا می‌تواند جایگزینی برای استفاده از منابع آب شیرین باشد. جهت ارزیابی امکان استفاده از آب رقیق شده دریا در کشت گیاه کرول، آزمایشی به صورت طرح کاملا تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار بر روی گیاهان یکساله کرول انجام شد. گیاهان در پنج سطح شوری با آب رقیق شده دریا (۳ds/m، ٦، ۹، ۱۲) و گیاهان شاهد نیز با آب معمولی(۱/۳ds/m) آبیاری شدند. برخی فاکتورهای رویشی و شیمیایی گیاه کرول در واکنش به شوری ناشی از آب دریا بررسی شدند. تحلیل داده‌ها نشان داد که تحت تنش شوری، برخی صفات مورفولوژیکی گیاه مانند: طول ساقه و طول ریشه نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. در حالیکه تعداد برگ، سطح برگ، نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه، شاخص تحمل ریشه و ساقه به تنش، به موازات افزایش شوری کاهش یافتند. میزان کلروفیل با افزایش شوری، در مقایسه با شاهد به میزان قابل توجهی کاهش یافت. میزان مالون دی الدهید در گیاهان تحت تیمار با افزایش شوری بطور معنی‌داری افزایش یافت. بطور کلی دانهالهای یکساله کرول در شوری بالاتر از ۳ ds/m کاهش قابل توجهی در شاخص‌های رشد نشان دادند.

کلمات کلیدی: مقاومت، آب رقیق شده دریا، کرول، شوری

مقدمه

گیاه کرول (*Manilkara hexandra*) در مناطق نیمه گرمسیری به عنوان پایه برای گیاهان چیکو، که بذور آن مشکل سخت جوانه‌زنی را دارد استفاده می‌شود. گیاه چیکو از خانواده *Sapotaceae* بوده و از محصولات عمده و مهم در هندوستان، مکزیک، گواتمالا، ونزوئلا و بسیاری دیگر از مناطق استوایی می‌باشد (Mohamed *et al.* 2003). با توجه به مشکلات بیماری جاروک لیمو ترش و وضعیت اقتصادی کشاورزان منطقه هرمزگان، از طرفی باتوجه به سازگاری گیاه چیکو با شرایط نامساعد، شاید به عنوان گیاه جایگزین در باغات قابل استفاده باشد. سطح زیر کشت چیکو در استان هرمزگان ۱۸۸ هکتار با تولید سالانه ۱۵۰ تن در هکتار می

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rastegarhort@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

باشد. تنش خشکی از جمله فاکتورهای محدود کننده تولیدات کشاورزی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری می‌باشد و هم‌اکنون بیش از ۸۰ کشور جهان در معرض کم آبی قرار دارند (Jain *et al.*, 2007). آبیاری با آب رقیق شده دریا می‌تواند جایگزین مناسبی برای استفاده از منابع آب شیرین باشد، درسال‌های اخیر آگاهی افراد برای استفاده از آب رقیق شده دریا، جهت آبیاری محصولات کشاورزی افزایش پیدا کرده است (Liu *et al*,.2003). از طرفی تنش شوری با عث ایجاد اثر سمیت یونی و محدودیت در رشد محصولات کشاورزی (Munns and Tester, 2008) و افزایش تولید انواع گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود (Erdal *et al*., 2010).

مشاهدات Munns (۲۰۰۲) و Walker و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که شوری از طریق کاهش رشد برگ‌ها، ریشه و کاهش قدرت رشد شاخساره باعث کاهش فتوسنتز می‌شود. اثر شوری برکاهش میزان فتوسنتز از طریق کاهش تبادلات روزنه‌ای (Brugnoli and Lauteri, 1991), کاهش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی (Lutts *et al*., 1996) و به دلیل نوسانات آبی گیاه (Gebre and Tschaplinski, 2000) و به دلیل تغییر در ساختار کلروفیل (Geissler *et al*,. 2009) می‌باشد. تنش شوری باعث کاهش سرعت رشد گیاه، کوچک شدن برگ‌ها، کاهش مواد مغذی و اختلال در میزان جذب عناصر می‌شود (Ferrante *et al*. 2011; Long *et al.* 2009; Sekmen *et al*,. 2012; Ventura *et al*,. 2011; Zhang *et al*,. 2009).

گزارشات Nitika (۲۰۰۸) نشان داد که در شرایط تنش، محتوای نسبی آب و وزن خشک مواد گیاهی کاهش یافته، اما میزان فعالیت آنزیم‌ها و میزان تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش شوری افزایش می‌یابد (Ferrante *et al*., 2011; Long *et al*., 2009; Ventura *et al*., 2011; Zhang *et al*., 2009). در مطالعه دیگری Ventura و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که آبیاری با آب دریا، اثر ویژه‌ای بر متابولیسم‌های گیاهان عالی خواهد داشت. همچنین گزارش شده است که استفاده از آب دریا جهت آبیاری گیاهان، میزان پروتئین، کاروتن، قندهای محلول، پلی فنول و اسیدهای چرب را افزایش می‌دهد. علاوه بر این تنش شوری باعث کاهش میزان کلروفیل و کارتنوئید می‌شود (Ferrante *et al*. 2011; Misra and Saxena. 2009; Long *et al*. 2009).

