دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره ششم، شماره سیزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی پاسخ *Atriplex halimus* به تنش شوری و خشکی در مرحله گیاهچه‌ای

آزاده دیلم[1*]، حامد روحانی[2]، حسین صبوری[3]، ابراهیم غلامعلی پورعلمداری[4]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس
[2] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس
[3] دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس
[4] استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح‌های مختلف تنش خشکی و شوری (۰، ۴-، ۸-، ۱۲-، ۱۶- بار) بر مؤلفه‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه *Atriplex halimus* در مرحله گیاهچه‌ای تحت کشت هیدروپونیک، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه هیدرواکولوژی دانشگاه گنبدکاووس در سال ۱۳۹۲ به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که تنش‌های خشکی و شوری اثر معنی‌داری بر صفات طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه، کلروفیل a، b و کل و فنل کل گونه *A. halimus* داشتند. مطابق نتایج، سطح ۴- بار از تنش خشکی اثر افزایشی معنی‌دار بر طول ریشه و وزن خشک ریشه *A. halimus* در مقایسه با شاهد نشان دادند. در مقابل این صفات در سطوح بالاتر از تنش خشکی به‌شدت کاهش نشان داد. سطح ۴- بار شوری نیز اثر تحریک‌کنندگی معنی‌دار ب وزن خشک ساقه *A. halimus* نشان داد. در مقابل محتوی رنگیزه‌های کلروفیلی a، b و کل *A. halimus* در تمام تیمارهای آزمایشی خشکی و شوری کاهش نشان دادند. بیشترین اثر کاهشی مربوط به تیمار ۱۶- بار بود. محتوی فنل کل *A. halimus* با افزایش سطح تنش شوری و خشکی از روند افزایشی برخوردار بود. این مطالعه نشان می‌دهد علی‌رغم افزایش در محتوی فنل کل تحت تنش‌های موردبررسی و نقش آن به‌عنوان آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی، محتوی کلروفیل کل و صفات مورفولوژیکی در سطوح مختلف، هم‌چنان از روند کاهشی برخوردار می‌باشند. این امر نشان‌دهنده تنش بالای خشکی و شوری به‌علاوه عدم‌کفایت ترکیبات فنلی در پاسخ به تنش‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کشت هیدروپونیک، طول ریشه، محتوی کلروفیل کل، فنل کل، روند کاهشی، *Atriplex halimus*

*نویسنده مسئول: azadedeylam@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

مقدمه

تنش خشکی ازجمله تنش‌های محیطی است که علاوه بر کاهش رشد رویشی و تغییر در ساختارهای آناتومیکی گیاه، از طریق ایجاد تنش ثانویه نظیر تنش اکسیداتیو، سبب تغییر در مسیرهای سنتز ترکیبات و متابولیت‌های ثانویه می‌شود (Foyer et al., ۱۹۹۴; Sharma et al., ۲۰۱۲). مطالعات فراوانی حاکی از افزایش تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) تحت تنش خشکی گزارش‌شده است. گیاهان از طریق سازوکارهای آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی گونه‌های فعال اکسیژنی ایجادشده را کاهش می‌دهند (Cruz de Carvalho, ۲۰۰۸; Miller et al., ۲۰۱۰; Hasanuzzaman et al., ۲۰۱۴). بالا بودن غلظت سدیم در خاک نیز باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک شده و سازوکار تنظیم اسمزی در سلول گیاه باعث جلوگیری از پسابیدگی و اختلال در جذب و انتقال یون‌های غذایی مانند پتاسیم و کلسیم می‌شود (Chen et al., ۲۰۰۷). تاکنون تحقیقات زیادی درزمینه اثر تنش شوری و خشکی بر گیاهان مختلف ازجمله جنس *Atriplex* صورت گرفته است، اما تحقیقات درزمینه گونه *Atriplex halimus* اندک می‌باشد. شارما (Sharma, ۱۹۷۳) در مطالعه خود نشان داد که گیاه *Atriplex numularia* باعث افزایش قابلیت هدایت الکتریکی، سدیم محلول، سدیم قابل‌تبادل و ماده آلی خاک‌های زیر کشت‌شده و تخریب قابل‌ملاحظه ساختمان خاک سطحی را در پی داشته است. کاچوت و همکاران (Kachout et al., ۲۰۱۱) در بررسی رابطه آب برگ و غلظت یون هالوفیت *Atriplex hortensis* در واکنش به تنش آب نتیجه گرفتند تنش آب موجب کاهش پتانسیل آب برگ و محتوای رطوبت نسبی شد. گلزاردی و همکاران (Golzardi et al., ۲۰۱۲) در بررسی اثر تنش شوری و خشکی در *Cynanchum acutum* L. نشان دادند که پتانسیل اسمزی تا ۰/۶- مگاپاسگال و شوری تا ۳۰۰ میلی‌مولار اثر کمی بر جوانه‌زنی داشت. جوانه‌زنی در این گیاه در پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسگال کمتر از ۱۳ درصد بود و در شوری ۵۰۰ میلی‌مول جوانه‌زنی کمتر از ۹ درصد اندازه‌گیری شد. اثر منفی خشکی نیز در مطالعاتی چون آذرنیوند و جوادی (۱۳۸۲) در بررسی اثر تنش خشکی در دو گیاه *Agropyron desertorum, A. cristatum* و زهتابیان و جوادی (۱۳۸۲) بر روی سه گونه از سالسولا نشان داده‌شده است. آخوندی و همکاران (۱۳۸۵)، طی مطالعه تنش اسمزی روی یونجه، به این نتیجه رسیدند که با کاهش پتانسیل آب از تعداد برگ کاسته شد. در بین توده‌های مختلف، بیشترین تعداد برگ در توده با پتانسیل شاهد می‌باشد. لطفی و همکاران (۱۳۹۳) اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گونه *Artemisia dracunculus* را با ۴ تیمار شامل: ۱۰۰٪، ۸۰٪، ۶۰٪ و ۴۰٪ تنش ظرفیت زراعی بررسی کردند، نتایج نشان داد که تنش خشکی بر بیشتر صفات مورفولوژیک و عملکرد سرشاخه گل‌دار و برگ این گیاه اثر منفی نشان داد، اما موجب افزایش طول ریشه گردید. تقی‌پور و همکاران (۱۳۹۳) به‌منظور ارزیابی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

