اثر شوری و فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم اسفناج

فرهاد مظلومی[۱*] و عبدالمجید رونقی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۲)

چکیده

شوری خاک می‌تواند سبب ایجاد عدم توازن بین عناصر غذایی در گیاهان شود. افزودن برخی عناصر غذایی به خاک‌های شور می‌تواند تا حدودی از اثرهای منفی شوری بر رشد و عملکرد گیاهان کم کند. به منظور بررسی اثر شوری و فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم اسفناج (خاردار و ویروفلی اصلاح شده)، یک تحقیق گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل ۲×۳×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح شوری (۰/۶، ۳/۸ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم) و دو سطح فسفر (۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع منوکلسیم فسفات) بود. نتایج نشان داد که غلظت و جذب کل سدیم، کلر و منیزیم در رقم خاردار بیشتر از رقم ویروفلی، اما غلظت و جذب کل نیتروژن، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس کمتر از ویروفلی بود. غلظت و جذب کل فسفر و کلسیم در دو رقم اسفناج مشابه بود. کاربرد ۸۰ میلی‌گرم فسفر، وزن خشک رقم خاردار را افزایش داد، اما بر وزن خشک رقم ویروفلی تأثیر معنی‌دار نداشت. در رقم خاردار، جذب کل نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، روی، مس، سدیم و کلر و در رقم ویروفلی جذب کل فسفر و مس با کاربرد فسفر افزایش معنی‌دار یافت. تیمار فسفر، جذب کل نیتروژن، کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر را در رقم ویروفلی کاهش معنی‌دار داد. کاربرد کلرید سدیم (شوری) سبب افزایش معنی‌دار وزن تر هر دو رقم و وزن خشک رقم ویروفلی گردید. جذب کل نیتروژن در رقم خاردار تحت تأثیر تیمار شوری کاهش اما در رقم ویروفلی افزایش معنی‌دار پیدا کرد. شوری در هر دو رقم، جذب کل کلسیم و منیزیم را کاهش اما جذب کل روی، سدیم و کلر را افزایش معنی‌دار داد. جذب کل مس در رقم ویروفلی، در حضور شوری، افزایش معنی‌دار یافت. بنابراین پاسخ‌های دو رقم اسفناج به شوری و کاربرد فسفر متفاوت بود. اما به طور کلی، ارقام خاردار و ویروفلی را به دلیل بهبود رشدشان با کاربرد کلرید سدیم می‌توان در گروه گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری قرار داد.

واژه‌های کلیدی: جذب کل ، عملکرد، عناصر پرمصرف، عناصر کم مصرف، کلرید سدیم

مقدمه

تنش شوری در بسیاری از نقاط جهان به صورت یک مشکل اساسی در تولید محصولات کشاورزی مطرح است. حدود ۶ درصد از زمین‌های جهان و حدود ۲۳ درصد از اراضی تحت کشت با مشکل شوری مواجه هستند (۱۳). تجمع دائمی نمک در خاک‌های تحت کشت در نتیجه آبیاری با آب‌های با کیفیت نامناسب و تغییر اقلیم، اهمیت کنترل این عامل تنش‌زا را زیاد می‌کند. گیاهانی که در خاک‌های شور رشد می‌کنند با غلظت زیاد نمک در محلول خاک که سبب کاهش پتانسیل اسمزی می‌شود و هم‌چنین غلظت بالای یون‌های بالقوه سمی، مانند کلر و سدیم، یا مجموعه‌ای نامناسب از یون‌های نمکی مواجه می‌باشند. عدم جذب نمک، مانع ایجاد سمیت یونی در

۱. بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fmazloomi@gmail.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

گیاه می‌شود، اما کمبود آب را در گیاهان تشدید می‌کند. در حالی که جذب نمک، سازش اسمزی را سرعت می‌بخشد، اما می‌تواند به مسمومیت یونی و نبود توازن غذایی بین عناصر منجر شود (۱). مصرف عناصر غذایی می‌تواند به عنوان یک راهکار جهت کاهش آثار سمیت یونی و ناهنجاری‌های تغذیه‌ای گیاهان در خاک‌های شور مورد توجه قرار گیرد. اثر متقابل شوری و عناصر غذایی، بستگی به پاسخ گیاه به شرایط شوری از سطوح غیر محدود کننده تا شدید دارد. به طوری که غلظت عناصر غذایی، محدود کننده‌ترین عامل در شوری‌های کم تا متوسط است. اما وقتی همان غلظت در محیطی با شوری زیاد به کار رود، شوری عامل محدود کننده خواهد بود. از این رو مصرف کود برای محصولاتی که در اراضی شور کشت شده‌اند، می‌تواند به دلیل کاهش اثر شوری تا وقتی شوری آنها در حد کم یا متوسط باشد، مفید واقع شود (۲).

فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد و تکثیر گیاهان می‌باشد و برای ذخیره سازی و انتقال انرژی، حفاظت و انتقال کدهای ژنتیکی به‌کار می‌رود و جزء ترکیبات ساختمانی سلول‌ها و بسیاری از ترکیبات شیمیایی می‌باشد (۱۸).

اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.) از مهمترین سبزی‌های برگی است که به صورت تازه و یا فرآوری شده مصرف می‌شود (۲۶). این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشد. به طوری که در بین اغلب میوه‌ها و سبزی‌های رایج مورد مصرف، غنی از ویتامین‌ها و عناصر معدنی است (۲۱). حساسیت به شوری اسفناج بر اثر سمیت یون‌های سدیم و کلر توسط برخی پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته است (۲۲ و ۳۳). مطالعات نشان می‌دهد که برخی ارقام اسفناج حساسیت کمتری به کلرید سدیم در مقایسه با سایر ترکیبات نمکی دارند و معمولاً کاهش رشد معنی‌داری تا سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد نشان نداده‌اند (۳۰ و ۳۱). مارشنر و همکاران (۲۷) گزارش کردند که افزایش فسفر از ۲۵ به ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی اسفناج شد و هم‌چنین جذب فسفر توسط اندام هوایی افزایش یافت. وانگ و لی (۳۲) گزارش کردند که کاربرد فسفر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسفناج نداشته است. جیاردینی و همکاران (۱۴) ملاحظه کردند که کاربرد ۱۴۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با افزایش عملکرد اسفناج و هم‌چنین زودرسی محصول همراه بوده است. کایا و همکاران (۲۲) ذکر کردند که کاربرد فسفر سبب بهبود رشد اسفناج در شرایط شور می‌شود. گیبسون (۱۵) مشاهده کرد که فسفر نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و نیاز به فسفر کافی در محیط شور، مربوط به نقش این عنصر در تنظیم تجمع یون‌ها و یا کدبندی یون‌ها در داخل سلول است. خلیل و همکاران (۲۴) عقیده دارند که شوری با کاهش رشد ریشه موجب کاهش جذب فسفر توسط گیاه می‌شود. بنابراین افزودن فسفر موجب افزایش جذب فسفر و رشد گیاه می‌شود. آواد و همکاران (۵) گزارش کردند که با افزایش فسفر، تحمل گوجه‌فرنگی به کلرید سدیم افزایش یافته و غلظت فسفر در گیاه با افزایش شوری، زیاد می‌شود. برنشتاین و همکاران (۶) افزایش عملکرد گندم و جو را با افزایش فسفر در خاک‌های شور مشاهده کردند. با توجه با اینکه تحقیقات کمی در زمینه تأثیر شوری و فسفر بر گیاه اسفناج و ارقام آن صورت گرفته است، لذا پژوهش حاضر به منظور مطالعه اثر شوری و فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی (غلظت عناصر پرمصرف، برخی عناصر کم مصرف، سدیم و کلر) در دو رقم اسفناج (خاردار و ویروفلی اصلاح شده) اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، خاک کافی از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) سری چیتگر با نام علمی *(Fine– loamy, Carbonatic, thermic, Typic Calcixerepts)* واقع در حومه شهرستان سروستان استان فارس که خاک غیرشور و از لحاظ میزان فراهمی فسفر کمتر از حد بحرانی بود، تهیه شد (جدول ۱). پس از عبور خاک از الک ۲ میلیمتری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

جدول ۱. برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه

بافت	CEC	$CaCO_3$	N	OC	pH	EC	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	($cmol_c$/kg)		(٪)			(dS/m)		(mg/kg)			
لوم سیلتی	۸/۳	۶۳	۰/۰۴	۰/۶	۷/۴	۰/۶	۶/۹	۳/۸	۱/۲	۰/۶	۴/۱

۲×۳×۲ در چارچوب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و روی دو رقم اسفناج (ویروفلی اصلاح شده و خاردار) در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا شد و از ۵ دی ماه ۱۳۸۹ تا ۵ اسفند ۱۳۸۹ ادامه داشت. تیمارها شامل دو سطح فسفر (۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و سه سطح شوری (۰/۶، ۳/۸ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. فسفر از منبع منوکلسیم فسفات پیش از کاشت و شوری از منبع کلرید سدیم پس از کاشت به‌صورت تدریجی (از انتهای هفته دوم) تا رسیدن به قابلیت هدایت الکتریکی مورد نظر (تا انتهای هفته سوم) به گلدان‌های ۴ کیلوگرمی افزوده شد. به کلیه گلدان‌ها، ۵ میلی‌گرم روی از منبع کلات روی (ZnEDTA)، ۲/۵ میلی‌گرم مس از منبع $CuSO_4 .5H_2O$، ۵ میلی‌گرم آهن از منبع EDDHA، ۱۰ میلی‌گرم منگنز از منبع $MnSO_4 .4H_2O$ و ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره به‌طور یک‌نواخت به منظور جلوگیری از کمبود احتمالی افزوده شد. پیش از کاشت، سطوح فسفر و عناصر غذایی به صورت محلول اضافه شد و پس از رسیدن به رطوبت مناسب کاملاً با خاک مخلوط شد. مقدار ۷۰ میلی‌گرم از نیتروژن پیش از کاشت و ۸۰ میلی‌گرم در هفته چهارم به هر کیلوگرم خاک گلدان‌ها اضافه شد. تعداد ۱۰ عدد بذر اسفناج در عمق حدود ۱ سانتی‌متری کاشته شد. بعد از جوانه‌زنی و استقرار گیاهان تعداد آنها در هر گلدان به ۵ بوته که به طور یک‌نواخت در سطح گلدان قرار گرفته بودند، کاهش داده شد. در طول دوره رشد، گلدان‌ها روزانه توسط آب مقطر آبیاری شدند. هشت هفته بعد از کاشت، گیاهان از محل طوقه قطع و تمامی نمونه‌ها توسط آب مقطر شسته شدند. نمونه‌ها در آون و در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک و پس از توزین، توسط آسیاب برقی پودر و آماده تجزیه شیمیایی شدند. یک گرم از نمونه‌های پودر شده را در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره الکتریکی خاکستر و سپس در ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال حل کرده و محلول توسط کاغذ صافی و پس از شستشوی مواد باقی مانده بر سطح کاغذ صافی با آب مقطر، حجم نهایی به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. غلظت فسفر به روش آمونیوم مولیبدات وانادات (۱۰)، آهن، منگنز، مس، روی، کلسیم و منیزیم توسط دستگاه جذب اتمی، سدیم و پتاسیم توسط روش شعله سنجی، نیتروژن به روش کلدال (۹) و کلر به روش چاپمن و پرات (۱۰) اندازه‌گیری شدند. کلروفیل برگ در هفته آخر کشت توسط کلروفیل متر دستی (SPAD-502) قرائت گردید. پاسخ‌های گیاهی شامل وزن خشک و تر اندام هوایی، غلظت کلروفیل و غلظت و جذب کل برخی عناصر با استفاده از روش‌های آماری و نرم‌افزارهای MSTATC و EXCEL با استفاده از آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین‌های مربوط به اثر اصلی هر یک از عامل‌ها و بر همکنش آنها استخراج و با آزمون دانکن مقایسه گردیدند.

