دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره پنجم، شماره دهم، بهار و تابستان ۹۶
http://pec.gonbad.ac.ir

اثر تنش شوری ناشی از کلرید سدیم بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه وتیور گراس *Chrysopogon zizanioides* در شرایط گلخانه‌ای

طیبه ملکی[1*]، بهناز عطائیان[2]، بهروز محمد پرست[3]، داوود اخضری [2]
[1]کارشناسی‌ارشد مرتعداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، ملایر
[2]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، ملایر
[3]استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر، ملایر
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۲

چکیده

شوری خاک در اکوسیستم‌های مرتعی ایران یکی از معضلات جدی محیط زیستی است. گونه‌های گیاهی وتیور گراس به‌دلیل تحمل شوری می‌تواند یکی از گزینه‌های مناسب جهت اصلاح مراتع شور به‌شمار آید. مطالعه حاضر با هدف بررسی رشد، آنزیم کاتالاز و ترکیبات فنل وتیور گراس در پاسخ به تنش شوری است. این مطالعه در قالب طرح کاملا تصادفی با ۶ سطح شوری (۰، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۴۴ $ds\ m^{-1}$) و سه تکرار در گلخانه انجام شد. نتایج نشان داد که سطوح مختلف تنش شوری برطول متوسط برگ و ریشه معنی دار نبود ($p\geq۰/۰۵$)، ولی وزن برگ و ریشه تغییرات معنی‌دار افزایشی ($p\leq۰/۰۵$) داشتند. تغییرات محتوای آنزیم کاتالاز و فنل تحت تنش شوری در برگ و ریشه گیاه معنی دار بود ($p\leq۰/۰۵$). تغییرات آنزیم کاتالاز در برگ تا سطح شوری ۳۲ دسی زیمنس بر متر بیانگر یک روند افزایشی بود که در سطح شوری ۴۴ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت. فعالیت آنزیم کاتالاز در ریشه بیانگر یک روند کاهشی معنی دار نسبت به سطح شاهد (صفر دسی زیمنس بر متر) بود ($p\leq۰/۰۵$). در ضمن در محتوای فنل کل برگ و ریشه تغییرات معنی دار افزایشی و کاهشی نسبت به تنش شوری نشان داد ($p\leq۰/۰۵$). به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر بیانگر سازگاری اولیه و سریع گیاه وتیور گراس نسبت به تنش شوری تا سطح ۳۲ دسی زیمنس بر متر در شرایط گلخانه‌ای بود. به همین جهت به‌عنوان گونه‌ای مقاوم برای پروژه‌های اصلاحی مراتع شور در سطوح ۳۲ دسی زیمنس بر متر پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: **اصلاح مراتع، خاک‌های شور، وتیور گراس**

*نویسنده مسئول: tayebe.maleki313@gmail.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

مقدمه

شوری خاک یکی از عمده‌ترین عامل محدود کننده‌ی رشد گیاهان و تنشی غیر زنده در مناطق خشک و نیمه خشک است (موسوی پورناکی و عباس‌پور، ۱۳۹۲؛ Mane, 2013) به‌طوری‌که حدود ۷ درصد زمین‌های جهان (مسعودی، ۱۳۹۴) و بیش از ۳۵ میلیون هکتار اراضی کشور ایران با درجات مختلفی تحت تاثیر شوری قرار دارد (هادی و همکاران، ۱۳۸۷) که در اقلیم‌های سرد تا گرم کشور پخش شده‌اند (برزویی و همکاران، ۱۳۹۱). از آنجا که کلرید سدیم (NaCl) فراوان‌ترین و محلول‌ترین نمک موجود است (Munns et al., 2008) و وجود آن در خاک سبب تنش اسمزی، از بین رفتن تعادل یونی (Munns, 2003) ایجاد محدودیت‌هایی برای رشد (خاکساران و همکاران،۱۳۹۰) و کاهش عملکرد گیاه می‌گردد (جعفری، ۱۳۸۴). پس جای تعجب نیست که تمام گیاهان سازوکارهایی نظیر تعدیل تنش اسمزی، حفظ تعادل یونی سلول و کاهش آثار سمیت یونی را به منظور کنترل انباشت آن بکار می‌گیرند (Tester & Munns, 2008). کریمی و یوسف‌زاده (Karimi & Yusef-Zadeh, 2013) و اشرف و همکاران (Ashraf et al., 2004) در پژوهش‌هایی به افزایش معنی دار طول و وزن گیاهان تحت تنش شوری اشاره نمودند. در تعدادی از گونه‌های گیاهی، آنزیم‌های آنتی اکسیدانی نقش کلیدی در تحمل به تنش‌های محیطی ایفا می‌کنند. گیاهان برای مقابله با تنش اکسیدانی از سیستم دفاعی موثری که شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دسموتاز، ترکیبات فنلی و تعداد دیگری از مواد آنتی‌اکسیدانی است، استفاده می‌کنند (Walker & McKersie, 1993). افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان به‌عنوان سریع‌ترین واحدهای مقابله کننده در برابر حمله اکسیژن‌های فعال در تنش شوری توسط محققان متعددی گزارش شده است (Parida & Das, 2005). غلظت این بیومولکول‌ها پس از مواجهه گیاه با تنش به سرعت افزایش یافته و هزینه‌های پاسخ به تنش را در گیاه تعدیل می‌کنند (Ashraf & Iqbal, 2007). پس با توجه به این مشکلات جهت اصلاح و احیاء اکوسیستم‌های مرتعی شور شناخت گونه‌های مناسب، آگاهی از روش‌های کشت و تکثیر این گیاهان جهت معرفی در مراتع شور و هم‌چنین مطالعه نحوه استقرار آن‌ها به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد در موفقیت پروژه‌های اصلاح و احیاء مراتع بسیار تاثیرگذار است.

از اواخر دهه ۱۹۸۰، گونه مرتعی وتیورگراس که امروزه به‌نام علمی *Chrysopogon zizanioides* شناخته شد و جهت اصلاح و احیاء مراتع و اراضی شور توسط بانک جهانی معرفی گردید (شوشتریان و تهرانی فر، ۱۳۹۰). وتیور گیاهی دائمی و برافراشته متعلق به خانواده گندمیان (Poaceae) و قبیله Andropogoneae (شوشتریان و تهرانی‌فر، ۱۳۹۰)، با ارتفاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر و به گستردگی ۳۰ سانتی‌متر است که دارای ریشه‌های افشان، بسیار منشعب و حجیم بوده و تا عمق ۴-۲ متر در خاک نفوذ می‌کنند (شاه‌بندری قوچانی و همکاران،۱۳۸۹). گیاه وتیور با هر شرایط اقلیمی و آب و هوایی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