برخی صفات فیزیولوژیکی در جمعیت‌هایی از *Aegilops triuncialis* تحت تنش خشکی نشان داد که افزایش تنش خشکی سبب کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در محتوای کلروفیل و میزان کارتنوئید و محتوای نسبی آب برگ شد. فابریکی اورنگ و مهرآباد پوربناب (۱۳۹۵) با بررسی اثر تنش خشکی و شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی *Satureja hortensis* دریافتند که تنش شوری باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن‌تر ریشه این گیاه شد؛ اما میزان کلروفیل a، b و کل با افزایش تنش شوری کاهش معنی‌داری یافت. در مقابل تنش خشکی اثر کاهشی معنی‌داری بر تمام صفات موردبررسی نشان داد. بررسی اثر شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*) با استفاده از کشت هیدروپونیک نشان داد که کلیه خصوصیات گیاه‌چه (طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه) در هر دو گیاه با افزایش سطوح شوری کاهش می‌یابد (صفرنژاد، ۱۳۸۴). صیادی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر تنش‌های خشکی و شوری بر میزان ترکیبات فنلی گیاه دارویی *Thymus vulgaris* دریافتند که اعمال تنش خشکی و شوری باعث افزایش معنی‌داری بر میزان تیمول و سایر ترکیبات فنلی شد. با توجه به این‌که بخش وسیعی از اراضی ایران در شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک و شور واقع‌شده‌اند، شناسایی گونه‌های متحمل به تنش خشکی و شوری ضروری است؛ بنابراین، هدف از انجام این تحقیق، بررسی سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهچه‌های *A halimus* در شرایط کشت هیدروپونیک بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر برخی از مؤلفه‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی *Atriplex halimus* در مرحله گیاهچه‌ای، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه هیدرواکولوژی دانشگاه گنبدکاووس در سال ۱۳۹۲ به اجرا درآمد. ابتدا بذور موردنیاز از اداره منابع طبیعی گنبدکاووس تهیه شد. سپس بذور با محلول ۵ درصد هیپوکلریت سدیم تجاری به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی و سپس ۳ مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۵). بذور در محیط پتری دیش جهت جوانه‌زنی و تولید ریشه‌چه قرار داده شد. سپس بذور جوانه‌زده به محیط کشت هیدروپونیک حاوی ۵ لیتر محلول غذایی یوشیدا منتقل شدند. به‌منظور مطالعه اثر خشکی و شوری بر گونه موردبررسی به ترتیب از مانیتول و کلرید سدیم استفاده گردید. برای این منظور، پس‌از انتقال گیاهچه‌ها به محیط هیدروپونیک، در مرحله چهار برگی گونه‌ها (عشقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) سطوح مختلف شوری و خشکی (۰، ۴-، ۸-، ۱۲-، ۱۶- بار) مورد تیمار قرار گرفتند. بعد از گذشت ۲۱ روز از زمان اعمال تنش‌ها، برخی از صفات مورفولوژیکی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

(طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه گیاهچه‌ها)، فیزیولوژیکی (کلروفیل a، b و کل) و بیوشیمیایی فنل کل در سطوح مختلف تنش خشکی بر اساس روش استاندارد فیتوشیمیایی مورداندازه‌گیری قرار گرفت.

