

اثر کود دامی و ورمی کمپوست بر ویژگی‌های رشدی درختچه پر (*Cotinus coggygria Scop.*) تحت تنش شوری در شرایط گلخانه

علی مقیمی بنادکوکلی^۱، مریم دهستانی اردکانی^{۲*}، مصطفی شیرمردی^۲ و علی مؤمن‌پور^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۲* - نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

پست الکترونیک: mdehestani@ardakan.ac.ir

۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۵

چکیده

درختچه پر (*Cotinus coggygria Scop.*) از گونه‌های جذاب زینتی است که خواص دارویی فراوانی دارد. در پژوهش پیش‌رو، اثر سطوح مختلف شوری بر رشد این گیاه و تأثیر کود گاوی و ورمی‌کمپوست بر افزایش مقاومت به شوری گیاه به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی، شامل سه سطح مواد اصلاحی به صورت (۱) خاک زراعی، (۲) ۸۰ درصد خاک زراعی + ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست و (۳) ۸۰ درصد خاک زراعی + ۲۰ درصد کود گاوی کاملاً پوسیده و شوری آب آبیاری در سه سطح (یک، چهار و هفت دسی‌زیمنس بر متر) در سه تکرار بررسی شد. در این آزمایش، بستر بدون کود به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری، شاخص‌های رشد و زی‌توده تر و خشک گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافتند. بیشترین ارتفاع و قطر در گیاهان شاهد و در سطح شوری یک دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. تیمار ورمی‌کمپوست بهتر از شاهد و کود گاوی منجر به افزایش زی‌توده تر و خشک ساقه شد. بیشترین زی‌توده تر و خشک ساقه به ترتیب با ۲۳۰/۸ و ۱۲۳/۳۶ گرم در بیشترین سطح شوری (هفت دسی‌زیمنس بر متر) و در تیمار ورمی‌کمپوست به دست آمد. در سطوح متوسط و زیاد شوری (چهار و هفت دسی‌زیمنس بر متر) کود ورمی‌کمپوست بهتر از کود گاوی منجر به افزایش سطح برگ شد. استفاده از کود دامی و ورمی‌کمپوست توانست سدیم و کلر برگ را نسبت به شاهد کاهش دهد و باعث افزایش مقدار پتاسیم شود. به طور کلی، استفاده از کود گاوی و ورمی‌کمپوست توانست ویژگی‌های رشدی درختچه پر و جذب عناصر غذایی را در شرایط شور نسبت به شاهد بهبود دهد.

واژه‌های کلیدی: درختچه زینتی، سدیم، کلر، نکروزگی.

مقدمه

جنوب اروپا، مدیترانه، مولداوی و قفقاز تا چین مرکزی و هیمالیا دارد (Novakovic et al., 2007). پریکی از مهم‌ترین درختچه‌های ارسباران است که گستره پراکنش آن در ایران فقط محدود به بخش حفاظت شده جنگل‌های

درختچه پر (*Cotinus coggygria Scop.*) یکی از دو گونه متعلق به یک جنس کوچک از خانواده Anacardiaceae است. این گیاه پراکندگی گسترده‌ای در

سدیمی تشکیل شده‌اند (Rezvani Moghaddam & Koocheki, 2001). تنش شوری از طریق القای تنش اسمزی و محدود کردن دسترسی گیاه به آب، آسیب‌های اکسیداتیو و سمیت یونی باعث آسیب به گیاه می‌شود (Siringam et al., 2011).

در چند دهه اخیر، مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات محیط زیستی زیادی مانند آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش تنوع زیستی و فرسایش ژنتیکی، ایجاد مقاومت در برابر امراض و آفات گیاهی و کاهش حاصل‌خیزی خاک‌ها شده است (Sharma, 2002). تغذیه ارگانیک خاک یک راهبرد جهانی برای حفظ باروری طبیعی خاک از طریق تقویت میکروارگانیسم‌های خاک است (Giusquiani et al., 1995). کاربرد کمپوست‌های تولیدشده از منابع متفاوت ارگانیک موجب تقویت ساختمان فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود. این اعمال از طریق افزایش محتوای مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی خاک (Aryantha et al., 2000)، افزایش تخلخل خاک، مقدار کربن آلی و نیتروژن کل در لایه سطحی خاک (Fuchs et al., 2008)، تثبیت ذرات خاکدانه از طریق باند کردن ذرات معدنی مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم به فرم کلوئیدی از هوموس یا رس (Tisdall & Oades, 1982) انجام می‌شود. ورمی‌کمپوست یک کود آلی است که شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و پیله‌های کرم خاکی است. ورمی‌کمپوست با دارا بودن تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولیدشده در فرایند حرارتی، به‌عنوان پالاینده و اصلاح‌کننده مهم خاک به‌کار گرفته می‌شود (Arancon et al., 2004). مطالعات نشان داده‌اند که دلیل افزایش در جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گیاهان در پاسخ به کاربرد کمپوست‌ها می‌تواند ناشی از وجود هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها در آن‌ها باشد (Tomati et al., 1990). در اراضی زراعی، از کمپوست به‌منظور بهبود ساختمان و افزایش حاصل‌خیزی خاک استفاده می‌شود (Coleman &

ارسباران است و در نقاط دیگر جنگل‌های ارسباران با تراکم بسیار کم و به‌صورت پراکنده مشاهده می‌شود (Palizdar et al., 2011). این درختچه در رویشگاه‌های دیگر کشور انتشار ندارد، بنابراین گونه بسیار ارزشمندی است. در جنگل‌گردشی‌های مختلف در جنگل‌های ارسباران مشاهده شد که بیشترین پراکنش این درختچه در ارتفاع ۶۵۵ تا ۹۹۵ متر از سطح دریا است. این درختچه بیشتر در قسمت‌های واریزه‌ای جنگل و نیز در قسمت‌هایی از جنگل که تخریب شده است، همراه با گونه‌های مختلفی از جمله تمشک، ممرز و شن مشاهده می‌شود (Sabeti, 2008; Mozaffarian, 2015). پر دارای برگ‌های قرمز رنگ تخم‌مرغی یا واژتخم‌مرغی به طول سه تا هشت سانتی‌متر است. گل‌ها پنج‌تایی، زرد رنگ‌پریده یا زرد-سبز، دوجنسی و برخی عقیم با دم‌گل بلند در گل‌آذین‌های انتهایی هستند (Davis et al., 1982).

