تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰
۲۶۵-۲۷۷
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2744.1720

مقاله پژوهشی

ارزیابی رفتار سبز شدن ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.)، تاج‌خروس‌سفید (*Amaranthus albus* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و خرفه (*Portulaca oleracea* L.) تحت تنش شوری

محمدجواد بابائی زارچ[1]، سهراب محمودی[2*]، سید وحید اسلامی[2]، غلامرضا زمانی[2]

۱. دانشجوی سابق دکتری گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند
۲. دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۶

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر رفتار، چگونگی و میزان سبز شدن ارزن معمولی، خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید، چهار آزمایش جداگانه در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۰ سطح تنش شوری شامل محلول هوگلند با هدایت الکتریکی ۲ دسی زیمنس بر متر به‌عنوان شاهد، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر (حاصل از کلرید سدیم در محلول هوگلند) بود. نتایج نشان داد که بذور ارزن معمولی، خرفه، تاج‌خروس‌سفید و سلمه‌تره به ترتیب تا سطوح ۲۰، ۱۶، ۱۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر توانایی سبز شدن را داشتند. شوری لازم برای کاهش ۵۰ درصد سبز شدن دو گیاه ارزن معمولی و خرفه به ترتیب برابر با ۲۲/۷۷ و ۱۲/۹۴ دسی زیمنس بر متر بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که با افزایش تدریجی تنش شوری درصد سبز شدن دو گیاه سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید نیز کاهشی بوده است اما مقدار عددی شیب مدل برای گیاه سلمه‌تره (۰/۱۸) کمتر از گیاه تاج‌خروس‌سفید (۰/۲۵) بود. در این تحقیق با افزایش تنش شوری از ۲ به ۸ دسی زیمنس بر متر به ترتیب وزن خشک گیاهچه ارزن معمولی، خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید به ترتیب با ۵۵، ۷۳/۸، ۸۰/۷ و ۷۹/۵ درصد کاهش داشت. هم‌چنین نتایج نشان داد که بذور گیاه خرفه در شرایط وجود تنش شوری با میزان ۱۸ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر فاقد هرگونه سبزشدنی بودند اما با برطرف شدن تنش شوری به ترتیب ۳۴ و ۶۲ درصد بذور آن سبز شد. به‌طورکلی نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش درصد سبز شدن چهار گیاه موردبررسی شده است اما گیاه ارزن معمولی توانایی بهتری نسبت به سه علف‌هرز دیگر برای سبز شدن در شرایط تنش شوری از خود نشان داد. هم‌چنین مشخص شد بذور هر سه علف‌هرز موردبررسی پس از قرار گرفتن در یک دوره از تنش و دوره رفع تنش توانایی سبز شدن مجدد و هجوم را دارند.

واژه‌های کلیدی: **محلول هوگلند، سدیم کلرید، بازیابی از تنش، علف‌های هرز، خرفه**

مقدمه

گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک دائماً در معرض انواع تنش‌های محیطی ازجمله تنش شوری قرار دارند (Vaishnav et al., 2015). تنش شوری باعث بر هم‌زدن تعادل جریان یونی سلولی و هم‌چنین افزایش غلظت یون‌های سدیم، کلر، منیزیم، پتاسیم و کلسیم در داخل سلول می‌شود (Suzuki et al., 2016) که نتیجه آن تغییر در فرآیندهای رشدی گیاه است. پاسخ گیاهان مختلف به تنش شوری با یکدیگر بسیار متفاوت است (Chauhan et al., 2013)، چراکه میزان تأثیر منفی این تنش به گیاه علاوه بر وابسته بودن به سطح تحمل شوری گونه تحت تنش، به عواملی هم چون مرحله رشدی و برخی دیگر از عوامل محیطی نیز وابسته است (Heribert, 2009)، اما وجود تنش شوری درنهایت

* نگارنده پاسخگو: سهراب محمودی. پست الکترونیک: smahmoodi@birjand.ac.ir

منجر به کاهش جوانه‌زنی (Shaygan et al., 2017)، سبز شدن (Song et al., 2008)، رشد (Chamekh et al., 2016) و تولید گیاهان (Babaie Zarch and Mahmoodi, 2013) مختلف می‌شود.

بیشتر تحقیقات صورت گرفته حاکی از آن است که حساسیت گیاهان مختلف به شوری در مراحل مختلف رشدی کاملاً متفاوت است. در بسیاری از گیاهان، شاید حساس‌ترین مرحله از چرخه زندگی گیاه نسبت به تنش شوری، مراحل جوانه‌زنی و سبز شدن باشد. جوانه‌زنی و سبز شدن بذور اولین گام مهم در استقرار یک گیاه است که متأثر از بیشتر تنش‌های محیطی است (Cavallaro et al., 2014; Arnold et al., 2014). ترونس و همکاران (Terrones et al.,2016) گزارش دادند که جوانه‌زنی چهار گونه *Tamarix africana*، *T.boveana*، *T.gallica*، *T. parviflora* تحت تنش شوری به‌صورت معنی‌داری کاهش یافته است. دوازده‌امامی و همکاران (Davazdahemami et al., 2010) گزارش دادند که با افزایش تنش شوری آب از صفر به ۳۹ دسی زیمنس بر متر درصد جوانه‌زنی بذور بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica* L.) با ۱۰۰ درصد کاهش از ۹۴ درصد به صفر درصد رسیده است. این در حالی است که درصد سبز شدن آن در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر به صفر درصد رسید. قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2004) گزارش نمودند که با افزایش تنش شوری زمان از کاشت تا سبز شدن گندم نیز افزایش می‌یابد. سلیمی (Salimi, 2011) گزارش داد که بذر اکوتیپ‌های مختلف خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) در پتانسیل اسمزی صفر مگا پاسکال جوانه‌زنی بیشتری دارا بودند و با کاهش پتانسیل اسمزی جوانه‌زنی در اکوتیپ‌هایی مختلف به‌صورت متفاوتی کاهش می‌یابد. علی و همکاران (Ali et al., 2017) گزارش دادند که جوانه‌زنی گیاه *Salsola foetida* در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار برابر با ۶۷ درصد بوده است که با افزایش میزان تنش شوری به ۵۰۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی به زیر ۱۲ درصد رسید. قادری فر و همکاران (Ghadiri Far et al., 2013) گزارش دادند که تغییرات چندانی در جوانه‌زنی چاودار تا شوری ۲۵۷ میلی‌مولار (۷۱/۵- ۷۸ درصد) مشاهده نشد اما با افزایش شوری بعدازاین سطح درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و در شوری ۶۵۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی به صفر رسید. زمان و همکاران (Zaman et al., 2010) روی اثر تنش شوری روی گیاه *S. imbricate* گزارش دادند که درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد (آب مقطر) ۹۵ درصد بود که با افزایش میزان تنش شوری به ۵۰۰ میلی‌مولار به پنج درصد رسید و در شوری ۸۰۰ میلی‌مولار به صفر رسید. بخشی و همکاران (Bakhshi and Mohammadi, 2013) نیز کاهش جوانه‌زنی *Salsola turcamanica* Litw. را با افزایش تنش شوری را گزارش دادند.