نحوه اندازه‌گیری صفات

طول ریشه و ساقه در روز آخر جوانه‌زنی بذور، به‌وسیله خط‌کش میلی‌متری مورداندازه‌گیری قرار گرفت؛ سپس وزن خشک ریشه و ساقه با قرار دادن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت با کمک ترازوی دیجیتال با دقت یک‌صدم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

کلروفیل a، b و کل

۱۰۰ میلی‌گرم از اندام سبز گیاه‌چه توسط ترازو دیجیتال (یک‌هزارم) توزین شد و توسط ۱۰ میلی‌لیتر استون سرد (۸۰ درصد) در هاون چینی ساییده گردید؛ تا یک محلول شفاف تهیه گردد. محلول تهیه‌شده به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. پس از جدا کردن فاز محلول از فاز جامد، محلول شفاف به بالن حجمی ۲۵ میلی‌لیتر منتقل شد. برای جلوگیری از ضایع شدن کلروفیل موجود در محلول در برابر نور تا قبل از قرائت، بالن ژوژه حاوی محلول کلروفیل در فویل آلومینیوم پیچیده و در جای تاریک نگهداری شد. میزان کلروفیل توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom Libera- S۲۲) در طول‌موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر به ترتیب برای کلروفیل b وa قرائت شد. استون سرد ۸۰ درصد به‌عنوان شاهد (بلانک) بود. در پایان میزان کلروفیل a، b و کل بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شد (Arnon, ۱۹۴۹).

$$\text{Chl a} = [۱۲.۷\times(D۶۶۳) - ۲.۶۹\times(D۶۴۵)] \times V / (۱۰۰۰\times W) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{Chl b} = [۲۲.۹\times(D۶۴۵) - ۴.۶۸\times(D۶۶۳)] \times V / (۱۰۰۰\times W) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\text{ChlTotal}=[۲۰.۲\times(D۶۴۵) + ۸۰.۲\times(D۶۶۳)] \times V / (۱۰۰۰\times W) \quad \text{رابطه۳}$$

D: میزان جذب نوری قرائت‌شده در طول‌موج مربوطه، V: حجم عصاره، W: وزن نمونه‌تر

فنل کل

۱۰۰ میلی‌گرم از اندام سبز گیاه چه با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول داغ ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده شد. به‌منظور جداسازی فاز محلول از فاز جامد و جهت جلوگیری از اصطحکاک و شکستن ترکیبات، محلول تهیه‌شده به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. محلول جداشده در بن‌ماری قرار داده شد. گرمادهی تا غلیظ شدن محلول (یک میلی‌لیتر) ادامه داده شد و پس‌ازآن با کمک آب مقطر به حجم۵۰ میلی‌لیتر حجم رسانده شد. در مرحله بعد به ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره حاصل، ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر اضافه گردید. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

۵۰ درصد به آن اضافه شد. پس از گذشت ۳ دقیقه، به لوله‌آزمایش حاوی ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد اضافه گردید و به مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری قرار داده و پس‌ازآن لوله‌آزمایش سرد گردید. میزان فنل کل توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با مدل Biochrom Libera- S۲۲ در طول‌موج ۶۵۰ نانومتر قرائت گردید. با توجه به منحنی استاندارد اسید گالیک، میزان فنل کل برحسب میلی‌گرم بر گرم نمونه محاسبه شد (Malick and Singh, ۱۹۸۰).

جدول ۱. اجزای محلول غذایی یوشیدا (Yoshida *et al.*, ۱۹۷۶)

مواد غذایی	عنصر	-	ماده Material	مقدار (گرم در لیتر) Amount (g/L)
درشت مغذی	نیتروژن	N	NH_4NO_3	۹۱.۴
	فسفر	P	$NaH_2PO_4.H_2O$	۳۵.۶
	پتاسیم	K	K_2SO_4	۷۱.۴
	کلسیم	Ca	$CaCl_2.2H_2O$	۱۱۷.۳
	منیزیم	Mg	$MgSO_4.7H_2O$	۳۲۴
ریزمغذی	منگنز	Mn	$MnCl_2.4H_2O$	۱.۵
	مولیبدن	Mo	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$	۰.۰۷۴
	روی	Zn	$ZnSO_4.7H_2O$	۰.۰۳۵
	بر	B	H_3BO_3	۰.۹۳۴
	مس	Cu	$CuSO_4.5H_2O$	۰.۰۳۱
	آهن (فریک کلراید)	Fe	$FeCl_3.6H_2O$	۷.۷
	اسیدسیتریک	-	$C_6H_8O_7.H_2O$	۱۱.۹

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab با نسخه ۱۴ موردبررسی قرار گرفت. در صورت نرمان نبودن داده‌ها، از روش پرت نمودن میانگین نمونه‌ای که در دامنه داده‌های دیگر نبود (میانگین ± سه برابر انحراف معیار)، استفاده گردید (Chiang et.al., ۲۰۰۳) و به‌جای آن میانگین داده‌های مابقی که هم دامنه بودند، آورده شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS با نسخه ۹/۱ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

نتایج

اثر تنش خشکی بر مولفه‌های مرفولوژیکی *A. halimus*

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی اثر معنی‌داری بر صفات مورفولوژیکی طول ریشه و طول ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه *A. halimus* در سطح احتمال یک درصد داشته است (جدول ۲).