امروزه اطلاعات کافی در مورد آبیاری گیاهان چوبی با آب رقیق شده دریا وجود ندارد. بررسی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان در شرایط شوری، در انتخاب گیاهان متحمل و یا سازگار با تنش شوری به ما کمک می‌کند. در این پژوهش اثر آبیاری با آب رقیق شده دریا روی برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژی دانهال‌های کرول، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۵ سطح شوری با استفاده از غلظتهای مختلف اب دریا (۳، ٦، ۹، و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) بودند. دانهال‌های یکساله و یکدست کرول از ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب تهیه شده و به منظور استقرار کامل دانهال‌ها، به مدت دو ماه با آب معمولی آبیاری شدند. اعمال شوری با استفاده از غلظت‌های مختلف آب دریا پس از استقرار کامل نهال‌های کرول انجام شد. برای جلوگیری از شوک ناگهانی و پلاسمولیز، آبیاری گلدان‌ها با آب شور به صورت تدریجی و ابتدا از غلظت کمتر شروع شده و سپس در طی مدتی با انجام چند دوره آبیاری منظم شده، گلدان‌های هر گروه توسط آب با شوری مربوط به خود، آبیاری گردید. طول دوره اعمال تیمار آب شور تا زمان بروز کامل علائم شوری در برگ و ظاهر گیاه، و ریزش برگ‌ها در اثر تنش شوری، ادامه پیدا کرد. پس از پایان آزمایش، همراه با شستن خاک، گیاهان به دقت از گلدان بیرون آورده شدند. سپس به آزمایشگاه انتقال داده و پس از جدا کردن اندام‌های هوایی و ریشه‌ها، طول ریشه، طول ساقه، وزن تر ریشه، ساقه و همچنین تعداد برگ و سطح برگ اندازه‌گیری شد. قسمت‌های مختلف گیاه (ریشه، ساقه و برگ) در پاکت‌های کاغذی قرار داده و به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس وزن خشک ریشه، ساقه و برگ نیز ثبت گردید. فاکتورهای طولی با استفاده از خط‌کش با دقت یک میلی‌متر و شاخص‌های وزنی با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

ترازوی دیجیتال با دقت یک‌هزارم گرم تعیین شد. فاکتور سطح برگ به روش وزنی اندازه شد (Pandey and Singh, 2011). برای اندازه‌گیری مقدار آب موجود در ریشه، ساقه و برگ از فرمول زیر استفاده شد (Schonfeld *et al.*, 1988).

RWC:آب موجود در ریشه $RWC = \frac{RF_{WT} - RD_{WT}}{RF_{WT}}$

RF_{WT}: وزن تر ریشه

RD_{WT}: وزن خشک ریشه

شاخص تحمل ریشه و ساقه به شرایط تنش، از تقسیم وزن خشک ریشه یا ساقه در شرایط تنش به وزن خشک ریشه یا ساقه در شرایط شاهد بدست آمد (Khavari-nejad and Chaparzade. 1998).

اندازه‌گیری شاخص کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل‌سنج دستی (SPAD-502 Plus) انجام شد و سپس میزان کلروفیل گیاهان توسط روش عصاره‌گیری با استون نیز اندازه‌گیری شد (Arnon 1949). بر اساس فرمول‌های زیر میزان کلروفیل کل و کلروفیل a، کلروفیلb بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه گردید.

میزان کلروفیل کل $(mg/g\ FW) = \frac{(20.2 \times A645) + (8.02 \times A663)}{1000} \times \frac{V}{W}$

V= حجم عصاره

W= وزن نمونه

درصد نشت یونی و درصد شاخص پایداری غشاء (MSI) در برگ به روش Lutts و همکاران (۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. ۲ گرم دیسک برگی در۱۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر استریل به مدت ۲٤ ساعت در دمای اتاق (۲۵درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد و سپس قابلیت هدایت الکتریکی (EC_1) محلول توسط دستگاه شوری سنج اندازه‌گیری شد، سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند، برای دومین مرتبه قابلیت هدایت الکتریکی(EC_2) محلول سنجیده شد. آنگاه نشت یونی وشاخص پایداری غشاء به ترتیب از رابطه ۱ و ۲ محاسبه گردید.

۱) نشت یونی = $EC_1/EC_2 \times 100$

۲) شاخص پایداری غشا = ۱- (EC1/EC2)* 100

برای اندازه‌گیری غلظت پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. بر اساس این روش ۰/۵ گرم برگ، را در ۱۰ میلی‌لیتر محلول آبی اسیدسولفوسالیسیلیک سه درصد قرار داده و مخلوط حاصل در هاون چینی کاملا هموژنیزه می‌گردد. بعد از سانتریفیوژ دو میلی‌لیتر از این محلول را با دو میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین (برای تهیه این معرف ۱/۲۵گرم نین‌هیدرین را در ۳۰ میلی‌لیتر اسیداستیک و ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک ٦ مولار حل می‌کنند) مخلوط نموده و دو میلی‌لیتر اسیداستیک به هر لوله اضافه می‌شود. سپس نمونه‌ها به مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و بلافاصله پس از خارج کردن از حمام آب گرم، به مدت چند دقیقه در حمام یخ قرار داده می‌شوند. بعد از این مرحله به هر لوله آزمایش چهار میلی‌لیتر تولوئن اضافه کرده و کاملا به هم زده می‌شوند. سپس لوله‌ها را برای مدتی در محیط آمایشگاه قرار داده می‌شوند. در این مدت در داخل لوله آزمایش دو فاز رویی و زیرین کاملا از هم قابل تشخیص شده و از فاز رویی برای تعیین غلظت پرولین با توجه به منحنی استاندارد پرولین در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده می‌گردد. برای محاسبه پرولین از رابطه زیر استفاده شد.

$Prolin\ (mg^{-1}FW) = \frac{M \times T \times W}{115.5} \times 1000$

M= عدد قرائت شده با دستگاه اسپکتروفتومتر.

T = حجم تولوئن مورد استفاده (در اینجا ٤ میلی‌لیتر است).

W= وزن نمونه برگی مورد استفاده

برای اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدهید از روش Heath and packer(۱۹٦۸) استفاده شد. طبق این روش ۰/۲۵ گرم برگ تازه در هاون چینی حاوی ۵ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید(TCA)۰/۱ درصد سائیده می‌شود. پس از سانتریفیوژ، ۲۵۰میکرولیتر از محلول رویی با یک میلی‌لیتر محلول مالون‌دی‌آلدهید که حاوی تری‌کلرواستیک‌اسید(TCA) ۲۰ درصد و تیوباربیتوریک اسید(TBA)۰/۵ درصد است، مخلوط می‌شود. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد در حمام بن‌ماری حرارت داده می‌شود. پس از سانتریفیوژ، شدت جذب این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده می‌شود. جذب بقیه رنگیزه‌های غیر اختصاصی در٦۰۰ نانومتر تعیین و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

از مقدار حاصل کسر می‌گردد. از رابطه زیر برای محاسبه میزان مالون‌دی‌آلدهید استفاده می‌شود.

$$MDA\ (\mu g^{-1}FW) = \frac{(A532-A600).\ W}{116} \times 1000$$

A532 = جذب خوانده شده با اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر.