در خراسان‌جنوبی (شهرستان بیرجند) که دارای خاک و آب‌شور است، کشت گیاهان تابستانه هم چون ارزن معمولی بعد از برداشت گندم متداول است. ارزن در این منطقه از خرداد تا مردادماه مورد کشت و کار قرار می‌گیرد که ازجمله مهم‌ترین علف‌های هرز آن در مزارع بیرجند شامل سلمه‌تره، تاج‌خروس‌سفید و خرفه است. ازآنجایی‌که آبیاری مزارع ارزن در این منطقه از کشور با آب‌شور و صورت می‌گیرد این آزمایش به‌منظور بررسی رفتار سبز شدن ارزن‌معمولی و سه علف‌هرز خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید تحت تأثیر شوری حاصل سدیم کلرید در محلول هوگلند است.

مواد و روش‌ها

محل اجرا و تیمارهای آزمایش

به‌منظور ارزیابی تأثیر تنش شوری بر چگونگی و میزان سبز شدن ارزن معمولی و سه علف‌هرز خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید، چهار آزمایش جداگانه در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۰ سطح تنش شوری شامل محلول هوگلند با هدایت الکتریکی ۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان شاهد، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر (حاصل از کلرید سدیم در محلول هوگلند) بود.

تهیه و اسیدشویی ماسه مورداستفاده

ماسه موردنظر از یک واحد شن‌شویی واقع در بیرجند تهیه گردید. ماسه موردنظر در ابتدا از الک دو میلی‌متری و سپس از الک یک میلی‌متری عبور داده شد. برای شستشوی ماسه به جهت عاری شدن از هرگونه آلودگی، خاک و مواد غذایی، از اسیدکلریدریک ۰/۱ مولار استفاده شد. برای این منظور مخزن‌های صد لیتری تهیه و ۴۰ کیلوگرم شن در آن ریخته شد. سپس ۵۰ لیتر محلول اسید موردنظر با آن اضافه و به هم زده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت شیر خروجی از ته

مخزن باز تا آب‌اسید خارج شود سپس مراحل فوق سه مرتبه همراه با آب مقطر تکرار شد و درنهایت ماسه‌ها در آفتاب خشک شدند.

تهیه بذور گیاهان

برای اجرای این تحقیق بذور ارزن معمولی رقم پیش‌آهنگ از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. بذور علف‌های هرز موردنظر نیز از تابستان ۱۳۹۴ از مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند جمع‌آوری شد. قبل از اجرای آزمایش آزمون جوانه‌زنی و سبز شدن برای هر چهار گیاه صورت گرفت. در آزمون جوانه‌زنی ۲۵ عدد بذر از هر چهار گیاه در پتری دیش به قطر ۶ سانتی‌متر قرار داده شد و پس از افزودن چهار میلی‌لیتر آب مقطر با استفاده از پارافیلم درزگیری شده و در ژرمیناتور با ۱۲ ساعت روز و دمای ۲۵ درجه روزانه و ۱۵ درجه شبانه به مدت ۱۴ روز قرار داده شد. درصد جوانه‌زنی بذور ارزن، خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید به ترتیب برابر با ۹۳/۳، ۸۴، ۸۶/۶ و ۹۷/۳ درصد بود. برای آزمون سبز شدن نیز خاک با بافت بومی شنی در گلدان ۱/۵ لیتری ریخته، سپس ۲۵ عدد بذر نیز در عمق یک سانتی‌متری کشت شد. آبیاری نیز تا ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بر اساس ۱۰ درصد تخلیه صورت گرفت. میزان سبز شدن بذور ارزن معمولی، خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید به ترتیب برابر با ۹۶، ۳۴/۶، ۲۱/۳ و ۶۸ درصد بود.

تهیه محلول غذایی با شوری‌های مختلف

برای تهیه محلول غذایی در این تحقیق از فرمول هوگلند استفاده شد. کلیه نمک‌های مورداستفاده ساخت شرکت مِرک آلمان بود. برای تهیه محلول غذایی از آب مقطر (با هدایت الکتریکی ۶±۲۰ میکرو زیمنس بر متر) استفاده شد. کلیه عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌صورت استوک تهیه گردید (جدول ۱). برای تهیه محلول غذایی با شوری‌های مختلف از نمک سدیم کلرید استفاده شد. برای این منظور مقادیر مختلف نمک به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول آماده‌شده هوگلند اضافه گردید تا مقدار نمک موردنظر برای هر سطح شوری محاسبه گردد. درنهایت با استفاده از EC متر صحت شوری (۲۵۰± میکرو زیمنس بر متر) موردنظر بررسی گردید.

جدول ۱. غلظت‌ها و نمک‌های مورداستفاده برای تهیه محلول استوک هوگلند

Table 1. Concentrations and salts used to prepare Hoagland Stoke solution

	ترکیبات Compound	وزن مولکولی Molecular weight ($g.mol^{-1}$)	غلظت محلول استوک Concentration of stock solution		حجم محلول استوک در هر لیتر محلول نهایی Volume of stock solution per liter of final solution (mL)
			mM	$g.L^{-1}$	
پرمصرف Macro-nutrients	KNO_3	101.10	1000	101.10	6
	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	236.16	1000	236.16	4
	$NH_4H_2PO_4$	115.08	1000	115.08	2
	$MgSO_4.7H_2O$	246.48	1000	246.49	1
کم‌مصرف Micro-nutrients	KCl	74.55	25	1.864	2
	H_3BO_3	61.83	12.5	0.773	
	$MnSO_4.H_20$	169.01	1	0.269	
	$ZnSO_4.7H_2O$	287.54	1	0.288	
	$CuSO_4.5H_2O$	249/68	0.25	0.062	
	H_2MoO_4 (85% MoO_3)	161.97	0.25	0.040	
	(10% Fe) NaFeDTPA	468.2	64	30	1-0.3

نحوه اعمال تیمارهای آزمایش

واحدهای آزمایشی در این تحقیق شامل گلدان‌هایی به حجم ۱/۵ لیتر بود. در کف هر گلدان دولایه پارچه نخی قرار داده شد تا آب زهکش به‌راحتی از هر گلدان خارج گردد. پس از پر کردن هر گلدان با ماسه اسیدشویی شده، ۲۵ عدد بذر از هر چهار گیاه به‌صورت جداگانه در عمق یک سانتی‌متری از سطح شن قرار داده شد. اولین آبیاری بلافاصله صورت گرفت. آبیاری گلدان‌ها یک الی دو بار در روز بود تا ۲۵ درصد آب زهکش از زیر هر گلدان جاری شود. شمارش گیاهچه‌های سبز شده روزانه صورت گرفت. پس از گذشت ۱۵ روز از اولین آبیاری، گیاهچه‌های سبزشده حذف شد سپس پس از گذشت ده روز، آبیاری مجدد گلدان‌ها با آب مقطر صورت گرفت.

آبیاری گلدان با آب مقطر نیز دو هفته به طول انجامید و درنهایت درصد گیاهچه‌های مجدد سبزشده ثبت گردید.

