بررسی اثرات شوری و پتاسیم بر میزان رشد رویشی و زایشی در دو رقم جو ریحان و افضل[1]

جمال‌الدین کمال‌نژاد، صادق فرهی‌آشتیانی و فائزه قناتی: دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

اثرات شوری و پتاسیم برتشکیل ماده خشک خوشه، کاه، ریشه، وزن هزاردانه، تعداد پنجه و خوشه و مساحت برگ طی آزمایشی با چهار تیمار پتاسیم(K_1=۰، K_2=./۲۵، K_3=./۵ و K_4=۱ گرم پتاسیم به ازای هر کیلوگرم خاک) و تیمار شوری (۴۰ میلی مولار کلرید سدیم) در چهار تکرار با دو رقم جو *ریحان و افضل* به صورت طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در شرایط آزمایش گلخانه‌ای بررسی شد نتایج نشان داد که مصرف کلرید سدیم باعث فزایش وزن خشک خوشه، تعداد خوشه، وزن هزاردانه، مساحت برگ، بیوماس کل و همچنین باعث کاهش وزن خشک ریشه، تعداد پنجه، طول دوره رشد و القای زودرسی در هر دو رقم جو ریحان وافضل می‌شود. علاوه بر این افزایش غلظت پتاسیم در مرحله رشد رویشی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی در هر دو رقم می‌شود، ولی با افزایش سن گیاه در مرحله رشد زایشی و رسیدن دانه تأثیر معنی‌داری نداشته است. همچنین مصرف غلظت‌های مختلف پتاسیم توأم با شوری تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای ذکر شده نداشته است. علت این امر ممکن است زیاد بودن غلظت پتاسیم قابل جذب محتوی خاک باشد که در جای خود موجب افزایش وزن بخش هوایی گیاه شده است.

مقدمه

امروزه حدود ۲۰ درصد از زمین‌های قابل کشت دنیا و نزدیک به نیمی از اراضی تحت آبیاری شور هستند [۲۰]. طبق آمار موجود، حدود ۲۵ میلیون هکتار از اراضی ایران که حدود ۳۰ درصد مساحت دشت‌ها و متجاوز از ۵۰ درصد اراضی تحت آبی کشور را شامل می‌شود شور هستند[۱۷]،[۱۵]. گیاه جو از گیاهان مقاوم به شوری است و می تواند مقادیر زیادی یون Na^+ و Cl^- را در خود انباشته کند[۲۳]. سطح زیرکشت این گیاه در ایران، حدود ۲/۲ میلیون هکتار با تولید سالانه حدود ۲ میلیون تن است که از لحاظ آماری دومین گیاه زراعی کشت شده پس از گندم است[۱]. مهمترین اثرات ظاهری صدمات شوری به گیاه، کاهش رشد است که دو عامل اساسی باعث آن می‌شود: اول به هم خوردن توازن یونی ناشی از کاهش جذب یون‌های ضروری و انباشتگی

واژه‌های کلیدی: شوری، جو، پتاسیم، میزان رشد

[1]-*Hordeum vulgar cv. Reyhan and Afzal*

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

یون‌های مضر، دوم کمبود آب ناشی از کاهش جذب آب که با کاهش سنتز پروتئین، تعرق، انتقال یون و درنهایت کاهش محصول همراه است[۵]،[۱۰]. با افزایش شوری، رشد ریشه و جذب آب توسط جو کم می‌شود و به علت خشکی فیزیولوژیکی میزان فتوسنتز در گیاه کاهش می‌یابد و در نتیجه عمل‌کرد کم می‌شود[۱۸]. محمد و همکاران[۲۴] گزارش کردند که بلندی گیاه، وزن خشک ریشه و ساقه جو با شوری کاهش می‌یابد که این کاهش رشد ممکن است به دلیل اثرات منفی پتانسیل اسمزی شدید محلول خاک باشد که جذب آب و عناصر غذایی را کاهش می‌دهد و در نهایت باعث کاهش رشد ریشه و بخش هوایی می‌شود.

پتاسیم عنصری ضروری برای جو محسوب می‌شود، و کاهش آن در جو، باعث کاهش رشد ریشه، و توسعه برگ می‌شود و از تشکیل ریشه‌های ثانویه جانبی جلوگیری می‌کند[۹]،[۲۱]. وجود مقدار کافی پتاسیم برای زنده ماندن گیاه در محیط‌های شور ضروری است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که غلظت K در بافت‌های گیاهی با افزایش شوری کاهش می‌یابد[۲۶]. گیاهان در معرض استرس شوری و خشکی، به پتاسیم بیش‌تری نیاز دارند که به دلیل حفظ غلظت زیاد استرومایی پتاسیم در چنین شرایطی است[۲۷]. طبق تحقیقات انجام شده، کشت جو در اراضی شور، موجب بروز عوارض فیزیولوژیک در گیاه می‌شد. بررسی‌ها نشان داده است که مصرف صحیح کود پتاسی در اراضی شور، موجب کاهش این عوارض و افزایش عمل‌کرد آن می‌شود. علت این امر شاید از افزایش جذب پتاسیم باشد که موجب کاهش جذب سدیم به وسیله گیاه می‌شود و اثرات سوء شوری را کاهش می‌دهد[۱۹]. بر همین اساس، در تحقیق حاضر، مصرف پتاسیم در محیط‌های کشت شور و تأثیر آن بر میزان رشد رویشی و زایشی در دو رقم جو ریحان و افضل بررسی شد