مقایسه میانگین سطوح مختلف خشکی نشان داد که غلظت ۴– بار، اثر تحریک کنندگی به مقدار ۵/۱۲ درصد بر پارامتر طول ریشه در مقایسه با شاهد داشت. اما این صفت در سطوح بالاتر به شدت کاهش یافت. بیشترین اثر بازدارندگی بر طول ریشه مربوط به ۱۶- بار معادل ۵۲/۳۴ درصد بود (جدول ۳). این امر حاکی از این است که طول ریشه *A. halimus* رفتار متفاوتی به سطوح مختلف تنش خشکی نشان می‌دهد. آزمایشات مختلف نشان دهنده افزایش طول ریشه‌چه در تنش‌های ملایم است و همچنین اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی افزایش رشد ریشه‌چه به منظور جذب حداکثر رطوبت گزارش شده است (Marchner, ۱۹۹۵). در مورد طول ساقه، این صفت با افزایش تیمارهای آزمایشی کاهش یافت. بیشترین کاهش معنی‌دار مربوط به تیمار ۱۶- بار تنش خشکی به مقدار ۵۸/۴۹ درصد بود (جدول ۳). کاهش فرآیند رشد طول ساقه در اثر خشکی می‌تواند به دلیل افزایش غلظت مانیتول که محیطی نامناسب را برای رشد گیاه فراهم می‌نماید. در آزمایشی گزارش شده است که تنش خشکی رشد ریشه و ساقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است باعث کاهش سطح برگ گیاهان شود (Huner and Hopkins, ۲۰۰۸).

بررسی واکنش *A. halimus* از لحاظ وزن خشک ریشه و ساقه نشان داد که این صفات به‌طور معنی‌داری تحت تمام تیمارهای آزمایشی کاهش نشان دادند. کمترین وزن خشک ریشه و ساقه مربوط به غلظت ۱۶- بار به ترتیب معادل ۱۰۸ و ۱۲۸ میلی‌گرم در بوته بود (جدول ۳). کاهش وزن احتمالاً به علت کاهش انتقال مواد غذایی و کاهش رشد گیاه می‌باشد. که میرحسینی ده آبادی (۱۳۷۳) در مقایسه هشت رقم اسپرس و یونجه و بررسی واکنش اسپرس به خشکی، و اخوان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی اثرات تنش آبی بر رشد رویشی سه ژنوتیپ *Agropyron trichophorum* را گزارش نمودند.

اثر تنش شوری بر مولفه‌های مورفولوژیکی گونه *A. halimus*

بر طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مولفههای طول ریشه و ساقه و به‌علاوه، وزن خشک ریشه و ساقه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای تنش شوری قرار گرفت.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

مقایسه میانگین‌های طول ریشه *A. halimus* نشان داد که غلظت‌های مختلف کلرید سدیم اثر کاهشی معنی‌داری بر این صفت نشان دادند. به‌طوری‌که شاهد با آب مقطر از بیشترین طول ریشه برخوردار بود. بیشترین کاهش این صفت در پتانسیل ۱۶– بار مشاهده شد (جدول ۳). فلاحی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی خود بر روی مریم گلی کبیر مشاهده کردند که با افزایش سطوح تنش اسمزی از صفر به ۴ -بار، طول گیاهچه افزایش یافت. آن‌ها علت این امر را به افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش متوسط نسبت دادند، زیرا که بسیاری از گیاهان به هنگام مواجهه با تنش اسمزی اقدام به گسترش اندام‌های زیرزمینی خود می‌کنند و نسبت اندام هوایی به اندام زیرزمینی را کاهش می‌دهند تا بتوانند با تامین آب مورد نیاز گیاه، تنش کمتری را به اندام هوایی وارد کنند.

بررسی واکنش طول ساقه *A. halimus* به سطوح مختلف شوری نشان داد که تیمار ۴- بار، اثر افزایشی بر این صفت در مقایسه با شاهد نشان داد، اما این اثر معنی‌دار نبود. در مقابل طول ریشه این گیاه در غلظت‌های بالاتر از ۴- بار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین و بیشترین اثر کاهشی به ترتیب به تیمار ۸- و ۱۶- بار شوری اختصاص داشت (جدول ۳). این مطالعه نشان می‌دهد که چنانچه شدت تنش به حدی نباشد که رشد گیاهچه را محدود کند، ممکن است سبب تحریک رشد گردد. همچنین طول ریشه بیشتر از طول ساقه تحت تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی کلرید سدیم قرار گرفت. می‌توان نتیجه‌گیری نمود چون ریشه اولین اندامی است که به‌طور مستقیم مورد هدف تنش‌ها از جمله شوری قرار می‌گیرد، قابل توجیه است. دادخواه (۱۳۸۹) گزارش نمود که روند کاهش در شرایط شوری می‌تواند نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی محیط و در نتیجه کاهش جذب آب، سمیت یون‌های سدیم و کلر و اختلال در جذب عناصر غذایی دانست و در نتیجه کاهش رشد گیاه دانست. ورنر و فینکلستین (Werner and Finkelstein, ۱۹۹۵) گزارش کردند که شوری به علت کند نمودن جذب آب باعث کاهش طول ریشه و ساقه می‌شود. مطالعات نشان داده است که شوری با کاهش رشد ریشه، ظرفیت جذب آب و عناصر غذایی را کاهش میدهد.