نحوه آنالیز داده‌ها

برای بررسی پاسخ هر گیاه به تنش شوری درصد سبز شدن هر گیاه به‌صورت آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بدون در نظر گرفتن تیمارهایی که درصد سبز شدن صفر بود مورد تجزیه واریانس قرار گرفت؛ بنابراین درجه آزادی تیمارهای شوری برای ارزن معمولی، تاج‌خروس‌سفید، سلمه‌تره و خرفه به ترتیب برابر با ۹، ۵، ۵ و ۷ بود. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. برای تجزیه واریانس از رویه GLM[1] و مقایسه میانگین نیز با LSD[2] محافظت‌شده در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. برای درک بهتر از تغییرات درصد سبز شدن و وزن خشک گیاهچه از مدل‌های لجستیکی و نمایی استفاده شد. رسم دیگر نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت. هم‌چنین برای توصیف پاسخ هر یک از گیاهان به تنش شوری از یک مدل نمایی سه پارامتری (رابطه ۱) و یک مدل نمایی دو پارامتری (رابطه ۲) استفاده شد.

$$G=G_{max}/\{1+exp[-(x-x_{50})G_{rate}]\} \quad [۱]$$

$$G= a \times exp(-G_{rate} \times x) \quad [۲]$$

در روابط فوق، G مقدار متغیر موردنظر تحت غلظت شوری x، G_{max} حداکثر مقدار متغیر موردنظر، x_{50} غلظتی از تنش شوری است که باعث کاهش ۵۰ درصد مقدار متغیر موردنظر می‌شود، G_{rate} نشان‌دهنده شیب تغییرات و a حداکثر مقدار متغیر موردبررسی طبق برآورد مدل است.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که آغاز سبز شدن هر چهار گونه گیاهی موردبررسی در این تحقیق تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفته است (شکل ۱). در این تحقیق بذور ارزن معمولی، خرفه، تاج‌خروس‌سفید و سلمه‌تره به ترتیب تا سطوح ۲۰، ۱۶، ۱۲ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر توانایی سبز شدن را داشتند. خان و گل (Khan and Gul, 2006) به این نکته اشاره داشته‌اند که عدم جوانه‌زنی بذر بحث تنش شوری، حاصل ممانعت کامل فرآیندهای جوانه‌زنی در سطوح بالاتر از تحمل آن‌گونه به تنش شوری است. کاهش جوانه‌زنی و سبز شدن بذور در سطوح بالای تنش شوری امری بدیهی است اما نتایج نشان داد که بذور ارزن معمولی و خرفه توانایی خوبی برای سبز شدن در سطوح بالای تنش شوری را داشتند. در این راستا گلدانی و فرجیان مشهدی (Goldani and Farajian Mashhadi, 2014) گزارش دادند که جوانه‌زنی ارزن پادزهری (*Panicum antidotale*) تا شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر و هم‌چنین رحیمی و کافی (Rahimi and Kafi, 2009) نیز گزارش دادند که جوانه‌زنی خرفه تا شوری ۳۵ دسی زیمنس بر متر برقرار بود بنابراین به نظر می‌رسد تحمل خوبی نسبت به تنش شوری در مرحله سبز شدن داشته باشند.

زمان شروع سبز شدن اولین بذور ارزن معمولی تا شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر (شکل ۱، الف)، تاج‌خروس‌سفید (شکل ۱، د) تا شوری هشت دسی زیمنس بر متر از سه روز پس از کاشت بود. این در حالی است که بذور سلمه‌تره (شکل ۱، ج) تا شوری شش دسی زیمنس بر متر چهار روز پس از کاشت و بذور خرفه (شکل ۱، ب) در شوری دو دسی زیمنس بر متر دو روز پس از کاشت سبز شدند. گیاه ارزن معمولی در پنج روز ابتدایی پس از کاشت تا شوری ۱۸ دسی زیمنس بر متر جوانه‌زده و سبز شدند و در شوری‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر به ترتیب با ۹۰/۶، ۸۹/۳، ۹۰/۶، ۹۳/۳ و ۹۳/۳ درصد به بیشترین میزان سبز شدن خود رسیدند. در شوری‌های ۱۸ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر نیز بذور ارزن معمولی در ۱۲ و ۱۴ روز پس از کاشت به بالاترین درصد سبز شدن رسیدند. درصد سبز شدن بذور خرفه در پنجمین روز پس از کاشت در سطوح ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به بیشترین درصد سبز شدن رسید. در گیاه سلمه‌تره نیز سبز شدن تا ۱۲ روز پس از کاشت در سطوح پایین تنش شوری مشاهده شد، به‌گونه‌ای که بیشترین درصد سبز شدن در همین روز در شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به میزان ۳۷/۳ درصد مشاهده شد. این در حالی است که در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر بیشترین درصد سبز شدن در ششمین روز پس از کاشت حاصل شد. هم‌چنین نتایج نشان داد که در هشتمین روز پس از کاشت در شوری‌های ۲ و ۴ دسی زیمنس بر متر بیشترین درصد سبز شدن بذور تاج‌خروس‌سفید به میزان ۶۱/۳ و ۳۷/۳ درصد حاصل شده است.

[1] General Linear Model

[2] Least Significant Difference

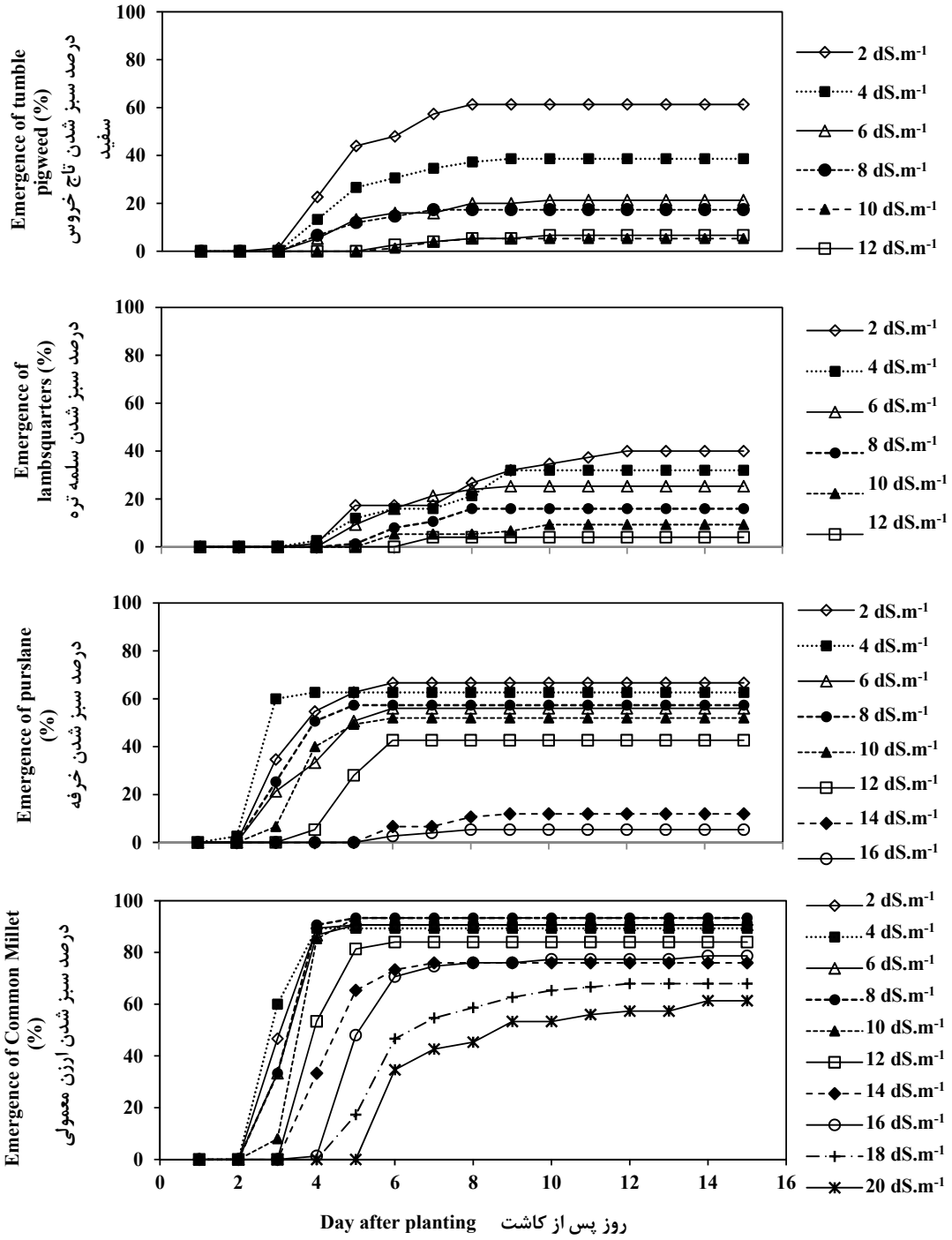
نتایج تحقیقات دیگران نیز نشان می‌دهد که وجود تنش شوری با سطوح مختلف علاوه بر تأثیر روی درصد بر زمان ظهور گیاهچه گیاهان مقاومتی حتی *Atriplex halimus* (Shaygan et al., 2017)، اثر گزار بوده است؛ بنابراین هنگام کشت مستقیم بذر در خاک با اهداف مختلف، شرایط آب‌وخاک نقش بسیار مهمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد (Arnold et al., 2014; Arnold et al., 2013 and Audet et al., 2013) که بذور کشت‌شده به چه میزان توانایی جوانه‌زنی و سبز شدن موفق را داشته باشند که این مورد بسته به نوع گونه گیاهی کشت‌شده کاملاً متفاوت است. در این تحقیق به نظر می‌رسد ارزن معمولی توانایی بهتری برای طی نمودند مراحل جوانه‌زنی و سبز شدن تحت تنش شوری نسبت به سه علف‌هرز دیگر را دارد که این مورد می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز در شرایط وجود تنش شوری بسیار حائز اهمیت باشد.