خود را وفق می‌دهد و دامنه تحـــمل آن نـسبت به تغییرات اقلیمی شدید، خشکسالی‌های دراز مدت، سیل، شرایط ماندابی و تنش‌های محیطی شامل دما و شوری بالا است (جلالی‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). تحقیقات انجام شده در بررسی مقاومت این گونه گیاهی نسبت به تنش شوری بیانگر عملکرد مناسب این گونه در خاک‌های شور است. به‌طور مثال گیاه وتیور در خاک‌های شور با هدایت‌الکتریکی (EC) بین ۴ تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر رشد مناسبی داشته است (اخضری و دهقانی بیدگلی، ۱۳۹۱). در برخی مطالعات تحمل این گیاه به شوری معادل ۸ دسی زیمنس برمتر گزارش شده است (شوشتریان و تهرانی فر، ۱۳۹۰). به همین دلیل می‌تواند در احیاء اراضی و مراتع تخریب شده و شور نقشی کلیدی ایفا کند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعات متعددی در سراسر دنیا کاشت و استقرار گیاه وتیور در اراضی شور را موفقیت آمیز گزارش نموده‌اند که متاسفانه در کشور ما مطالعات انجام شده جهت بررسی اثرات تنش شوری بر عملکرد این گونه گیاهی محدود بوده و عمده مطالعات بر کارایی این گیاه در گیاه پالایی اراضی آلوده تمرکز یافته است. و این در حالی است که مطالعات پایه در زمینه عملکرد این گونه گیاهی در اراضی شور پیش نیاز هر گونه تصمیم مدیریتی صحیح در زمینه اصلاح اکوسیستم‌های مرتعی و شور است. به همین دلیل، مطالعه رفتارهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی این گیاه تحت تنش شوری امری ضروری در استفاده از این گیاه در پروژه‌های اصلاحی مراتع می باشد. در مطالعه حاضر به بررسی تاثیر تنش شوری بر رشد و صفات فیزیولوژیکی برگ و ریشه گیاه وتیور (*Chrysopogon zizanioides* L.)، (آنزیم کاتالاز، فنل کل، طول متوسط و وزن برگ و ریشه) پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش شوری بر برخی صفات رشد و خصوصـیات فیزیولـوژیکی گیـاه وتیورگراس (*Chrysopogon zizanioides* L.) شامل وزن، طول متوسط، آنزیم کاتالاز و فنل کل برگ و ریشه انجام شد. پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و شش سطح مختلف شوری با هدایت الکتریکی (EC) صفر (شاهد)، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۴۴ دسی زیمنس بر متـر (۲/۵۶، ۵/۱۲، ۱۰/۲۴، ۲۰/۴۸، ۲۸/۱۶ گرم کلرید سدیم بر لیتر) (Kachout et al ., 2009) در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ملایر در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۲ انجام شد. ابتدا به هر گلدان ۲۵۰ سی سی آب شور در تیمار مـورد نظـر در طـول فصـل رشد گیاه داده شد. آبیاری‌های بعدی نیز با آب شور در تیمارهای مورد نظر هر چهار روز یک‌بار تا دهـه اول دی ماه (۳ دی) انجام شد. برای جلوگیری از شوک اسـمزی، ابتـدا افـزایش غلظـت‌هـای نمـک بـه صورت تدریجی (نصف تیمار مورد نظر) صـورت گرفـت. پـس از طـی آخـرین مرحلـه اعمـال شـوری و برداشت نمونـه‌هـای گیـاهی، در آزمایشـگاه اثـر تـنش شـوری بـر صـفات مختلـف رشـد، خصوصـیات

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

فیزیولوژیکی گیاه مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که قبل از اجرای آزمایش، بافت خاک (Gee & Bauder,1986)، PH و EC (FAO,1999) نیتروژن، کلر، کلسیم و کلسیم+ منیزیم (Waling et al.,1989) خاک مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین ابتدا هر گلدان با ماسه زهکشی و ترکیب خاک، ماسه و کود دامی (۱:۱:۳) به آن اضافه شد (همه گلدان‌ها نیز دارای زیر گلدانی بودند تا اگر آبی از گلدان‌ها خارج شود دوباره به آن برگردانده شود). جدول (۱) نتایج تجزیه‌ی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدا ن‌ها قبل از کاشت گیاه در تیمارهای مورد نظر را نشان می‌دهد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک کوددار گلدان‌ها قبل از کاشت گیاه

بافت خاک	EC (dS m-۱)	PH	سیلت (%)	رس (%)	شن (%)	نیتروژن (%)	کلر (ppm)	کلسیم (ppm)	کلسیم+ منیزیم (ppm)
لومی- شنی	۰/۲۵۵	۷/۶۴	۳۴	۱۲	۵۴	۲۳/۹۸	۹/۷	۱۳/۶	۱۴/۴

شکل ۱- نحوه کاشت پایه‌های گیاهی وتیور (*Chrysopogon zizanioides* L.)

سنجش‌های انجام شده عبارتند از:

۱) جهت سنجش طول و وزن متوسط برگ و ریشه گیاه از روش گلرنگ و همکاران (۱۳۸۶) استفاده شد. جهت سنجش طول متوسط، ارتفاع عمومی یعنی حد فاصل قسمت‌های بالا و پایین برگ گیاه در نظر گرفته شد، سپس وزن تر آن‌ها نیز سنجیده شد.

۲) برای سنجش میزان آنزیم کاتالاز برگ و ریشه گیاه از روش ابی (Aebi,1974) استفاده گردید که ابتدا بافر استخراج تهیه شد، سپس بعد از تهیه عصاره‌ها جذب این فاکتور در طول موج ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (spectrophotometry) (ساخت ژاپن، Hitachi U- 2800) خوانده شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

۳) برای سنجش فنل برگ و ریشه از روش مول و واترمن (Mole & Waterman,1994) استفاده شده است. که ابتدا معرف Folin-Dennis تهیه شد، سپس بعد از تهیه عصاره‌ها جذب این فاکتور در طول موج ۷۶۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت ژاپن، Hitachi U- 2800) خوانده شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها جهت تعیین اثر معنی دار سطوح مختلف شوری بر پارامترهای مورد مطالعه صورت گرفت. بدین منظور از روش‌های آنالیز واریانس ANOVA و مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) استفاده شد. سطح معنی داری معادل ۰/۰۵ در نظر گرفته شد ($p\leq$۰/۰۵). لازم به ذکر است قبل از انجام آنالیزها، پیش فرض‌های مورد نیاز که نرمالیتی و همگنی واریانس‌ها بودند به‌ترتیب با استفاده از روش‌های Shapiro-Wilk و Levene مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SAS v.9.1 انجام شد.

نتایج و بحث

اثر تنش شوری بر برخی از فاکتورهای مورفولوژیکی گونه گیاهی*Chrysopogon zizanioides*

اثر تنش شوری بر طول متوسط ساقه در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*: با توجه با یافته‌ها می‌توان بیان نمود که طول متوسط ساقه تفاوت معنی داری نسبت به تنش شوری نداشته است ($p>$۰/۰۵) (جدول ۲). در نتایج حاصل از آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیش‌ترین (۲۸/۷cm) و کم‌ترین (۲۳/۵cm) مقدار طول متوسط ساقه در سطوح شوری ۱۶ و ۴۴ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد هرچند که این تغییرات از لحاظ آماری معنی داری نبود. به طور متوسط تعییرات حداکثر طول ساقه حدود ۲۵ تا ۲۸ سانتی‌متر بود که پراکندگی یکنواختی در سطوح مختلف شوری قابل مشاهده بود (جدول ۲). برخلاف روند کاهشی طول متوسط ساقه گیاه *Chrysopogon zizanioides* در تحقیق حاضر، در بسیاری از گونه‌های گیاهی دیگر روند افزایشی دیده شد به عنوان مثال، افزایش رشد گونه گیاهی سالیکورنیا پرسیکا (*Salicornia bigelovii*) تحت تنش شوری در مطالعات متفاوتی گزارش شده است (درویشی، ۱۳۹۲). در مطالعه مان و همکاران (Mane et al., 2011) طول متوسط ساقه گیاه وتیور گراس در سطح شوری ۵۰ میلی مولار با ۲۴/۸ درصد افزایش نسبت به شاهد همراه بود. افزایش طول ساقه می تواند ناشی از غلظت مناسب برخی نمک‌ها در محلول خاک باشد که منجر به تحریک رشد گیاه می‌گردد. به عبارتی غلظت‌های بالا در گیاه موجب سمیت شده و کاهش رشد را به همراه دارد که این حد آستانه تحمل گیاه به شوری را مشخص می‌کند. حد آستانه شوری با توجه به شرایط محیطی و نوع گونه گیاهی متفاوت است. گیاهان‌هالوفیت تیره اسفناجیان مانند سودا، سلمه تره (*Chenopodium Album*) و سالیکورنیا حداکثر رشد را در شوری ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌مولار نشان دادند و رشد آن‌ها در غلظت‌های بالاتر به شدت کاهش یافت (Amor et al., 2005). در خانواده گرامینه‌ها نیز حساسیت به

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

شوری برخی گونه‌ها مانند جو (*Hordeum vulgare* L.) مورد بررسی قرار گرفت که با افزایش شوری از ۵۰ به ۲۵۰ میلی مولار، طول ساقه در سه رقم جو در سطح ۲۵۰ میلی مولار کاهش یافت (Movafegh et al., 2012). گیاهان برای تحمل شوری به تنظیم اسمزی نیاز دارند و یکی از راه‌های تنظیم اسمزی ساخت مواد آلی مانند سوربیتول، پرولین و گلایسین در بافت‌ها است. ساخت این مواد برای گیاهان با صرف انرژی همراه است و به همین سبب انرژی مصرفی برای تنظیم اسمزی باعث کاهش رشد اندام هوایی در گیاه می‌گردد (penalas et al., 1997). به رغم مطالعات ذکر شده اثرات تنش شوری بر گیاه وتیور گراس معنی دار نبوده است. در مطالعات خرسندی و همکاران (۱۳۸۹)، روی گیاه آگاستین (*Agastache foeniculum kuntz.*) و سلیمان نژاد و همکاران (۱۳۹۳)، روی گیاه (*Puccinellia distans*) نیز از نظر طول ساقه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. کاهش تعداد و طول متوسط ساقه ممکن است یک نوع سازوکار مقاومت به تنش باشد که به وسیله آن گیاهان تلاش می کند اتلاف آب را کاهش دهند (خرسندی و همکاران، ۱۳۸۹).