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات شوری و غلظت‌های مختلف پتاسیم بر میزان رشد رویشی و زایشی، آزمایشی با چهار تیمار پتاسیم(K_1=۰، K_2=./۲۵، K_3=./۵ و K_4=۱ گرم پتاسیم به ازای هرکیلوگرم خاک) و تیمار شوری ۴۰ میلی مولار کلرید سدیم(که در آزمایش‌های قبلی در اتاقک رشد بهینه شده بود) در چهار تکرار با دو رقم جو *ریحان و افضل* به صورت طرح بلوک‌های کاملا تصادفی درگل‌خانه دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. به ازای هر کیلوگرم خاک محتوی هر گل‌دان که از محوطه دانشگاه تربیت مدرس تهیه شده و خصوصیات فیزیکو شیمیایی آن در جدول۱ آمده است،۱ گرم فسفر از کود فسفات آمونیوم، و برای تیمار پتاسیم از کود سولفات پتاسیم به نسبت‌های ذکر شده در بالا به خاک هر گل‌دان اضافه شد. بذرهای ضدعفونی شده با قارچ کش در عمق۱-۲ سانتی‌متری از سطح خاک در شرایط گل‌خانه با دمای حدود ۲۴درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۷ درجه سانتی‌گراد در شب و فتوپریود ۱۰:۱۴(روشنایی:تاریکی) کاشته شد و سه روز پس از جوانه‌زنی گل‌دان‌های فرد با آب

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

لوله‌کشی و گلدان‌های زوج با آب لوله کشی حاوی ۴۰میلی مولار کلریدسدیم آبیاری شدند. در این آزمایش گیاهچه‌های جو در سه مرحله۲۷،۴۷ و ۱۴۰ روزگی برداشت شدند. پس از برداشت گیاهچه‌ها در ٤٧ روزگی، گیاهچه‌های هر گلدان به ٤ عدد محدود گردید. پس از هر برداشت نمونه‌ها با آب لوله‌کشی و آب مقطر شست و شو داده شد و در دمای C ° ۷۰ تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد و در نهایت وزن خشک بخش هوایی تعیین شد. همچنین اندازه‌گیری طول وعرض برگ ما قبل آخر در گیاهان ۸۴ روزه صورت گرفت. مقدار کل نمک اضافه شده با آب آبیاری شور، تا برداشت اول۰/۲گرم نمک و تا برداشت دوم۱/۱٤گرم و تا برداشت نهایی ٦/ ۱۳ گرم به ازای هر گلدان بوده و مقدار آب مصرفی تا برداشت نهایی ٦ لیتر برای هر گلدان بوده است. لازم به یادآوری است که رقم ریحان در ٦٥ روزگی و رقم افضل با ده روز تأخیر در۷۵ روزگی شروع به سنبله‌دهی کرد. قبل از برداشت نهایی، تعداد پنجه هر گیاه، تعداد کل خوشه، خوشه پر، خوشه پوک در هر گلدان شمارش شد. بعد از برداشت، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از شست و شو با آب لوله‌کشی و آب مقطر، نمونه‌ها در دمای C ° ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند.سرانجام وزن خشک خوشه پر، خوشه پوک، کل خوشه‌ها، کاه، ریشه و هزار دانه اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده در این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۰ و تست ANoVA یک طرفه و تست چند دامنه‌ای دانکن تجزیه و تحلیل آماری شد.

جدول۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش‌ها

بافت خاک (%)		عناصر معدنی قابل جذب (ppm)		سایر خصوصیات	
شن	٤٥	روی	۷/٦	درصد اشباع (S.P.)	٤١
		آهن	۸/٦	هدایت الکتریکی(dsm^{-1})	٥/۸۸
لوم	۲۸	منگنز	۱۷	pH	۷/٤
		مس	۲/۰٦	درصد موادخنثی‌شده	۱۸/٥
رس	۲۷	پتاسیم	٥۸۰	کربن‌آلی (%)	۲/٤٦
		فسفر	۷۲	ازت‌کل (%)	۰/۲۱

نتایج

نتایج مربوط به میانگین وزن خشک بخش هوایی گیاه ۲۷و٤۷ روزه دو رقم جو ریحان و افضل در دوره رشد رویشی(جدول۲) نشان می‌دهد که با افزایش غلظت پتاسیم در تیمارهای بدون شوری، وزن خشک بخش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

هوایی گیاه ۲۷روزه در هر دو رقم افزایش می‌یابد. این افزایش در تیمارهای ۰/۵ و ۱گرم پتاسیم به ازای هر کیلو گرم خاک در رقم افضل نسبت به شاهد و در تیمار ۱گرم پتاسیم نسبت به شاهد در رقم ریحان معنی‌دار بوده است. همچنین تیمار شوری توام با تیمارهای پتاسیم در مقایسه با تیمار بدون شوری باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی در گیاه ۲۷ روزه(درتیمار K_1=۰ در رقم ریحان و تیمار ۲۵/. =K_2 در رقم افضل) و باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی در گیاه ٤٧ روزه در تیمار۲۵/. =K_2 در رقم افضل می‌شود(جدول۲).

جدول۲. تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم و شوری بر میزان وزن خشک بخش هوایی دو رقم جو در دوره رشد رویشی و در شرایط آزمایش گل‌خانه‌ای

رقم	تیمار پتاسیم برحسب گرم به ازای هر کیلوگرم خاک	وزن خشک بخش هوایی گیاه ۲۷روزه (میلی‌گرم)		وزن خشک بخش هوایی گیاه ٤٧ وزه (میلی‌گرم)	
		بدون شوری	با شوری	بدون شوری	با شوری
ریحان	۰	٤± ^{bc}٦١	٣±^{a}٤٤	٥٢±^{a}٤٨٠	٣٩±^{ab}٤٤٠
	۰/۲۵ گرم	٦٩±^{cdef}٥	٤±^{cde}٦٦	٢٨±^{ab}٤٤٠	٢١±^{ab}٥٤٠
	۰/۵گرم	١٦٩±^{cdef}	٥±^{ef}٧٧	٢٤±^{ab}٤٧٠	٢٢±^{ab}٤٨٠
	۱گرم	٥±^{f}٨١	٤±^{cdef}٧٠	٢٦±^{ab}٤٨٠	٢٨±^{ab}٤٧٠
افضل	۰	٥±^{bc}٦٠	٢±^{cd}٦٤	٤٤±^{a}٤٣٠	٢٢±^{ab}٤٧٠
	۰/۲۵ گرم	٦±^{c}٦٣	٣±^{ab}٥٠	٤٩±^{a}٤١٠	١٢±^{b}٥٨٠
	۰/۵ گرم	٢±^{ef}٧٧	٥±^{def}٦٧	٣٩±^{ab}٥٠٠	٣١±^{ab}٤٦٠
	۱ گرم	٢±^{ef}٧٧	٣±^{ef}٧٨	١٦±^{a}٤١٠	٢٩±^{ab}٤٩٠

مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵% انجام شده است و میانگین تیمارها در مجموع دو ستون شوری و بدون شوری که دارای حروف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، n=4 ,mean±SE)

با افزایش غلظت پتاسیم در موقع برداشت نهایی وزن خشک کاه در هر دو رقم به طور جزئی کاهش یافت؛ ولی مصرف کلرید سدیم توام با تیمارهای پتاسیم باعث کاهش وزن کاه در رقم ریحان و افزایش جزئی آن در رقم افضل شد(جدول۳). با افزایش غلظت پتاسیم، در وزن خشک ریشه، خوشه و بیوماس در هر دو رقم تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد ایجاد نشد ولی مصرف کلرید سدیم توام با تیمارهای پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار وزن خوشه‌ها و کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه در هر دو رقم شد. در ضمن کاهش وزن خشک ریشه در رقم ریحان بیش‌تر از افضل بوده است(جدول۳).در مقایسه بین دو رقم معلوم گردید که وزن خوشه،کاه و بیوماس در رقم ریحان بیش‌تر از افضل بوده ولی وزن خشک ریشه رقم افضل در تمام تیمارها بیش‌تر از ریحان است (جدول۳). با افزایش غلظت پتاسیم در وزن خشک بخش هوایی (کاه+خوشه)،وزن خوشه پر و وزن هزار دانه در هر دو رقم اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نشد ولی مصرف کلرید سدیم توام با تیمارهای پتاسیم در مقایسه با تیمار بدون شوری باعث افزایش معنی‌دار وزن بخش هوایی در رقم افضل و افزایش جزئی در رقم ریحان شد، همچنین باعث افزایش وزن خوشه پر و هزار دانه در هر دو رقم شد که افزایش وزن خوشه پردر رقم افضل در تیمار ۲۵/. =K_2 معنی‌دار است(جدول٤).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

جدول۳. تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم و شوری بر میزان وزن خشک خوشه، کاه، ریشه و بیوماس یک گیاه ۱۴۰ روزه در دو رقم جو در شرایط آزمایش گلخانه‌ای

رقم	مصرف پتاسیم برحسب‌گرم به ازای‌هر کیلوگرم‌خاک	وزن خوشه‌های هر گیاه (گرم)		وزن کاه هر گیاه (گرم)		وزن خشک ریشه هر گیاه (گرم)		بیوماس در هر گیاه (گرم)	
		بدون‌شوری	باشوری	بدون‌شوری	باشوری	بدون‌شوری	باشوری	بدون‌شوری	با شوری
ریحان	۰	۱/۳۵^{bc}±۰/۰۶	۲/۸۸^{gh}±۰/۳۹	۴/۵۸^{c}±۰/۳۸	۳/۶۱^{abc}±۰/۰۵۵	۰/۷۱^{ef}±۰/۰۳	۰/۲۷^{a}±۰/۰۴	۶/۶۴^{c}±۰/۰۴۵	۶/۷۷^{c}±۰/۰۵
	۰/۲۵	۱/۲^{bc}±۰/۱۳	۲/۸۱^{gh}±۰/۳۸	۴/۲۱^{bc}±۰/۴۱	۳/۴۱^{ab}±۰/۳۲	۰/۷۱^{ef}±۰/۰۱	۰/۳۳^{ab}±۰/۰۲	۶/۱۲^{abc}±۰/۳۳	۶/۵۵^{c}±۰/۳۱
	۰/۵	۱/۴۶^{cd}±۰/۱۵	۲/۹۷^{gh}±۰/۰۶	۴/۰۱^{abc}±۰/۲۶	۳/۰۸^{a}±۰/۲۸	۰/۶۶^{ef}±۰/۰۴	۰/۲۴^{a}±۰/۰۳	۶/۱۳^{abc}±۰/۲۶	۶/۲۸^{abc}±۰/۳۵
	۱	۱/۵۱^{cd}±۰/۲۲	۳/۰۲^{h}±۰/۱۵	۴/۲۵^{bc}±۰/۴۴	۳/۲۶^{ab}±۰/۳۳	۰/۷۱^{ef}±۰/۰۶	۰/۳۲^{ab}±۰/۰۱	۶/۴۷^{bc}±۰/۳۸	۶/۶۲^{c}±۰/۳۹
افضل	۰	۰/۹۴^{ab}±۰/۱۹	۲/۵۱^{fg}±۰/۱۱	۳/۹۴^{abc}±۰/۲۱	۳/۸۸^{abc}±۰/۳۶	۰/۹۸^{h}±۰/۰۲	۰/۵^{cd}±۰/۰۴	۵/۸۵^{abc}±۰/۲۳	۶/۸۹^{c}±۰/۳۳
	۰/۲۵	۰/۷^{a}±۰/۰۵	۲/۰۶^{ef}±۰/۱۸	۳/۷۳^{abc}±۰/۲۵	۳/۹۲^{abc}±۰/۲۱	۰/۸۳^{g}±۰/۰۶	۰/۵۴^{d}±۰/۰۲	۵/۲۴^{a}±۰/۲۹	۶/۵۳^{c}±۰/۱۵
	۰/۵	۱/۰۶^{ab}±۰/۰۱	۱/۸۶^{de}±۰/۱	۳/۵۴^{abc}±۰/۱۸	۳/۶۸^{abc}±۰/۳۴	۰/۷۷^{fg}±۰/۰۱	۰/۴۱^{bc}±۰/۰۳	۵/۳۷^{ab}±۰/۱۸	۵/۹۶^{abc}±۰/۵۶
	۱	۰/۸۷^{ab}±۰/۰۶	۲/۱۲^{ef}±۰/۰۶	۳/۵۸^{abc}±۰/۳۸	۳/۶۹^{abc}±۰/۴۳	۰/۸۵^{g}±۰/۰۵	۰/۴۱^{bc}±۰/۰۱	۵/۳۰^{a}±۰/۳۸	۶/۲۲^{abc}±۰/۴۰

مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵% انجام شده است و میانگین تیمارها در مجموع دو ستون شوری و بدون شوری که دارای حروف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، mean±SE ,n=4)

جدول ٤. تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم و شوری بر میزان وزن بخش‌هوایی، خوشه پر و هزار دانهٔ دو رقم جو ۱۴۰روزه در شرایط آزمایش گلخانه‌ای

رقم	مصرف پتاسیم برحسب گرم به ازای هر کیلوگرم خاک	وزن بخش‌هوایی هر گیاه (گرم)		وزن هر خوشه پر (گرم)		وزن هزار دانه (گرم)	
		بدون شوری	با شوری	بدون شوری	با شوری	بدون شوری	با شوری
ریحان	۰	۵/۹۳^{cd}±۰/43	۶/۵^{d}±۰/56	۰/۷^{bc}±۰/02	۰/۸٤^{cde}±۰/05	۳۵/۸^{bcd}±۱/۱٦	۳۸^{de}±1/33
	۰/۲۵	۵/٤۲^{abcd}±۰/32	۶/۲۲^{d}±۰/32	۰/۷۵^{c}±۰/05	۱/۰۳^{e}±۰/۰٦	۳٤/۷^{bcd}±1/28	۳٦/۸^{cde}±1/46
	۰/۵	۵/٤۷^{abcd}±0/22	۶/۰۵^{d}±۰/33	۰/۵۲^{b}±۰/03	۰/۹۷^{de}±۰/۰۸	۳٤/٤^{bcd}±1/80	۳٦/۹/^{cde}±0/57
	۱	۵/۷۷^{cd}±۰/35	۶/۲۹^{d}±۰/39	۰/٦٤^{bc}±۰/07	۰/۹۷^{de}±۰/۱۲	۳۳/۷^{abc}±2/38	۳۹/۲^{e}±0/69
افضل	۰	٤/۸۸^{abc}±0/22	۶/۳۹^{d}±۰/3	۰/٦٤^{bc}±۰/13	۰/۷۹^{cd}±۰/۰۳	۳۳/۷^{abc}±1/79	۳٤/۸^{bcd}±1/36
	۰/۲۵	٤/٤۲^{a}±0/22	٦^{d}±۰/13	۰/٤^{a}±۰/02	۰/۷۹^{cd}±۰/۰٤	۳۰/٤^{a}±1/80	۳۲/۵^{ab}±0/52
	۰/۵	٤/٦۰^{ab}±0/18	۵/۵٤^{bcd}±۰/54	۰/٦۷^{bc}±۰/02	۰/٦۸^{bc}±۰/۰۸	۳۳/٦^{abc}±1/59	۳٤^{abc}±0/53
	۱	٤/٤۵^{a}±0/35	۵/۸۱^{cd}±۰/41	۰/۷۱^{bc}±۰/09	۰/٦٦^{bc}±۰/۰٤	۳۳^{abc}±0/72	۳٤/۸^{bcd}±1/69

مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵% انجام شده است و میانگین تیمارها در مجموع دو ستون شوری و بدون شوری که دارای حروف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، mean±SE ,n=4)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

افزایش مصرف پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر طول و عرض برگ در هر دو رقم نداشته است؛ ولی مصرف کلرید سدیم توام با تیمارهای پتاسیم باعث افزایش طول و عرض برگ در هر دو رقم شد که این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نیست(جدول۵). در گیاهان۴۷ و ۱۴۰ روزه،افزایش مصرف پتاسیم اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه در دو رقم نداشته است؛ ولی مصرف کلرید سدیم توام با تیمارهای پتاسیم باعث کاهش معنی‌دار تعداد پنجه در گیاهان ۱۴۰ روزه در رقم ریحان و همچنین باعث کاهش جزئی پنجه در رقم افضل شد. اما استفاده از تیمار شوری بر تعداد پنجه گیاه ۴۷ روزه در هر دو رقم تاثیری نداشته است(جدول۶). در گیاهان۴۷ و ۱۴۰ روزه، افزایش غلظت پتاسیم اثر معنی‌داری بر روی تعداد پنجه دو رقم نداشته است ولی مصرف کلرید سدیم توام با تیمارهای پتاسیم باعث کاهش معنی‌دار تعداد پنجه در گیاهان ۱۴۰ روزه در رقم ریحان و همچنین باعث کاهش جزئی پنجه در رقم افضل می شود، اما به کار بردن شوری بر تعداد پنجه گیاه ۴۷روزه در هر دو رقم تاثیری نداشته است(جدول۶).

جدول۵. تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم و شوری بر طول و عرض برگ ماقبل آخر دو رقم جو ۸۴ روزه در شرایط آزمایش گلخانه‌ای

رقم	مصرف پتاسیم برحسب گرم به ازای هر کیلوگرم خاک	عرض برگ (سانتی‌متر)		طول برگ (سانتی‌متر)	
		بدون شوری	با شوری	بدون شوری	با شوری
ریحان	۰	$۱/۱۹^{a}\pm۰/۰۹$	$۱/۳۶^{abc}\pm۱/۰۹$	$۱۷/۶۰^{a}\pm۱/۱۱$	$۱۸/۸۲^{a}\pm۱/۶۵$
	۰/۲۵	$۱/۳۲^{ab}\pm۰/۰۵$	$۱/۴۰^{abc}\pm۰/۰۳$	$۱۸/۸۷^{a}\pm۱/۰۷$	$۱۹/۶۵^{abcd}\pm۱/۰۹$
	۰/۵	$۱/۳۰^{ab}\pm۰/۰۶$	$۱/۴۰^{abc}\pm۰/۰۶$	$۱۸/۳۲^{a}\pm۰/۶۱$	$۱۸/۶^{a}\pm۰/۶۷$
	۱	$۱/۳۲^{ab}\pm۰/۰۷$	$۱/۳۴^{ab}\pm۰/۰۷$	$۱۸/۵^{a}\pm۱/۰۲$	$۱۹/۵۲^{abc}\pm۱/۰۹$
افضل	۰	$۱/۵۸^{c}\pm۰/۰۵$	$۱/۴۴^{bc}\pm۰/۰۷$	$۲۲/۱۵^{bcdef}\pm۱/۶۶$	$۲۴/۸\pm۱/۴۳$
	۰/۲۵	$۱/۴۰^{abc}\pm۰/۱۱$	$۱/۴۰^{abc}\pm۰/۱۴$	$۱۹/۴۰^{ab}\pm۱/۲۱$	$۲۲/۶۵^{cdef}\pm۱/۰۸$
	۰/۵	$۱/۴۳^{bc}\pm۰/۱۳$	$۱/۴۸^{bc}\pm۰/۱$	$۲۰/۶۵^{abcde}\pm۰/۷۲$	$۲۲/۸^{def}\pm۰/۷۳$
	۱	$۱/۴۸^{bc}\pm۰/۰۲$	$۱/۵۰^{bc}\pm۰/۰۱$	$۲۰/۶۵^{abcde}\pm۱/۲۶$	$۲۳/۰۳^{ef}\pm۱/۲۹$

مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵% انجام شده است و میانگین تیمارها در مجموع دو ستون شوری و بدون شوری که دارای حروف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند(آزمون دانکن، mean±SE ,n=4)

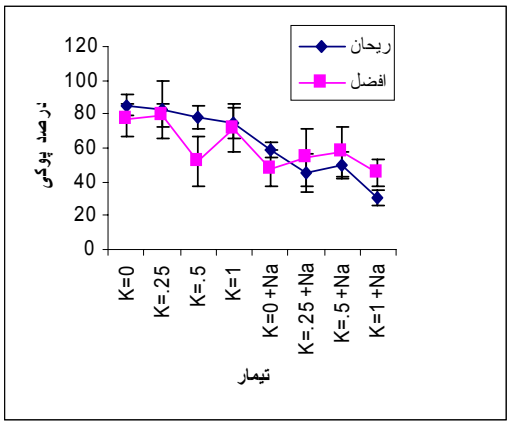
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

جدول٦. تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم و شوری بر تعداد پنجه دو رقم جو به تبعیت از زمان درشرایط آزمایش گلخانه‌ای

رقم	مصرف پتاسیم بر حسب گرم به ازای هر کیلوگرم خاک	تعداد پنجه در گیاه ٤٧ روزه		تعداد پنجه در گیاه ١٤٠ روزه	
		بدون شوری	با شوری	بدون شوری	با شوری
ریحان	٠	$٣/٣^{ab}\pm٠/٢٦$	$٣/٥^{ab}\pm٠/٣١$	$١٣/٢^{cd}\pm٠/٤٣$	$١١/١^{bc}\pm٠/٩٦$
	٠/٢٥	$٣/٦^{ab}\pm٠/٣٥$	$٣/٦^{ab}\pm٠/١٥$	$١٣/٦^{cd}\pm١/٢١$	$٩/٤^{b}\pm٠/٤٢$
	٠/٥	$٣/٣^{ab}\pm٠/٢٧$	$٣^{a}\pm٠/٢$	$١٢/٦^{cd}\pm٠/٨$	$٨^{a}\pm٠/٣٨$
	١	$٣/٣^{ab}\pm٠/٢٨$	$٣/٤^{ab}\pm٠/٤٧$	$١٢/٧^{cd}\pm٠/٩٤$	$٧/٢^{a}\pm٠/٧٦$
افضل	٠	$٤/٢^{bc}\pm٠/٤$	$٤/٢^{bc}\pm٠/١٣$	$١٣/٢^{cd}\pm٠/٥$	$١١/٩^{cd}\pm٠/٧٣$
	٠/٢٥	$٤/١^{bc}\pm٠/٤٢$	$٤/٦^{c}\pm٠/٢٨$	$١٣/٦^{cd}\pm٠/٧٦$	$١١/٧^{cd}\pm٠/٤٥$
	٠/٥	$٤/٢٥^{bc}\pm٠/٢٠$	$٤/١^{bc}\pm٠/٤٢$	$١٣/٥^{cd}\pm٠/٨٩$	$١٣/٧^{d}\pm٠/١١$
	١	$٤/١^{bc}\pm٠/١٩$	$٣/٨^{bc}\pm٠/٥٨$	$١٣/٣^{cd}\pm٠/٦٥$	$١١/١^{bc}\pm٠/٥٣$

مقایسه میانگین‌ها در سطح ٥% انجام شده است و میانگین تیمارها در مجموع دو ستون شوری و بدون شوری که دارای حروف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، mean±SE ,n=4)

مصرف غلظت‌های مختلف پتاسیم و بدون تیمار شوری در گیاهان ٧٨،٨٤،٩٠،١٤٠روزه جو در هر دو رقم اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله نداشته است؛ ولی تیمار شوری توام با غلظت‌های متفاوت پتاسیم در مقایسه با تیمار بدون شوری باعث افزایش تعداد سنبله در گیاهان ٧٨،٨٤ و ٩٠ روزه در هر دو رقم می‌شود- که این افزایش در رقم ریحان معنی‌دار بوده است(جدول٧). در گیاه ١٤٠ روزه مصرف کلرید سدیم توام با تیمارهای پتاسیم باعث افزایش تعداد سنبله در رقم افضل وکاهش آن در رقم ریحان می‌شود. با مصرف کلریدسدیم توأم با تیمارهای پتاسیم،تعداد خوشه پر در هر دو رقم به طور معنی‌دار افزایش و درصد پوکی خوشه‌ها درهر دو رقم به طور معنی‌دارکاهش یافت(شکل ١و ٢).