نتایج هم‌چنین نشان داد که درصد سبز شدن نهایی بذور ارزن معمولی از شوری ۲ تا ۱۲ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نداشته، اما از شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر کاهش جوانه‌زنی معنی‌دار بوده و نسبت به شوری ۲ دسی زیمنس بر متر با ۱۶ درصد کاهش به میزان ۷۶ درصد رسید. بین شوری‌های ۱۴، ۱۶ و ۱۸ دسی زیمنس نیز تفاوت معنی‌داری در کاهش درصد سبز شدن بذور ارزن مشاهده نشد. برای گیاه ارزن معمولی در شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر کمترین درصد سبز شدن به میزان ۶۱/۳ درصد به دست آمد. هم‌چنین با افزایش تنش شوری از ۲ به ۴، ۶، ۸، ۱۰ دسی زیمنس بر متر درصد سبز شدن بذور تاج‌خروس‌سفید به ترتیب با ۳۷، ۶۵، ۷۲، ۹۱ و ۸۹ درصد کاهش و درصد سبز شدن بذور سلمه‌تره به ترتیب با ۲۰، ۳۶، ۶۰، ۷۶ و ۹۰ درصد کاهش همراه بود. بذور تحت تنش خرفه نیز بیشترین درصد سبز شدن را در شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به میزان ۶۶/۶ و کمترین میزان سبز شدن را شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر با کاهش ۹۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشت.

کاهش درصد نهایی سبز شدن و جوانه‌زنی بسیاری از گیاهان ازجمله گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز مقاوم به تنش شوری همچون آتریپلکس (Shaygan et al., 2017)، کینوا (Salehi et al., 2018)، سلمه‌تره (Eslami et al., 2006)، تاج‌خروس‌وحشی (Zaferanieh et al., 2010) با افزایش میزان تنش شوری گزارش شده است اما عوامل بسیار زیادی می‌تواند در این کاهش دخیل باشد. به نظر می‌رسد که کیفیت نامناسب جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار ناکافی از معضل‌هایی است که بسیاری از گیاهان در مناطق مختلف با آن مواجه هستند و بذرهای با کیفیت و قدرت بالاتر می‌توانند بهتر سبز شده و در مواجه‌شدن با تنش‌های محیطی درصد سبز بالاتری را داشته و درنهایت گیاهچه‌های بهتری را تولید کند. چراکه کاهش جوانه‌زنی بذر در اثر تنش اسمزی به کاهش رطوبت سلول و تأثیر آن بر ساخت پروتئین‌ها و ترشح هورمون‌ها نسبت داده شده است بنابراین با دلیل کاهش پتانسیل آب سلول‌های در حال رشد درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تنش کاهش می‌یابد (Cramer et al., 1991 and Krishramurthy et al., 1998). به‌طوری کلی شوری کاهش درصد نهایی سبز شدن را برای هر چهار گیاه به همراه داشته اما این کاهش برای بذور ارزن معمولی کمتر بود و بذور تا شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر نیز ادامه داشته است.

در این تحقیق با توجه به نوع کاهش نسبی درصد سبز نهایی برای هر چهار گیاه، برای دو گیاه خرفه و ارزن معمولی ($P<۰/۰۱$) از برازش سیگموئیدی (شکل ۲- الف) و برای تاج‌خروس‌سفید و سلمه‌تره ($P<0.01$) (شکل ۲، ب) از برازش نمایی استفاده شد. بر اساس مدل ارائه‌شده برای دو گیاه ارزن معمولی و خرفه میزان شوری لازم برای کاهش ۵۰ درصد میزان درصد سبز شدن بذور به ترتیب برابر با ۲۲/۷۷ و ۱۲/۹۴ دسی زیمنس بر متر بود.

هم‌چنین نتایج نشان داد که با افزایش تدریجی تنش شوری درصد سبز شدن دو گیاه سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید نیز کاهشی بوده است اما مقدار عددی شیب مدل برای گیاه سلمه‌تره (۰/۱۸) کمتر از گیاه تاج‌خروس‌سفید (۰/۲۵) بود؛ که بر اساس آزمون t تفاوت معنی‌داری بین این دو گیاه برقرار بود ($t=۱۲/۴۶، P<۰/۰۱$).