A600 = جذب خوانده شده با اسپکتروفتومتر در طول موج ٦۰۰ نانومتر.

W= وزن نمونه برگی مورد استفاده

داده‌های بدست آمده با نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تیمار شوری بر بیشتر صفات بجز طول ریشه، نشت یونی و میزان پرولین تاثیر معنی داری داشت. (جدول ۱).

طبق نتایج بدست آمده اثر سطوح مختلف شوری بر تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که بین شاهد و تیمار شوری ۳ دسی‌زیمنس‌بر متر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین تعداد برگ مربوط به آبیاری با آب معمولی (شاهد) با میانگین ۱۷ برگ در هر گیاه و کمترین تعداد برگ مربوط به شوری ٦ دسی‌زیمنس‌برمتر بود (جدول۲).

آنالیز داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف شوری بر سطح برگ معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که بین شاهد و تیمارهای شوری ٦ ،۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس‌برمتر از نظر سطح برگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. کمترین سطح برگ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده شد (جدول۲).

نتایج نشان داد که اثر سطح‌های مختلف شوری بر نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی و همچنین بر نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول۲).

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است با افزایش سطح شوری وزن خشک در تمام بخشهای گیاه کاهش معنی‌داری نشان داد. وزن خشک ساقه نسبت به برگ و ریشه با شدت کمتری کاهش یافت.

سطوح مختلف شوری بطور معنی‌داری محتوی نسبی آب در ریشه، ساقه و برگ را کاهش دادند (شکل۲).

بر اساس نتایج بدست آمده اثر سطوح مختلف شوری بر شاخص تحمل ریشه و ساقه به تنش در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (شکل ۳).

آنالیز داده‌ها نشان داد که اثر سطح‌های مختلف شوری بر میزان کلروفیل در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های موجود از میزان کلروفیل گویای این مطلب است که به موازات افزایش غلظت شوری، میزان کلروفیل در برگ‌ها کاهش می یابد (شکل٤).

بررسی نتایج نشان داد که سطوح مختلف شوری باعث افزایش میزان پرولین و نشت یونی شد. اما تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. با این وجود کمترین میزان پرولین در گیاهان شاهد و بیشترین آن در گیاهان تحت تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس مشاهده شد (داده ها نشان داده نشده است).

سطوح مختلف شوری تاثیر معنی‌داری بر میزان مالون‌دی آلدهید گیاهان در سطح ۵٪ نشان دادند. با وجود افزایش میزان مالون دی آلدهید به موازات افزایش شوری، تفاوت معنی‌داری بین شاهد و شوری ۳ و ٦ دسی‌زیمنس مشاهده نشد (شکل ۵)

بحث :

از نتایج بدست آمده در این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که شوری بر فاکتورهایی مانند طول ساقه و ریشه گیاه اثر معنی‌داری نداشته است. احتمالا گیاهان در مراحل اولیه پس از اعمال تیمارهای شوری، از مجموعه املاح به عنوان عناصر غذایی برای رشد و نمو خود استفاده کرده باشند. در هفته‌های اول آزمایش (پس از اعمال تیمار شوری) برخلاف انتظار، رشد اکثر گیاهان بیشتر و بهتر شد ولی به تدریج که غلظت نمک‌ها در سطح سلولی و در بافت‌های گیاهی بالا رفت، کندی رشد در اندام‌های هوایی گیاه ظاهر شد. از طرفی می‌توان علت این امر را به کندی رشد و ایجاد شاخه های جانبی و ریشه های جانبی در این گیاه نسبت داد.

در این آزمایش همراه با افزایش غلظت آب دریا، ریزش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس داده های صفات مورد بررسی در گیاه کرول.

		میانگین مربعات صفات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	طول ریشه	وزن تر اندام هوایی	طول ساقه
تیمار شوری (ds/m)	٤	۱۱/۷۱۵**	۱/۲٤۹**	٤٥/۲۷۲**	۲/۳۰۳**	۲٦/۹۸۲**	۰/۲٥٤**	۷/ ۷۷۳^{ns}	۱۰۸/۳۱٦**	٦۰/۱۰۰**
خطای آزمایشی	۱۰	۰/۲۳۱	۰/۰۷۳	۰/۳۰۰	۰/۲۲٤	۰/۸۱۹	۰/۲٥٤	۲۲/٥	۸/۰۸	٥۸/۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۱/۱۰	۱۴/۸٦	۴/۷	۱٦/۹	۹/۴٥	۱۳/٥	۱۱/۸	۱٤/۱	۱۱/٤

**** معنی داری در سطح ٥٪ و ns عدم معنی داری**

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده های صفات مورد بررسی در گیاه کرول.

		میانگین مربعات صفات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	سطح برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	مالون دی آلدهید	نشت یونی	پرولین
تیمار شوری (ds/m)	٤	۲۸۳/۷۳۳**	٥۷۰۳/۹۹۳**	٦٦۱/٤۱۹**	۹۹/٦۳۰**	۳/٦۳٥**	۱/۳٤٥**	۰/ ۱٦۷^{ns}	۲/٤۰٤^{ns}
خطای آزمایشی	۱۰	۹٤/٦٦۷	۱۰٦٤/۸۹۸	۳/۸۹۷	۱/۲٤۸	۰/۰۳٦	۰/۰۷۹	۰/۳٤۱	۲/۰٤٤
ضریب تغییرات (٪)	–	۲۷/٤۷	۱٦/۳۹	٦/٥۷	۸/٤۹	٤/۰٥	۲۹/۳۰	۱٥/۹٤	۱۸