جدول ۲- اثر سطوح مختلف شوری بر میزان طول متوسط و وزن تر ساقه و ریشه در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* (حروف لاتین متفاوت بیانگر تفاوت معنی دار هستند)

متغیرها	Pr > F	تیمارها					
		شاهد	۴ds/m	۸ds/m	۱۶ds/m	۳۲ds/m	۴۴ds/m
طول ساقه	۰/۸	۲۵/۵±۳/۲^{a}	۲۶/۵±۳/۱ ^{a}	۲۷/۵±۳/۱^{a}	۲۸/۷±۳/۲^{a}	۲۵±۱/۱۲^{a}	۲۳/۵±۲/۲۶^{a}
طول‌ریشه	۰/۵۲	۲۵/۴±۵/۶ ^{a}	۲۹/۶ ±۹^{a}	۳۴/۶±۱۲/۳^{a}	۳۹/۸±۱۵/۵^{a}	۴۴/۳±۲۰/۸^{a}	۴۸/۸±۲۶^{a}
وزن ساقه	۰/۰۰۳	۲/۲±۰/۷^{c}	۳/۳±۰/۴۹^{b}	۳/۵±۰/۶ ^{b}	۳/۷±۰/۴^{ab}	۴/۲±۰/۱^{ab}	۴/۷±۰/۴۷^{a}
وزن ریشه	۰/۰۵	۷/۶ ±۱/۲ ^{c}	۱۰/۶±۱/۶^{bc}	۱۱/۹±۲/۵^{abc}	۱۴/۱±۳/۷^{abc}	۱۶/۴±۷/۶^{ab}	۱۹/۶ ±۸ ^{a}

اثر تنش شوری بر طول متوسط ریشه در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*: در نتایج حاصل شده از طول متوسط ریشه گونه وتیور، مقایسات میانگین دانکن و دیگر آزمون‌ها نتوانستند تفاوت معنی دار طول ریشه را مشخص کنند. اما مقایسات میانگین حداقل مربعات (least-squares means) بیانگر تفاوت معنی دار شاهد و T5 بود که شاید افزایش حجم نمونه می‌توانست به تعیین تفاوت معنی‌دار در طول ریشه کمک بیشتری کند. با توجه به میانگین‌های بدست آمده می‌توان گفت طول متوسط ریشه گونه گیاهی وتیور در سطوح شوری شاهد و ۴۴ دسی زیمنس بر متر، کم‌ترین و بیش‌ترین طول را به‌ترتیب برابر ۲۵/۴ و ۴۸/۸ سانتی‌متر شامل شدند (جدول ۲). هم‌چنین اثر افزایش سطح شوری بر میزان این پارامتر یک رابطه یکنواخت خطی افزایشی ایجاد کرد. به نحوی که افزایش غلظت شوری به ۴۴ (T5) دسی زیمنس بر متر نسبت به سطح شاهد به میزان ۴۷/۹۵ درصد طول

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

متوسط ریشه را افزایش داد (جدول ۲). ریشه به عنوان یک فیلتر کنترل عبور و آماده سازی یون‌های Na^+ و K^+ برای فعالیت گیاه است؛ بنابراین انرژی مصرفی ریشه تحت تنش شوری افزایش می یابد. این موضوع می‌تواند کارایی ریشه و جذب عناصر غذایی را کاهش دهد و منجر به کاهش تدریجی طول ریشه گردد (Movafegh et al., 2012). در تحقیق حاضر، هنگام برداشت ریشه‌های وتیور دیده شد که با افزایش تنش شوری، ریشه‌ها در تیمارهای دیگر نسبت به شاهد ضخیم‌تر شده و افزایش طولی کمتری یافته‌اند که احتمالا این سازوکاری جهت مقاوم شدن گیاه به شوری است. در مطالعات دیگر مانند نظربیگی و همکاران (۱۳۸۹)، افزایش شوری منجر به افزایش طول ریشه کلزا گشت. در بررسی اثر پیش تیمار محلول اسمتیک ($CaCl_2$) بر بهبود جوانه زنی و قدرت گیاهچه در سه گونه گرامینه دائمی تحت تنش شوری به افزایشی طول ریشه آن‌ها اشاره شد (مسعودی و همکاران، ۱۳۹۴). در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط شوری نیز طاهری و همکاران (۱۳۹۲)، افزایش طول ریشه را گزارش داد. در مخالفت با نتایج حاضر، تنش کلرید سدیم بر رشد طول ریشه‌ی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) اثر کاهشی داشت (لاله و همکاران، ۱۳۹۰). طول ریشه چه گیاهچه‌های چای ترش (*Hibiscus Sabdariffa*) نیز طبق یافته‌های بیجه کشاورزی و همکاران (۱۳۹۰)، با افزایش تنش شوری کاهش معنی داری داشته است. در سه رقم گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) نیز نتایج مشاهده شد که با افزایش غلظت کلرید سدیم از ۱۰۰ به ۲۵۰ میلی مولار طول ریشه کاهش یافته است (Movafegh et al., 2012). در مطالعه حاضر نیز هر چند یک روند افزایشی یکنواخت مشاهده شد اما این تغییرات معنی‌دار نبوده است، و این یافته با نتایج سلیمان نژاد و همکاران (۱۳۹۳) روی گیاه (*Puccinellia distans*) یکسان است. عدم تغییرات معنی دار در طول متوسط ریشه می‌تواند به عوامل متعددی از جمله کمبود عناصر ضروری و عدم تعادل یونی در ریشه گیاهان بستگی داشته باشد.

اثر تنش شوری بر وزن تر ساقه در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*: نتایج بدست آمده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن حاکی از تاثیر معنی دار شوری بر میزان وزن تر ساقه در سطح ۵ درصد است (جدول ۲). مقدار این پارامتر با افزایش شوری به صورت خطی نامنظم افزایش یافت. آنالیز آماری نتایج بدست آمده نشان داد که بیش‌ترین میانگین وزن تر ساقه گیاه وتیور در سطح T5 (۴۴ دسی زیمنس بر متر) با مقدار ۴/۷ گرم مشاهده شد در صورتی که کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد با مقدار ۲/۲ گرم وزن تر بود. نتایج چند دامنه ای دانکن نیز حاکی از این بود که بین تیمار شاهد تمام سطوح شوری تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد (جدول ۲). نتایج مطالعه حاضر، نشانگر افزایش خطی نامنظم میزان وزن تر ساقه گونه وتیور با افزایش غلظت کلرید سدیم است. این امر را می‌توان چنین توجیه کرد که با افزایش شوری خاک به دلیل کمبود آب طول اکثر گیاهان کاهش یافته ولی برای سازگاری با تنش برگ‌ها ضخیم و ستبر می شوند (میرداودی و زاهدی پور، ۱۳۸۲). نتایج حاضر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

در مطابقت با مطالعه درویشی (۱۳۹۲) است که طبق گزارش وزن تر ساقه گیاه گونه گیاهی سالیکورنیا پرسیکا (*Salicornia bigelovii*) تحت تنش شوری افزایش یافته است. در مطالعه ای دیگر نیز بیان شد شوری باعث افزایش وزن ساقه ماشک (*Vicia faba* L.) گردیده است (Amira et al., 2010). محمدی (۱۳۹۲) در مطالعه بررسی اثر شوری بر گونه چمن (*Lolium perenne* L.) گزارش داد با افزایش شوری (۱۵۰ میلی مولار) وزن تر ساقه گیاه افزایش یافته است. سمیت یون یا عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاهان تحت تنش شوری از مهم ترین علت‌های کاهش طول و وزن اکثر گیاهان است (Levitt, 1980). در مخالفت با نتایج تحقیق حاضر، در گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) و گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نیز با افزایش شوری وزن ساقه کاهش یافته است (لاله و همکاران، ۱۳۹۰؛ واعظی و همکاران، ۱۳۹۰). در مطالعه‌ای دیگر نیز روی گیاه *Vitis vinifera* تحت تنش کلرید سدیم ، به کاهش وزن ساقه اشاره نمودند (Karimi r & Yusef-Zadeh, 2013).