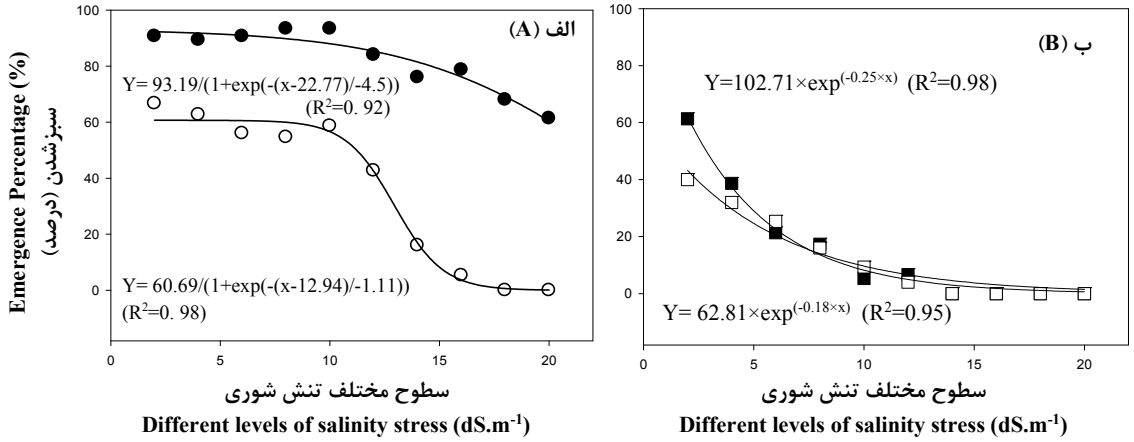
شکل ۱. سبز شدن تجمعی ارزن معمولی، خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری

Fig. 1. Cumulative emergence of common millet, common purslane, lambsquarters and tumble pigweed under different levels of salinity stress

نتایج هم‌چنین نشان داد (شکل ۳ و ۴) که وزن خشک گیاهچه هر چهار گونه موردبررسی تحت تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف تنش شوری قرار گرفته است. در این تحقیق برای هر چهار گیاه ارزن معمولی (۰/۰۵۸ گرم)، خرفه (۰/۰۵۴ گرم)،

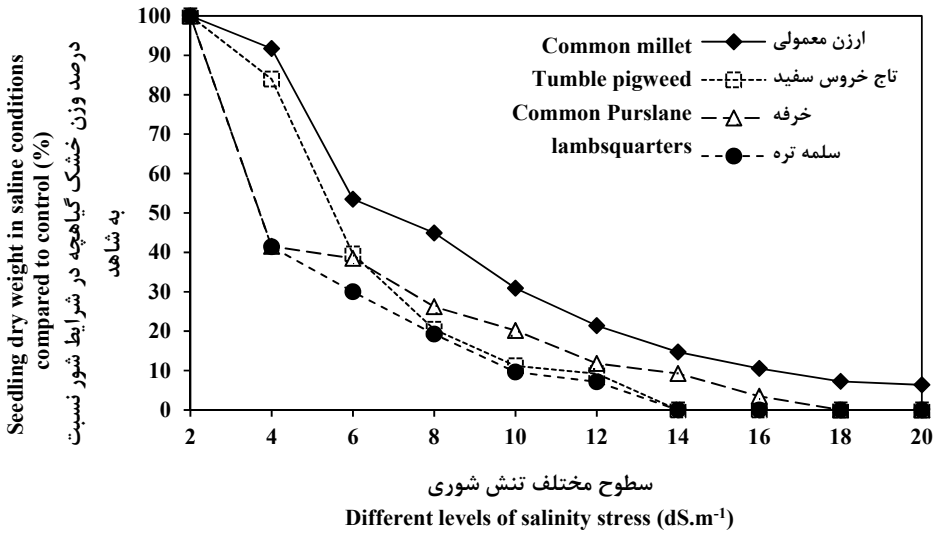
سلمه‌تره (۰/۰۲۳ گرم) و تاج‌خروس‌سفید (۰/۰۲۵ گرم) در سطح تنش شوری ۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شده است. برای گیاه ارزن و تاج‌خروس‌سفید نتایج نشان داد که در شوری ۲ و ۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری برای وزن خشک گیاهچه مشاهده نشده است. افزایش شوری از ۲ با ۴ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه خرفه شد اما با افزایش تنش شوری از ۴ تا ۸ دسی زیمنس بر متر اگرچه کاهش وزن خشک وجود داشت اما این کاهش معنی‌دار نبود. به‌طوری کلی با افزایش تنش شوری از ۲ به ۸ دسی زیمنس بر متر به ترتیب وزن خشک ارزن معمولی، خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید به ترتیب با ۵۵، ۷۳/۸، ۸۰/۷ و ۷۹/۵ درصد کاهش همراه بود، هم‌چنین با افزایش تنش شوری از ۸ به ۱۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب با ۶۶، ۸۲، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد کاهش داشته است. نتایج هم‌چنین نشان داد که روند درصد تغییرات وزن خشک گیاهچه در شرایط شور نسبت به شاهد برای چهار هدف یکسان بوده و با افزایش تدریجی تنش شوری کاهش شدید وزن خشک گیاهچه در تیمار ۶ دسی زیمنس بر متر (۴۰ الی ۵۰ درصدی) را در پی داشته است (شکل ۳).

کاهش پارامترهای رشد در گیاهی که در شرایط شور قرار گرفته است ممکن است به دلیل ایجاد اثر اسمزی ناشی از تنش شوری باشد که باعث به هم‌زدن تعادل آبی گیاه، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و درنهایت جلوگیری از رشد می‌شود. به‌علاوه کاهش رشد گیاهان تنش دیده ممکن است حاصل تجمع یون‌های سمی، جذب ضعیف عناصر غذایی و یا آسیب به اندامک‌های سلولی باشد (Kattab, 2007). در این راستا آقایی و همکاران (Aghaei et al., 2015) با بررسی تنش شوری بر گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) گزارش کردند که با افزایش تنش، وزن خشک کاهش یافته است. با توجه به اینکه وزن خشک معیار مناسبی از عملکرد فتوسنتزی و رشد در گیاهان است کاهش این صفت نشان‌دهنده کاهش میزان فتوسنتز و رشد در گیاهان تحت تنش است که می‌تواند به دلیل سمیت یونی حاصل از تجمع یون‌های سدیم و کلر باشد. هم‌چنین گزارش شده است برای وقوع جوانه‌زنی نیاز به تولید آنزیم‌های هیدرولیز کننده مانند آمیلاز، پروتئاز و فسفاتاز بوده که مسئول هیدرولیز مواد ذخیره‌ای بذر هستند، این ترکیبات هیدرولیز شده در تولید بافت‌های گیاهچه‌ای در مرحله جوانه‌زنی مورداستفاده واقع می‌شوند. ازآنجاکه در شرایط تنش دسترسی بذر به رطوبت کاهش می‌یابد (Prisco et al., 1992) لذا عمل هیدرولیز مواد ذخیره‌ای، جهت تولید بافت‌های گیاهچه‌ای با مشکل مواجه شده و وزن گیاهچه کاهش می‌یابد.



شکل ۲: تأثیر تنش شوری بر درصد سبز شدن بذور. الف: ارزن معمولی (●) و خرفه (○). نقاط نشانگر مقادیر واقعی صفات اندازه‌گیری شده و خط رسم شده نمایانگر مدل سیگموئیدی برازش داده شده است. ب: تاج‌خروس‌سفید (■) و سلمه‌تره (□) نقاط نشانگر مقادیر واقعی صفات اندازه‌گیری شده و خط رسم شده نمایانگر مدل کاهشی نمایی برازش داده شده است.

Figure 2: The effect of salinity on the seed emergence percentage. A: Common millet (●) and common purslane (○). The points represents the actual values of the measured traits and the drawn line represents the fitted Sigmoid model. B: tumble pigweed (■) and lambsquarters (□) the points represents the actual values of the measured traits and the drawn line represents the exponential reduced model.