**** معنی داری در سطح ٥٪ و ns عدم معنی داری**

جدول۲- تاثیر سطوح مختلف شوری بر برخی صفات گیاه کرول

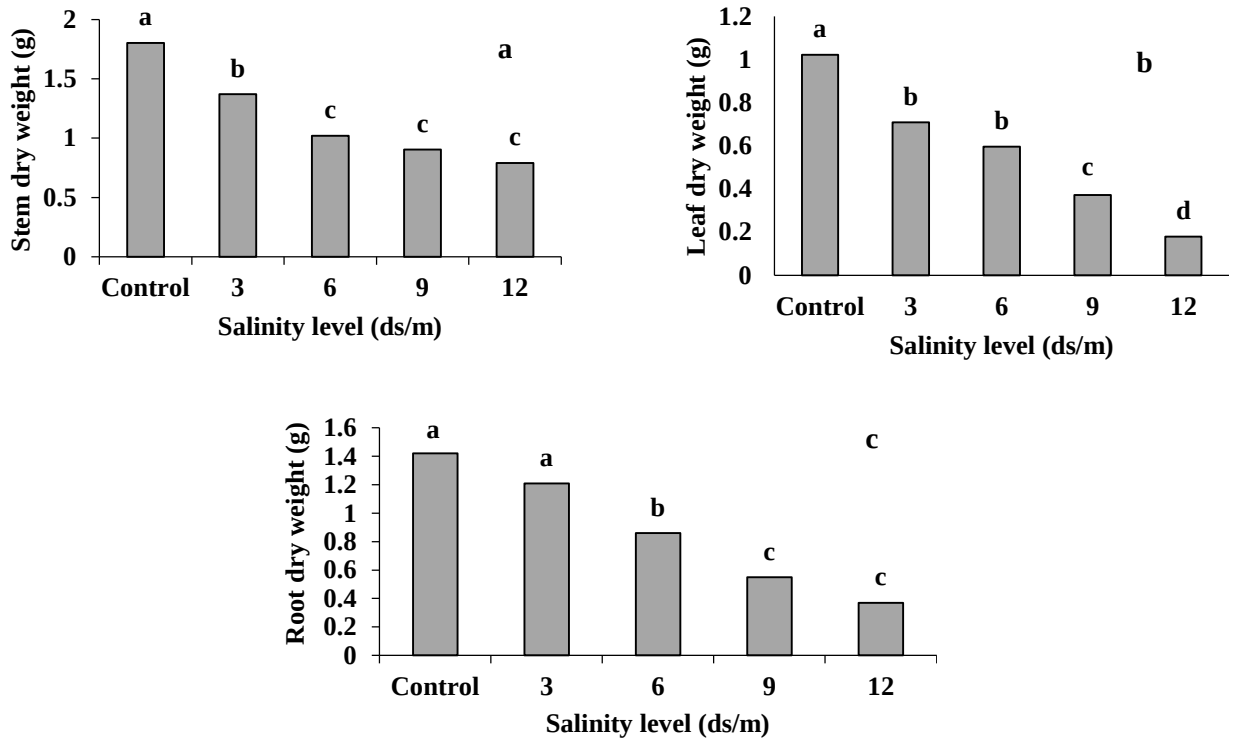
شوری (dsm^{-1})	سطح برگ	تعداد برگ	وزن خشک ریشه به ساقه (گرم)	وزن تر ریشه به ساقه (گرم)	طول ریشه(cm)	طول ساقه(cm)
شاهد	۹۸/۷۳^{a}	۱۷^{a}	۱/۰۱^{a}	۰/۸٥^{a}	۱۲/٥^{a}	۲۱/٥^{ab}
۳	۹۷/٤۳^{a}	۱٦^{a}	۰/۸٦^{b}	۰/٦۱^{b}	۱۲/۳^{a}	۲٥^{a}
٦	٤۱/۲٥^{b}	۷^{b}	۰/٦٥^{c}	۰/٤۲^{c}	۱۲/۷^{a}	۲٥/۳^{a}
۹	٥۸/۰۹^{b}	۸^{b}	۰/٥٤^{c}	۰/۲۷^{c}	۱٤/۳^{a}	۱۹/۸^{b}
۱۲	٤۳/۳۷^{b}	۸^{b}	۰/۲۹^{d}	۰/۱۹^{d}	۱۳/٥^{a}	۱۸/٥^{b}
LSD	۱۸/۷	٥/٥۹	۰/۰۹	۰/۱۲	٦/٥	٤/٤