اثر تنش شوری بر وزن تر ریشه در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*: وزن ریشه در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت. نتایج حاصله از آنالیز واریانس داده‌ها نیز نشان داد که وزن ریشه تحت تاثیر تیمار شوری تغییرات معنی دار داشته است (P<۰/۰۰۰۱). نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز نشان داد که میانگین‌های وزن ریشه در سطوح مختلف شوری با یکدیگر تفاوت معنی دار داشته‌اند (p≤۰/۰۵) (جدول ۲). با افزایش شوری میزان وزن ریشه گیاه وتیور به طور معنی داری به صورت خطی افزایش یافته است. به طوری که بیش‌ترین میزان آن در تیمار با هدایت الکتریکی ۴۴ دسی زیمنس بر متر به میزان ۱۹/۶ گرم وزن تر با ۴۹ درصد افزایش و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد است که مقدار آن حدود ۷/۶ گرم وزن تر با ۶۱ درصد کاهش همراه بود. نتایج آزمون چنددامنه ای دانکن بیانگر تفاوت معنی دار میانگین وزن ریشه در تیمارهای ۳۲ (T4) و ۴۴ (T5) دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد بوده است (جدول ۲). نتایج مطالعه حاضر، نشانگر افزایش خطی میزان وزن تر ریشه گونه وتیور با افزایش غلظت کلرید سدیم است. این امر را می‌توان چنین توجیه کرد که با افزایش شوری خاک از حد آستانه، گیاهان با یک کمبود آب مواجه شده و به نظر می رسد که ریشه با افزایش حجم و نفوذ در سطح و عمق، به دنبال دوری از فشار اسمزی بالای خاک و تامین آب است (میرداودی و زاهدی‌پور، ۱۳۸۲). نتایج حاضر در مطابقت با مطالعه اکبری قوژدی و همکاران (۱۳۸۹)، است که طبق گزارش وزن ریشه گیاه گندم در شرایط تنش شوری افزایش یافت. در مطالعه بررسی اثر شوری بر گونه چمن (*Lolium perenne* L.) گزارش داده شد با افزایش شوری (۱۵۰ میلی‌مولار) وزن تر ریشه گیاه افزایش یافته است (محمدی، ۱۳۹۲). در مطالعه *مان* (Mane,2011) طول ساقه گیاه وتیور در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با ۶۸ درصد افزایش همراه بود. هم‌چنین امیرا (Amira, 2010) در مطالعه ای بیان کردند شوری باعث افزایش وزن ریشه ماشک

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

(*Vicia faba* L.) می شود. احتمالا گیاه با ضخیم تر کردن ریشه سعی در ایجاد شرایط سازگاری با شرایط تنش را دارد (جعفری، ۱۳۸۴). به‌رغم اثر افزایشی تنش شوری بر وزن ریشه برخی مطالعات کاهش وزن ریشه را گزارش نمودند. در مطالعه مان (Mane, 2011) وزن ریشه گیاه وتیور در سطح شوری ۵۰ میلی مولار با ۱۰ درصد کاهش همراه بود. وزن ریشه در پایه‌های گیاهی انگور سلطانی نیز با افزایش شوری کاهش یافت (Mehanna et al., 2010). به احتمال زیاد یکی از علت‌های کاهش محتوای این صفت در بعضی از تیمارهای ریشه گیاهان تحت تنش شوری، سمیت یون یا عدم تعادل تغذیه‌ای است (Levitt, 1980). واعظی و همکاران (۱۳۹۰)، نیز به کاهش وزن ریشه گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) تحت تنش شوری حاصل از کلرید سدیم اشاره کرده اند. در دیگر مطالعات نیز به کاهش قابل توجه این پارامتر اشاره شده است (Karimi & Yusef-Zadeh, 2013) که با نتایج حاضر مطابقت ندارند.

اثر تنش شوری بر برخی از فاکتورهای فیزیولوژیکی گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*

اثر تنش شوری بر میزان آنزیم کاتالاز در برگ گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*: میانگین میزان آنزیم کاتالاز در برگ وتیور گراس در سطوح شوری اعمال شده تغییرات معنی داری داشته است ($p\leq ۰/۰۵$) (جدول ۳). نتایج مقایسات چند دامنه‌ای دانکن پارامتر آنزیم کاتالاز برگ بیانگر تفاوت معنی‌دار تیمار شاهد با تیمارهای ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر بود. به‌طورکلی اثر کاهشی شوری ۴ds/m و اثر افزایشی شوری ۸ ds/m بر میانگین آنزیم کاتالاز برگ به‌طور معنی‌داری قابل مشاهده بود. به طوری که کم‌ترین میزان آنزیم کاتالاز برگ مربوط به ۴ دسی زیمنس بر متر با مقدار ۱/۵ گرم آنزیم بر میلی گرم پروتئین بر دقیقه و بیش‌ترین میزان آن مربوط به ۸ دسی زیمنس بر متر با مقدار ۲/۶ گرم آنزیم بر میلی گرم پروتئین بر دقیقه بود (جدول ۳). عملکرد اصلی آنزیم کاتالاز محافظت سلول‌ها در برابر آب اکسیژنه است. کاتالاز برای برخی از انواع سلول‌ها تحت شرایط طبیعی الزامی بوده و نقش مهمی در کسب مقاومت در برابر تنش اکسایشی در واکنش‌های تطبیقی سلول‌ها بازی می‌کند (درویشی، ۱۳۹۲). طباطبایی (Tabatabaei, 2013) در مطالعه بررسی تغییرات فیزیولوژیکی گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) بیان نمود در ابتدا مقدار آنزیم کاتالاز در حد تیمار کنترل تغییر یافت ولی با افزایش تنش شوری مقدار آن افزایش یافته است. در مطالعات متعدد انجام شده بر روی گیاهان شورپسند نتایج حاصل گویای افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در پاسخ به شرایط استرس بودند (Esfandiari et al., 2007). هم‌چنین افزایش فعالیت کاتالاز در حضور تنش شوری روی گیاه ماش (*Vigna radiata*) اعلام شده است (Aghaeie, 2009). مطالعات انجام شده روی گیاهان مختلف گیاهان زراعی جو (*Hordeum vulgare* L.) سویا (*Glycine max*) و نخود (*Cicer arietinum*) نیز بیانگر اهمیت افزایش فعالیت آنریم کاتالاز جهت کاهش اثرات پراکسید هیدروژن هنگام تنش است که

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

در مقاومت گیاه به شرایط تنش نقش بسزایی دارد (Salardinie & Mojtahedi, 1988). در تحقیق حاضر نیز افزایش معنی دار فعالیت آنزیم کاتالاز برگ در سطح شوری ۸ ds/m و حتی عدم تغییرات معنی دار آن در سطوح شوری بالاتر بیانگر مقاومت گیاه وتیور به تنش‌های شوری بالا است. در واقع افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان اندام هوایی به عنوان سریع‌ترین واحدهای مقابله کننده در برابر حمله اکسیژن‌های فعال در تنش شوری هستند که منجر به مقاومت بیش‌تر گیاه در مقابل تنش شوری می شوند (Parida & Das, 2005). در عدم مطابقت با نتایج تحقیق حاضر پژوهش‌های دیگر نیز به کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز گیاه تحت تنش شوری اشاره نمود. به طور مثال: در مطالعه سه رقم کلزا (*Brassica zarfam, B.licord, B.talayeb*) تحت تنش شوری،زارع و آبیلی (Zare & Abili, 2014)، به کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز اشاره نمود. هم چنین در چهار رقم کلزا (*zarfam, B.licord, B.talayeb, Brassica B. opera*) فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش تنش شوری کاهش یافته است (Farhoudi et al., 2015). کاهش فعالیت این صفت نیز در مطالعه عابدینی و همکاران (۱۳۹۴)، روی گیاه گندم زراعی گزارش شد.