وزن خشک ریشه و ساقه *A. halimus* از روند کاهشی با افزایش غلظت‌های مختلف نمک برخوردار بود. غلظت ۱۶- بار از بیشترین اثر کاهشی از لحاظ دو مولفه وزن خشک ریشه و ساقه برخوردار بود (جدول ۳).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر مؤلفه‌های مورفولوژیکی *A. halimus*

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه	طول ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه
خشکی	۴	۲۹۸/۷۳**	۵۷۰/۹۰**	۱۲۳۲/۹۰**	۳۵۹۳/۴۳**
خطا	۱۰	۱/۰۰	۱/۵۳	۱/۳۳	۱/۴۰
ضریب تغییرات		۲/۷۵	۲/۸۱	۰/۸۱	۰/۶۷
شوری	۴	۳۱۵/۱۶**	۴۳۰/۰۶**	۲۳۰۲/۰۶**	۳۱۳۳/۷۶**
خطا	۱۰	۰/۷۳	۰/۸۶	۱/۸۶	۲/۰۶
ضریب تغییرات		۲/۶۷	۱/۹۲	۱/۱۱	۰/۷۵

**: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر مؤلفه‌های مرفولوژیکی *A. halimus*

صفات	طول ریشه (میلی‌متر)	طول ساقه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه (میلی‌گرم)
خشکی (bar)				
۰	۴۲/۶۶ b	۵۷/۰۰ a	۱۵۴/۶۶ b	۲۱۰/۶۶ a
-۴	۴۵/۰۰ a	۵۴/۰۰ b	۱۵۷/۰۰ a	۲۰۰/۳۳ b
-۸	۴۰/۳۳ c	۴۹/۰۰ c	۱۵۱/۶۶ c	۱۹۰/۳۳ c
-۱۲	۳۳/۰۰ d	۳۶/۶۶ d	۱۳۹/۰۰ d	۱۵۳/۶۶ d
-۱۶	۲۰/۳۳ e	۲۳/۶۶ e	۱۰۸/۰۰ e	۱۲۸/۰۰ e
شوری (bar)				
۰	۴۲/۶۶ a	۵۷/۰۰ a	۱۵۴/۶۶ a	۲۱۰/۶۶ b
-۴	۴۰/۳۳ b	۵۸/۳۳ a	۱۳۹/۳۳ b	۲۲۰/۶۶ a
-۸	۳۴/۰۰ c	۴۹/۰۰ b	۱۲۷/۶۶ c	۲۰۴/۶۶ c
-۱۲	۲۴/۰۰ d	۳۹/۰۰ c	۱۰۲/۶۶ d	۱۷۰/۳۳ d
-۱۶	۱۹/۰۰ e	۳۲/۰۰ d	۸۶/۰۰ e	۱۴۳/۰۰ e

اثر تنش خشکی بر مولفه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی *A. halimus*

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر صفات فیزیولوژیکی کلروفیل a، b، کل و بیوشیمیایی فنل کل در سطح یک درصد داشتند (جدول ۴).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین کلروفیل a در تنش خشکی نشان داد که بیشترین محتوی کلروفیل a با ۰/۴۸۷میلی‌گرم بر گرم در تیمار شاهد بود و محتوی کلروفیل a با افزایش تنش خشکی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

کاهش یافت (جدول ۵). نتایج در مورد کلروفیل b و کل مشابه کلروفیل a بود. همچنین با افزایش تنش خشکی درصد فنل کل افزایش یافت. (جدول ۵). دلیل کاهش رنگیزه کلروفیل کل می‌تواند به واسطه کاهش اثر حفاظتی کلروفیل b باشد. به‌طوری‌که عدم سنتز کافی رنگیزه‌های حفاظتی از جمله کلروفیل b منجر به پاسخ ناقص آن‌ها در برابر تنش ناشی از خشکی می‌شود. به‌طورکلی تنش‌های زیستی و غیرزیستی موجب می‌شود که گلوتامات که پیش‌ساز مشترک ساخت کلروفیل و پرولین است، کمتر در مسیر سنتز کلروفیل وارد شود. حیدری شریف آباد (۱۳۸۰) یکی از دلایل کاهش غلظت میزان کلروفیلی تحت تنش را به‌واسطه افزایش میزان فعالیت آنزیم کلروفیلاز بیان نمود، به‌طوری‌که موجب بیان و القاء این آنزیم می‌شود. در نتیجه منجر به حمله رادیکال‌های آزاد تولیدی مانند سوپراکسید، اکسیژن نوزاد، هیدروکسی، آب اکسیژنه و ... می‌گردد. بیتس و همکاران (Bates *et al.*, ۱۹۷۳) بیان نمودند که کاهش غلظت کلروفیل به‌واسطه اثر آنزیم کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل میباشد. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که هرگونه تنش برگیاه، مقدار ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد. این نتایج مطابق با نتایج گلدانی و همکاران (۱۳۹۰) مبنی بر اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی اندام هوایی و ریشه و ماده موثره در *Ocimum basilicum*، زارع مرجردی و همکاران (Zare Merjerdi *et al.*, ۲۰۱۲) در بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات فتوسنتز و ترکیبات فنلی در *Cicer arietinum*، سودائی زاده و همکاران (۱۳۹۵) مبنی بر تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی *Satureja hortensis* است.