شکل١. اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم وشوری بر در صد پوکی خوشه‌ها در هر گلدان (mean±SE ,n=4)

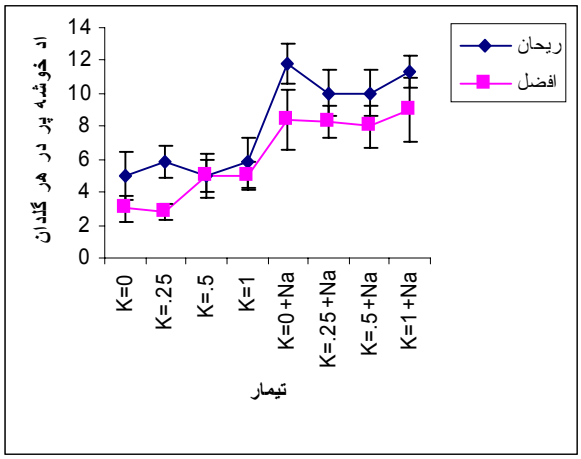
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

جدول۷. تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم و شوری بر تعداد سنبله‌های دو رقم جو در هر گلدان به تبعیت از زمان در شرایط آزمایش گلخانه‌ای

رقم	مصرف پتاسیم برحسب‌گرم‌به ازاءهرکیلوگرم خاک	تعداد سنبله‌ها در جو ۷۸ روزه		تعداد سنبله‌ها در جو ۸٤ روزه		تعداد سنبله‌ها در جو ۹۰ روزه		تعداد سنبله‌ها در جو ۱٤۰ روزه	
		بدون‌شوری	باشوری	بدون‌شوری	باشوری	بدون‌شوری	باشوری	بدون‌شوری	با شوری
ریحان	۰	$۲/۳^{a}\pm۰/۲۹$	$۷/۸^{b}\pm۱$	$۲/۳^{a}\pm۰/۲۹$	$۸/۵^{c}\pm۰/۷۳$	$۵/۳^{abc}\pm۰/۵٦$	$۱۳^{f}\pm۰/٤۸$	$۲۲^{de}\pm٤/۳٦$	$۲٤^{e}\pm۲/۸۹$
	۰/۲۵	$۱/۹^{a}\pm۰/۷$	$٦/۳^{b}\pm۲/۱۲$	$۱/۵^{a}\pm۰/۵۲$	$٦/۸^{bc}\pm۲/۵۵$	$۵/۸^{abcd}\pm۱/٦۹$	$۱۳/۳^{f}\pm۰/۸۸$	$۲۲^{de}\pm۱/٤۳$	$۱۸/۸^{cde}\pm۰/۷٤$
	۰/۵	$۲/۳^{a}\pm۰/۲۹$	$۸/۳^{b}\pm۲/۰٦$	$۲/۳^{a}\pm۰/۳۲$	$۹/۵^{c}\pm۲/٦۵$	$٦/۸^{abcd}\pm۱/٦۸$	$۱۳/۳^{f}\pm۰/۸۵$	$۲۱/۸^{de}\pm۳/۱۸$	$۲۰^{de}\pm۲٦$
	۱	$۲/۵^{a}\pm۱$	$٦/۵^{b}\pm۱/۹۱$	$۲/۵^{a}\pm۰/۷۸$	$٦/۸^{bc}\pm۱/۸۸$	$٦/۳^{abcd}\pm۰/۷۲$	$۱۱^{ef}\pm۲/۲$	$۲۱/۸^{de}\pm۳/۵۹$	$۱٦/۵^{abcd}\pm۱/۰۲$
افضل	۰	$۰/۵^{a}\pm۰/٦$	$۲^{a}\pm۰/٤۸$	$۱^{a}\pm۰/٤۸$	$٤^{ab}\pm۱/٤۳$	$۳/۳^{ab}\pm۰/۳۲$	$۹/۵^{de}\pm۲$	$۱۳^{abc}\pm۰/٤۸$	$۱٦/۵^{abcd}\pm۱/۳۵$
	۰/۲۵	$۰/۵^{a}\pm۰/٦$	$۱^{a}\pm۰/۵$	$۱^{a}\pm۰/۵٤$	$۱/۳^{a}\pm۰/۷$	$۳/۸^{abc}\pm۱/۳$	$۷/۳^{bcd}\pm۱$	$۱۲/۵^{abc}\pm۲/۷۳$	$۱۸^{bcd}\pm۲/۳$
	۰/۵	$۰/۵^{a}\pm۰/۵٦$	$۱/۸^{a}\pm۰/۵٦$	$۰/۸^{a}\pm۰/۵۳$	$۲^{a}\pm۰/٦۸$	$٤/۸^{abc}\pm۱/۲۹$	$۷/۸^{cde}\pm۱/۳۵$	$۱۱^{a}\pm۱/۵۹$	$۱۷^{abcd}\pm۰/٤۸$
	۱	$۲/۵^{a}\pm۰/۷$	۰	$۰/۸^{a}\pm۰/۵۳$	$۳/۸^{ab}\pm۱/۲۹$	$٤/۳^{abc}\pm۱/۲۱$	$۱۳^{f}\pm۲/۵۳$	$۱۱/۸^{ab}\pm۲/۵۳$	$۱۸/۵^{cde}\pm۱/۵٤$

مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵% انجام شده است و میانگین تیمارها در مجموع دو ستون شوری و بدون شوری که دارای حروف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، mean±SE ,n=4)



شکل۲. اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم و شوری بر تعداد خوشه پر در هر گلدان (mean±SE ,n=4)