پژوهش‌های جامعی در مورد خواص دارویی و فیتوشیمیایی اجزای درختچه پر انجام شده است، به‌طوری که دامنه گسترده‌ای از فعالیت‌های زیستی شامل اثر آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدکرم، ضدسرطان، آنتی‌ژنوتوکسی، هپاتوپروتکتیو و ضدالتهاب در اسانس‌ها و عصاره‌های مشتق‌شده از شاخساره، برگ، گل و مغز چوب این گونه مشخص شده است (Matic et al., 2016)، بنابراین این درختچه علاوه بر ارزش زینتی، خواص دارویی ارزشمندی نیز دارد. پر جزء گونه‌های مقاوم در برابر خشکی محسوب شده و برای کاشت در مقابله با فرسایش خاک در دامنه‌های شیب‌دار نیز مناسب است (Olmez et al., 2007).

مشکل شوری خاک در کشاورزی بیشتر اوقات به مناطق خشک و نیمه‌خشک محدود می‌شود. به‌طور میانگین، ۲۰ درصد از زمین‌های دنیا متأثر از پدیده شوری است و سرعت شور شدن زمین‌ها در برخی کشورها مانند ایران، مصر و آرژانتین ۳۰ درصد بیشتر از کشورهای دیگر است (Metternicht, 2001). بیشتر از نیمی از زمین‌های قابل کشت کشور (حدود ۲۷ میلیون هکتار) از خاک‌های شور و

(Crossley, 1996).

۵۰ تا ۷۰ درصد در نوسان بود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی اجرا شد. عامل‌های این آزمایش شامل نوع بستر کشت در سه سطح (به صورت ۱) خاک زراعی، ۲) ۸۰ درصد خاک زراعی + ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۳) ۸۰ درصد خاک زراعی + ۲۰ درصد کود گاوی کاملاً پوسیده و شوری آب آبیاری (توسط NaCl) در سه سطح شامل یک، چهار و هفت دسی‌زیمنس بر متر بود که هر تیمار با سه تکرار و در مجموع با ۲۷ نهال انجام شد.

برخی از ویژگی‌های خاک شامل بافت، pH، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، ماده آلی، فسفر قابل جذب، نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب در نمونه خاک اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کود دامی و ورمی‌کمپوست در جدول ۱ ارائه شده است.

با توجه به گسترش اراضی شور و آب شور به‌ویژه در مناطق خشک و کویری مانند استان یزد، هدف از انجام پژوهش پیش‌رو، بررسی کاهش اثر تنش شوری بر درختچه‌ها با استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک شامل کود گاوی و ورمی‌کمپوست بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش پیش‌رو طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی شهرداری یزد انجام شد. شدت نور گلخانه در ساعت ۱۲ ظهر در محدوده ۱۵۰۰ تا ۴۰۰۰ لوکس بود. میانگین دمای شبانه گلخانه در دامنه 16 ± 4 و میانگین دمای روزانه 24 ± 4 درجه سانتیگراد حفظ شد. رطوبت گلخانه تا جای ممکن با استفاده از آبیاری کف گلخانه و باز کردن دریچه‌های جانبی و سقف گلخانه تنظیم شد، به‌طوری‌که بین

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کود گاوی و ورمی‌کمپوست مورد استفاده

ویژگی	ورمی‌کمپوست	کود گاوی	خاک
pH عصاره اشباع	۷	۷/۹	۷/۱
EC عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر)*	۱	۰/۶	۳/۴
نیتروژن کل (درصد)	۰/۸	۱/۱	۰/۰۶
فسفر (ppm)	۸۰۰۰	۲۰۰۰۰	۵/۶
پتاسیم (ppm)	۱۰۰۰۰	۳۷۰۰	۱۴۴
ماده آلی (درصد)	۴۰	۲۳	۰/۱۹
بافت	-	-	لوم-رسی-شنی

* EC در کود گاوی و ورمی‌کمپوست در نسبت ۱:۱۰ کود به آب گزارش شد.

ورمی‌کمپوست پیش از کشت به نسبت ۲۰ درصد حجم گلدان با خاک مورد استفاده به‌طور کامل مخلوط شدند. پس از سازگاری گیاهان با شرایط جدید، تیمار شوری از ابتدای تیرماه آغاز شد و به مدت سه ماه ادامه یافت. پیش از اعمال تیمارها، مشخصات مورفولوژیک گیاهان مورد مطالعه (ارتفاع، تعداد برگ، قطر و تعداد شاخه‌های جانبی)

اواسط اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۶، گیاهان ریشه‌دار دوساله پر از یکی از نهالستان‌های تحقیقاتی شهرستان کرج تهیه شدند. گیاهان به بسترهای کشت جدید در داخل گلخانه انتقال داده شدند. به‌منظور همگن کردن خاک از الک دو میلی‌متری (مش ۱۰) استفاده شد و در نهایت، نهال‌ها به گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی با ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر منتقل شدند. کود گاوی و

دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به منظور اندازه‌گیری زی توده خشک اندام هوایی قرار داده شد. محتوای نسبی کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (Spad) (مدل CCM-200) و سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (Leaf area meter) (مدل Winarea-UT-11، ساخت ایران) اندازه‌گیری شد. پس از خاکستر کردن مواد گیاهی و تهیه عصاره گیاهی، غلظت عنصر پتاسیم با رقیق کردن عصاره اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم در گیاه با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر (PFP7 Jenway، ساخت آلمان) تعیین شد (Emam & Zavareh, 2005). برای اندازه‌گیری کلر، ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت گیاهی پودر شده درون فالکن ریخته شد. پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۰/۵ مولار و قراردادی در خشک‌کن به مدت یک ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد، عصاره‌گیری انجام شد. یک میلی‌لیتر از عصاره برای اندازه‌گیری کلر طبق روش رنگ‌سنجی در طول موج ۴۸۰ نانومتر توسط دستگاه Epoch (مدل LMS-1003, USA) استفاده شد (Munns *et al.*, 2010). محتوای نسبی آب برگ (RWC) نیز با استفاده از رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

$$\text{RWC} = (F_w - D_w / S_w - D_w) \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: F_w وزن تر برگ بلافاصله پس از نمونه‌برداری، D_w وزن خشک برگ پس از قرار گرفتن در آون و S_w وزن اشباع برگ پس از قرار گرفتن در آب مقطر هستند.

تجزیه آماری به وسیله نرم‌افزار SAS 9.2 انجام شد. به منظور تعیین سطح معنی‌داری شاخص‌های مورفولوژیک و غلظت عناصر برگ از تجزیه واریانس دوطرفه (ANOVA) استفاده شد. میانگین‌ها داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شدند.