شکل ۳. تغییرات وزن خشک گیاهچه ارزن معمولی، تاج‌خروس‌سفید، خرفه و سلمه‌تره در شرایط شور نسبت به شاهد برحسب درصد.

Fig. 3. Changes in dry weight of common millet, common purslane, lambsquarters and tumble pigweed in saline conditions compared to control in percentage

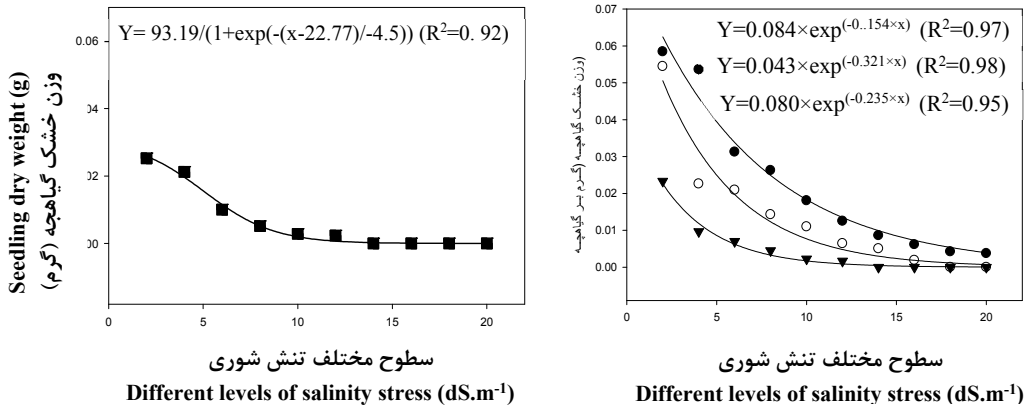
در این تحقیق با توجه به نوع کاهش نسبی وزن خشک گیاهچه برای هر چهار گیاه، برای گیاه تاج‌خروس‌سفید از برازش سیگموئیدی ($P<۰/۰۱$) (شکل ۴، الف) و برای ارزن معمولی خرفه و سلمه‌تره ($P<۰/۰۱$) از برازش نمایی (شکل ۴، ب) استفاده شد. بر اساس مدل ارائه‌شده برای گیاه تاج‌خروس‌سفید میزان شوری لازم برای کاهش ۵۰ درصد وزن خشک گیاهچه برابر با ۵/۰۴ دسی زیمنس بر متر بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که با افزایش تدریجی تنش شوری وزن خشک گیاهچه برای سه گیاه ارزن معمولی، سلمه‌تره و خرفه نیز کاهشی بوده است. مقدار عددی شیب مدل برای گیاه سلمه‌تره (۰/۳۲۱) و ارزن معمولی (۰/۱۵۴) بر اساس آمون t معنی‌دار بود ($t=۰/۹۰۶، P<۰/۰۵$). هم‌چنین شیب کاهش وزن خشک گیاه بین دو گیاه سلمه‌تره (۰/۳۲۱) و خرفه (۰/۲۳۵) بود بر اساس آزمون t معنی‌دار بود ($t=۲/۴۵، P<۰/۰۵$). شیب کاهش وزن خشک گیاه بین دو گیاه خرفه (۰/۲۳۵) و ارزن معمولی (۰/۱۵۴) نیز بر اساس آزمون t معنی‌دار بود ($t=۲/۶۸، P<۰/۰۱$)؛ بنابراین به نظر می‌رسد کاهش کمتر وزن خشک گیاهچه ارزن معمولی نسبت به علف‌های هرز با افزایش تنش شوری اتفاق افتاده است.

در این تحقیق پس از اطمینان از عدم سبز شدن بذور در تمام گلدان‌ها (۱۰ روز گلدان‌ها هیچ‌گونه آبیاری نداشتند)، جهت ارزیابی میزان توان بازیابی بذور گیاهان از تنش شوری، آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر صورت گرفت. در این شرایط بذور سبز نشده ارزن معمولی موجود در گلدان‌ها، در هیچ‌یک از سطوح تنش شوری توانایی سبز شدن مجدد را نداشتند (شکل ۵، الف). بذور تاج‌خروس‌سفید پس از رفع تنش شوری، توانایی سبز شدن و بازیابی در تمام سطوح تنش شوری با درصدهای متفاوت را نشان داد، اما با افزایش شدت تنش شوری به ۲۰ دسی زیمنس بر متر درصد بذور سبزشده پس از بازیابی از تنش شوری کاهش یافت. بیشترین سبز شدن بذور بازیابی شده تاج‌خروس‌سفید در شوری چهار دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۵، ب). در گیاه سلمه‌تره که از خانواده گیاهان شورپسند نیز است، در شوری‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر (سطوح پایین تنش شوری) پس از بازیابی، بیشترین درصد سبز شدن مشاهده گردید. در شرایط وجود سطوح بالای تنش شوری روی بذور سلمه‌تره، اگرچه بذور سبز نشدند اما با بازیابی بذور از تنش شوری، سبز شدن اتفاق افتاد اما تفاوت معنی‌داری برای سطوح ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ مشاهده نشد (شکل ۵، د).

بذور خرفه پاسخ متفاوت‌تری نسبت به سه گیاه دیگر به سبز شدن بذور پس از برطرف شدن تنش شوری نشان داد (شکل ۵، ج). در شرایط وجود تنش شوری ۱۸ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر بذور خرفه فاقد هرگونه سبزشدنی بودند اما با برطرف شدن تنش شوری به ترتیب ۳۴ و ۶۲ درصد سبز