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

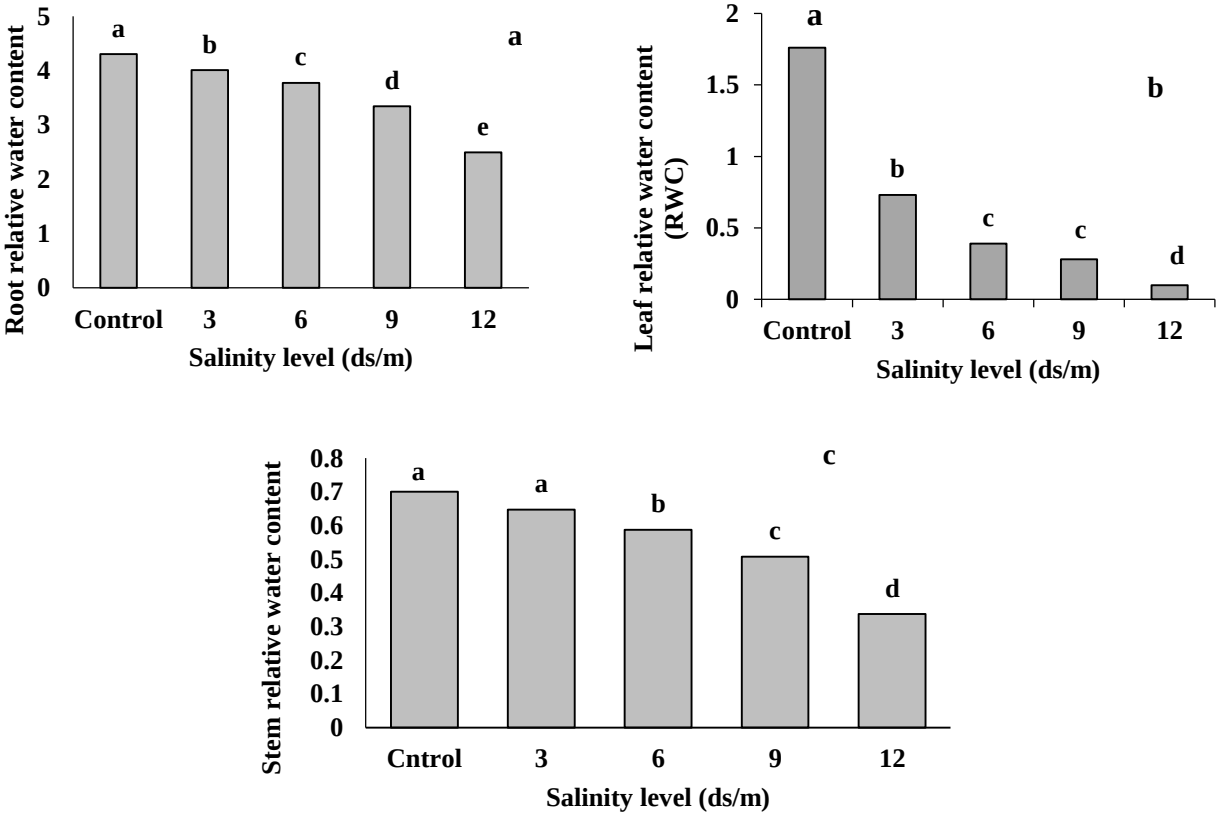
برگ سبب کاهش تعداد برگ گردید. در نتیجه سطح فتوسنتزکننده گیاه به شدت با کاهش مواجه شد که این امر می‌تواند دلیل دیگری بر کاهش در خصوصیات رشدی گیاه در مواجه با تنش شوری باشد. مشخص شده است که اولین نشانه‌های ظاهر شده از شوک اسمزی حاصل از تنش شوری، ریزش ناگهانی برگ‌ها می‌باشد. نشان داده شده است که شوک اسمزی حاصل شده، باعث تولید آبسزیک‌اسید و اتیلن و در نتیجه ریزش برگ‌ها می‌گردد (Levy and Syvertsen.2004). کاهش سرعت رشد برگ بعد از افزایش شوری عمدتا به دلیل اثر اسمزی نمک می‌باشد. با گذشت زمان طویل شدن سلول‌ها و سرعت تقسیم کاهش یافته و در نتیجه، این تغییرات منجر به کوچکتر شدن اندازه نهایی برگ خواهد شد (Munns.2002). در پژوهش حاضر تفاوت معنی داری بین شاهد و تیمارها در فاکتورهای سطح برگ و تعداد برگ مشاهده شد. تعداد برگ

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]



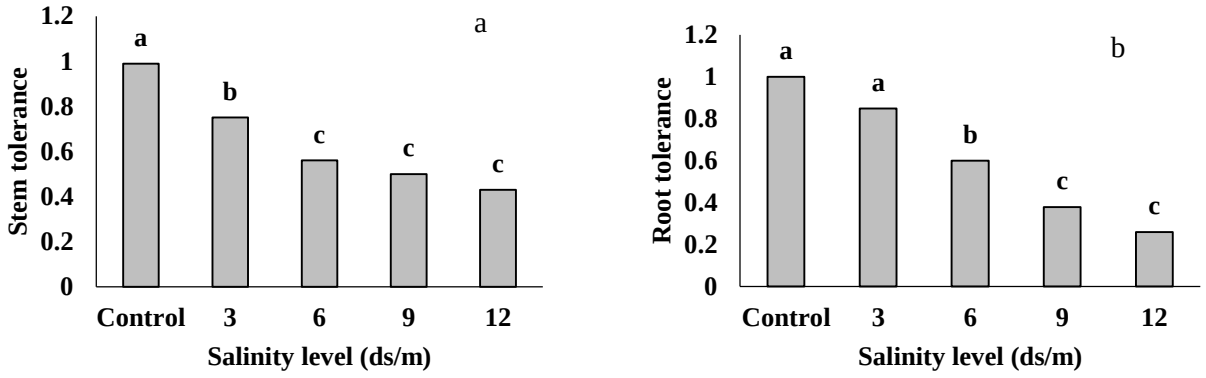
شکل۱-اثر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک ساقه (a) (LSD=۰/۲۸۷)، برگ (b)(LSD=۰/۱۵۲) و ریشه (c) (LSD=۰/۶۹) دانهال کرول. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.



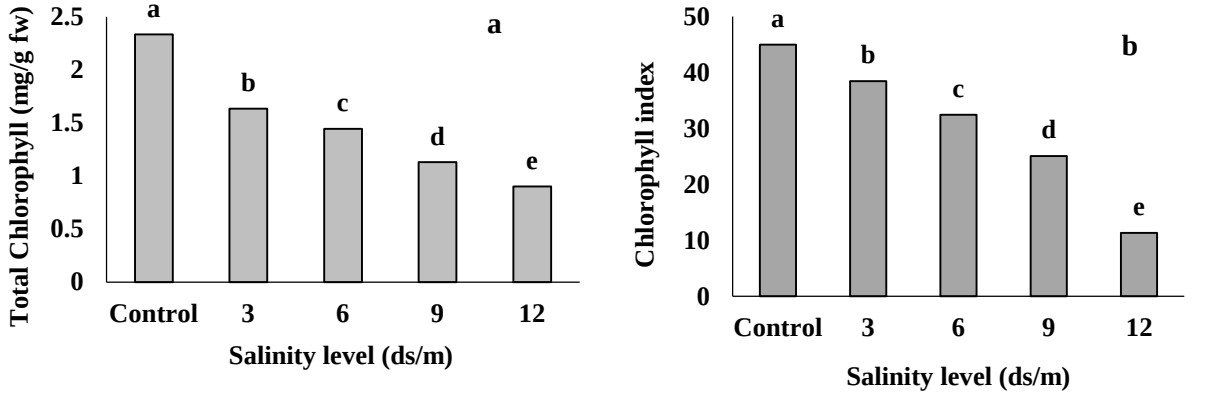
شکل۲-اثر سطوح مختلف شوری بر محتوی نسبی آب ریشه (a)، برگ (b) و ساقه (c) دانهال کرول. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