بحث

افزایش غلظت پتاسیم دردوره رشد رویشی گیاه جو باعث افزایش وزن خشک بخش هوایی می‌شود(جدول۲). افزایش رشد در شرایط مصرف پتاسیم می‌تواند به نقش مثبت K^+ در پایداری آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و کاهش اثرات سمیت Na^+ مربوط باشد[۱۹].همچنین گزارش شده است که جذب پتاسیم به وسیله ریشه باعث کاهش جذب سدیم و یا خروج یون سدیم از ریشه می‌شود و سمیت یون‌های سدیم و کلر را کاهش می دهد[۲۴]. نتایج جدول۳ و۴ نشان می‌دهد که مصرف پتاسیم در شرایط توام با شوری و بدون شوری در گیاهان بالغ اثر معنی‌داری بر رشد نداشته است- که علت آن را می‌توان به کافی بودن میزان پتاسیم قابل استفاده خاک به دلیل مصرف لوکس این عنصر، در مقایسه با سایر عناصر دانست[۱۳]. همچنین گزارش شده است که در غلات بیش‌ترین نیاز به پتاسیم در دوره رشد رویشی وجود دارد و دادن کود پتاسی در دوره زایشی تاثیری بر رشد ندارد[۹]،[۱۲]. گیاه جو از گیاهان متحمل به شوری است و می‌تواند مقادیر زیادی یون Na^+ و Cl^- را در خود انباشته کند. تحقیقات نشان داده است که در گیاه چغندرقند و اسفناج- که هر دو سدیم‌دوست هستند- یون سدیم باعث رونق و توسعه سلول و رشد گیاه می‌شود[۲۳]. نتایج حاصل از(جدول۵) نشان می‌دهد که با افزایش غلظت پتاسیم، طول و عرض برگ تغییر معنی‌داری پیدا نمی‌کند- که علت آن طبق گزارش‌های گاردنر و همکاران می‌تواند به مصرف لوکس پتاسیم به وسیلهٔ دو رقم جو مربوط باشد. مصرف شوری ۴۰ میلی‌مولار توام با تیمارهای شوری در شرایط آزمایش گل‌خانه‌ای باعث افزایش غیرمعنی‌دار طول و عرض برگ، بیوماس و وزن هزار دانه و افزایش معنی‌دار وزن و تعداد خوشه پر می‌شود و این گویای آن است که مقدار نمک اضافه شده به این گیاهان در حد تنش نبوده است و گیاه از سدیم برای رشد بهتر استفاده کرده است. همچنین بررسی‌های صورت گرفته بر روی گیاهان متحمل به شوری، نشان می‌دهد افزایش شوری باعث افزایش در میزان رشد این گیاهان می‌شود و شوری کم به منزله محرک رشد عمل می‌کند[۶] و[۱۲]. همچنین اثر مصرف کلرید سدیم بر افزایش طول و عرض

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

برگ را ناشی از رشد اسیدی دانست[۸].همچنین افزایش وزن خوشه‌های رقم ریحان نسبت به افضل ممکن است به دلیل ده روز تاخیر در سنبله‌دهی رقم افضل نسبت به ریحان باشد. به علاوه، افزایش وزن خشک ریشه رقم افضل در مقایسه با ریحان به دلیل مقاوم بودن این رقم نسبت به شوری در مقایسه با رقم ریحان باشد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که پتاسیم اثری بر پنجه‌زنی غلات ندارد و افزایش میزان پتاسیم هرگز سبب دو برابر شدن تعداد پنجه‌ها نمی‌گردد[۱۳]. نتایج(جدول۶) نشان می‌دهد که تعداد پنجه دو رقم جو ریحان و افضل در مراحل ابتدایی رشد تحت تأثیر شوری قرار نگرفته است و دلیل آن، کافی بودن رطوبت برای پنجه‌زنی است. ولی در مراحل نهایی رشد، شوری باعث کاهش پنجه هر گیاه در هر دو رقم می‌شود- که این کاهش در رقم ریحان معنی‌دار است و علت آن ناکافی بودن رطوبت برای پنجه‌زنی در نتیجهٔ کاهش پتانسیل اسمزی خاک و افزایش اسید آبسیزیک(ABA) و کاهش سیتوکینین باشد[۱۱]،[۳].نتایج برخی بررسی‌ها دیگر نشان داده است که در گرامینه پنجه‌زنی در حالت طبیعی قبل از گل‌دهی متوقف می‌شود؛ ولی پنجه‌زنی با وجود مواد غذایی مناسب تا زمان ظهور خوشه‌ها، پس از گرده‌افشانی ادامه می‌یابد[۱۳]. نتایج تحقیقات ما نیز مشابه این نتیجه را در جدول‌های ۶ و ۷ نشان می‌دهد. نتایج جدول۷ نشان می‌دهد که در شرایط شوری، تعداد سنبله‌ها در گیاهان ۷۸، ۸٤ و ۹۰ روزه به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. دلیل آن، ممکن است زود به سنبله رفتن دو رقم جو تحت شرایط شوری و القای زودرسی باشد؛ زیرا یکی از استراتژی‌های گیاهان تحت شرایط تنش کاهش طول دورهٔ رشد است. کرامر[۲۲] بیان می‌دارد که اگر گیاه تحت تنش رطوبتی خاک قرار گیرد، زودرسی در گیاه القا می‌شود، تنش شوری هم ممکن است با ایجاد خشکی فیزیولوژیکی باعث زودرسی گیاه شود. به علاوه، در مناطقی که بارندگی و خشکی به طور متناوب صورت می‌گیرد زودرسی گیاه یکی از راه‌های سازگاری به خشکی برای گیاهان زراعی است[۲]. همچنین سطح معقولی از زودرسی می‌تواند سیاست اصلاحی مؤثری در افزایش پایداری عمل‌کرد جو در مناطق خشک باشد[۴]. نتایج جدول ۶ و ۷ نشان می‌دهد که افزایش غلظت پتاسیم تغییری در تعداد پنجه ایجاد نمی‌کند و دلیل آن ممکن است کافی بودن پتاسیم خاک باشد. نتایج جدول۳ نشان می‌دهد که شوری باعث افزایش معنی‌دار وزن کل خوشه‌ها در هر دو رقم می‌شود. دلیل آن ممکن است افزایش تعداد سنبله‌ها تحت تنش شوری در نتیجه زودرسی گیاه باشد. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که در بسیاری از غلات، قسمت اعظم ماده خشک دانه از طریق فتوسنتز بعد از ظهور سنبله‌ها تأمین می‌شود، بنا بر این عمل‌کرد دانه تا اندازه زیادی به فعالیت فتوسنتز اندام‌های گیاهی که بعد از گرده‌افشانی فعال هستند بستگی دارد. و همچنین گزارش شده است که در جو سهم سنبله‌ها در فتوسنتز ۷۰ درصد است[۳]. از جدول۶ چنین استنباط می‌شود که در تیمارهای بدون شوری تعداد پنجه در مراحل پایانی رشد نسبت به تیمار شوری افزایش یافته است و این افزایش بعد از خوشه‌دهی نیز بوده است. نتایج تحقیقات نشان داده است فقط پنجه‌هایی که قبل از یک دوره مشخص از حیات گیاه تشکیل شوند سنبله تولید می‌کنند و پنجه‌هایی که دیرتر ظاهر می‌شوند امکان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