اندازه‌گیری شد. به منظور اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به صورت تدریجی انجام شد و در مدت یک هفته به غلظت نهایی رسانده شد. مقدار رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه (Filed Capacity) در نظر گرفته شد که پیش از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشار (FI, USA) تعیین شد. برای این منظور، ابتدا وزن خاک خشک گلدان‌ها، نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی تعیین شد. سپس، مقدار آب مورد نیاز برای رسیدن خاک مورد آزمایش به حد ظرفیت زراعی محاسبه شد. زمانی که ۵۰ درصد آب قابل استفاده گیاه مصرف شد، دوباره آبیاری تا سطح ظرفیت مزرعه انجام شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و در نظر گرفتن نیاز آب‌شویی انجام شد. کسر آب‌شویی در این پژوهش ۳۰ درصد در نظر گرفته شد، به طوری که در طول دوره آزمایش سعی شد که EC آب خروجی (زه‌آب) دو برابر EC آب ورودی باشد. به منظور اطمینان از انجام نیاز آب‌شویی خاک گلدان‌ها، پس از هر مرتبه آبیاری، زه‌آب تعدادی از گلدان‌ها به طور تصادفی جمع‌آوری شد و هدایت الکتریکی و pH آن‌ها اندازه‌گیری شد. در کل، برای پر کردن هر گلدان از هشتاد و یک پیما (استفاده شد) وزن هر پیما به خاک ۱۳۰۰ گرم بود. وزن یک پیما به ورمی کمپوست ۱۰۸۰ گرم و کود گاوی ۱۳۷۷ گرم بود.

صفت‌های مورد ارزیابی شامل برخی از صفت‌های رشد (ارتفاع، قطر، تعداد شاخه جانبی، سطح برگ و زی توده تر و خشک ساقه)، محتوای کلروفیل برگ، غلظت عناصر سدیم، کلر و پتاسیم و محتوای نسبی آب برگ در گیاه بودند. ارتفاع هر گیاه در پایان فصل رشد (اواخر شهریورماه)، زمانی که به بیشترین رشد خود رسیدند، اندازه‌گیری شد. همچنین، به منظور اندازه‌گیری درصد نکرورگی برگ‌ها، در پایان آزمایش، تعداد برگ‌هایی با نکرورگی کمتر از ۵۰ درصد و نیز ۵۰ تا ۱۰۰ درصد شمارش شدند و به صورت درصد بیان شد (Momenpour *et al.*, 2015). کل نهال با حذف ریشه از ناحیه طوقه جدا شد و زی توده تر اندام هوایی یادداشت شد. سپس، به مدت ۲۴ ساعت در آون با

نتایج

ارتفاع، قطر گیاه، تعداد شاخه جانبی، زی توده تر و خشک ساقه و نکرزگی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بر سطح برگ، محتوای نسبی کلروفیل برگ و محتوای نسبی آب برگ در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بود. بر اساس نتایج، شوری اثر معنی داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد بر مقدار سدیم، پتاسیم و کلر برگ داشت (جدول ۲)، در حالی که اثر اصلاح کننده های خاک بر مقدار پتاسیم در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بود. اصلاح کننده های خاک بر سدیم و کلر اثر معنی داری نشان ندادند. اثر متقابل شوری و اصلاح کننده های خاک نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر مقدار سدیم، پتاسیم و کلر برگ معنی دار بود.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار شوری بر ارتفاع، قطر، سطح برگ و زی توده تر و خشک ساقه گیاه، نکرزگی و محتوای نسبی کلروفیل برگ در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بر تعداد شاخه جانبی و محتوای نسبی آب برگ در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). اثر اصلاح کننده های خاک بر ارتفاع، زی توده تر و خشک ساقه گیاه و نکرزگی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و تعداد شاخه جانبی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بود، در حالی که اصلاح کننده های خاک، اثر معنی داری بر قطر گیاه، سطح برگ، محتوای نسبی کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ نداشتند. اثر متقابل شوری و اصلاح کننده های خاک بر

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر شوری و اصلاح کننده های خاک بر برخی عوامل رشدی درختچه پر در شرایط گلخانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	قطر	تعداد شاخه جانبی	سطح برگ	زی توده تر ساقه	زی توده خشک ساقه
شوری	۲	۲۸۹۹/۶۶**	۴/۳۸**	۰/۰۳*	۷۵۲۷۸۸/۵۵**	۴۹۳/۷۵**	۳۲۰/۸۹**
اصلاح کننده خاک	۲	۱۳۹/۵۲**	۲/۰۶ ^{ns}	۰/۰۴*	۷۸۶۴۸/۱۲ ^{ns}	۱۳۲۸/۹۸**	۳۴۳/۵۱**
شوری × اصلاح کننده خاک	۴	۱۵۷۹/۰۲**	۹/۶۵**	۰/۰۴**	۱۷۹۹۵۵/۳۲*	۱۱۴۱۶/۵۹**	۳۳۶۱/۷**
ضریب تغییرات (درصد)	۲	۲	۷/۶۹	۸/۱	۲۶/۶۵	۰/۴۸	۰/۸۶

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس اثر شوری و اصلاح کننده های خاک بر برخی عوامل رشدی درختچه پر در شرایط گلخانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	نکرزگی	محتوای نسبی کلروفیل	RWC	سدیم	پتاسیم	کلر
شوری	۲	۱/۲**	۱۰۶/۱۵**	۳/۹۵*	۱/۹۵**	۱/۶۷**	۱۸/۹۸**
اصلاح کننده خاک	۲	۰/۰۳**	۰/۵ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۵۱*	۰/۴۳ ^{ns}
شوری × اصلاح کننده خاک	۴	۰/۰۰۳**	۵/۴۷*	۰/۹۳*	۰/۲*	۰/۲۶*	۰/۰۶*
ضریب تغییرات (درصد)	۳/۷	۳/۷	۲۰/۱۸	۳/۴۳	۱۸/۷۷	۱۵/۵۸	۱۸/۱۴

** معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیر معنی دار

کلروفیل برگ و محتوای نسبی آب برگ به طور معنی داری کاهش یافتند، اما به مقدار نکرزگی افزوده شد (جدول ۳).