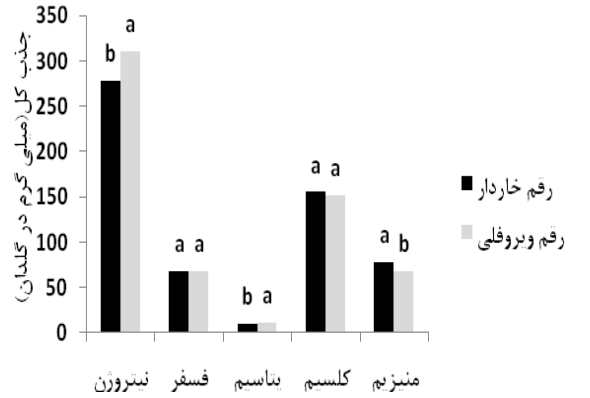
نتایج و بحث

مقایسه جذب کل برخی عناصر پرمصرف، کم مصرف و مفید در اندام هوایی ارقام اسفناج

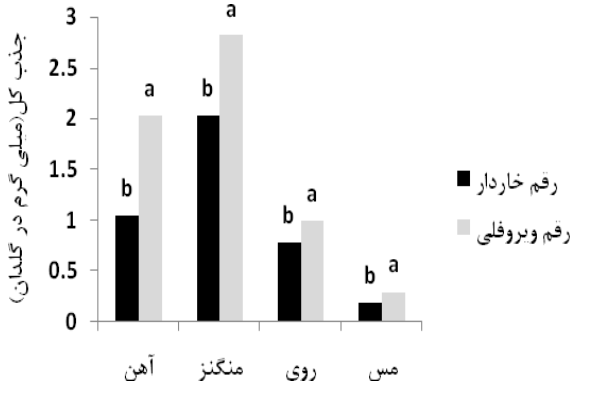
نتایج نشان داد که جذب کل عناصر نیتروژن، پتاسیم و منیزیم در ارقام اسفناج با هم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ دارند. اما بین جذب کل فسفر و کلسیم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱). جذب کل نیتروژن و پتاسیم در رقم ویروفلی در مقایسه با رقم خاردار به ترتیب ۱۲ و ۲۰ درصد بیشتر بود. اما جذب کل منیزیم در رقم خاردار در مقایسه با رقم ویروفلی

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

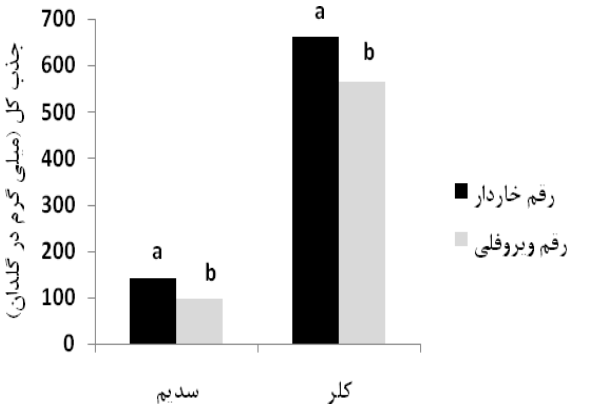
[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]



شکل ۱. مقایسه جذب کل عناصر پرمصرف در اندام هوایی دو رقم اسفناج. در هر عنصر، ستون‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند ($p<0.05$).



شکل ۲. مقایسه جذب کل برخی عناصر کم مصرف در اندام هوایی دو رقم اسفناج. در هر عنصر، ستون‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند ($p<0.05$).



شکل ۳. مقایسه جذب کل سدیم و کلر در اندام هوایی دو رقم اسفناج. در هر عنصر، ستون‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند ($p<0.05$).

۱۵٪ بیشتر بود. ترتیب جذب کل عناصر پرمصرف در اسفناج به صورت: پتاسیم < فسفر < منیزیم < کلسیم < نیتروژن بود. با توجه به شکل ۲ جذب کل عناصر کم مصرف در ارقام اسفناج با یکدیگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ دارند. جذب کل آهن، منگنز، روی و مس در رقم ویروفلی در مقایسه با رقم خاردار به ترتیب ۹۵، ۳۹، ۲۷ و ۶۱ درصد بیشتر بود. بنابراین رقم ویروفلی در مقایسه با رقم خاردار در جذب عناصر کم مصرف کارآمدتر بوده است. ترتیب میزان جذب کل عناصر کم مصرف در دو رقم اسفناج به ترتیب زیر بود: مس < روی < آهن < منگنز. مقایسه جذب کل عناصر سدیم و کلر (شکل ۳) نشان می‌دهد جذب کل سدیم و کلر در رقم خاردار در مقایسه با رقم ویروفلی به ترتیب ۴۷ و ۱۷ درصد بیشتر است که بر خلاف نتایج جذب کل عناصر پرمصرف و کم مصرف (شکل‌های ۱ و ۲) بوده است و جذب کل کلر در مقایسه با سدیم بسیار بیشتر بوده است.