کمتری برای تولید سنبله دارند[۳]. بنا بر این، ممکن است فراورده‌های فتوسنتز گیاه به جای انتقال به بخش‌های زایشی برای تولید دانه به بخش‌های رویشی برای تولید پنجه بیش‌تر انتقال یافته باشد، در نتیجه باعث کاهش وزن خوشه‌ها وافزایش درصد پوکی خوشه‌ها در شرایط بدون شوری شده باشد(جدول۳ و۷). نتایج مربوط به وزن کاه در جدول۳ نیز نشان می‌دهد که در شرایط بدون مصرف شوری وزن کاه از وزن کاه تیمارهای شوری بیش‌تر بوده است که گویای انتقال فراورده‌های فتوسنتزی گیاه به بخش‌های رویشی است.

منابع

۱. احتشامی، س.م؛ م.ح، چائی چی:«اثرشوری برجوانه زنی دورقم جو» مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،(۱۳۷۷)، ۳۳ و۳۴:۴-۲۴.

۲. آرنون، آ:« اصول زراعت درمناطق خشک»، جلد اول، ترجمه عوض کوچکی وامین علیزاده، مؤسسه انتشارات آستان قدس رضوی مشهد(۱۳۶۸).

۳. آرنون،آ: اصول زراعت درمناطق خشک، جلد دوم، ترجمه عوض کوچکی وامین علیزاده،موسسه انتشارات آستان قدس رضوی مشهد(۱۳۶۶).

۴. اسلامز، گ: مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات، ترجمه حمید رحیمیان و محمد بنایان، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد (۱۳۷۵).

۵. اسلام زاده، ط. و خلد برین، ب:« نقش تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر ایجاد مقاومت به شوری درگیاه جو (*Hordeum*) ولوبیا» (*Phaseolus vulgaris*) مجله زیتون،۱۲: ۲۰-۱۰(۱۳۷۰).

۶. اصفا، آ: تاثیر شوری برمیزان رشد، املاح محتوی بافت و تولید آلکالوئید در درخت انار، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم گیاهی، دانشکده علوم،دانشگاه تربیت مدرس(۱۳۸۱).

۷. رضوی،خ: بررسی عکس‌العمل درختچه انار نسبت به محلول پاشی با نمک و ماده کلروکلین کلراید، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم گیاهی، دانشکده علوم،دانشگاه تربیت مدرس(۱۳۷۶).

۸. صفاری،ح: بررسی توازن پتاسیم در تعدادی ازمزارع گندمخیز استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس(۱۳۷۵).

۹. عبدل‌زاده،ا؛ و صفاری ن:« بررسی اثرات شوری بررشد رویشی دریازده رقم و لاین گندم با تکیه بر انباشتگی یونها»، مجله علوم کشاورزی ومنابع طبیعی،۲: ۱۰۲-۹۵(۱۳۸۱).

۱۰. فرهی آشتیانی، ص: بررسی رشد و مقاومت گیاه در مقابل خوابیدگی بوته، مجله علمی وپژوهشی دانشگاه الزهرا،سال سوم،۶ و۵، ۴۱-۲۹(۱۳۷۲).

۱۱. فینگ،آ:« چکیده‌ای درباره علم تغذیه گیاهی»، ترجمه رحیم کسرایی، انتشارات دانشگاه تبریز (۱۳۷۲).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

۱۲. گاردنر، ف. پ، آ. ب پی‌پرس ؛ ر. ل میشل: فیزیولوژی گیاهان زراعی، ترجمه غلامحسین سرمدنیا وعوض کوچکی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد(۱۳۷۳).

۱۳. ماس،ا: راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری، ترجمه غلامحسین حق نیا،انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد(۱۳۷۱).

۱۴. مهاجر میلانی، پ:« چگونگی بهره‌برداری از اراضی شور(مقدمه‌ای برشوری خاک)» نشریه فنی شماره ۱۷، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران(۱۳۷۵).

۱۵. مهاجر میلانی، پ.، م.س درودی، ز خادمی، م.ر بلالی،ح.ح مشایخی و م.ج ملکوتی: مدل جامع کامپیوتری توصیه کودهای شیمیایی در راستای تولیدات کشاورزی پایدار(جو) نشر آموزش کشاورزی،چ اول(۱۳۷۹).

۱۶. نجف،ح؛ م میرمعصومی: بررسی عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش شوری، مجله علوم و صنایع کشاورزی(۱)۱۳: ۸۰-۷۵(۱۳۷۶).

17. A.T.Abeb, Gunzi, B. Martin and J. Cushman.Tolerance of mannitol-accumulating transgenic wheat to water stress and salinity.Plant Physiol(2003)131:1748-1755.

18. C. Brownlee, Plant K^+ transport:Not just an uphill struggle. Curr.biol(2002)12:402-404.

19. P.J. Kramer, Water relation of plants.J.Agron.Crop.Sci.(1983)70:630-634.

20. H. Marchner and J.V. Possingham.Effect of K^+ and Na^+ growth of leaf discs of sugar beet and spinach. Z.P flanze Physiol(1975)75:6-16.

21. M. Mohammad, H. Malkawi and R. Shibili.Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosporus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts.J.Plant Nutr(2003) 26(1):125-137.

22. Naisel,Y.Biology of halophytes.Academic Press.New York and London(1972) 235-245.

23. F.Perz-Alfocea, M.E. Balibrea, A. Sanata-Cruz and M.T. Eston.Agronomical and physiologi -cal characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybride.Plant Soil.(1996) 180: 251-257.

24. A. Sen-Gupta, G.A. Berkowitz and P.A. Pier.Maintenance of photosynthesis at low leaf water potential in wheat.Plant Physiol.(1989)89: 1358-1365.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]