جدول ۳- اثر سطوح مختلف شوری بر میزان آنزیم کاتالاز برگ و ریشه در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* (حروف لاتین متفاوت بیانگر تغییرات معنی دار هستند)

متغیرها	Pr > F	شاهد	تیمارها				
			۴ds/m	۸ds/m	۱۶ ds/m	۳۲ ds/m	۴۴ ds/m
کاتالاز برگ	۰/۰۰۰۲	۲/۲±۰/۰۰۱^{bc}	۱/۵ ±۰/۱^{d}	۲/۶±۰/۰۱^{a}	۲/۳ ±۰/۳ ^{b}	۲ ±۰/۰۰۵^{bc}	۱/۸±۰/۰۱^{cd}
کاتالاز ریشه	<۰/۰۰۰۱	۰/۳۶±۰/۰۱^{a}	۰/۲۶±۰/۰۰۱^{b}	۰/۱۸±۰/۰۲^{c}	۰/۲۷±۰/۰۳^{b}	۰/۲±۰/۰۱^{c}	۰/۲۲±۰/۰۲^{c}

اثر تنش شوری بر میزان آنزیم کاتالاز در ریشه گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*: بر اساس نتایج بدست آمده اثر کاهنده سطوح مختلف تنش شوری بر میزان آنزیم کاتالاز در ریشه گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* در سطح ۵ درصد معنی دار بود. این تغییرات بر اساس مقایسات چند دامنه‌ای دانکن در همه سطوح با تیمار شاهد تفاوت معنی دار داشته است (جدول ۳). همان گونه که در جدول ۳، مشاهده می‌شود کم‌ترین اثر کاهشی در تیمار ۱۶ (T3) دسی زیمنس بر متر با مقدار ۰/۲۷ گرم آنزیم بر میلی گرم پروتئین بر دقیقه و بیش‌ترین اثر کاهشی آن در تیمار ۸ دسی زیمنس بر متر با مقدار ۰/۱۸ گرم آنزیم بر میلی گرم پروتئین بر دقیقه نسبت به سطح شاهد بود. نکته قابل توجه دیگر این که روند کاهش غلظت آنزیم کاتالاز در ریشه در پاسخ به تنش شوری به صورت خطی نبوده و با افزایش شدت تنش به‌تدریج واکنش تدافعی گیاه کاهش یافته است. این امر ممکن است به دلیل نحوه اعمال تیمارهای شوری باشد که به صورت یکباره باعث می‌شود متابولیسم گیاه به سرعت دچار

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

اختلال شود و گیاه نتواند سازوکار دفاعی مناسبی در کوتاه مدت از خود نشان دهد. به طور کلی بین تیمارهای ۴ (T1) با ۱۶ (T3) دسی زیمنس بر متر و تیمارهایی با هدایت الکتریکی ۸، ۳۲ و ۴۴ تفاوت معنی داری وجود ندارد ولی در نتایج حاصل از هر دو گروه با تیمار شاهد و شرایط معمولی و بدون تنش تفاوت معنی داری مشاهده شد (جدول ۳). هم‌چنین کلرید سدیم در منطقه ریزوسفر و ورود آن‌ها به گیاه باعث کاهش آنزیم کاتالاز و رشد گیاه شده که می‌تواند متابولیسم سلولی را بر هم می‌زند. نتایج حاصل از آزمون چند دامنه‌ای دانکن حاکی از روند کاهشی فعالیت آنزیم کاتالاز ریشه در مطالعه حاضر با افزایش تنش شوری است (جدول ۳). شاید روند کاهشی ناشی از کمبود عناصر ریزمغذی باشد که منجر به کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و افزایش حساسیت گیاهان به تنش‌های محیطی می‌شود (Cakmak & Marschner, 1992). هم‌چنین احتمالا گیاه طی تنش گیاه با کمبود یون پتاسیم که منجر به کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود، مواجه شده است (Amjad et al., 2008). اثرات کاهشی شوری بر فعالیت آنزیم کاتالاز ریشه در تحقیق‌های انجام شده متعددی گزارش شده است که در مطابقت با نتایج مطالعه حاضر است. به طور مثال؛ فعالیت آنزیم کاتالاز در دو رقم گندم (wheat) تحت تنش شوری در سطوح ۱۵۰ میلی مولار کاهش یافت به طوری که افزایش غلظت نمک به ۱۵۰ دسی زیمنس بر متر اثر کاهشی شدیدتری بر فعالیت آنزیم نشان داد (Amjad et al ., ۲۰۰۸). نتایج حاصل از تحقیقات آقاله و همکاران (Aghaleh et al., 2011) نیز بیانگر کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ریشه در گیاه سالیکورنیا اروپا (*Salicornia europaea*) تحت تنش شوری بود. اثر کاهشی شوری ۶۰۰ میلی مولار بر فعالیت آنزیم مذکور در گونه گیاهی سالیکورنیا (*Salicornia persica*) نیز گزارش شده است (درویشی، ۱۳۹۲). نتایج حاصل از تحقیقات آقاله و همکاران (Aghaleh et al., 2011) نشان داد که فعالیت آنزیم کاتالاز ریشه در گونه سالیکورنیا پرسیکا (*Salicornia persica*) نسبت به گونه سالیکورنیا اروپا (*Salicornia europaea*) بیش‌تر است. در نتایج تحقیقات انجام شده روی پنج رقم توت (*mulberry cultivars*) تحت شرایط تنش نشان می‌دهد که آنزیم کاتالاز افزایش یافته است (Lin & Kao, 1996). زنگنه و همکاران (۱۳۹۲) نیز در گیاه گندم (*wheat*) تحت تنش شوری افزایش فعالیت این پارامتر را گزارش دادند. در مطالعات متعدد انجام شده توسط شائو و همکاران (Shao et al., 2005) روی گیاه گندم، نتایج حاصل گویای افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در پاسخ به شرایط تنش بودند، که با نتایج حاضر تطابق نداشتند.

اثر تنش شوری بر میزان فنل کل در برگ گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides*: بر اساس آزمایش‌های انجام شده، نتایج تحقیق حاضر بر روی گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* حاکی از آن است که تنش شوری بر پارامتر فنل کل برگ تاثیر معنی داری دارد ($P\leq ۰/۰۳۱$). مقایسات چند دامنه‌ای دانکن بیانگر تفاوت معنی‌دار تیمار شاهد با دو سطح شوری ۱۶ و ۴۴ دسی زیمنس بر متر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

است (جدول ۴). نتایج تحقیق حاضر بر اساس جدول (۴) نشان داد که میزان فنل کل در برگ گونه وتیور با افزایش تنش شوری نسبت به شاهد به صورت غیرخطی افزایش می‌یابد. به طوری که تنش شوری در تیمارهای ۴۴ (T5) دسی زیمنس بر متر با مقدار ۱/۴ میلی مول بر گرم وزن خشک بیشترین اثر افزایشی را در مقایسه با بقیه تیمارها روی میزان فنل داشته است. هرچند که این تغییرات نسبت به تیمار شاهد عمدتا معنی دار نبوده است و همان طور که گفته شد در دو سطح ۱۶ و ۴۴ ds/m تغییرات افزایشی معنی داری نسبت به شاهد مشاهده شد. به طور کلی افزایش سطح شوری در غلظت‌های ۱۶ و ۴۴ ds/m منجر به افزایش ۷ درصدی غلظت فنل کل نسبت به غلظت این پارامتر در سطح شوری شاهد شد. ولی بین شاهد و تیمارهای T4, T1 و T5 اختلاف معنی داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۴). بر اساس یافته‌های حاصل از اثر تنش شوری بر میزان فنل کل در برگ گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* که یک روند افزایشی و معنی داری داشت، می توان گفت در کل محتویات فنلی برگ گیاهان شورپسندی مانند گیاه وتیور یکی از اجزای محافظتی و مقاومتی مهم آن به شمار می‌آید که تجمع آن در گیاهان متحمل به شوری راهکاری برای مهار فعالیت رادیکال‌های اکسیژن فعال و محافظت غشای سلول از صدمات تنش شوری محسوب می شود (Singh, 2004) که نتایج تحقیق حاضر گیاه وتیور با نتایج مطالعات دیگری در توافق است. نتایج مطالعه لیم (Lim, 2012)، بر روی جوانه‌های گندم نشان داد که غلظت مناسب نمک می‌تواند باعث بهبود کیفیت تغذیه‌ای جوانه گیاه گندم از جمله سطح ترکیبات فنلی شده است. نیر در تحقیقی روی گیاه سالیکورنیا (*Salicornia persica*) مقدار فنل کل برگ با افزایش شوری، افزایش معنی‌داری یافت (درویشی، ۱۳۹۲). در پژوهش عشقی زاده و همکاران (۱۳۹۳) پارامتر فنل کل دارای روند افزایشی و بیش‌ترین مقدار آن به تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تعلق داشت.