تأثیر سطوح فسفر بر عملکرد، کلروفیل و غلظت و جذب کل برخی عناصر در اندام هوایی اسفناج

با کاربرد ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر وزن خشک، غلظت فسفر، منیزیم، روی و مس رقم خاردار در مقایسه با سطح ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر به ترتیب ۱۴، ۳۱، ۲۷، ۲۱ و ۲۱ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد. هم چنین کاربرد ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر و مس در رقم ویروفلی گردید که این افزایش در مقایسه با سطح ۴۰ میلی‌گرم فسفر به ترتیب ۳۷ و ۱۸ درصد بود. اما غلظت نیتروژن، کلسیم و منیزیم به ترتیب ۱۰، ۱۶ و ۱۴ درصد کاهش معنی‌دار یافت.

کایا و همکاران (۲۲) مشاهده کردند که کاربرد فسفر، وزن خشک اسفناج رشد کرده در شرایط شوری را افزایش داد. کاربرد فسفر بر وزن مرطوب، غلظت کلروفیل، پتاسیم، آهن،

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

جدول ۲- تأثیر سطوح فسفر بر وزن تر، وزن خشک، غلظت کلروفیل و غلظت برخی عناصر در اندام هوایی اسفناج

	سطح فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)			
	۴۰	۸۰	۴۰	۸۰
پارامتر اندازه‌گیری شده	رقم خاردار		رقم ویروفلی اصلاح شده	
وزن تر (گرم در گلدان)	۱۱۸/۵a*	۱۲۱/۲a	۱۱۴/۹a	۱۰۹/۲a
وزن خشک (گرم در گلدان)	۱۷/۵b	۱۹/۹a	۱۵/۵c	۱۶/۳bc
قرائت کلروفیل‌متر	۳۵/۴b	۳۷/۶b	۴۲/۵a	۴۳/۲a
غلظت نیتروژن (درصد)	۱/۵c	۱/۵c	۲/۱a	۱/۹b
غلظت فسفر (گرم در کیلوگرم)	۳/۱d	۴/۱b	۳/۶c	۵a
غلظت پتاسیم (گرم در کیلوگرم)	۵/۷b	۵/۱b	۷/۸a	۷/۳a
غلظت کلسیم (گرم در کیلوگرم)	۸/۵b	۸/۲b	۱۰/۴a	۸/۷b
غلظت منیزیم (گرم در کیلوگرم)	۳/۷b	۴/۷a	۴/۷a	۴b
غلظت آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۵۵/۳b	۵۶/۹b	۱۳۹/۶a	۱۲۲/۲a
غلظت منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۱۷/۷b	۱۰۰/۸b	۱۸۴/۳a	۱۷۱a
غلظت روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳۷/۵c	۴۵/۵b	۶۵/۲a	۶۰/۵a
غلظت مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۸/۹d	۱۰/۷c	۱۷/۱b	۲۰/۱a
غلظت سدیم (گرم در کیلوگرم)	۸/۲a	۷/۲ab	۶/۳bc	۵/۴c
غلظت کلر (درصد)	۳/۸a	۳/۴a	۳/۶a	۳/۳a
نسبت غلظت سدیم به کلسیم	۱/۰۳a	۰/۹۹ab	۰/۶۴c	۰/۷۰bc
نسبت غلظت سدیم به پتاسیم	۱۴/۰۱a	۱۴/۲۳a	۸/۵۰b	۷/۷۵b

* در هر ردیف، اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

منگنز، سدیم و کلر و نسبت غلظت Na/Ca و Na/K در دو رقم اسفناج و بر وزن خشک و غلظت روی در رقم ویروفلی و غلظت نیتروژن و کلسیم در رقم خاردار تأثیری نداشته است. با توجه به داده‌های جدول ۳، در رقم خاردار کاربرد ۸۰ میلی‌گرم فسفر، جذب کل نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، روی، مس و کلر اندام هوایی را در مقایسه با سطح ۴۰ میلی‌گرم به ترتیب ۱۶، ۴۹، ۹، ۴۳، ۳۷، ۳۷ و ۲ درصد افزایش معنی‌دار داده است، هم‌چنین سبب افزایش معنی‌دار جذب کل فسفر و مس در رقم ویروفلی به میزان ۴۵ و ۲۵ درصد گردید. اما جذب کل نیتروژن، کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر رقم ویروفلی و سدیم رقم خاردار را به ترتیب ۵، ۱۳، ۸، ۲، ۲ و ۲ درصد کاهش معنی‌دار داد. دلیل کاهش جذب کل نیتروژن و کلر در اندام هوایی رقم ویروفلی می‌تواند رابطه رقابتی فسفات با آنیون‌های کلر و نیترات برای جذب توسط ریشه اسفناج باشد. ناهید و همکاران (۲۹) گزارش کردند که کاربرد فسفر در خاک شور، جذب کلر و سدیم در گیاه برنج را کاهش، اما جذب پتاسیم، کلسیم و فسفر را افزایش داد. کاربرد فسفر با وجود اینکه جذب فسفر و مس را در رقم ویروفلی افزایش داد، اما بر عملکرد گیاه اثر مثبت نداشت. به‌طور کلی، رقم خاردار به کاربرد ۸۰ میلی‌گرم فسفر پاسخ مثبت نشان داده است و عملکرد (وزن خشک) این رقم با کاربرد فسفر افزایش یافته است، که یکی از دلایل آن افزایش جذب برخی عناصر غذایی با کاربرد فسفر می‌باشد. کایا و همکاران (۲۲) گزارش کردند که کاربرد فسفر و پتاسیم تکمیلی، وزن خشک و غلظت فسفر را