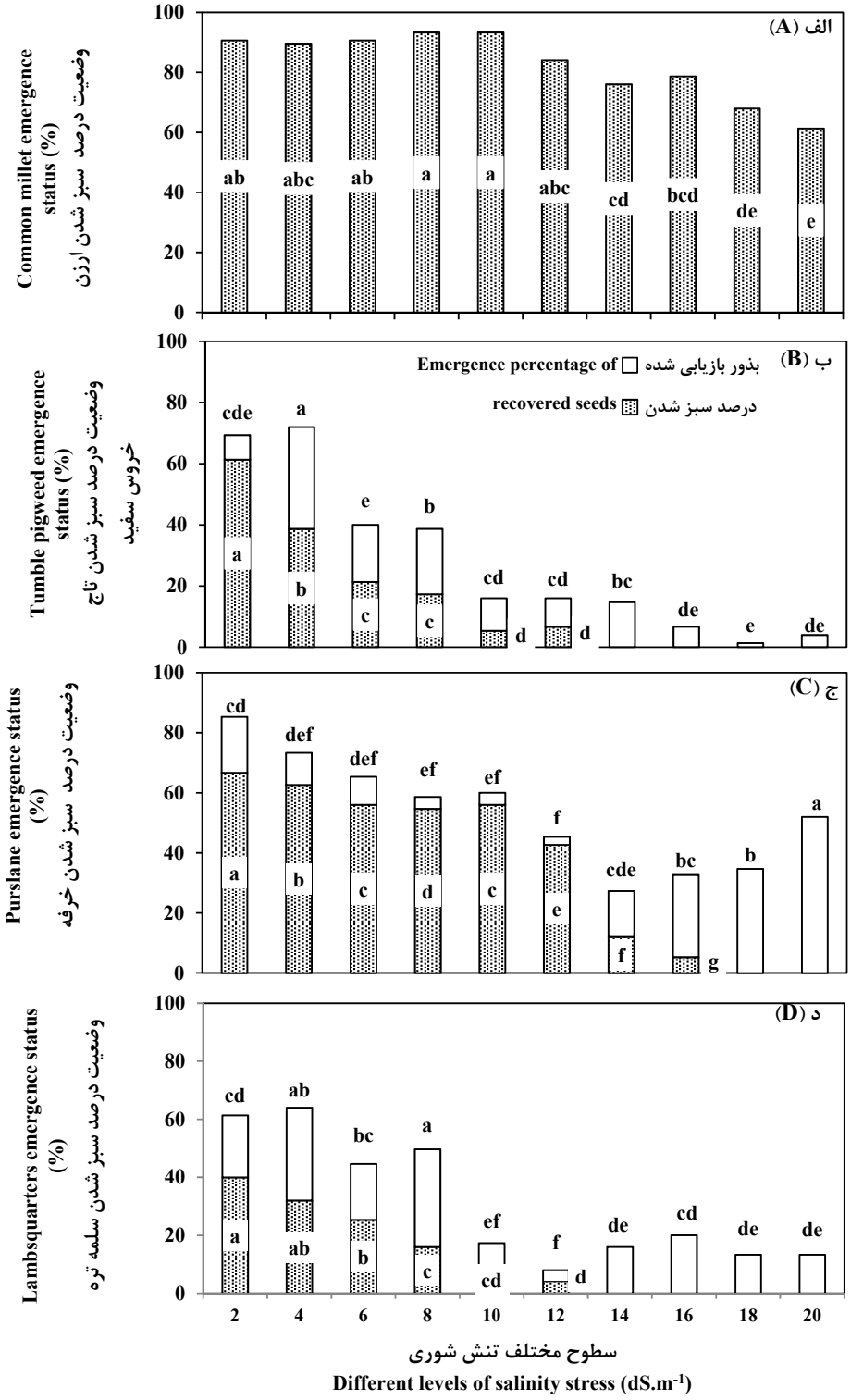
شدن را نشان داد. در شرایط وجود تنش خفیف درصد بذور سبزشده پس از بازیابی ۱۸ درصد بود که با افزایش شدت تنش شوری تا ۱۲ دسی زیمنس بر متر کاهش و سپس افزایش یافت. حضور یون‌های نمک به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی محلول، جذب آب توسط بذر را کاهش داده و در مراحل اولیه موجب تنش کمبود آب می‌گردد (Kafi et al., 2015)، اما به‌تدریج اثرات سمی یون‌های موجود ازجمله سدیم و کلر سبب القاء تنش شوری در گیاه می‌شود که درنتیجه جوانه‌زنی و سبز شدن بذور کاهش می‌یابد (Soltani et al., 2006). افزایش غلظت نمک باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذر و به تأخیر افتادن فرآیندهای اولیه جوانه‌زنی می‌گردد (Mer et al., 2000; Kaya et al., 2008; Okcu et al., 2005) و حتی در سطوح بالا منجر به ممانعت کامل این فرآیند خواهد شد (Delgado Sanchez-Raya, 2007). به گفته خان و همکاران (Khan and Gul, 2006) در شرایط وجود تنش شوری بسته به تحمل نوع گونه گیاهی و میزان تنش شوری، از فرآیندهای جوانه‌زنی ممانعت کامل صورت می‌گیرد که درنتیجه آن کاهش قوه نامیه بذور یا برهم خوردن تعادل تنظیم‌کننده‌های رشد یا فعالیت آنزیم‌ها حادث می‌شود؛ بنابراین برای گیاهان خرفه، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید مشخص شد که گیاه در شرایط مواجه با تنش شوری، در مرتبه اول ممانعت لازم برای عدم جوانه‌زنی و سبز شدن بذور را انجام می‌دهد که در این تحقیق برای گیاه خرفه و سلمه‌تره در سطوح ۱۲ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر صورت گرفت.

نتایج نشان داد که با افزایش میزان تنش شوری به مدت طولانی از قدرت نامیه بذور کاسته گردید اما توانایی گونه‌های مختلف در میزان و سرعت کاهش آن بسیار متفاوت بود. در این تحقیق مشخص شد بذور خرفه‌ای که تحت تنش شدید قرارگرفته‌اند نسبت به بذور سه گیاه ارزن معمولی، تاج‌خروس‌سفید و سلمه‌تره از توانایی بالاتری برای حفظ قوه نامیه برخوردار هستند و در شرایط رفع تنش با سبز شدن مجدد به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد و می‌تواند با تولید بذر این ویژگی را همراه با کیفیت بیشتر به نسل بعدی انتقال دهد.



شکل ۴. تأثیرتنش شوری بر وزن خشک گیاهچه. الف: تاج‌خروس‌سفید (■). نقاط نشانگر مقادیر واقعی صفات اندازه‌گیری شده و خط رسم شده نمایانگر مدل سیگموئیدی برازش داده شده است. ب: ارزن معمولی (●)، خرفه (○) و سلمه‌تره (▼) نقاط نشانگر مقادیر واقعی صفات اندازه‌گیری شده و خط رسم شده نمایانگر مدل کاهشی نمایی برازش داده شده است.

Fig. 4. Effect of salinity on seedling dry weight. A: tumble pigweed (■). The points represents the actual values of the measured traits and the drawn line represents the fitted sigmoid model. B: Common millet (●), common purslane (○) and lambsquarters (▼). The points represents the actual values of the measured traits and the drawn line represents the exponential reduced model.



شکل ۵. مقایسه میانگین درصد سبز شدن و درصد سبز شدن بذور بازیابی شده از تنش برای گیاهان موردبررسی تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری. الف: ارزن معمولی، ب: تاج‌خروس‌سفید، ج: خرفه و د: سلمه‌تره

Fig. 5. Mean comparison of emergence percentage and emergence percentage of recovered seeds for the studied plants under the influence of different levels of salinity stress. A: Common millet, B: tumble pigweed, C: common purslane and D: Lambsquarters

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج نشان داد که تنش شوری باعث تغییر در رفتار سبز شدن ارزن معمولی و سه علف‌هرز خرفه، تاج‌خروس‌سفید و سلمه‌تره را به همراه دارد. در این تحقیق ارزن معمولی تا شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر، سلمه‌تره و تاج‌خروس‌سفید تا سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر و خرفه تا سطح ۱۶ دسی زیمنس بر متر توانایی سبز شدن داشتند. هم‌چنین نتایج نشان داد که در صورت حذف تنش شوری بذور خرفه در سطح ۲۰ دسی زیمنس بر متر توانایی سبز شدن بیش از ۶۰ درصد را داشت اما سه گیاه دیگر از این ویژگی برخوردار نبودند؛ بنابراین اگرچه ارزن معمولی در شرایط وجود تنش شوری نسبت به سه علف‌هرز دیگر از سبز شدن و استقرار بهتری برخوردار است اما در شرایط وجود تنش شوری و حذف آن امکان هجوم این سه علف‌هرز وجود دارد.

منابع

Aghaei, K., Taei, N., Kanani, MR., yazdani, M., 2015. Effect of salt stress on some physiological and biochemical parameters of two Salvia species. Journal of Plant Process and Function. 3(9), 85-96. [In Persian with English Summary].

