پاسخ دانهال‌های پسته به زئولیت غنی‌شده با کلسیم تحت تنش شوری

مرضیه رعیت پیشه [۱]، وحید مظفری [۲]
۱- کارشناسی ارشد علوم خاک از دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

چکیده
این آزمایش با چهار سطح شوری (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلیمولار کلرید سدیم) و سه سطح زئولیت غنی شده با کلسیم (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی) به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در محیط کشت پرلیت انجام شد. نتایج نشان داد، با افزایش شوری وزن خشک اندام هوایی و ریشه به‌ترتیب ۲۳ و ۳۴ درصد کاهش یافت. شوری نسبت K/Na اندام هوایی و ریشه و نسبت Ca/Na اندام هوایی را نیز کاهش داد، به‌گونه‌ای که نسبت K/Na اندام هوایی در سطح ۱۰ درصد وزنی زئولیت، با افزایش شوری به ۱۵۰ میلی‌مولار ۶۸ درصد و در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار حدود ۵/۵۳ درصد کاهش یافت. در ارتباط با Ca/Na اندام هوایی این کاهش در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت کمتر بود. در شوری‌های بالا، کاربرد ۱۰ درصد وزنی زئولیت غنی‌شده با کلسیم باعث بهبود این نسبت‌ها، در مقایسه با سطح بدون زئولیت گردید. نسبت Ca/Na ریشه تحت تأثیر شوری قرار نگرفت.

واژه های کلیدی: پسته، زئولیت، کلرید سدیم، نسبت عناصر

مقدمه
پسته (*Pistacia vera* L.) گیاهی نیمه‌گرمسیری و یکی از مهم‌ترین محصولات باغی ایران بوده که از اهمیت اقتصادی ویژه‌ای برخوردار است (Razavi, ۲۰۰۵). اکثر باغ‌های پسته با آب‌های شور و با کیفیت پایین آبیاری می‌شوند (Hojjat Nooghi and Mozafari, ۲۰۱۲). در پژوهش‌های انجام‌شده، پسته یک گیاه مقاوم به شوری معرفی شده است (Behboudian et al., ۱۹۸۶; Pichioni et al., ۱۹۹۰)، ولی میزان عملکرد این گیاه در شوری بالا به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. گراتان و گریو (۱۹۹۹) اظهار داشتندکه شوری می‌تواند به‌طور مستقیم جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار دهد، به‌طوری‌که سدیم جذب پتاسیم را کاهش می‌دهد. میزان بالای کلسیم نیز یک اثر کاهنده بر اثرات سمی کلرید سدیم داشته و سبب بالا بردن نسبت پتاسیم به سدیم می‌گردد و درنهایت منجر به کاهش اثر سمیت سدیم می‌شود (Cramer et al., ۱۹۸۵; Rabie and Almadini, ۲۰۰۵). اضافه کردن کلسیم به محیط، به‌دلیل کاهش نسبت جذب سدیم، اثرات منفی نمک NaCl را که احتمالاً ناشی از تخریب ساختمان خاک می‌باشد، کاهش می‌دهد. استفاده از زئولیت غنی‌شده از عناصر خاص (آمونیوم، کلسیم، پتاسیم)، در پرورش گیاهان در کشورهای مختلف جهان با استقبال گسترده‌ای روبه‌رو شده است. مصرف زئولیت باتوجه به ارزانی، کاربرد آسان و وجود منابع زیاد آن در کشور به‌سرعت درحال افزایش است. زئولیت‌ها سه ویژگی اصلی دارند که سود زیادی را در اهداف کشاورزی ایجاد می‌کنند: ۱_ ظرفیت تبادل کاتیونی بالا ۲_ ظرفیت نگه‌داری آب بالا در کانال‌های آزاد ۳_ ظرفیت جذب بالای عناصر. این مواد به‌دلیل خاصیت تبادل کاتیونی، می‌تواند عناصر کاتیونی را به‌صورت مخزنی در کانال‌های ساختاری خود نگه داشته و به‌تدریج در اختیار گیاه قرار دهد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸). منابع عظیمی از کانی‌های زئولیت در ایران یافت شده است. با وجود این‌که تحقیقاتی بر روی اثر زئولیت طبیعی بر رشد برخی گیاهان انجام شده ولی اطلاعاتی درمورد اثر زئولیت غنی‌شده، بر گیاه پسته تحت شرایط شوری در منابع وجود ندارد. هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر زئولیت غنی‌شده با کلسیم بر روی رشد دانهال پسته تحت تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها
آزمایشی در محیط کشت پرلیت و به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح کلرید سدیم (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار) و سه سطح زئولیت غنی‌شده با کلسیم (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی) بودند. زئولیت مورد استفاده در این آزمایش به‌وسیله نیترات کلسیم اشباع گردید (Hamidpour et al., ۲۰۱۰). طبق نقشه طرح، در ۱۲ گلدان مقدار یک کیلوگرم پرلیت (سطح زئولیت صفر)، در ۱۲ گلدان ۹۰۰ گرم پرلیت به‌همراه ۱۰۰ گرم زئولیت غنی شده (سطح زئولیت ۱۰ درصد) و در ۱۲ گلدان دیگر ۸۰۰ گرم پرلیت به‌همراه ۲۰۰ گرم زئولیت غنی‌شده (سطح زئولیت ۲۰ درصد) پس از مخلوط نمودن پرلیت و زئولیت ریخته شد. بذرهای پسته رقم بادامی ریز زرند از مؤسسه تحقیقات پسته کشور تهیه گردید. برای آبیاری از محلول غذایی هوگلند استفاده شد (Hoagland and Arnon, ۱۹۵۰). در هر گلدان تعداد ۵ بذر جوانه زده کشت گردید. هنگامی که نهال‌های پسته چهاربرگی شدند ، آبیاری گلدان‌ها با محلول غذایی هوگلند آغاز و تا انتهای دوره آزمایش (بیست و چهار هفته پس از کاشت) ادامه یافت. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸

ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و سپس توزین شدند. عناصر غذایی اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل سدیم، پتاسیم و کلسیم بودند که در عصاره ریشه و اندام هوایی به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد. عناصر سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر و کلسیم به‌روش تیتراسیون اندازه‌گیری شدند (امامی، ۱۳۷۵).

نتایج و بحث

وزن خشک اندام هوایی

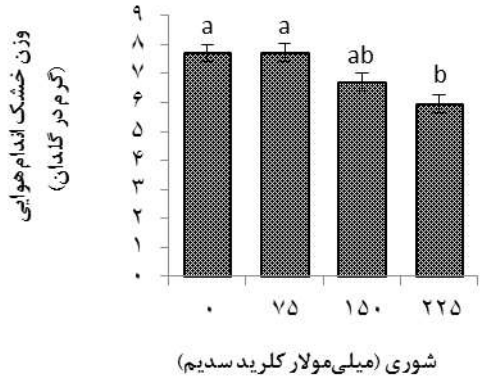
نتایج نشان داد، اثر تیمار شوری بر میزان وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار گردید ولی زئولیت غنی‌شده با کلسیم بر وزن خشک اندام هوایی تأثیر معنی‌داری نداشت. با افزایش شوری وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت که این کاهش در بالاترین سطح شوری (۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم) مشاهده شد و وزن خشک اندام هوایی را با کاهش ۲۳ درصدی مواجه ساخت (شکل ۱). کاهش در وزن خشک اندام هوایی گیاه می‌تواند به این دلیل باشد که احتمالاً افزایش شوری در محیط کشت گیاه باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک شده و سلول‌های ریشه نتوانسته‌اند آب مورد نیاز گیاه را جذب کنند. بنابراین در گیاه جذب برخی عناصر معدنی محلول در آب نیز محدود شده و درنتیجه کاهش در رشد و نمو گیاه به‌دلیل نقص در سوخت و ساز گیاه می‌باشد (Cicek and Cakirlar, ۲۰۰۲).

نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی

نتایج نشان داد که در تمام سطوح زئولیت، با افزایش شوری نسبت K/Na در اندام هوایی کاهش یافت. با توجه به جدول ۲، در سطح صفر زئولیت با افزایش شوری به ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار، این نسبت به‌ترتیب ۴۸ و ۸۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. در سطح ۱۰ درصد وزنی زئولیت با افزایش شوری به ۱۵۰ میلی‌مولار این نسبت ۶۸ درصد و در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار حدود ۵/۵۳ درصد کاهش مشاهده شد (جدول ۱). نسبت پتاسیم به سدیم بالا می‌تواند به‌عنوان یک معیار انتخاب تحمل به شوری در بسیاری از گونه‌ها حساس به شوری باشد. غلظت سدیم در برگ ممکن است برای حفظ تورژسانس گیاه مفید باشد ولی سدیم نمی‌تواند جانشین مناسبی برای پتاسیم محسوب شود زیرا پتاسیم به‌طور اختصاصی برای سنتز پروتئین و فعالیت آنزیمی ضروری است (Marschner, ۱۹۹۵). با اینکه جذب پتاسیم توسط نمک کاهش می‌یابد، ولی غلظت بالای پتاسیم در استرومای کلروپلاست برای حفظ توازن فتوسنتزی در شرایط شور ضروری است. در بافت‌های گیاهی بالا بودن نسبت K^+/Na^+ به‌عنوان یکی از ساز و کارهای فیزیولوژیکی مهم در ایجاد تحمل به شوری در برخی از گونه‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته است (Grieve and Walker, ۱۹۸۳). طی مطالعات انجام شده توسط سپاسخواه و مفتون (۱۹۸۵) و بر روی پسته، نجفیان و همکاران (۲۰۰۸) و اورعی و همکاران (۲۰۰۸) بر روی بادام و تاتینی (۱۹۹۵) بر روی زیتون، عنوان کردند که نسبت بالای پتاسیم به سدیم در شاخساره به‌عنوان شاخص مقاومت پایه‌ها در شرایط تنش شوری محسوب می‌شود.

نسبت کلسیم به سدیم اندام هوایی

نتایج همچنین نشان داد که در تمام سطوح زئولیت با افزایش شوری نسبت Ca/Na در اندام هوایی کاهش یافت (جدول ۲) که این کاهش در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت کمتر بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که در سطح صفر زئولیت، با افزایش شوری به ۱۵۰ میلی‌مولار این نسبت حدود ۹۴ درصد و در ۱۰ درصد وزنی زئولیت حدود ۵/۷۸ درصد کاهش مشاهده گردید. در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت نیز با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار، این نسبت ۷۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۲).



شکل ۱: مقایسه میانگین تأثیر سطوح شوری بر وزن خشک اندام هوایی دانهال‌های پسته
.میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند†

جدول ۱_ مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و زئولیت بر نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی دانهال‌های پسته

شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطوح زئولیت (درصد وزنی)			
	۰	۱۰	۲۰	میانگین
	نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی			
۰	^{a}۰۴/۱۷	^{a}۰۴/۱۶	^{b}۲۳/۱۳	A ۴۳/۱۵
۷۵	^{c}۹۲/۸	^{a}۰۷/۱۷	^{d}۱۴/۶	B ۷۱/۱۰
۱۵۰	^{e}۸۲/۲	^{de}۰۹/۵	^{de}۰۸/۴	C ۰۰/۴
۲۲۵	^{e}۶۲/۲	^{e}۲۳/۲	^{e} ۱۲/۳	C ۶۵/۲
میانگین	B ۸۵/۷	A ۱۱/۱۰	B ۶۴/۶	

جدول ۲_ مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و زئولیت برنسبت کلسیم به سدیم اندام هوایی دانهال‌های پسته

شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطوح زئولیت (درصد وزنی)			
	۰	۱۰	۲۰	میانگین
	نسبت کلسیم به سدیم اندام هوایی			
۰	^{a}۱۷/۳	^{a}۰۶/۳	^{b}۸۸/۱	A ۸۳/۵
۷۵	^{bc}۶۶/۱	^{bc}۶۴/۱	^{b}۸۶/۱	B ۱۱/۲
۱۵۰	^{bc}۶۳/۱	^{de} ۱۵/۱	^{b}۹۲/۱	C ۹۳/۰
۲۲۵	^{bc}۵۰/۱	^{bc}۶۴/۱	^{bc} ۴۸/۱	C ۷۲/۰
میانگین	B ۶۹/۱	A ۶۴/۲	A ۸۶/۲	