اثر تنش شوری بر مولفه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی *A. halimus*

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری از لحاظ اثر تنش شوری بر محتوی رنگیزه‌های کلروفیل a، b، کل و فنل کل نشان دادند (جدول ۴).

بررسی واکنش محتوی کلروفیل a گونه *A. halimus* تحت تنش شوری نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر کاهشی معنی‌دار و متفاوتی بر این صفت در مقایسه با شاهد نشان دادند. کمترین و بیشترین کاهش معنی‌دار محتوی کلروفیل a به ترتیب به تیمار ۴- و ۱۶- بار به ترتیب معادل ۶/۷۷ و ۸۱/۳۱ درصد بود (جدول ۵). محتوی کلروفیل b مانند کلروفیل a از روند کاهشی تحت سطوح مختلف شوری نیز برخوردار بود. همچنین این مطالعه نشان داد که محتوی کلروفیل b نسبت به a از روند کاهشی بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). هدف گذاری بیشتر رنگیزه کلروفیل b نسبت به کلروفیل a به دلیل نقش حفاظتی این رنگیزه می‌باشد. محققی با بررسی تاثیر عصاره برگ گیاه اکالیپتوس بر سورگوم (*Sorghum*) اعلام کردند که در شرایط استرس، کاهش کلروفیل b بیشتر از کلروفیل a است و ممکن

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

است علت آن تبدیل کلروفیل b به کلروفیل a در گیاهان تحت تنش باشد (Djanaguiramant *et al.*, ۲۰۰۵). در مجموع، میزان کلروفیل کل تحت تیمارهای آزمایشی به شدت کاهش نشان داد (جدول ۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تنش شوری، محتوی فنل کل افزایش یافت. بیشترین محتوی فنل کل در تیمار ۱۶- بار با مقدار ۰/۶۴۲ میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد (جدول ۵). تجمع فنل در مواجهه با تنش شوری از مکانیسم‌های مقاومت به شوری این گیاه به حساب می‌آید. تجمع سریع مواد آلی تنظیم کننده فشار اسمزی نظیر فنل منجر به کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌های گیاهی شده و از این طریق آب جذب گیاه می‌شود. مسیو و ابراهان (Mathew and Abraham, ۲۰۰۶) گزارش نمودند، متابولیت‌های ثانویه مشتق از گیاهان مانند فنل و فلاونوئید تام مشتق از گیاهان دارای پتانسیل قوی برای پاکسازی رادیکال‌های آزاد می‌باشند که در تمام قسمت‌های مختلف گیاهی مانند برگ، میوه، دانه، ریشه و پوست وجود دارند. این مواد نقشی در فرآیندهای رشدی گیاه ندارند، بلکه به‌عنوان ترکیبات فرعی حاصل از متابولیت‌های اولیه‌اند. البته غلظت آن‌ها بر حسب نوع اندام متفاوت است. ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*,۲۰۰۹) بیان نمودند که پتانسیل آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های ضد میکروبی ترکیبات فنلی موجود در عصاره‌های گیاهی ناشی از نوع و غلظت این ترکیبات و نیز تعداد و موقعیت گروه‌های هیدروکسیل موجود در حلقه آروماتیک این ترکیبات است.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی *A. halimus*

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیلa	کلروفیلb	کلروفیل کل	فنل کل
خشکی	۴	۰/۰۹۵××	۰/۰۰۶××	۰/۱۴۲××	/۸۱۱×× ۱۳۴
خطا	۱۰	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۳۶
ضریب تغییرات		۰/۴۰۴	۲/۴۶	۰/۶۹۶	۱/۴۷۷
شوری	۴	۰/۰۹۰××	۰/۰۰۸××	۰/۱۵۱××	/۸۹۴×× ۱۸۱
خطا	۱۰	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۲۵
ضریب تغییرات		۰/۵۳۱	۲/۹۱	۰/۷۵۵	۱/۱۶۴

××: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی *A. halimus*

صفات	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)	فنل کل (میلی‌گرم بر گرم)
خشکی (bar)				
۰	۰/۴۸۷ a	۰/۱۵۴ a	۰/۶۴۲ a	۵/۷۸۸ e
-۴	۰/۴۴۱ b	۰/۰۹۹ b	۰/۵۲۳ b	۸/۶۴۱ d
-۸	۰/۲۵۳ c	۰/۰۸۲ c	۰/۳۵۲ c	۱۱/۰۰۵ c
-۱۲	۰/۱۸۳ d	۰/۰۶۸ d	۰/۲۵۱ d	۱۷/۲۸۲ b
-۱۶	۰/۰۵۸ e	۰/۰۳۳ e	۰/۰۹۱ e	۲۲/۲۹۶ a
شوری (bar)				
۰	۰/۴۸۷ a	۰/۱۵۴ a	۰/۶۴۲ a	۵/۷۸۸ e
-۴	۰/۴۵۹ b	۰/۱۰۱ b	۰/۵۶۰ b	۷/۲۵۵ d
-۸	۰/۲۴۹ c	۰/۰۸۰ c	۰/۳۳۰ c	۱۲/۵۵۴ c
-۱۲	۰/۱۸۱ d	۰/۰۴۷ d	۰/۲۲۸ d	۱۹/۸۹۱ b
-۱۶	۰/۰۹۱ e	۰/۰۱۴ e	۰/۱۰۵ e	۲۳/۶۴۱ a