با افزایش سطح شوری، ارتفاع، قطر گیاه، تعداد شاخه جانبی، زی توده تر و خشک گیاه، سطح برگ، محتوای نسبی

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر شوری بر برخی عوامل رشدی درختچه پر در شرایط گلخانه

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ارتفاع (cm)	قطر (cm)	تعداد شاخه زی‌توده تر جانبی (g)	زی‌توده خشک ساقه (g)	ساقه (g)	نسبی محتوای نسبی (درصد)	RWC نسبی (درصد)	سديم پتاسيم کلر (درصد)	کلر (درصد)			
۱	۱۴۱/۶۱ ^a	۱۵/۶۵ ^a	۱/۱۷ ^a	۱۵۵/۹۵ ^a	۸۸/۴۸ ^a	۱۳۳۱/۱ ^a	۷ ^c	۱۴/۷۷ ^a	۷۹/۲۲ ^a	۰/۵ ^c	۱/۸۴ ^b	۱/۶۱ ^c
۴	۱۱۱/۸۲ ^b	۱۵/۹۴ ^a	۱/۰۷ ^b	۱۵۴/۴۳ ^b	۸۷/۱ ^b	۸۵۰ ^b	۵۷ ^b	۸/۵۳ ^b	۵۹/۹۱ ^b	۰/۹۶ ^b	۲/۵۶ ^a	۳/۷۷ ^b
۷	۱۰۹/۳۶ ^c	۱۴/۲۷ ^b	۱/۰۶ ^b	۱۴۲/۴۳ ^c	۷۷/۵۲ ^c	۸۱۱/۸ ^b	۷۸ ^a	۹/۱۶ ^b	۴۴/۷۴ ^b	۱/۴۴ ^a	۲/۶۲ ^a	۴/۳۸ ^a

براساس آزمون دانکن، میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند.

تیمارهای کود گاوی و ورمی کمپوست نسبت به شاهد در افزایش ارتفاع مؤثر نبودند. ارتفاع گیاه با استفاده از کودهای آلی افزایش نیافت و بیشترین ارتفاع نهال‌ها (۱۲۵/۳۲) سانتی‌متر) در شاهد مشاهده شد (جدول ۴). استفاده از ورمی کمپوست و کود گاوی به‌طور معنی‌داری موجب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نهال‌ها شد. بیشترین زی‌توده تر و خشک گیاه، بیشترین درصد پتاسیم و کمترین نکرزگی برگ در تیمار ورمی کمپوست به‌دست آمد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلاح‌کننده‌های خاک بر برخی عوامل رشدی درخت پر در شرایط گلخانه

اصلاح‌کننده‌های خاک	ارتفاع (cm)	تعداد شاخه جانبی زی‌توده تر ساقه (g)	زی‌توده خشک ساقه (g)	نکرزگی	پتاسیم (درصد)
شاهد	۱۲۵/۳۲ ^a	۱/۰۲ ^b	۱۴۷/۰۲ ^b	۰/۵۳ ^a	۲/۳۲ ^{ab}
ورمی کمپوست	۱۱۷/۷۱ ^b	۱/۱۳ ^a	۱۶۴/۵۴ ^a	۰/۴ ^c	۲/۵۹ ^a
کود گاوی	۱۱۹/۷۶ ^b	۱/۱۴ ^a	۱۴۱/۲۵ ^c	۰/۴۹ ^b	۲/۱۱ ^b

براساس آزمون دانکن، میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند.

بیشترین ارتفاع گیاه (۱۵۶ سانتی‌متر) در گیاهان شاهد و در سطح شوری یک دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۵). در شوری یک و چهار دسی‌زیمنس بر متر، مقدار ارتفاع در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار کود گاوی و ورمی کمپوست بود، در حالی که در شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر، کود گاوی و ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری توانستند ارتفاع گیاه را افزایش دهند. بیشترین قطر گیاه (۱۷/۳۳ سانتی‌متر) در گیاهان شاهد و در سطح شوری یک دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۵). کمترین قطر گیاه در شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر و گیاهان شاهد به‌دست آمد. قطر گیاهان شاهد در شوری یک و چهار دسی‌زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود، در حالی که با افزایش شوری به هفت دسی‌زیمنس بر متر، قادر به افزایش تعداد شاخه جانبی در گیاهان تیمار شده با کود گاوی و شوری یک دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۵). گیاهان در سطح شوری چهار و هفت دسی‌زیمنس بر متر و در تیمار شاهد، کمترین تعداد شاخه جانبی (یک عدد) را نشان دادند. استفاده از کود دامی در شوری یک دسی‌زیمنس بر متر و ورمی کمپوست در شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر منجر به افزایش تعداد شاخه جانبی گیاه نسبت به شاهد شد. تیمار ورمی کمپوست بهتر از شاهد و کود گاوی منجر به

توانست نکرورگی برگ را کاهش دهد.

در هر سه سطح شوری مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری بین شاهد و اصلاح‌کننده‌های خاک در محتوای نسبی کلروفیل برگ مشاهده نشد (جدول ۵). بیشترین محتوای نسبی آب برگ در سطح شوری یک دسی‌زیمنس بر متر و در شاهد، کود گاوی و ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۵). کمترین محتوای نسبی آب برگ نیز متعلق به سطح شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر در شاهد و تیمار ورمی‌کمپوست بود.

با افزایش سطح شوری، درصد سدیم، پتاسیم و کلر برگ نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در شوری کم، تیمار کود دامی و ورمی‌کمپوست توانستند سدیم برگ را کاهش دهند، هرچند این کاهش معنی‌دار نبود (جدول ۵). استفاده از تیمار کود دامی و ورمی‌کمپوست توانست مقدار پتاسیم برگ را نسبت به شاهد در هر سه سطح شوری آب افزایش دهد، اما این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین کلر برگ در شوری متوسط و شدید مشاهده شد. استفاده از کود دامی و ورمی‌کمپوست توانست کلر برگ را نسبت به شاهد کاهش دهد، هرچند این کاهش معنی‌دار نبود.

افزایش زی‌توده تر و خشک ساقه شد. بیشترین زی‌توده تر و خشک ساقه به ترتیب با مقادیر ۲۳۰/۸ و ۱۲۳/۳۶ گرم در بیشترین سطح شوری (هفت دسی‌زیمنس بر متر) و تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۵). زی‌توده تر و خشک در شوری یک و چهار دسی‌زیمنس بر متر و در شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار کود گاوی و ورمی‌کمپوست بودند، در حالی‌که در شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر، کود گاوی و ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری توانستند زی‌توده تر و خشک ساقه گیاه را افزایش دهند.