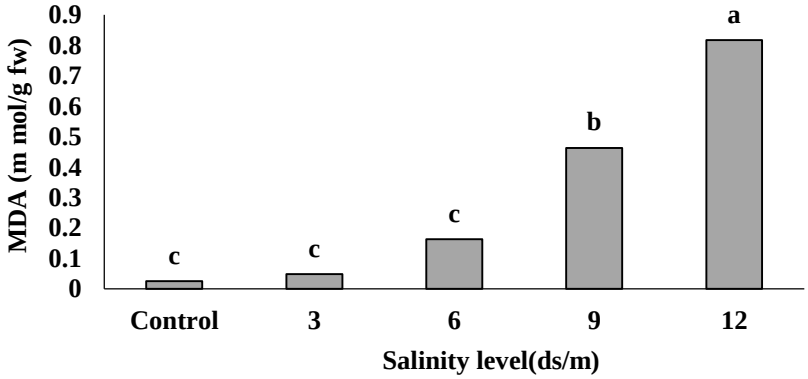
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]



شکل۳- میزان تحمل ریشه (a) (LSD=۰/۱۹۰) و ساقه(b) (LSD=۰/۱۶۲) دانهال کرول به سطوح مختلف شوری. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل٤-اثر سطوح مختلف شوری بر کلروفیل کل (a) (LSD= ۰/۱۱۵) و عدد کلروفیل سنج (b) (LSD= ۳/۱٦). حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل۵-اثر سطوح مختلف شوری بر میزان مالون دی آلدهید(LSD=۰/۱٦۲). حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

با افـزایش سطح شـوری کـاهش یافـت. نتایج مشابهی توسط سایر محققین روی گیـاه پـسته به دست آمده است (طالبی ۱۳۷۸، شهریاری۱۳۸٦). تاج‌آبادی‌پور(۱۳۸۳) علـت کـاهش سـطح بـرگ پـسته در اثـر شوری را اثر مستقیم نمک بر سرعت تقسیم سلولی و یا کـاهش طول مدت توسعه سلولی اعلام کرد. این پژوهـشگر هـمچنـین علت کاهش تعداد برگ

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

را سمیت ناشی از اثرهای سوء کلرید سدیم گزارش نمود. کریمی و همکاران (۲۰۰۹) نیز هنگامیکه شوری محیط را با کلرید سدیم به ۳۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک رساندند، با کاهش ۳۵ درصدی در تعداد برگ پسته مواجه شدند. کاهش سطح برگ ممکن است در ارتباط با پیری زودرس و مرگ بافت باشد، که سرعت رشد را کاهش داده و یا رشد رویشی را به تأخیر می‌اندازد. به نظر می‌رسد کاهش سطح برگ تحت تأثیر شوری، به‌دلیل ورود کمتر دی‌اکسیدکربن و رشد محدود گیاه تحت تنش شوری باشد. این موضوع توسط محققین زیادی مورد تأیید قرار گرفته است (Netondo 2004).

نتایج آنالیز مربوط به وزن خشک بخش هوایی (ساقه و برگ) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف شوری وجود دارد. نتایج سایر محققین نیز نشان داد که با افزایش شوری، وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه با کاهش معنی‌داری مواجه می‌شود (شهریاری ۱۳۸٦ و طالبی و همکاران ۱۳۸۸). احتمالاً این کاهش می‌تواند مربوط به سمیت یون‌های کلر و سدیم، کاهش پتانسیل آب و یا کاهش تعداد برگ و کوچکتر شدن سطح برگ‌ها باشد. همچنین این یافته‌ها با نتایج Sepaskhah and Maftoun (۱۹۸۱) و Tavallali و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد. Adishو همکارن (۲۰۱۰) در تحقیقی روی گیاه پسته، به این نتیجه رسیدند که با کاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک بخش هوایی به ترتیب ۵۵ و ۷۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و وزن خشک ریشه نیز با مصرف ۲۰۰ میکرومولار کلرید سدیم ٪۴۳ کاهش یافت. karimi و همکاران (۲۰۰۹) نیز کاهش وزن خشک بخش هوایی و ریشه را تحت تأثیر شوری پسته گزارش کردند. این محققین همچنین کاهش تعداد و سطح برگ، تجمع و در نهایت سمیت یون‌های سدیم و کلر را از دلایل کاهش رشد دانستند. کاهش وزن برگ می‌تواند به سه دلیل عمده یعنی کاهش در اندازه تک‌تک برگ‌ها، کاهش در تولید برگ‌های جدید و نهایتاً ریزش برگ‌های پیر باشد. گزارش شده است که در تنش شوری با افزایش غلظت نمک، پتانسیل اسمزی محلول افزایش یافته، جذب آب کم شده و به دنبال آن فشار تورژسانس سلول‌ها نیز کاهش می‌یابد. تنش آبی ایجاد شده مانع از رشد می‌گردد. از طرف دیگر با کوچک شدن و ریزش برگ‌ها منبع تولید آسیمیلات‌ها در گیاه کاهش می‌یابد، بنابراین مقدار موادی که به سلول‌ها می‌رسد به مراتب کاهش چشمگیری پیدا می‌کند، که در نهایت هم تعداد و هم اندازه سلول‌ها کاهش می‌یابد(Rawson *et al.*, 1988). در مطالعه دیگری Fisarakis (۲۰۰۱) نیز کاهش در وزن خشک اندام هوایی انگور را در سطح‌های مختلف شوری گزارش نمودند.