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

جدول ۳. تأثیر سطوح فسفر بر جذب کل برخی عناصر در اندام هوایی اسفناج

	سطح فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)			
	۴۰	۸۰	۴۰	۸۰
جذب کل (میلی‌گرم در گلدان)	رقم خاردار		رقم ویروفلی اصلاح شده	
نیتروژن	۲۵۷/۴c*	۲۹۸/۶b	۳۱۸/۶a	۳۰۳/۲b
فسفر	۵۴/۸b	۸۱/۵a	۵۶b	۸۱a
پتاسیم	۱۰b	۹/۸b	۱۱/۹a	۱۱/۸a
کلسیم	۱۴۸/۶b	۱۶۲/۱a	۱۶۲/۷a	۱۴۱/۸b
منیزیم	۶۴/۷c	۹۲/۱a	۷۱b	۶۵/۳c
آهن	۱b	۱/۱b	۲/۱a	۲a
منگنز	۲b	۲b	۲/۸a	۲/۸a
روی	۰/۶b	۰/۹a	۱a	۱a
مس	۰/۱۶d	۰/۲۱c	۰/۲۶b	۰/۳۳a
سدیم	۱۴۳/۳a	۱۳۹/۴b	۱۰۲/۶c	۸۹/۶d
کلر	۶۵۳b	۶۶۷a	۵۷۱c	۵۵۹d

* در هر ردیف، اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

در اسفناج تحت شرایط شوری در مقایسه با تیمار شوری تنها، افزایش و غلظت سدیم را کاهش داد. احتمالاً یکی از دلایل عدم پاسخ رقم ویروفلی به کاربرد سطح ۸۰ میلی‌گرم فسفر تأثیر منفی فسفر بر جذب برخی عناصر غذایی مثل نیتروژن، کلسیم و منیزیم می‌باشد. در پژوهش حاضر، جذب سدیم و کلر در رقم ویروفلی با کاربرد فسفر کاهش پیدا کرد. سدیم و کلر می‌توانند در گیاه سمیت ایجاد نموده و سبب ایجاد عدم توازن یونی در گیاه شوند. بنابراین کاربرد فسفر جهت کاهش اثرات منفی شوری در رقم ویروفلی مفید بوده است. اما در رقم خاردار، با کاربرد فسفر، جذب این دو یون افزایش پیدا کرد.

تأثیر سطوح کلرید سدیم بر عملکرد، کلروفیل و غلظت و جذب برخی عناصردر اندام هوایی اسفناج

کاربرد سطوح کلرید سدیم بر وزن تر و وزن خشک ارقام اسفناج تأثیر منفی نداشت و حتی سبب افزایش آن نیز گردید. کاربرد ۲ گرم در کیلوگرم کلرید سدیم (شوری) وزن تر ارقام خاردار و ویروفلی و وزن خشک رقم ویروفلی را در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۶، ۱۷ و ۱۷ درصد افزایش داد (جدول ۴). یوسیف و همکاران (۳۳) نیز مشاهده کردند وزن خشک اسفناج رقم نیوزیلند (*New Zealand*) با کاربرد شوری کلرید سدیم افزایش نشان داد. اما وزن خشک اسفناج رقم آبی (*Water*) کاهش پیدا کرد و بیان کردند عموماً شوری رشد گلیکوفیت‌ها را کاهش می‌دهد، درحالی که رشد هالوفیت‌ها را بهبود می‌دهد. بنابراین اسفناج رقم نیوزیلند هالوفیت محسوب می‌شود و سازگاری آن به شوری در مقایسه با اسفناج آبی بیشتر است. کاربرد شوری در پژوهش حاضر عملکرد اندام هوایی دو رقم اسفناج مورد مطالعه را افزایش داده، بنابراین در گروه هالوفیت‌ها قرار می‌گیرند. تحریک رشد به وسیله سدیم، به طور عمده به دلیل اثر آن بر رشد سلول و موازنه آب گیاهان به وجود می‌آید. مارشنر و پوسینگهام (۲۸) نیز گزارش کردند اسفناج گونه‌ای سدیم‌دوست است و بالا بودن سدیم در محیط خارجی سبب رونق توسعه سلول و رشد می‌شود. قرائت

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

جدول ۴. تأثیر سطوح کلرید سدیم بر وزن تر، وزن خشک، غلظت کلروفیل و غلظت برخی عناصر در اندام هوایی اسفناج

سطح کلرید سدیم (دسی‌زیمنس بر متر)						
۸	۳/۸	۰/۶	۸	۳/۸	۰/۶	پارامتر اندازه‌گیری شده
رقم ویروفلی اصلاح شده			رقم خاردار			
۱۱۹/۱ab	۱۱۵/۷a-c	۱۰۱/۴c	۱۲۶/۹a	۱۲۳/۴ab	۱۰۹/۳bc*	وزن تر (گرم در گلدان)
۱۷/۶b	۱۵/۲c	۱۵c	۱۷/۸ab	۲۰/۲a	۱۸ab	وزن خشک (گرم در گلدان)
۴۲a	۴۴/۱a	۴۲/۵a	۳۷/۷b	۳۴/۲c	۳۷/۵bc	قرائت کلروفیل‌متر
۱/۹a	۲a	۲a	۱/۵b	۱/۴b	۱/۶b	غلظت نیتروژن (درصد)
۴/۲ab	۴/۱ab	۴/۶a	۳/۷bc	۳/۶c	۳/۶c	غلظت فسفر (گرم در کیلوگرم)
۶۷۵b	۷۸۳/۳a	۸۰۰/۸a	۶۰۶/۷bc	۴۸۱d	۵۳۰cd	غلظت پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)
۸/۶bc	۹/۳a-c	۱۰/۸a	۷/۵c	۷/۹bc	۹/۶ab	غلظت کلسیم (گرم در کیلوگرم)
۳/۵c	۳/۹bc	۵/۶a	۴/۱bc	۳/۹bc	۴/۶b	غلظت منیزیم (گرم در کیلوگرم)
۱۱۸a	۱۳۸a	۱۳۶a	۵۸b	۵۶b	۵۴b	غلظت آهن (میلی گرم در کیلوگرم)
۱۶۶a	۱۸۷a	۱۸۰a	۱۱۴b	۱۱۴b	۹۹b	غلظت منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)
۶۳/۹b	۷۱/۶a	۵۳/۲c	۵۳/۶c	۴۱/۵d	۲۹/۴e	غلظت روی (میلی گرم در کیلوگرم)
۱۸/۷b	۲۰a	۱۷/۱c	۱۰/۳d	۹/۷d	۹/۴d	غلظت مس (میلی گرم در کیلوگرم)
۹/۳b	۶/۹c	۱/۳d	۱۳/۸a	۸bc	۱/۴d	غلظت سدیم (گرم در کیلوگرم)
۵/۲b	۴/۴c	۰/۷d	۶/۳a	۳/۹c	۰/۶d	غلظت کلر (درصد)
۱/۱b	۰/۸b	۰/۱c	۱/۹a	۱b	۰/۱c	نسبت غلظت سدیم به کلسیم
۱۳/۹b	۸/۸c	۱/۶d	۲۳a	۱۶/۷b	۲/۶d	نسبت غلظت سدیم به پتاسیم