بیشترین سطح برگ (۱۶۰۹/۸ سانتی‌متر مربع) در شوری یک دسی‌زیمنس بر متر و در گیاهانی که با کود گاوی تیمار شده بودند، مشاهده شد (جدول ۵). در سطوح شوری متوسط و زیاد، کود ورمی‌کمپوست و کود گاوی نتوانستند تفاوت معنی‌دار در سطح برگ ایجاد کنند. بیشترین نکرورگی (۸۶ درصد) در گیاهان شاهد و در بیشترین سطح شوری (هفت دسی‌زیمنس بر متر) به‌دست آمد (جدول ۵). در همه سطوح شوری، اصلاح‌کننده‌های خاک نسبت به شاهد، نکرورگی کمتری نشان دادند. همچنین، در تمام سطوح شوری، ورمی‌کمپوست بهتر از شاهد و کود دامی

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و اصلاح‌کننده‌های خاک بر برخی عوامل رشدی درختچه پر در شرایط گلخانه

تیمار	شوری (dS/m)	ارتفاع (cm)	قطر (cm)	تعداد شاخه جانبی	زی‌توده تر ساقه (g)	زی‌توده خشک ساقه (g)	سطح برگ (cm ²)
شاهد		۱۵۶ ^a	۱۷/۳۳ ^a	۱/۰۶ ^{bc}	۱۸۴/۶۳ ^b	۱۰۴/۴۶ ^b	۱۱۶۴/۸ ^{abc}
ورمی‌کمپوست	۱	۱۳۱/۱۶ ^b	۱۴/۳ ^d	۱/۱ ^{bc}	۱۲۲/۳ ^g	۷۰/۳۳ ^f	۱۲۱۸/۵ ^{ab}
کود گاوی		۱۳۷/۶۶ ^c	۱۵/۳۳ ^{cd}	۱/۳۵ ^a	۱۵۶/۳۶ ^c	۹۰/۶۶ ^c	۱۶۰۹/۸ ^a
شاهد		۱۲۶/۴۶ ^d	۱۶/۸۳ ^{ab}	۱ ^c	۱۸۳/۶ ^b	۱۰۳/۳۳ ^b	۸۷۳/۳ ^{bcd}
ورمی‌کمپوست	۴	۸۷/۵ ^h	۱۶/۶۶ ^{abc}	۱/۲۲ ^{ab}	۱۴۰/۵۳ ^e	۸۰/۵۳ ^d	۱۰۶۸/۸ ^{bcd}
کود گاوی		۱۲۱/۵ ^e	۱۴/۳۳ ^d	۱ ^c	۱۴۳/۷۳ ^d	۷۷/۴۳ ^e	۶۰۷/۹ ^d
شاهد		۹۳/۵ ^g	۱۱/۶۶ ^e	۱ ^c	۷۲/۸۳ ^h	۳۷/۷۳ ^g	۷۳۴/۵ ^{bcd}
ورمی‌کمپوست	۷	۱۳۴/۴۶ ^{bc}	۱۵/۶۶ ^{bcd}	۱/۰۹ ^{bc}	۲۳۰/۸ ^a	۱۲۳/۳۶ ^a	۱۰۲۱/۲ ^{bcd}
کود گاوی		۱۰۰/۱۳ ^f	۱۵/۵ ^{bcd}	۱/۰۸ ^{bc}	۱۲۳/۶۶ ^f	۷۱/۴۶ ^f	۶۷۹/۵ ^{cd}

ادامه جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و اصلاح کننده‌های خاک بر برخی عوامل رشدی درختچه پر در شرایط گلخانه

تیماز	شوری (ds/m) (درصد)	محتوای نسبی کلروفیل	RWC (درصد)	سدیم (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلر (درصد)
شاهد	۱.۰ ^g	۱۵/۰۱ ^a	۷۷/۴۱ ^a	۰/۶۶ ^{cd}	۱/۸۳ ^b	۱/۷۶ ^b
ورمی کمپوست	۱	۱۵/۶۷ ^a	۸۳/۱۹ ^a	۰/۴۱ ^d	۱/۸۶ ^b	۱/۷۳ ^b
کود گاوی	۷ ^g	۱۳/۶۳ ^{ab}	۷۷/۰۸ ^a	۰/۴۵ ^d	۱/۸۵ ^b	۱/۳۴ ^b
شاهد	۶۲ ^d	۸/۸۶ ^{bc}	۶۹/۰۹ ^{ab}	۰/۶۵ ^{cd}	۲/۷۸ ^a	۳/۷۳ ^a
ورمی کمپوست	۴	۸/۱۱ ^c	۵۲/۷۴ ^{ab}	۱/۳۸ ^{ab}	۲/۸۸ ^a	۴/۰۵ ^a
کود گاوی	۵۹ ^e	۸/۶۴ ^{bc}	۵۷/۹۱ ^{ab}	۰/۸۴ ^{bcd}	۲/۰۲ ^b	۳/۵۴ ^a
شاهد	۸۶ ^a	۸/۰۴ ^c	۴۲/۷۲ ^b	۱/۲۹ ^{abc}	۲/۳۶ ^{ab}	۴/۶۴ ^a
ورمی کمپوست	۶۶ ^c	۸/۴۴ ^c	۳۹/۸۲ ^b	۱/۷۸ ^a	۲/۸۸ ^a	۴/۳۷ ^a
کود گاوی	۸۱ ^b	۱۱ ^{abc}	۵۱/۷ ^{ab}	۱/۲۵ ^{abc}	۲/۴۸ ^{ab}	۴/۱۳ ^a

براساس آزمون دانکن، میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند.

بحث

وجود نمک‌های محلول زیاد در ناحیه ریشه گیاه، برداشت آب از خاک اطراف ریشه را محدود می‌کند و به‌طور مؤثری آب در دسترس گیاه را کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که این مسئله موجب خشکی گیاه می‌شود، بنابراین، کاهش رشد گیاه تحت تیمارهای کمبود آب به‌علت قرار گرفتن در معرض سطوح آسیب‌زننده خشکی است که باعث کاهش فشار تورژسانس و در نتیجه کاهش رشدونمو سلول‌ها می‌شود (Scalia et al., 2009). زمانی‌که رشد سلول‌ها کاهش می‌یابد، اندازه گیاه با کاهش در ارتفاع یا کوچک‌ترین اندازه برگ‌ها تعیین می‌شود. سپس، زمانی‌که اندازه برگ کوچک است، ظرفیت به دام انداختن نور نیز کاهش می‌یابد و به‌دنبال آن، فتوسنتز نیز در شرایط کمبود آب محدود می‌شود و در نهایت رشد گیاه کم می‌شود (Kafi et al., 2009). در پژوهش پیش‌رو نیز با افزایش سطح شوری، سطح برگ و محتوای نسبی کلروفیل کاهش یافت و به نکرزگی برگ‌ها اضافه شد. این نتایج با یافته‌های Momenpour و همکاران (۲۰۱۵) که در مورد بادام باغی انجام شد، مطابقت داشت. با افزایش سطوح شوری، علایم