Ali, H.H., Naeem, M., Ali, H.H., Tanveer, A., Mansoor, J.M., Peerzada, A.M., Chauhan. B.S., 2017. Effect of environmental factors on germination of *Salsola foetida*: Potential species for rehabilitation of degraded rangelands. Rangeland Ecology and Management. 70(5), 638-643.

Arnold, S., Audet, P., Doley, D., Baumgartl, T., 2013. Hydropedology and ecohydrology of the Brigalow Belt, Australia: opportunities for ecosystem rehabilitation in semiarid environments. Vadose Zone Journal. 12, 1–10.

Arnold, S., Kailichova, Y., Baumgartl, T., 2014. Germination of *Acacia harpophylla* (Brigalow) seeds in relation to soil water potential: implications for rehabilitation of a threatened ecosystem. PeerJ 2:e268 https://doi.org/10.7717/peerj.268

Audet, P., Arnold, S., Lechner, A., Baumgartl, T., 2013. Site-specific climate analysis elucidates revegetation challenges for post-mining landscapes in eastern Australia. Biogeosciences.10, 6545–6557.

Babaie Zarch, M.J., Mahmoodi, S., 2013. Competition of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale*) under different levels of soil salinity using replacement series experiment. Cereal Research. 3(4), 281-290. [In Persian with English Summary].

Bakhshi, K.G., Mohammadi, B., 2013. Ecological study of some species of the genus Salsola (*Chenopodiaceae*) in Golestan Province. New Cellular and Molecular Biotechnology Journal. 2, 45–52.

Cavallaro, V., Maucieri, C., Barbera, A.C., 2014. *Lolium multiflorum* Lam. cvs germination under simulated olive mill wastewater salinity and pH stress. Journal of Ecological Engineering. 71, 113–117.

Chamekh Z., Ayadi S., Karmous C., Trifa Y., Amara H., Boudabbous K., Yousfi S., Dolors Serret M., Araus J.L., 2016. Comparative effect of salinity on growth, grain yield, water use efficiency, 13C and 15N of landraces and improved durum wheat varieties. Plant Science. 251, 44–53.

Chauhan, B.S., Abugho, S.B., Amas, J.C., Gregorio, G.B., 2013. Effect of salinity on growth of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), horse purslane (*Trianthema portulacastrum*), junglerice (*Echinochloa colona*), and rice. Weed Science. 61, 244–248.

Cramer, G.R., Epstein, E., Lauchli, A., 1991. Effect of sodium, potassium and calcium on salt – stressed barley. II. Element analysis. Physiologia Plantarum. 81, 187-292.

Davazdah Emami, S., Jahansooz, M.R., Mazaheri, D., Sefidkon, F., 2010. Effects of irrigation water salinity on germination, emergency, biological yield, essence quality and quantity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). Plant Production Technology. 2(1), 25-34. [In Persian with English Summary].

Delgado, I.C., Sanchez-Raya, A.J., 2007. Effects of sodium chloride and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life.

Soil Science and Plant Nutrition. 38, 2013-2027.

Eslami, S.V., Gill, G.S., Bellotti, B., McDonald, G., 2006. Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. Weed Science. 54, 749-756.

Ghadiri Far, F., Alimagham, Q.M., Rezaei Moghaddam, H., Haghighi, M., 2013. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of rye (*Secale cereale* L.) as a volunteer plant in wheat fields. Journal of crop production. 5(4), 121-134. [In Persian with English Summary].

Ghorbani, M.H., Zainali, E., Soltani, A., Galeshi, S., 2004. The effect of salinity on growth, yield and yield components in two wheat cultivar. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 10(4), 5-13. [In Persian with English Summary].

Goldani, M., Farajian Mashhadi, M.A., 2014. Short Communication: Effect of salinity stress on germination and seedling growth characteristics of blue panic grass (*Panicum antidotale* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences. 6(2), 189-194. [In Persian with English Summary].

Heribert, H., 2009. Plant Stress Biology: From Genomics to Systems Biology. Published by Wiley-Blackwell. P, 274.

Kattab, H., 2007. Role of glutathione and polyadenylic acid on the oxidative defense systems of two different cultivars of canola seedlings grown under saline condition. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 1, 323-334.

Kaya, M., Kaya, G., Kaya, M.D., Atak, M., Saglam, S., 2008. Interaction between seed size and NaCl on germination and early seedling growth of some Turkish cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Zhejiang University Science. 9, 371-377.

Khan, M.A., Gul, B., 2006. Halophyte seed germination. In: Khan, M.A., Weber, D.J. (Eds.), Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 11–30.

Krishramurthy, L., Ito, O., Johansen, C., Saxsena, N.P., 1998. Length to weight ratio of chickpea roots under progressively reducing soil moisture conditions in a vertisol. Field Crops Research. 58, 177-185.

Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H., Pandey, A.N., 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of Hordeum vulgare, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. Journal of Agronomy and Crop Science. 185, 209-217.

Okcu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 29, 237-242.

Prisco, J.T., Babtista, C.R., Pinheiro, J.L., 1992. Hydration dehydration seed pre- treatment and its effects on seed germination under water stress condition. The Brazilian Journal of Botany. 15(1), 31-35.

Rahimi, Z., Kafi, M., 2009. Effects of drought stress on germination characteristics of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences. 2(1), 87-91. [In Persian with English Summary].

Salehi, M., Soltani, V., Dehghani, F., 2018. Environmental Stresses in Crop Sciences. 11(2), 381-391. [In Persian with English Summary].

Salimi, H., 2011. Effects of Water Osmotic Potentials and Soil Moisture on Seed Germination and Seedling Emergence of Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Ecotypes. Iranian Journal of Weed Science. 7(2), 79-84. [In Persian with English Summary].

Shaygan, M., Baumgart, T., Arnold, S., 2017. Germination of *Atriplex halimus* seeds under salinity and water stress. Journal of Ecological Engineering. 102, 636–640.

Soltani, A., Gholipoor, M., Zeinali, M.E., 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany. 55, 195-200.

Song J., Fan H., Zhao Y., Jia Y., Du X., Wang B., 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland. Aquatic Botany. 88, 331–337.

Suzuki, N., Bassil, E., Hamilton, J.S., Inupakutika, M.A., Zandalinas, S.I., Tripathy, D., et al., 2016. ABA is required for plant acclimation to a combination of salt and heat stress. Public Library of Science. 11, 1-21.

Terrones, A., Moreno, J., Agull, J.C., Villar, L J., Vicente, A., Alonso, M. A., Juan A., 2016. Influence of salinity and storage on germination of *Tamarix taxa* with contrasted ecological requirements. Journal of Arid Environments. 135, 17-21

Vaishnav, A., Kumari, S., Jain, S., Varma, A., Choudhary, D.K., 2015. Putative bacterial volatile-mediated growth in soybean (*Glycine max* L. Merrill) and expression of induced proteins under salt stress. Journal of Applied Microbiology. 119, 539–551.

Zaferanieh, M., Valizadeh, J., Ziaie, S. M. Jafari, M., Mohseni, M., 2010. Evaluation of salinity tolerance at emergence and seedling stages of *Amaranthus retrofelexus* L. under control environmental. Agroecology. 1(2), 109-115. [In Persian with English Summary].

Zaman, S., Padmesh, S., Tawfiq, H., 2010. Seed germination and viability of *Salsola imbricata* Forssk. International Journal of Biodiversity and Conservation 2 (12), 388–394.