* در هر ردیف اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی دار ندارند ($p < ۰/۰۵$).

کلروفیل‌متر در دو رقم اسفناج با هم تفاوت معنی‌دار نشان داد و در رقم ویروفلی به طور معنی‌داری از رقم خاردار بیشتر بود. هر چند قرائت کلروفیل‌متر تحت تأثیر شوری قرار نگرفت. نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که شوری بر غلظت نیتروژن، فسفر، آهن و منگنز در دو رقم مورد مطالعه و بر پتاسیم و منیزیم رقم خاردار تأثیری نداشت. اما غلظت سایر عناصر مورد بررسی را تغییر داد. غلظت کلسیم در ارقام خاردار و ویروفلی در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۲و ۲۱ درصد کاهش معنی‌دار پیدا کرد. هم‌چنین غلظت منیزیم و پتاسیم رقم ویروفلی در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۸ و ۱۶ درصد کاهش معنی‌دار داشت. یوسیف و همکاران (۳۳) نیز گزارش کردند که غلظت کلسیم و منیزیم اسفناج رقم نیوزیلند رشد یافته در شرایط شوری کاهش یافت. مهمترین دلیل کاهش غلظت عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم در این پژوهش می‌تواند رابطه تنازعی (ناهمسازی) بین سدیم با این عناصر باشد.

خان و همکاران (۲۳) بیان کردند که بالا رفتن سطح کلرید سدیم در محیط ریشه جذب عناصر غذایی، مخصوصاً پتاسیم و کلسیم را کاهش می‌دهد. در نتیجه سبب ایجاد عدم توازن بین پتاسیم، کلسیم و منیزیم با سدیم می‌شود. گیاهانی که در معرض شوری قرار می‌گیرند میزان زیادی سدیم جذب می‌کنند که در نتیجه سبب کاهش پتاسیم گیاه می‌گردد (۱۶ و ۱۷). جاکوبی (۲۰) ذکر کرد که تجمع پتاسیم نشان دهنده سازگاری گیاهان به شوری است. در این پژوهش، غلظت پتاسیم رقم خاردار با افزایش شوری تغییر نکرد. بنابراین یکی از نشانه‌های

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

جدول ۵. تأثیر کلرید سدیم بر جذب کل برخی عناصر در اندام هوایی اسفناج

سطح کلرید سدیم (دسی‌زیمنس بر متر)						
۸	۳/۸	۰/۶	۸	۳/۸	۰/۶	
رقم ویروفلی اصلاح شده			رقم خاردار			جذب کل (میلی‌گرم در گلدان)
۳۲۶/۹a	۳۰۳/۴b	۳۰۲/۳b	۲۶۵d	۲۸۶/۸c	۲۸۲/۱c*	نیتروژن
۷۳/۶a	۶۳/۶a	۶۸/۹a	۶۵/۹a	۷۳/۷a	۶۴/۹a	فسفر
۱۱/۹a	۱۱/۸ab	۱۱/۹a	۱۰/۵bc	۹/۶c	۹/۵c	پتاسیم
۱۵۱/۸bc	۱۴۲/۵cd	۱۶۲/۴b	۱۳۱/۹b	۱۵۹/۸b	۱۷۴/۴a	کلسیم
۶۱c	۵۹/۸c	۸۳/۷a	۷۱/۷b	۸۰/۱a	۸۳/۴a	منیزیم
۲/۱a	۲a	۲a	۱b	۱/۱۳b	۰/۹۷b	آهن
۲/۹a	۲/۸a	۲/۷a	۲b	۲/۳ab	۱/۸b	منگنز
۱/۱a	۱/۱a	۰/۷۹b	۰/۹۶ab	۰/۸۵b	۰/۵۳c	روی
۰/۳۳a	۰/۳۰a	۰/۲۶b	۰/۱۸c	۰/۲۰c	۰/۱۷c	مس
۱۶۴/۸b	۱۰۳/۹d	۱۹/۶e	۲۴۲/۸a	۱۶۰/۳c	۲۰/۸e	سدیم
۹۱۶b	۶۷۰d	۱۰۸/۲f	۱۱۰۰a	۷۷۲c	۱۱۸/۲e	کلر

* در هر ردیف، اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

سازگاری رقم خاردار به شوری محسوب می‌شود.