سوختگی در حاشیه برگ‌ها به‌تدریج ظاهر می‌شود و با حالت پیش‌رونده در طول زمان، سبب پژمردگی و در نهایت ریزش کامل آن‌ها می‌شود. علت سوختگی حاشیه‌ای در برگ‌های گونه‌های حساس به شوری را کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی دانسته‌اند (Momenpour et al., 2015). همچنین، کاهش رشد گیاه به‌علت شوری می‌تواند نتیجه کاهش سطح برگ گیاه باشد که این خود حاصل اختلال در بزرگ شدن و تقسیم سلولی است. برگ‌ها در گیاهان تحت تنش شوری، کوچک، قطور و برگ‌های مسن‌تر دچار پیری زودرس می‌شوند (Heidari Sharifabad, 2001). نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های Seilsepour و همکاران (۲۰۱۶) که در مورد زیتون انجام شد، هم‌خوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند که با افزایش سطح شوری، طول شاخساره، زی‌توده تر و خشک ساقه، سطح برگ و مقدار کلروفیل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

یافته‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که با افزایش سطح شوری، رشد و عملکرد گیاه به‌طور معنی‌داری کم شد. با افزایش سطح شوری به هفت دسی‌زیمنس بر متر، توان رشد رویشی گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما

مشکل کاهش فشار تورژسانس را تا حدودی بهبود می‌دهند و سبب افزایش سطح برگ نسبت به تیمارهای دیگر می‌شوند. کود دامی و ورمی‌کمپوست به‌عنوان منبع‌های غنی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو نه تنها با تأثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد را افزایش می‌دهند، بلکه باعث تشدید فعالیت‌های زیستی در خاک و اثرات مثبت ناشی از آن می‌شوند. فعالیت این موجودات سبب افزایش تولید هوموس، افزایش معدنی شدن عناصر غذایی و گردش سریع‌تر مواد، افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان به‌ویژه فسفر و تثبیت نیتروژن می‌شود (Jeyabal & Kuppaswamy, 2001). البته بر اساس یافته‌های به‌دست‌آمده از پژوهش پیش‌رو، ورمی‌کمپوست نسبت به کود گاوی اثر بهتری در بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه در شرایط تنش نشان داد (جدول ۴). این یافته‌ها می‌تواند به‌علت غنی‌تر بودن کود ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این پژوهش نسبت به کود گاوی باشد (جدول ۱). بر اساس نتایج تجزیه کودهای مورد استفاده، ماده آلی، فسفر و پتاسیم در ورمی‌کمپوست، بیشتر از کود گاوی بود.

کاهش سرعت رشد برگ در اثر شوری، بیشتر به‌دلیل تأثیر اسمزی است. با افزایش شوری، سلول‌های برگ به‌طور موقت آب خود را از دست می‌دهند و سرعت تقسیم و طویل شدن آن‌ها کاهش می‌یابد که این تغییرات منجر به کوچک‌تر شدن اندازه نهایی برگ‌ها و کاهش سطح آن‌ها می‌شود (Munns & Tester, 2008). از سوی دیگر، بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده، کاهش سطح برگ می‌تواند به‌دلیل کاهش اندازه تک‌تک برگ‌ها، کاهش تولید برگ‌های جدید و درنهایت ریزش برگ‌های پیر باشد (Oraei *et al.*, 2009). کاهش محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش شوری، ناشی از افزایش محدودیت دسترسی به آب به‌منظور فرآیند توسعه و تورژسانس سلول است. در گیاهان دیگر نیز مثل بادام و زیتون، کاهش محتوای نسبی آب برگ در اثر شوری به‌ترتیب توسط Oraei و همکاران (۲۰۰۹) و Seilsepour و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شد که با نتایج به‌دست‌آمده از

مشاهده شد که مواد آلی توانستند با بهبود شرایط جذب آب موجب بهبود شاخص‌های رشد گیاه شوند. ضمن اینکه با تولید مواد مؤثری در گیاه که ناشی از شرایط مطلوب رشد است، سمیت نمک کاهش می‌یابد (Coleman & Crossley, 1996). پس می‌توان چنین بیان کرد که در صورت کشت گیاه در شرایط شوری (خاک یا آب شور)، با اصلاح خاک توسط مواد آلی می‌توان قدرت بقا و زادآوری گیاه را افزایش داد (Coleman & Crossley, 1996). کاهش رشد می‌تواند ناشی از اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک مانند عدم تعادل یونی، تغییر در وضعیت آب گیاه، اختلال در جذب عناصر غذایی، اختلال در عمل روزنه‌ها، کاهش کارایی فتوسنتز، کاهش پتانسیل اسمزی محیط ریشه، سمیت ویژه یونی و کمبود یون‌های غذایی باشد (Kafi *et al.*, 2009). حتی اگر مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ در اثر شوری بدون تغییر بماند، ممکن است که رشد کم شود (Kafi *et al.*, 2009). مقدار کاهش رشد گیاه تحت شرایط شوری، بسته به نوع نمک، غلظت نمک، مرحله رشدی گیاه، مدتی که گیاه در معرض شوری قرار می‌گیرد و نیز گونه گیاهی متفاوت است (Hasheminia *et al.*, 1997). در شرایط تنش شوری، رشد ریشه به‌طور معمول کمتر از رشد ساقه تحت تأثیر قرار می‌گیرد، بنابراین نسبت ریشه به ساقه زیاد می‌شود. شوری به‌طور معنی‌داری اختصاص کربن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث تغییر نسبت ریشه به اندام‌های هوایی می‌شود. با مطالعه اثر تنش کلرید سدیم بر شاخص‌های رشد پنج رقم زیتون مشخص شد که شوری باعث کاهش رشد رویشی گیاه می‌شود (Rezaei *et al.*, 2006). این کاهش در قسمت‌های هوایی گیاه بیشتر از ریشه بود. در واقع، این نتایج نشان می‌دهد که اندام‌های هوایی زودتر از ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند (Rezaei *et al.*, 2006). استفاده از کود گاوی و ورمی‌کمپوست در هر سه سطح شوری، منجر به بهبود ویژگی‌های رشدی و صفات رویشی گیاه شد. کودهای دامی سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند هوادهی بهتر، ظرفیت نگهداری رطوبت بیشتر و بهبود تبادل عناصر غذایی در خاک می‌شوند