در مخالفت با نتایج حاضر، در مطالعه‌ای پوسمیک و همکاران (Posmyk et al., 2009) اثر شوری بر گیاه زنبق (*Iris fulva*) را بررسی و به کاهش ترکیبات فنلی اشاره نمودند. هم‌چنین در سطوح زیاد نمک در مجموع فنل‌ها کاهش قابل توجهی مشاهده شد (Latha et al., 1989). عزیزی و همکاران (۱۳۹۴) نیز در گزارشی روی گیاه علف بره (*Festuca arundinacea*) به کاهش این پارامتر در سطح شوری ۰/۷۵ میلی‌مولار اشاره نمودند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

جدول ۴- اثر سطوح مختلف شوری بر میزان فنل برگ و ریشه در گونــه گیــاهی *Chrysopogon zizanioides* (حروف لاتین متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار هستند)

متغیرها	Pr > F	شاهد	تیمارها				
			۴ ds/m	۸ ds/m	۱۶ ds/m	۳۲ ds/m	۴۴ ds/m
فنل‌برگ	۰/۰۳۱	۱/۰۳±۰/۰۲^{b}	۱/۱۸±۰/۰۱^{ab}	۱/۱۶±۰/۰۲^{ab}	۱/۳۵±۰/۱ ^{a}	۱/۱۶±۰/۰۸^{ab}	۱/۴ ±۰/۱^{a}
فنل‌ریشه	۰/۰۵۷	۰/۵۷±۰/۲^{a}	۰/۴۲±۰/۰۶^{ab}	۰/۴±۰/۰۳^{ab}	۰/۵±۰/۰۳ ^{a}	۰/۳۵±۰/۰۱^{ab}	۰/۱۰۸±۰/۰۳^{b}

اثر تنش شوری بر میزان فنل کل در ریشه گونــه گیــاهی *Chrysopogon zizanioides*: سـطوح مختلف شوری بر غلظت فنل کل در ریشه گونه گیـاهی *Chrysopogon zizanioides* تـاثیر معنـی داری داشته است. مقایسه میانگین غلظت فنل کل در ریشه گیاه وتیور گراس در سـطوح مختلـف شـوری بـر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیانگر این است که تیمار شاهد فقط با سطح ۴۴ (T5) دسی زیمـنس بر متر اختلاف معنی داری دارد ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۴). قابل ذکر است که این سطح شوری بـر محتـوای فنل کل در ریشه گیاه اثر کاهشی داشته است. بر اساس نتـایج بدسـت آمـده از آزمـون چنـد دامنـه‌ای دانکن نیز مشاهده می‌شود که تیمار T3 با مقدار ۰/۵ میلی مول بر گرم وزن خشک بیش‌تـرین تـاثیر و سطح شوری ۴۴ دسی زیمنس بر متر با میزان ۰/۱۰۸ میلی مول فنل بر گرم وزن خشک کم‌ترین تـاثیر را روی مقدار فنل ریشه دارد. در واقع افزایش سطح شوری به غلظت ۴۴ دسی زیمـنس بـر متـر سـبب کاهش ۸۹ درصدی غلظت فنل کل ریشه نسبت به سطح شوری شاهد شد. در تیمارهای T1، T4 و T5 نیز تفاوت معنی داری با شاهد وجود ندارد. در نتایج بدست آمده از اثر تنش شوری بر میـزان فنـل کـل در ریشه گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* روند کاهشی دیـده شـد (جـدول ۴). هـرچنـد کـه افزایش شوری در محیط ریشه فعالیت فنل کل را به صورت معنی‌داری کاهش داده ولـی ایـن تغییـرات کاهشی ریشه بیانگر افزایش مقاومت اندام‌های هوایی گیاه و نیز سـازگاری آن در مقابـل تـنش شـوری اسـت (حسـیبی، ۱۳۸۹). مراتـان (Meratan, 2007)، بیـان کـرد در گونـه تـاغ (*Acanthophyllum. laxiusculum*) با افزایش تنش شوری به سطح ۲۰۰ میلی مولار مقدار فنل کل ریشه تحت تنش شوری کاهش یافته است. هم‌چنین این پارامتر در گونه تاغ (*Acanthophyllum. glandulosum*) افزایش قابـل توجهی بین تیمارهای ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌مولار نمک را نشان داد و در نوع *Acanthophyllum. sordidum*، فعالیت‌های پلی فنل اکسیداز در سطح ۵۰ میلی‌مولار نمک طعام افزایش یافته و پـس از آن در شـوری بالاتر کاهش یافته است. جوگایاه (Jogaiah, 2014) در بررسی اثـر شـوری بـر انگـور نشـان داد کـه در سطوح بالاتر از ۵۰ میلی مولار نمک مجموع فنل ریشه کاهش قابل توجهی را در بر دارد، که این نتـایج در توافـق بـا نتـایج تحقیـق حاضـر گیـاه وتیـور اسـت (جـدول ۴). در گـزارش‌هـای وانـگ و نـای (Wang & Nii, 2000) روی گونه گیاهی تاج خروس (*Amaranthus tricolor*) تحت تنش شوری ۱۰۰

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

میلی‌مولار به افزایش صفت فنل کل اشاره شده است. روی گیاه جو نیز افزایش این صفت با سطح شوری بالای ۱۰۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (Refaat & Hesham, 2003). میزان فنل ریشه و واکنش آن به تیمار شوری نقش‌های دفاعی و آنتی اکسیدانی در گیاهان دارند (André et al., 2009). قابل ذکر است که عدم تغییرات معنی دار فنل ریشه تا سطح ۴۴ دسی زیمنس بیانگر مقاومت مناسب گیاه به تنش شوری است و در رشد طول متوسط ریشه گیاه وتیور تاثیرات مثبت دارد (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

با توجه به وسعت اراضی تحت تنش شوری و با در نظر گرفتن روند خشکسالی، افزایش جمعیت و تخریب منابع آب و خاک کشور، اصلاح و احیاء اراضی شور و مطالعه جامع در خصوص گیاهان مقاوم به شرایط نامساعد محیطی دارای جایگاه ویژه‌ای است و چون تحمل و سازگاری گیاه به تنش شوری تابعی از فعالیت یک اندام یا یک صفت گیاهی نیست، بلکه برآیندی از عملکرد صفات متفاوت گیاهی است. در نتایج حاصل از آزمون چند دامنه‌ای دانکن تحقیق حاضر نشان داده شد که سطوح مختلف شوری باعث ایجاد آثار افزایشی یا کاهشی معنی داری بر خصوصیات رشد و صفات فیزیولوژیکی وتیور گراس (*Chrysopogon zizanioides* L.) می‌گردد. در طی شروع و توسعه تنش شوری در داخل گیاه، پارامترهای طول متوسط ساقه و ریشه‌های گیاه وتیور گراس تغییرات معنی داری نداشته‌اند و به نظر می‌رسد گیاه توانایی حفظ شرایط رویشی را حتی در شرایط تنش شوری شدید داشته است. حتی تغییرات افزاینده وزن تر ریشه که بیانگر افزایش ۱۵۷ درصدی این پارامتر در شرایط تنش ۴۴ ds/m نسبت به شرایط بدون تنش بوده و افزایش ۵۷ درصدی وزن تر ساقه است. به طور کلی به نظر می‌رسد اثرات سوء سدیم و کلر، کاهش پتانسیل اسمزی و کاهش جذب آب در محیط ریشه و ساقه تغییر اساسی در سیستم رشد گیاه وتیور بوجود نیاورده است. این مسئله به اهمیت استفاده از این گیاه در پروژه‌های حفاظت خاک و مرتع کاری تاکید می‌کند. از جمله پارامترهای مشخص کننده دامنه تحمل گونه‌های گیاهی به تنش شوری، پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه نسبت به تنش مذکور است. در این تحقیق تنش شوری بر رفتارهای فیزیولوژیکی گیاه *Chrysopogon zizanioides* معنی دار ($p \leq ۰/۰۵$) شد. نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن حاکی از بیش‌ترین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز برگ تا هدایت الکتریکی ۳۲ دسی زیمنس بر متر است ولی در این صفت یک کاهش ناگهانی در شوری ۴۴ دسی‌زیمنس بر متر دیده شد. این موضوع می تواند بیانگر حساسیت بیش‌تر آن در شرایط تنش بالا در مقایسه با شاهد باشد. برخلاف نتایج برگ وتیور، با افزایش شوری محتوای آنزیم‌های کاتالاز در ریشه پایه‌های تحت تنش نیز یک روند کاهشی داشتند. نکته قابل توجه در این تحقیق نقش پررنگ و افزایشی فنل کل برگ در تحمل شوری گیاه مورد مطالعه بود که افزایش این پارامترها منجر به مقاومت

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

گیاه در برابر تنش شوری شد. هم‌چنین برخلاف روند افزایشی فنل کل برگ مقدار این پارامتر در ریشه کاهش یافت. البته کاهش بعضی از پارامترهای موجود در ریشه گویای ضعف آن‌ها در گیاه وتیور نیست بلکه ریشه با کم کردن توقعات خود به تقویت اندام‌های هوایی و سازگاری گیاه در تنش کمک می‌کند.