غلظت عنصر روی با کاربرد شوری افزایش معنی‌دار نشان داد. به عنوان مثال، شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر غلظت روی در رقم خاردار و ویروفلی را در مقایسه با شاهد به ترتیب ۸۲ و ۲۰ درصد افزایش داد. به علاوه غلظت مس در رقم ویروفلی نیز با کاربرد کلرید سدیم افزایش معنی‌دار داشت. غلظت سدیم و کلر نیز در هر دو رقم در حضور شوری افزایش معنی‌دار داشتند. دو سطح شوری، غلظت سدیم در رقم خاردار را در مقایسه با شاهد به ترتیب ۶ و ۱۰ برابر و در رقم ویروفلی ۵ و ۷ برابر افزایش داد. هم‌چنین غلظت کلر در رقم خاردار در سطوح شوری به ترتیب ۷ و ۱۱ برابر و در رقم ویروفلی ۶ و ۷ برابر افزایش نشان داد. یوسیف و همکاران (۳۳) گزارش کردند که غلظت و جذب سدیم در ارقام نیوزیلندی و آبی اسفناج در حضور شوری افزایش معنی‌دار داشت. غلظت سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم به عنوان پارامترهای فیتو- فیزیولوژیک برای نشان دادن میزان حساسیت ارقام به تنش کلرید سدیم است (۱۲ و ۲۵). در پژوهش حاضر، نسبت غلظت سدیم به کلسیم در دو سطح شوری در رقم خاردار به ترتیب ۱۰ و ۱۹ برابر و در رقم ویروفلی ۸ و ۱۱ برابر نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌دار نشان داد. بنابراین نسبت سدیم به کلسیم در رقم خاردار در مقایسه با رقم ویروفلی بیشتر افزایش یافته است و مهمترین دلیل آن نیز توانایی بیشتر رقم خاردار در جذب سدیم می‌باشد. در حضور کلرید سدیم، میزان سدیم و کلر در اندام‌های گیاه افزایش و تجمع می‌یابد و این یون‌ها می‌توانند جذب سایر عناصر معدنی را در برهمکنش‌های رقابتی یا به وسیله انتخاب پذیری یونی غشا تحت تأثیر قرار دهند. در نتیجه سبب کمبود عناصر غذایی در گیاهان شود (۷). نسبت سدیم به پتاسیم نیز در حضور شوری در ارقام اسفناج افزایش پیدا کرد. در شوری ۳/۸ و ۸ دسی زیمنس بر متر، نسبت سدیم به پتاسیم رقم خاردار به ترتیب ۶ و ۹ برابر و در رقم ویروفلی ۶ و ۹ برابر نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. یوسیف و همکاران (۳۳) نیز افزایش نسبت سدیم به پتاسیم را در اسفناج مشاهده کردند. نسبت بالای سدیم به پتاسیم نشان دهنده بی نظمی‌های متابولیک نظیر کاهش سنتز پروتئین و فعالیت‌های آنزیمی است

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

(۸). هم‌چنین سبب افزایش در نفوذپذیری غشای سلولی می‌شود (۳).

جذب کل نیتروژن در اندام هوایی رقم خاردار در سطح بالای شوری کاهش معنی‌دار ۶ درصدی و در رقم ویروفلی افزایش معنی‌دار ۸ درصدی نشان داد. یوسیف و همکاران (۳۳) در پژوهشی که روی دو رقم اسفناج در محیط هیدروپونیک انجام دادند مشاهده کردند که شوری سبب افزایش معنی‌دار جذب کل نیتروژن در اسفناج نیوزیلندی اما سبب کاهش معنی‌دار آن در اسفناج آبی گردید و بیان کردند اسفناج نیوزیلندی از نظر جذب نیتروژن در شرایط شور فعال‌تر از اسفناج آبی است. در شرایط شور، جذب نیتروژن به وسیله تجمع کلر و رقابت با نیترات محدود می‌شود (۳). در پژوهش حاضر، جذب نیتروژن در رقم ویروفلی در شرایط شوری افزایش یافت و احتمالاً یکی از دلایل افزایش عملکرد آن در حضور شوری می‌باشد. هیو و اشمیدهالتر (۱۹) بیان کردند که نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف گیاهان است که در ساختمان بسیاری از ترکیبات سلولی از قبیل آمینو اسیدها و نوکلئیک اسیدها نقش دارد. بنابراین کمبود نیتروژن رشد گیاه را به سرعت محدود می‌کند. جذب کلسیم و منیزیم در ارقام مورد مطالعه با کاربرد کلرید سدیم کاهش معنی‌دار نشان داد، که مهمترین دلیل آن رقابت سدیم با کلسیم و منیزیم برای جذب توسط ریشه می‌باشد. کاربرد شوری بر جذب کل عنصر روی در هر دو رقم و بر جذب کل مس رقم ویروفلی اثر افزایشی داشت. به عنوان مثال، سطح بالای شوری (۸ دسی‌زیمنس بر متر) جذب روی ارقام خاردار و ویروفلی را به ترتیب ۸۱ و ۴۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد و جذب کل مس رقم ویروفلی را ۲۸ درصد افزایش معنی‌دار داد. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده نشان داد که جذب کل سدیم و کلر در اندام هوایی هر دو رقم با کاربرد کلرید سدیم افزایش معنی‌دار یافت و شدت افزایش این دو عنصر در رقم خاردار در مقایسه با رقم ویروفلی بیشتربود.

نتیجه‌گیری

کاربرد ۸۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک در شرایط گلخانه برای افزایش عملکرد رقم خاردار مناسب بود. اما برای افزایش عملکرد رقم ویروفلی اصلاح شده به دلیل اثر منفی بر جذب برخی عناصر غذایی مناسب نبود. شوری سبب ایجاد عدم توازن بین عناصر غذایی گیاه گردید. اما این عدم توازن اثر منفی بر رشد دو رقم اسفناج نشان نداد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، رقم‌های خاردار و ویروفلی تحمل شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر را دارند. هر چند لازم است قبل از هر گونه توصیه‌ای نتایج این پژوهش در شرایط مزرعه‌ای نیز مورد تأیید قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. خلدبرین، ب. و ط. صفارزاده. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی. ترجمه، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شیراز، ۹۰۲ صفحه.