نتایج نشان داد محتوای کلروفیل با افزایش غلظت نمک کاهش می‌یابد. کاهش در غلظت کلروفیل یک نشانه بارز از تنش اکسیداتیو است (Egert and Tevini 2002). کاهش کلروفیل می‌تواند حالتی از سازگاری گیاهان به تنش باشد چرا که امکان آسیب بیشتر به دستگاه فتوسنتزی را با تشکیل رادیکال های آزاد اکسیژن در شرایط زیادی انرژی کاهش می‌دهد(Jung 2004). این کاهش ممکن است مربوط به از بین رفتن کلروفیل در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های کاهش دهنده کلروفیل یا کلروفیلاز و یا کاهش سنتز کلروفیل در نتیجه کاهش سلامتی غشاء تیلاکوئید باشد (Gunes *et al.*, 2007). در بررسی اثرات شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در ارقام انگور مشخص شد که افزایش شوری به طور قابل توجهی باعث کاهش شاخص کلروفیل در برگ‌ها شده است (Karimi and Yusef-zadeh, 2013). در اثر تنش شوری میزان کلروفیل کاهش می‌یابد زیرا گلوتامات که ماده پیش ساخت کلروفیل و پرولین می‌باشد صرف تولید پرولین می‌شود. در تنش شوری فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز برای تبدیل گلوتامین به پرولین فعال می‌گردد (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۱).

تنش شوری، با ایجاد تنش اکسیداتیو و در نتیجه افزایش تولید و تجمع رادیکال‌های آزاد، موجب اکسید شدن پروتئین‌ها و لیپیدها شده و نهایتاً تخریب ساختار غشاء را در پی دارد (Molassiotis *et al.*, 2006). از آنجایی که پراکسیداسیون چربی‌های غشاء بیان کننده میزان خسارت اکسیداتیو می‌باشد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

(Zhang and Kirkham. 1996) و در نهایت منجر به کاهش یکپارچگی غشاء می‌گردد (Smirnoff. 1993)، لذا اغلب از این ویژگی به عنوان یک شاخص جهت بیان میزان خسارت اکسیداتیو استفاده می‌شود. به طور کلی تولید گونه‌های فعال اکسیژن و به دنبال آن پراکسیداسیون چربی‌ها و تولید مالون دی‌آلدهید تحت تأثیر کارایی سیستم آنتی‌اکسیدانتی گیاه در حذف گونه‌های فعال اکسیژن است که بالاتر بودن توانایی این سیستم باعث کاهش تولید MDA خواهد شد. افزایش در تولید مالون‌دی‌آلدهید در شرایط شوری در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (Demiral and Turkan. 2005; Dionisio-Sese and Tobita, 1998). این نتایج همچنین با یافته‌های Lopez-Gomez (۲۰۰۷) که نشان دادند تنش شوری سبب افزایش پراکسیداسیون لیپیدی در برگ‌های ازگیل ژاپنی می‌شود، همسویی داشت.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سطوح شوری اعمال شده تاثیر منفی بر طول ریشه، طول ساقه، نشت یونی و میزان پرولین نداشت. اما سایر شاخص‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی دانهالهای یکساله کرول در سطوح شوری بالاتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر تحت تاثیر قرار گرفتند. با توجه به شاخص تحمل ریشه و ساقه که تفاوت معنی‌داری بین سطوح بالای شوری مشاهده نشد، شاید امکان سازگاری با شرایط نامساعد برای گیاه کرول وجود داشته باشد. نتیجه‌گیری کلی در رابطه با تحمل این گیاه به تنش شوری نیاز به مطالعات بیشتر و در سطح گیاهان با سن بالاتر دارد. این تحقیق اطلاعات اولیه برای انجام پژوهشهای تکمیلی در این زمینه را فراهم می‌کند.

منابع

تاج‌آبادی پور، الف. (۱۳۸۳) تأثیر کاربرد خاکی پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته به تنش آبی و شوری. رساله دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

شهریاری، ر. (۱۳۸٦) تأثیر فسفر، روی و شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی پسته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان.

طالبی، م. مظفری، و. و تاج‌آبادی‌پور، الف.(۱۳۸۸). پاسخ دانهال های پسته رقم قزوینی(*Pistaciaveracv.Ghazvin*) به سطوح مختلف روی و کلرید سدیم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲: ۱٤۹-۱٦۱.

کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع. (۱۳۸۱). (مترجمین). تألیف آ. اس. بسرا، آر. ک. بسرا. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.ص ٤٦۷.

عباسی، ف. (۱۳۸٦). اثر متقابل خشکی و شوری بر عوامل رشد دو گونه *Aeluropus logopoides*و *Littoralis aeluropus*. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. ٦٦: ۱۲-۱٦۸.

مظفری، و. (۱۳۸٤). بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. رساله دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

Adish, M., Fekri, M. and Hokmabadi, H. (2010). Response of Badami-Zarand Pistachio Rootstock to Salinity Stress. International Journal of Nuts and Related Sciences (IJNRS) 1(1): 1-11.

Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant physiology 24(1): 1.

Arshi, A., Abdin, M. Z., and Iqbal, M. (2002). Growth and metabolism of senna as affected by salt stress. Biologia Plantarum 45(2):295-298.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and soil 39(1): 205-207.

Egert, M. and Tevini, M. 2002. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). Environmental Experimental Botany 48: 43-49.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

Erdal, S. Dumlupinar, R., Cakmak, T., and Genisel, M. (2010). Mammalian sex hormones influence germination velocity and enzyme activities in germinating maize seeds. Fresenius Environmental Bulletin 19(8): 1458-1465.

Ferrante, A., Trivellini, A., Malorgio, F., Carmassi, G., Vernieri, P. and Serra, G. (2011). Effect of seawater aerosol on leaves of six plant species potentially useful for ornamental purposes in coastal areas. Scientia Horticulturae128 (3): 332-341.

Fisarakis, I., Chartzoulakis, K. and Stavrakas, D. (2001). Response of Sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. Agricultural water management 51(1): 13-27.

Garcia-Legaz, M. F., Lopez-Gomez, E., Beneyto, J. M., Navarro, A., Sanchez-Blanco, M. J. (2008). Physiological behaviour of loquat and anger rootstock in relation to salinity and calcium addition. Journal of plant physiology 165: 1049-1060.

Garcıa-Legaz, M.F., Lopez Gomez, E., Mataix Beneyto, J., Torrecillas A. and Sanchez Blanco. M.J. (2005). Effects of salinity and rootstock on growth, water relations, and nutrition and gas exchange of loquat. Jornal of Horticultural Science and Biotechnology 80:199–203.