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، ازنظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری دارند (LSD).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که واکنش *A. halimus* به سطوح مختلف تنش خشکی و شوری متفاوت بود. غلظت ۴- بار از تیمارهای آزمایشی برخلاف سایر غلظت‌ها اثر افزایشی بر برخی از صفات مورفولوژیکی نشان داد. میزان رنگیزه‌های کلروفیلی در تمام سطوح تیمارهای آزمایشی تنش خشکی و شوری از روند کاهشی برخوردار بود. در مقابل میزان فنل کل با افزایش غلظت‌ها، افزایش نشان داد. این مطالعه نشان می‌دهد؛ علی‌رغم افزایش در میزان فنل کل و نقش آن به‌عنوان آنتی‌اکسیدان غیر آنزیمی، صفات مورفولوژیکی و محتوی کلروفیل کل در سطوح مختلف خشکی و شوری همچنان از روند کاهشی برخوردار می‌باشند. این امر نشان‌دهنده تنش بالای شوری و عدم‌کفایت ترکیبات فنلی در پاسخ به تنش‌ها می‌باشد. درمجموع جهت درک مکانیسم عمل صفات در *A. halimus* به تیمارهای تنش خشکی و شوری، پیشنهاد به آزمایش‌های تکمیلی برای بررسی تغییرات سایر صفات به‌ویژه محتوی کاروتنوئیدها، آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و غیره می‌باشد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

منابع

اخوان مکیار، م.، آذرنیوند، ح.، عصاره، م.ح.، جعفری، ع.ا، طویلی، ع. ارزیابی تحمل به خشکی در چهار گونه از جنس *Agropyron trichophorum* بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه چه، مجله پژوهش و سازندگی، ۹۸: ۴۹-۴۳.

آخوندی، م.، صفر. نژادف ع.، لاهوتی، م. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر تجمع پرولین و تغییرات عناصر در یونجه نیک شهری، یزدی و رنجر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸: ۱۷۴-۱۶۵.

آذرنیوند، ح.، جوادی، م.ر. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی دو گونه مرتعی از جنس آگروپایرون. مجله بیابان، ۸ (۲): ۲۰۵-۱۹۲.

تقی‌پور، ز.، اصغری زکریا، ر.، زارع، ن.، شیخ زاده، پ. ۱۳۹۳. ارزیابی برخی صفات فیزیولوژیکی در جمعیت‌هایی از *Aegilops triuncialis* تحت تنش خشکی، دو فصلنامه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۳: ۶۶-۵۵.

حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل و مرتع، ۹۸ صفحه.

دادخواه، ع. ۱۳۸۹. اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاه چه چهار گیاه داروی، مجله گیاهان داروئی و معطر، ۳(۲۶): ۳۶۹-.۳۵۸.

زهتابیان، غ.، جوادی، م.ر. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی سه گونه مرتعی از جنس سالسولا *Salsola richteri, S. rigida, S. dendroides*. مجله بیابان. ۸ (۱): ۳۲-۲۱.

سودایی زاده، ح.، شمسایی، م.، تجلمیان، م.، میبدی، س.ع.م.، حکیم زاده، م.ع. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه (*Satureja hortensis*)، مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱: ۱۵-۱۲.

صفرنژاد، ع.، سلامی، م.، حمیدی، ح. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات مورفولوژی گیاهان دارویی اسفرزه در برابر تنش شوری. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۵:۱۶۰-۱۵۲.

صیادی، الف.، احمدی، ج.، اصغری، ب.، حسینی، س.م. ۱۳۹۳. بررسی اثر تنش‌های خشکی و شوری بر میزان ترکیبات فنلی گیاه دارویی *Thymus vulgaris*، فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۸ (۴): ۵۰-۶۵.

عشقی‌زاده، ح.، کافی، م.، نظامی، ا.، خوش‌گفتارمنش، ا.ح. ۱۳۹۳. تأثیر شوری بر وضعیت آب برگ، غلظت پرولین، قندهای محلول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه ارزن پادزهری، فصلنامه علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱۸: ۲۵-۱۱.

فابریکی اورنگ، ص.، مهرآباد، ث. ۱۳۹۵. بررسی اثر تنش خشکی و شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی *Satureja hortensis*، فصلنامه اکوفتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۵ (۳): ۲۳-۳۵.

فلاحی، ج.، عبادی، م.ت.، قربانی، ر. ۱۳۸۸. اثر شوری و خشکی بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای مریم‌گلی کبیر. مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، ۱(۱): ۶۷-۵۷.

کریمی، ق.، قربانعلی، م.، حیدری شریف‌آباد، ح.، عصاره، م.ح. ۱۳۸۵. بررسی مکانیسم‌های مقاومت به شوری در گونه مرتعی *Atriplex verrucifera*. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۳: ۴۸-۴۳.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

گلدانی، م.، سرو آزاد، ن. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی اندام هوایی و ریشه و ماده مؤثره، همایش ملی گیاهان دارویی، ۱۵: ۱۲-۱.