۲. ملکوتی، م. ج. ، پ. کشاورز و ن. کریمیان. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۷۵۵ صفحه.

3. Alam, S. M. 1999. Nutrient uptake by plants under stress conditions. PP. 285-313. *In*: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress, Marcel Dekker, New York.
4. Aslam, M., R. H. Qureshi and N. Ahmad. 1993. A rapid screening technique for salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Soil 150: 99-107.
5. Awad, A. S., D. G. Edwards and L. C. Campell. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Sci. 30: 123-128.
6. Bernstein, L., L. E. Francois and R. A. Clark. 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yield of grains and vegetables. Agron J. 66: 412-421.
7. Bohra, J. S. and K. Döffling. 1993. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. Plant Soil. 152: 299-303.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]

8. Brady, C. J., T. S. Gibson, E. W. R. Barlow, J. Speirs and R. G. Wyn Jones. 1984. Salt tolerance in plants. I. Ions compatible organic solutes and the stability of plant ribosomes. Plant Cell Environ. 7: 571-578.
9. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. PP. 595-624. *In*: Page, A. L. et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, 2nd Ed., Part 2, Monograph 9, ASA, Madison, WI.
10. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1982. Methods of Analysis for Soils, Plants and Water. Chapman Publisher, Riverside, CA.
11. Chatzissavvidis, C., I. Papadakis and I. Therios. 2008. Effect of calcium on the ion status and growth performance of citrus rootstock growth under NaCl stress. Soil Sci. Plant Nutr. 54: 910-915.
12. De Lacerda, C. F., J. Cambraia, M. A. Oliva and H. A. Ruiz. 2005. Changes in growh and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. Environ. Exp. Bot. 54: 69-76.
13. FAO. 2005. Global Network on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt-affected Soils. FAO Land and Plant Nutrition Management Service, Rome, Italy. http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush.
14. Giardini, L., F. Pimpini, M. Borin and G. Gianquint. 1992. Effect of poultry manure and mineral fertilizers on yield of crops. J. Agric. Sci. 118: 207-213.
15. Gibson, T. S. 1988. Carbohydrate metabolism and phosphorus salinity interaction in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Soil. 111: 25-35.
16. Gomez, I., J. N. Pedreno, L. Moral, M. R. Iborra, G. Palacios and J. Mataix. 1996. Salinity and nitrogen fertilization affecting the macronutrients content and yield of sweet pepper plants. J. Plant Nutr. 19: 353-359.
17. Hasegawa, P. M., R. A. Bressan, J. K. Zhu and H. J. Bohnert. 2000. Plant cellular and molecular responses to salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51: 463-499.
18. Hopkins, B. and J. Ellsworth. 2003. Phosphorus nutrition in potato production. Idaho Potato Conf, pp. 22-23.
19. Hu, Y. and U. Schmidhalter. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. J. Plant Nutr. Soil Sci.,168: 541-549.
20. Jacoby, B. 1999. Mechanisms involved in salt tolerance of plants. PP. 97-123. *In*: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress, Marcel Dekker Inc., New York.
21. Kawazu, Y., M. Okimura, T. Ishii and S. Yui. 2003. Varietals and seasonal differences in oxalate content of spinach. Hort. Sci. 97: 203-210.
22. Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. 2001. The effects of salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant Physiol. 27(3-4): 47-59.
23. Khan, M. A., I. A. Ungar and A. M. Showalter. 2000. Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte *Atriplex griffithii* var. stocksii. Ann. Bot. 85: 225-232.
24. Khalil, M. A., F. Amer and M. M. Elgabaly. 1967. A salinity-fertility interaction study on corn and cotton. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 683-686.
25. Raja Babu, C., C. Vijayalakshmi and S. Mohandass. 2005. Evaluation of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes for salt tolerance. J. Food Agric. Environ. 3: 190-194.
26. Rubatzky, E. and M. Yamaguchi. 1997. World Vegetables, Principles, Production and Nutritive Values. Chapman and Hall, 843 p.
27. Marschner, P., Z. Solaman and Z. Rengel. 2007. Brassica genotype differ in growth, phosphorus uptake and rhizosphere properties under P-limiting condition. Soil Biol. Biochem. 39: 87-99.
28. Marschner, H. and J. V. Possingham. 1975. Effect of K^+ and Na^+ on growth of leaf discs of sugar beet and spinach. Z. Pflanzenphysiol. 75: 6-16.
29. Naheed, G., M. Shahbaz and N. A. Akram. 2008. Interactive effect of rooting medium application of phosphorus and NaCl on plant biomass and mineral nutrients of rice (*Oryaz Sativa* L.). Pak. J. Bot. 40(4): 1601-1608.
30. Nieman, R. H. 1962. Some effects of sodium chloride on growth, photosynthesis, and respiration of twelve crop plants. Bot Gas. 123: 279-285.
31. Osawa, T. 1963. Studies on the salt tolerance of vegetable crops with special reference to osmotic effects and specific ion effects. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 32: 211-223.
32. Wang Z. and S. X. Li. 2004. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. J. Plant Nutr. 27: 539-556.
33. Yousif, B. S., N. T. Nguyen, Y. Fukuda, H. Hakata, Y. Okamoto, Y. Masaoka and H. Saneoka. 2010. Effect of salinity on growth, mineral composition, photosynthesis and water relations of two vegetable crops: New Zealand Spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and Water Spinach (*Ipomoea aquatic*). Intl. J. Agric. Biol. 12: 211-216.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.1.7.5]