Gunes, A., Inal, A., Bagci, E. G. and Pilbeam, D. J. (2007). Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. Plant and Soil 290(1-2): 103-114.

Heat, R. L. and L. Packer. (1968). Photoperoxidation in isolate chloroplast. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 125:180-198.

Jung, S. 2004. Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. Plant Science 166: 459-466.

Congress. Karimi, H. and Yusef-Zadeh, H. (2013). The effect of salinity level on the morphological and physiological traits of two grape (Vitis vinifera L.) cultivars. International Journal of Agronomy and Plant Production 4(5): 1108-1117.

Karimi, S., Rahemi, M., Maftoun, M. and Tavallali, V. (2009). Effects of long-term salinity on growth and performance of two pistachio (Pistacia L.) rootstocks. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(3): 1630-1639.

Khavari-Nejad, R. A., and Chaparzadeh, N. (1998). The effects of NaCl and CaCl2 on photosynthesis and growth of alfalfa plants. Photosynthetica 35(3): 461-466.

Kramer, P. J. and Boyer, J. S. (1995). Water relations of plant and soils. Academic, Press, San Diego. 495 p.

Levitt, J. (1980). Responses of plant to environmental stresses. Vol. II. water, radiation, salt and other stress. Academic Press, New York. 607 p.

Levy, Y and Syvertsen. M. (2004). Irrigation water quality and salinity effect in citrus trees. Horticultural. Review 30: 37-82.

Liu, Z,P., Liu, L., Chen, M. D., Deng, L. Q., Zhao, G. M., Tang, Q. Z., Xia, T. X. (2003). Study on the irrigation systems in agriculture by seawater. J. Nat. Resour 18: 423–429.

Long, X.H., Chi, J.H., Liu, L., Li, Q. and Liu, Z.P. (2009). Effect of seawater stress on physiological and biochemical responses of five Jerusalem artichoke ecotypes. Pedosphere 19: 208–216.

Lutts, S., Kinet, J. M. and Bouharmont. J. (1996). Naclinduced senescence in leaves of rice (Oryzasativa L.) cultivars differing in salinity resistance. Annual Botany 78: 389-398.

Misra, N. and Saxena, P. (2009). Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. Plant Science 177(3): 181-189.

Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G. and Therios, I. (2006). Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM 9 (Malus domestica Borkh). Environmental and Experimental Botany 56(1): 54-62.

Munns R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25: 239-250.

Munns, R., and Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review Plant Biology 59: 651-681.

Netondo, G. W., Onyango, J. C., and Beck, E. (2004). Sorghum and salinity: I. Response of growth, water relations, and ion accumulation to NaCl salinity. Crop Science 44(3): 797-501

Ouraei, M., Tabatabaei, S. J., Falahi, E. and Imani, A. (2009). The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (Prunus dulcis Mill.).

Pandey, S. K., and Singh, H. (2011). A simple, cost-effective method for leaf area estimation. Journal of Botany, 2011.

Rawson, H. M., Long, M. J., and Munns, R. (1988). Growth and development in NaCl-treated plants. I. Leaf Na+ and Cl-concentrations do not determine gas exchange of leaf blades in barley. Functional Plant Biology 15(4): 519-527.

Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. F. and Mornhinweg, D. W. (1988). Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science 28(3): 526-531.

Sepaskhah, A. R.,and Maftoun, M. (1981). Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. 1. growth. Journal of Horticultural Science 56(4): 277-284.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

Shaha S. H. 2007. Effecetes of salt stress on mustard as affected by gibberellic acidapplication. General andApplied Plant Physiology 33 (1-2):97-106.

Smirnoff, N. 1996. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. Annual Botany. 78:661–669.

Tavallali, V., Rahemi, M., and Panahi, B. (2008). Calcium induces salinity tolerance in pistachio rootstocks. Fruits 63(05): 285-296.

walker, R. R., Blackmore, D. H., Clingeleffer, P. R., and Correll, R. L. (2002). Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). 1. Yield and vigor inter-relationships. Australian Journal of Grape and Wine Research 8(1): 3-14.

Zhang, J., and Kirkham, M. B. (1996). Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid, and propyl gallate. Journal of Plant Physiology 149(5): 489-493.

Zhang, L., Kitanishi, S., Uno, Y., Kanechi, M., Inagaki, N. (2009). Selection of salt tolerant strawberry cultivars by assessing germination under excess NaCl and seawater conditions. Horticulture, nvironment, and Biotechnology 50: 451–455.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]

Evaluation of growth factors and some biochemical characters of kerol (*Manilkara hexandra*) under salinity stress

Zhale Mohammadi and Somayeh Rastegar

Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Hormozgan University, Hormozgan, Iran
(Received: 02/06/2016, Accepted: 20/12/2016)

Abstract:

Chiko is an important tree fruit crop growing under semi-arid conditions. Kherol is mainly used as a rootstock for sapota which has seed germination problem. The shortage of irrigation water is one of the most important factors limiting agricultural production in arid and semi-arid areas. Irrigation with several dilutions of seawater can act as replacement fresh water resource. Extensive studies have been conducted over the decades to evaluate the possibility of using diluted seawater for irrigation of sapota rootstock. A pot experiment was conducted in a greenhouse using different concentrations of seawater (3, 6, 9, 12 ds/m) on the one-old age seedling and fresh water was used as control. Vegetative growth, physiological and biochemical changes of kherol (*Manilkara hexandra*) seedling as the rootstock of Chiko were studied. Results showed that no significant differences were found in different length of root and stem. The number of leaf, leaf area, fresh weight and dry weight of leaf to root ratio, water in leaf, stem and root, decreased by increasing salinity. Photosynthetic pigments of seedling decreased significantly by increasing seawater concentration. Malondialdehyde increased significantly by increasing salinity. Generally, growth factors of one year seedling of kherol decreased at stability higher of 3 ds/m.

Keyword: Tolerance, Dilutions of seawater, Kherol, Salinity

***Corresponding author: rastegarhort@gmail.com**

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.10.3]