لطفی، م.، عباس زاده، ب.، میرزا، م.۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، پرولین، قندهای محلول و عملکرد ترخون (*Artemisia dracunculus*)، مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۶۳: ۱۹-۳۰.

میرحسینی ده آبادی، ر. ۱۳۷۳. مقایسه هشت رقم اسپرس و یونجه و بررسی واکنش اسپرس به خشکی در مزرعه. مجله پژوهش و سازندگی، ۷: ۲۵-۳۶.

Arnon, D.I. ۱۹۴۹. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Journal of Polyphenoloxidase in Beta plant physiol, ۲۴(۱): ۱-۱۵.

Bates, I.S., Waldern, R.P., Teare, I.D. ۱۹۷۳. Rapid determination of free prolin for water stress studies. Plant and Soil, ۳۹: ۲۰۵-۲۰۷.

Chen, Z., M. Zhou, A.I., Newman, J. N. Mendham, G., Zhang, S. ۲۰۰۷. Potassium and sodium relations in salinised barley tissues as a basis of differential salt tolerance. Funct. Plant Biol. ۳٤: ۱٥۰-۱٦۲.

Chiang, L.H., Pell, R.J., Seasholtz, M.B. ۲۰۰۳. Exploring process data with the use of robust outlier detection algorithms. Journal of Process Control, ۱۳: ٤۳۷-٤٤۹.

Cruz de Carvalho, M. ۲۰۰۸. Drought stress and reactive oxygen species. Pl. Signal. Behav, ۳: ۱٥٦-۱٦٥.

Djanaguiramant, M., Vaidyanathan, R., Sheeba A., Durga Devi, D., Bangarusamy, U. ۲۰۰٥. Physiological response of Eucalyptus globules leaf leachate on seedling physiology of rice, *sorghum* and blackgram. International Journal of Agricultural and Biological, ۷ (۱): ۳٥-۳۸.

Foyer, C., Lelandais, M., Kunert, K. ۱۹۹٤. Photooxidative stress in plants. Physiol. Plant. ۹۲: ٦۹٦-۷۱۷.

Golzardi, F., Vazan, S., Moosavinia, H., Tohidloo, G. ۲۰۱۲. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Swallow Wort (*Cynanchum acutum* L). Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, ٤: ٤٥۲٤-٤٥۲۹.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Gill, S.S., Fujita, M. ۲۰۱٤. Drought stress responses in plants, oxidative stress, and antioxidant defense. In: Gill, S.S., Tuteja, N. (ed.): Climate Change and Plant Abiotic Stress Tolerance ۱۸: ۲۰۹-۲٤۹.

Huner, N.P., Hopkins, W.G. ۲۰۰۸. Introduction to Plant Physiology: Wiley, New York. Introduction to Plant Physiology: Wiley, New York.

Kachout, S., Ben Mansoura, A., Jaffel Hamza, K., Leclerc, J. C., Rejeb, M. N., Ouerghi., Z. ۲۰۱۱. Leaf–water relations and ion concentrations of the halophyte Atriplex hortensis in response to salinity and water stress. Acta Physiologia Plantarum, ۳۳:۳۳٥–۳٤۲.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]

Malick, C.P., Singh, M.B. ۱۹۸۰. In Plant Enzymology and Histo Enzymology. Kalani publishers New Delhi, ۲۸۶ p.

Marchner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press.

Mathew, S., Abraham, T.E. ۲۰۰٦. In vitro antioxidant activity and scavenging effects of Cinnamomum verum leaf extract assayed by different methodologies. Journal of Food and Chemical Toxicology, ٤٤: ۱۹۸-۲۰٦.

Miller, G., Suzuki, N., Ciftci-Yilmaz, S. ۲۰۱۰. Reactive oxygen species homeostasis and signaling during drought and salinity stresses. Plant Cell and Enviro, ۳۳: ٤٥۳-٤٦۷.

Sharma, M. L. ۱۹۷۳. Soil physical and physical-chemical variability induced by Artiplex numularia. J. Range Manage. ۲٦: ٤۲٦-٤۳۰.

Sharma, P., Jha, A., Dubey, R., Pessarakli, M. ۲۰۱۲. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. J. Bot, ۱٤: ۱-۲٦.

Werner, J.E., Finkelstein, R. ۱۹۹٥. Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stresses. Phys. Planta. ۹۳: ٦٥۹-٦٦٦.

Yoshida, S., Forno, D.A., Cock, J.H., Gomez, K.A. ۱۹۷٦. Laboratory manual for physiological studies of rice IRRI, Los Banos. Philippines.

Zare Merjerdi, M., Bagheri, A., Bahrami, R., Nabati, J., Masoumi, A. ۲۰۱۲. Effect of drought stress on photosynthetic characteristics, phenolic compounds and radical scavenging activities in different chickpea (*Cicer arietinum L*). Genotypes in hydroponic conditions, ۴(۱۲): ۵۹-۷۷.

Zhang, Z., Liao, L., More, J., Wu, T., Wang, Z. ۲۰۰۹. Antioxidant phenolic compounds from walnut kernels (*Juglans regia* L). Food Chemistry, ۱۳(۱): ۱٥۰-۱٦۰.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-09]