پتاسیم به دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (Chartzoulakis, 2005). پتاسیم علاوه بر تأثیر اساسی بر متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش شوری، اهمیت زیادی می‌یابد، به نحوی که در شرایط شوری، مدیریت کارآمد پتاسیم در مقابل سدیم در گیاه، اهمیتی فراوان در بقای آن دارد (Momenpour et al., 2015). برخی گیاهان می‌توانند سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کنند و از واکوئل‌ها به عنوان مخزن برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند (Heidari Sharifabad, 2001). در همین زمینه، گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در حضور کلرید سدیم بهتر حفظ کنند. Razavi Nasab و همکاران (۲۰۱۱) به این نتیجه رسیدند که افزایش ماده آلی مصرفی به غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه افزود. به طوری که ماده آلی باعث گستردگی ریشه و افزایش جذب پتاسیم توسط ریشه شد. در پژوهش پیش‌رو نیز استفاده از کودهای گاوی و ورمی کمپوست منجر به کاهش میزان سدیم و کلر و افزایش جذب پتاسیم شد. این کودها از طریق افزایش محتوای مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی خاک (Aryantha et al., 2000)، افزایش در تخلخل خاک، مقدار کربن آلی و نیتروژن کل در لایه روئین خاک (Fuchs et al., 2008) و تثبیت ذرات خاکدانه از طریق باند کردن ذرات معدنی مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم به فرم کلوئیدی از هوموس یا رس (Tisdall & Oades, 1982) موجب تقویت ساختمان فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شدند.

به طور کلی، استفاده از کود گاوی و ورمی کمپوست توانست ویژگی‌های رشدی گیاه و جذب عناصر غذایی را در شرایط شوری نسبت به شاهد بهبود دهد. البته ورمی کمپوست نسبت به کود گاوی عملکرد بهتری نشان داد، بنابراین به منظور توسعه فضای سبز با استفاده از درختچه پر در مناطق دچار تنش شوری، استفاده از ورمی کمپوست توصیه می‌شود. مسائل اقتصادی ناشی از مصرف ورمی کمپوست در استقرار پایدار گونه‌های چوبی در فضای سبز، موضوع مهمی است که باید به آن توجه شود.

پژوهش پیش‌رو مطابقت دارد. در اثر شوری به مقدار اتیلن برگ افزوده می‌شود و مقدار کلروفیل گیاه به دلیل فعالیت آنزیم کلروفیل‌لاز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و کلروفیل و کلروپلاست‌ها تجزیه می‌شوند (Parida et al., 2004). از دلایل دیگر کاهش محتوای نسبی کلروفیل در تیمارهای تحت تنش شوری، اختلال در جذب عنصرهایی مثل منیزیم و آهن است که در ساخت کلروفیل نقش اساسی دارند و با کاهش جذب آن‌ها سنتز کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز گیاه کاهش می‌یابد (Munns & Tester, 2008).

با افزایش شوری خاک، تجمع یون سدیم و کلر در برگ گیاه افزایش یافت. این یافته با نتایج پژوهش Zarei و همکاران (۲۰۱۶) که در مورد انجیر انجام شد، همخوانی دارد. با افزایش سطح شوری، سدیم به بخش هوایی منتقل شده و در برگ‌ها جمع می‌شود. در نتیجه، نشانه‌های سمیت بروز می‌کند. گیاه به صورت انتخابی جذب K^+ را به Na^+ ترجیح می‌دهد، اما در صورت بیشتر بودن غلظت یون سدیم در محلول خاک، کمبود K^+ در گیاه قطعی است (Kafi et al., 2009). در خاک‌های شور، قابلیت دسترسی به فسفر کاهش می‌یابد، اما در بعضی از مطالعات، شوری یا باعث افزایش جذب فسفر شد و یا در جذب آن بی‌تأثیر بود (Heidari Sharifabad, 2001). افزایش جذب سدیم و کلر موجب کاهش جذب عناصر ضروری و القای سم به گیاه می‌شود، بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش جذب عناصر ماکرو به همین دلیل باشد. اختلال در فرایند فتوسنتز و رشد تا حد زیادی به تجمع کلر در برگ‌ها مربوط است. تحمل به شوری به مقدار جذب و انتقال یون‌های کلر از ریشه به شاخه بستگی دارد. گیاهانی که قابلیت بیشتری برای دفع یون‌های سدیم و کلر دارند، این عناصر را بیشتر در بافت واکوئل خود ذخیره می‌کنند (Momenpour et al., 2015).

در بسیاری از محصولات باغی، غلظت پتاسیم در بافت‌های گیاهی با افزایش شوری محیط ریشه کاهش می‌یابد (Seilsepour et al., 2016). کاهش غلظت پتاسیم بافت‌های گیاهی می‌تواند به دلیل رقابت آن با سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشای پلاسمایی و یا نشت

- toxicological potential. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23: 452-461.
- Metternicht, G., 2001. Assessing temporal and spatial changes of salinity using fuzzy logic, remote sensing and GIS. *Foundations of an expert system. Ecological Modelling*, 144(2-3): 163-179.
 - Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A. and Rezaie, H. 2015. Effect of salinity stress on growth characteristics and concentrations of nutrition elements in almond 'Shahrood 12', 'Touno' cultivars and '1-16' genotype budded on GF677 rootstock. *Journal of Crops Improvement*, 17(1): 197-216 (In Persian).
 - Mozaffarian, V., 2015. Identification of Medicinal and Aromatic Plants of Iran. First edition, Farhang Moaser, Tehran, 1444p (In Persian)
 - Munns, R. and Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681.
 - Munns, R., Wallace, P.A., Teakle, N.L. and Colmer, T.D., 2010. Measuring soluble ion concentrations (Na(+), K(+), Cl(-)) in salt-treated plants: 371-382. In: Sunkar, R. (Ed.). *Plant Stress Tolerance, Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*. Humana Press, Springer, New York, 386p.
 - Novaković, M., Vučković, I., Janačković, P., Soković, M., Filipović, A., Tešević, V. and Milosavljević, S., 2007. Chemical composition, antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Cotinus coggygria* from Serbia. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 72(11): 1045-1051.
 - Olmez, Z., Temel, F., Gokturk, A. and Yahyaoglu, Z., 2007. Effects of cold stratification treatments on germination of drought tolerant shrubs seeds. *Journal of Environmental Biology*, 28(2): 447-453.
 - Oraei, M., Tabatabaei, S.J., Fallahi, 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.). *Journal of Horticultural Sciences*, 23(2): 131-140 (In Persian).
 - Palizdar, M., Panahi, P., Noghani, A. and Pourhashemi, M., 2014. Some strategies for improvement of seed germination of smoke-tree (*Cotinus coggygria* Scop.); an endemic species of the Arasbaran Forests. *Iranian Journal of Forest*, 6(2): 233-244
 - Parida, A.K., Das, A.B. and Mitra, B., 2004. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees*, 18(2): 167-174.
 - Razavi Nasab, A., Shirani, H., Tajabadi Pour, A. and Dashti, H., 2011. Effect of salinity and organic