به‌طورکلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد سازگاری اولیه گیاهچه‌های وتیور تحت تنش شوری بین تیمارهای ۴ تا ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر است. صفات مهم جهت مقاومت و سازگاری گیاه نیز در سطح شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر روند افزایشی داشتند. در ضمن شوری القا شده با کلرید سدیم برای این گونه در بعضی موارد غیر قابل تحمل و تنش شدیدی را ایجاد کرد که کاهش شدید رشد نمود مشخصی از این پاسخ است. لذا غلظت القا شده ۴۴ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم برای گیاه بسیار سنگین بود طوری که باعث کاهش ناگهانی و شدید بسیاری از پارامترهای گیاهی شد. به طورکلی می توان بیان نمود که یافته‌های حاضر بیانگر فعالیت افزایشی بیش تر صفات ذکر شده در گیاه وتیور تا سطح شوری T4 (۳۲ دسی زیمنس بر متر) است که خود گویای‌هالوفیت و نمک دوست بودن گیاه در این سطح است. همچنین با توجه به شوری اولیه خاک گلدان‌ها قبل از کاشت گیاه (۰/۲۵ دسی زیمنس بر متر) و شوری نهایی شش سطح مختلف شوری (صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۴۴ دسی زیمنس بر متر) اعمال شده می‌توان گفت گیاه وتیورگراس (*Chrysopogon zizanioides L.*) با کشت در نقاط شور و آبیاری با آب‌های شور، جهت اصلاح و احیا این اراضی گزینه‌ای مناسب است. نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات اخضری و آقباش (Akhzari r & Aghbash, 2013) که بیان داشته‌اند گونه گیاهی وتیور گراس از گونه‌های شورپسند است، مطابقت دارد.

منابع

اکبری قوژدی، ا.، ایزدی دربندی، ع.، برزوئی، ا.، مجدآبادی، ع. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش شوری، علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای، ۱: ۴-۱۶.

بیجهکشاورزی، م.ح.، موسوی نیک، م.، زین العابدین، م. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های چای ترش (*Hibiscus Sabdariffa*)، اولین همایش ملی تنش شوری در گیاهان و راهکارهای توسعه کشاورزی در شرایط شور دانشگاه زنجان،۲۵: ۶۵-۷۹.

ثقه الاسلامی، م.ج. ۱۳۸۹. اثر شوری بر جوانه زنی سه گونه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) کاسنی (*Cichorium intybus* L.) و کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.)، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۸: ۸۲۳-۸۲۵.

جعفری، م. ۱۳۸۴. احیای مناطق خشک و بیابانی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱: ۷۴-۱۰۰.

جلالی‌پور، ه.، قائمی، ع.ا. ۱۳۹۰. مطالعه عملکرد علف وتیور در پالایش خاک‌های آلوده به شیرابه پسماندهای شهری دشت شیراز، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست دانشگاه تهران، ۱۴: ۴۲-۵۷.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

حسیبی، پ.، زندیه، ل.، قائم مقامی، ن.، رشیدی‌رضوان، ن.، قائم مقامی، ف. ۱۳۸۹. مطالعه برخی خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تنش شوری از منابع کلرید سدیم و کلرید کلسیم، فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۲: ۳۴-۴۶.

خاکساران، د.، سکوتی اسکوئی، ر.، محمود، ش.، مرادی، ص. ۱۳۹۰. تغییرپذیری مکانی شوری خاک به منظور مدیریت ویژه خاک‌های شور مطالعه موردی دشت جنوبی ارومیه، اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی زنجان، ۲۸ -۱۷.

خرسندی، ع .، حسنی، ع.، سفیدکن، ف.، شیرزاد ، ح. ۱۳۸۹. اثر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر رشد، عملکرد، میزان و ترکیب‌های اسانس gastache foeniculum kuntz. A، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶: ۴۳۸-۴۵۱.

درویشی، ع. ۱۳۹۲. بررسی فیزیولوژیکی اثرات اسید آبسیزیک تحت تنش شوری و خشکی در Salicornia persica AKHANI. ،پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی (گرایش فیزیولوژی گیاهی)، دانشگاه ملایر، ۸۰-۹۸.

زنگنه، ر.، نصیبی منوچهری، ف.، کلانتری، خ.، محمدی‌نژاد، ق. ۱۳۹۲. اثر پرایمینگ بذر با اسید آمینه L-آرژینین بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در ریشه گیاه گندم تحت تنش شوری، اولین همایش ملی تنش شوری در گیاهان و راهکارهای توسعه کشاورزی در شرایط شور، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، ۳۲:۳۳-۶۶.

سلیمان‌نژاد، ز.، عبدل‌زاده، ا.، حمیدرضا صادقی‌پور، ح.ر. ۱۳۹۳. اثرات شوری بر رشد، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و انباشتگی ترکیبات معدنی در گیاه. Puccinellia distans ، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱: ۸۳-۹۴.

شاه بندری قوچانی، ر .، محسنی ساروی، م.، تجملیان، م .، دادفر، ص.۱۳۸۹. معرفی گیاه وتیور Vetiveria zizanioide به منظور حفاظت خاک، زهکشی زیستی و استفاده از آب‌های نامتعارف، سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی اهواز، ۲۲: ۲۵-۳۶.

شوشتریان، س.، تهرانی فر، ع. ۱۳۹۰. آشنایی با گیاه وتیور و ویژگی‌های منحصر به فرد آن.، تألیف ترانک، پ . ون، ت.ت. پیترز، ا.، انتشارات علم کشاورزی ایران.۱۴-۲۵.

طاهری، ق.، .رستمی، م. ۱۳۹۲. مشخصات نویسندگان مقاله اثر اسید هیومیک بر رشد رویشی و میزان پرولین گیاه ریحان *Ocimum basilicum* L.. درشرایط متفاوت شوری، اولین همایش ملی تنش شوری در گیاهان و راهکارهای توسعه کشاورزی در شرایط شور، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، ۳۸: ۶۸-۸۳.

عزیزی، م.، عبدل‌زاده، ا.، مهربان جوبنی، پ .، صادقی‌پور، ح.ر. ۱۳۹۴. اثر کاربرد سیلیسیم در افزایش مقاومت به شوری با کاهش تنش اکسیداتیو در گیاه علف بره Festuca arundinacea، فصلنامه منابع طبیعی، بوم شناسی و مدیریت مرتع دارای رتبه علمی - پژوهشی (کشاورزی)، ۹: ۷۲-۸۶.

گلرنگ، ب .، قزانچیان،گ.، رمضانی، ر.، فلاحتی، ح .، روحانی، ح. مشایخی، م. ۱۳۸۶. برآورد وزن چندگونه علفی برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاهان و قطر، مطالعات علمی تحقیقاتی فصلنامه مرتع و بیابان، ۱۵: ۱۵۸-۱۷۸.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

لاله، س.، جامی‌الاحمدی، م.، شریفی، ز .، اسلامی، س.و. ۱۳۹۰. تاثیر تنش شوری کلرید سدیم با سه روش آزمایشگاهی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۹: ۱۹-۲۷.