References

- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Atiyeh, R. and Metzger, J.D., 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93(2): 139-144.
- Aryantha, I.P., Cross, R. and Guest, D.I., 2000. Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manures. *Phytopathology*, 90(7): 775-782.
- Chartzoulakis, K.S., 2005. Salinity and olive: Growth salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management*, 78(1-2): 108-121.
- Coleman, D.C. and Crossley, D.A., Jr., 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press, San Diego, 205p.
- Davis, P.H., Coode, M.J.E. and Cullen, J., 1982. *Cotinus adans*. In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Edinburgh, 543p.
- Emam, Y. and Zavareh, M., 2005. *Drought Tolerance in Higher Plants: Genetical, Physiological, and Molecular Biological Analysis (translation)*. First edition, Markaze Nashre Daneshgahi, Tehran, 186p (In Persian).
- Fuchs, J., Berner, A., Mayer, J., Smidt, E., and Schleiss, K., 2008. Influence of compost and digestates on plant growth and health: potentials and limits, International congress, CH-Solothurn, Netherland, 27-29 Feb. 2008: 1-10.
- Giusquiani, P.L., Pagliai, M., Gigliotti, G., Businelli, D. and Benetti, A., 1995. Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil properties. *Journal of Environmental Quality*, 24(1): 175-182.
- Hasheminia, S.M., Kouchaki, A. and Ghahreman, N., 1997. *Exploitation of Saline Water in Sustainable Agriculture (translation)*. Jahade Daneshgahi Publications, Mashhad, 236p (In Persian).
- Heidari Sharifabad, H., 2001. *Plant and Salinity*. Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 199p (In Persian).
- Jeyabal, A. and Kuppaswamy, G., 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. *European Journal of Agronomy*, 15(3): 153-170.
- Kafi, M., Borzoe, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. and Nabati, J., 2009. *Physiology of Environmental Stresses in Plants*. Jahad Daneshgahi, Mashhad, 502p (In Persian).
- Matić, S., Stanić, S., Mihailović, M. and Bogojević, D., 2016. *Cotinus coggygria* Scop.: an overview of its chemical constituents, pharmacological and

- Sustainable Production, 6(2): 83-100 (In Persian).
- Sharma, A.K., 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India, Jodhpur, 407p.
 - Siringam, K., Juntawang, N., Cha-Um, S., Boriboonkaset, T. and Kirdmaner, C., 2011. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (*Oryza sativa* L. spp. *indica*) roots under isoosmotic conditions. African Journal of Biotechnology, 10(8): 1340-1346.
 - Tisdall, J.M. and Oades, J.M., 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. European Journal of Soil Science, 33(2):141-163.
 - Tomati, U., Galli, E., Grappelli, A. and Di Lena, G., 1990. Effect of earthworm casts on protein synthesis in radish (*Raphanus sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) seedlings. Biology and Fertility of Soils, 9: 288-289.
 - Zarei, M., Azizi, M., Rahemi, M. and Tehranifar, A., 2016. Assessment of salinity tolerance of three fig cultivars based on growth and physiological factors and ions distribution. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 17(2): 247-260 (In Persian).
 - matters on chemical composition and root morphology of pistachio seedlings. Journal of Crop Improvement, 13(1): 31-42 (In Persian).
 - Rezaei, M., Lesani, H., Babalar, M. and Talaei, A.R., 2006. Effect of NaCl on growth and ion content in five olive cultivars. Journal of Iranian agricultural Science, 37(4): 293-301 (In Persian).
 - Rezvani Moghaddam, P. and Koocheki, A., 2001. History of research on salt-affected lands of Iran-Present and future prospects: Halophytic ecosystems. Proceedings of the International Symposium on Prospects of Saline Agriculture in the GCC Countries. Dubai, 18-20 Mar. 2001: 83-95.
 - Sabeti, H., 2008. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Published by Yazd University, Yazd, 886p (In Persian).
 - Scalia, R., Oddo, E., Saiano, F. and Grisafi, F., 2009. Effect of salinity on *Puccinellia distans* (L.) Parl. treated with NaCl and foliarly applied glycinebetaine. Plant Stress, 3(1): 49-54.
 - Seilsepour, M., Golchin, A. and Roozban, M.R., 2016. Evaluation of salt tolerance in two olive rootstocks based on growth characteristics and regression analysis to salinity. Journal of Soil Management and

Effects of cow manure and vermicompost on growth characteristics of smoke tree (*Cotinus coggygia* Scop.) under salt stress under greenhouse

A. Moghimi Banadkooki¹, M. Dehestani Ardakani^{2*}, M. Shirmardi³ and A. Momenpour⁴

1- M.Sc. Student, Department of Horticultural Science, College of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

2* - Corresponding author, Assistant Prof., Department of Horticultural Science, College of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. E-mail: mdehestani@ardakan.ac.ir

3- Assistant Prof., Department of Horticultural Science, College of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

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

Received: 05.08.2018

Accepted: 06.11.2018

Abstract

Smoke tree (*Cotinus coggygia* Scop.) is an attractive ornamental species that has medicinal properties. In this study, the effects of different levels of salt on plant growth and cow manure and vermicompost on increasing the salt tolerance of plant were investigated. In a factorial experiment and completely randomized design (CRD), three levels of organic amendments (1- soil, 2- 80% v/v soil + 20% v/v vermicompost, 3- 80% v/v soil + 20% v/v cow manure) and three levels of salinity (1, 4 and 7 dS.m⁻¹) with three replications per treatments were applied. In this experiment, media without organic amendment was considered as control. Results showed that increasing soil salinity levels progressively decreased the growth characteristics and fresh and dry weight of plant. The highest height and diameter were observed in control plants and in 1 dS.m⁻¹ salinity. Vermicompost treatment better than control and cow manure increased fresh and dry weight of shoot. The highest fresh and dry weight of shoots by 230.8 and 123.36 g respectively, were obtained in the highest salinity level (7 dS.m⁻¹) and vermicompost treatment. In moderate and high levels of salt stress (4 and 7 dS.m⁻¹) vermicompost better than cow manure could increase leaf area. Cow manure and vermicompost could reduce sodium and chloride of leaf to control and increase its potassium. Generally, the use of cow manure and vermicompost could improve the growth characteristics and nutrient absorption of plant under salt condition compare to the control.

Keywords: Chlorine, necrosis, ornamental shrub, sodium.