محمدی، م. ۱۳۹۲. اثر سیلیکون و سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، مورفولوژیکی و کیفی گونه چمن لولیوم پرنه (var.fancy *Lolium perenne* L.) تحت تنش شوری، پایان نامه کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی (گرایش فیزیولوژی گیاهی)، ۱۰-۱۲.

مسعودی، پ .، گزانچیان، ع.، جاجرمی، و.، بزرگمهر، ع. ۱۳۸۹. بررسی اثر پیش تیمار بذر بر بهبود جوانه زنی و قدرت گیاهچه در سه گونه گراس دائمی تحت تنش شوری، مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی، ۲۲: ۵۲-۶۵.

موسوی پورناکی، س.، عباسپور، ن. ۱۳۹۲. اثر تنش شوری بر برخی صفات فیزیولوژیکی دو رقم انگور قره اوزوم و حسینی، اولین کنفرانس ملی تنش شوری در گیاهان و راهکارهای توسعه کشاورزی در شرایط شور، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، محیط زیست، ۳: ۸۱- ۹۵.

میرداودی، ح.ر.، زاهدی‌پور، ح. ۱۳۸۲. بررسی میزان مقاومت به شوری خاک در سه گونه گیاه شورپسند، فصلنامهٔ پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۱: ۴۲۶-۴۵۰.

واعظی، ز.، دانشور، م.، حیدری، م. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری حاصل از کلرید سدیم بر جوانه زنی گل همیشه بهار *Calendula officinalis* L.، موسسه آموزش عالی مهر اروند، ۶۴-۷۹.

Abili, J., Zare, S. 2014. Evaluation of antioxidant enzymes activity in canola under salt stress, International Journal of Farming and Allied Sciences Available online at www ijfas.com, 3: 767-771.

Aebi, H. 1974 .Catalase in vitro. Methods Enzmol, 105:121-129.

Aghaei, K., Ehsanpour, A.A., Komatsu, S. 2009. 'Potato Responds to Salt Stress by Increased Activity of Antioxidant Enzymes, Journal of Integrative Plant Biology, 51: 1095-1103.

Aghaleh, M., Niknamm, V., Ebrahimzadeh, H., Razavi, K. 2011. Effect of salt stress on physiological and antioxidative responses in two species of Salicornia (S.persica and S.europaea), Physiol Plant, 33: 1261- 1270.

Akhzari, D., Bidgoli Dehghani, R. 2013. Effect of salinity on the seedling growth and physiological traits of vetiver grass (Vetiveria zizanioides Stapf), Journal of Rang Land Science, 3: 191-199.

Akhzari, D., Ghasemi Aghbash, F. 2013. Effect of Salinity and Drought Stress on the Seedling Growth and Physiological Traits of Vetiver Grass (Vetiveria zizanioides stapf,. Journal of ecopersia, , 1 : 339-352.

Amira, M.S., Qados, A. 2010. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.).Show moreShow less, 10: 10-16.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

Amor, N.B., Hamed, K.B., Debez, A. 2005. Physiological and antioxidant response of the perennial halophyte Crithmum maritimum to salinity, Plant Sci, 168: 889-899.

André, C.M., Schafleitner, R., Legay, S., Lefèvre, I., Aliaga, C.A.A., Nomberto, G., Hoffmann, L., Hausman, J.F., Larondelle, Y; Evers D. 2009. Gene expression changes related to the production of phenolic compounds in potato tubers grown under drought stress. Phytochemistry, 70: 1107-1116.

Ashraf, M., McNeilly, T. 2004. Salinity tolerance in Brassica oilseeds. Crit. Rev, Plant Sci, 23: 157-174.

Esfandiari, E., Shakiba, M.R., Mahboob, S., Alyari, H., Toorchi, M. 2007. Water stress, antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in wheat seedling. Journal of Food Agriculture and Environment, 5: 149-153.

Farhoudi, R., Modhej, A., Afrous, A. 2015. Effect of salt stress on physiological and morphological parameters of rapeseed cultiva, Journal of Scientific Research and Development, 2: 111-117.

Gee, G.W., Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis, in: Klute A Editor. Methods of soil analysis: physical an mineralogicale methods. New York: American of Agronomy, 9-404-419.

Iqbal, M., Ashraf, M. 2007. Seed preconditioning modulates growth, ionic relations, and photosynthetic capacity in adult plants of hexaploid wheat under salt stress, J. Plant Nutr, 30: 381-396.

Jogaiah, S., Sahadeo, D., Ramteke, J.S., Upadhyay, A.K. 2014. Moisture and Salinity Stress Induced Changes in Biochemical Constituents and Water Relations of Different Grape Rootstock Cultivars, International Journal of Agronomy, sativa, Biol. Plant, 36: 255–259.

Kachout, S., Mansoura, B., Jaffel, K., Jogloy, S., Kesmala, T., Patanothai ,A. 2009. Effects of salinity on the growth of the halophyte Atriplex hortensis (Chenopodiaceae), Applied Ecology and Environmental Research, 7: 319-332.

Karimi, H., Yusef-Zadeh, H. 2013. The effect of salinity level on the Morphological and Physiological Traits of Two Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivar, International journal of Agronomy and Plant Productio, 4: 1108-1117.

Levitt, J. 1980. Responses of plant to environmental stresses, Academic press.

Lim, J.H., Park, K.J., Kim, B.K., Jeong, J.W., Kim, H.J. 2012. Effect of salinity stress on phenolic compounds and carotenoids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) sprout, Food Chem, 1: 1065-1070.

Lin, C., Kao, C.H. 1996. Proline accumulation is associated with inhibition of rice seedling root growth caused by NaCl, Plant Science, 114:121-128.

Mane, A.V., Saratale, G.D., Karadg, B.A., Samant, J.S. 2011. Studies on the effects of salinity on growth, polyphenol content and photosynthetic response in *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash. Emir, Journal, Food Agric., 23: 59-70.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

Mehanna, H.T., Fayed, T.A., Rashedy, A.A. 2010. Response of two grapevine rootstock to some salt alinity gradient under acidic conditions, Applied Soil Ecology, 23: 237-244.

Meratan, A.A., Ghaffari, S.M., Niknam, V. 2008. Effects of salinity on growth, proteins and antioxidant enzymes in three Acanthophyllum species of different ploidy level,. JSUT, 33: 1-8.

Movafegh, S., Razeghi Jadid, R., Kiabi, S.H. 2012. Effect of salinity stress on chlorophyll content, proline, water soluble carbohydrate, germination, growth and dry weight of three seedling barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars, Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 8: 157-168.

Munns, R., Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol, 59: 651-668.

Nazarbeyg, E., Lari Yazd, H., Naseri, R., Soleimani, R. 2011. The Effects of Different Levels of Salinity on Proline and A-, B- Chlorophylls in Canola, American Eurasian J. Agric. & Environ Sci., 10: 70-74.

Posmyk, M.M., Kontek, R., Janas, K.M. 2009 .Antioxidant enzymes activity and phenolic compounds content in red cabbage seedlings exposed to copper stress," Ecotoxicology and Environmental Safety, 596–602.

Refaat, M.A., Hesham, A. 2003. Response of salt stressed barley seedlings to phenylurea, Plant soil Eviron, 4:158–162.

Salardinie Mojtahedi, M. 1988. The Principles of Plant nutrition, Publishing houses Tehran U, 54-68.

Shao, H.B., Liang, Z.S., Shao, M.A., Sun, Q. 2005. Dynamic changes of anti-oxidative enzymes of 10 wheat genotypes at soil water deficits, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 42: 187-195.

Singh, A.K. 2004. The physiology of salt tolerance in four genotypes of chickpea during germination, J. Agric. Sci.Technol, 6: 87-93.

Tabatabaei, S.A. 2013. Changes in proline, protein, catalase and germination characteristics of barley seeds under salinity stress. International Research J of Applied and Basic Sciences, 5: 1266-1271.

Walker, M.A., McKersie, B.D. 1993. Role of the ascorbateglutathione antioxidant system in chilling resistance of tomato. J. Plant Physiol, 141: 234-239.

Waling, I., Vark, WV, Houba, V.J., Van der le, J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7, Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, Netherland.

Wang, Y., Nii, N. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose bisphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in Amaranthus tricolor leaves during salt stress, Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 623–627.

Waterman, P.G., Mole, S. 1994. Analysis of phenolic plant metabolites, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 103: 80-84.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-05-17]