وزن خشک ریشه

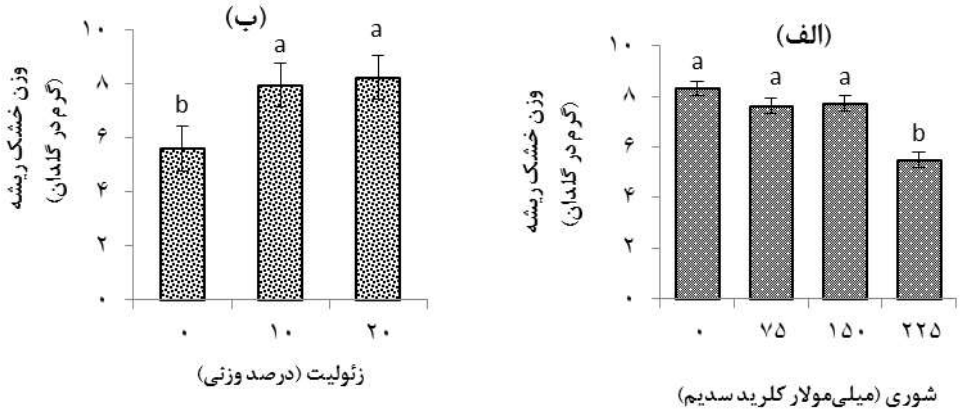
بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، با افزایش شوری تا ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک ریشه با کاهش معنی‌داری مواجه نشد ولی در بالاترین سطح شوری (۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم)، با کاهش ۳۴ درصدی نسبت به شاهد روبه‌رو گردید (شکل ۲_الف). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر زئولیت نشان داد که با کاربرد این تیمار، میزان وزن خشک ریشه افزایش یافت، بدین صورت که با کاربرد ۲۰ درصد وزنی زئولیت، بیشترین افزایش در وزن خشک ریشه مشاهده شد، به‌طوری‌که ۴۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۲_ب).

نسبت پتاسیم به سدیم ریشه

نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد (جدول ۳)، در سطح صفر و ۱۰ درصد زئولیت با افزایش به ۷۵ میلی‌مولار نسبت K/Na کاهش یافت، به‌طوری‌که در سطح صفر زئولیت این نسبت حدود ۴۸ درصد و در سطح ۱۰ درصد وزنی زئولیت ۴۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. هم‌چنین بین سطوح ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

نسبت کلسیم به سدیم ریشه

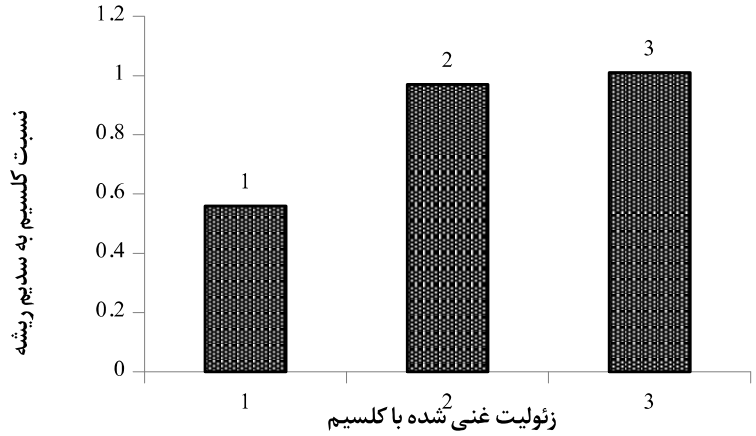
نسبت Ca/Na ریشه تحت تأثیر شوری قرار نگرفت و تنها تحت تأثیر زئولیت غنی‌شده با کلسیم معنی‌دار گردید. با افزایش زئولیت به ۱۰ درصد وزنی این نسبت حدود ۷۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت، گرچه بین سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).



شکل ۲: مقایسه میانگین تأثیر سطوح شوری (الف) و زئولیت غنی‌شده با کلسیم (ب) بر وزن خشک ریشه دانهال‌های پسته
.میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند†

جدول ۳_ مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و زئولیت بر نسبت پتاسیم به سدیم ریشه دانهال‌های پسته

شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطوح زئولیت (درصد وزنی)			
	۰	۱۰	۲۰	میانگین
	نسبت پتاسیم به سدیم ریشه			
۰	^{a}۱۷/۳	^{a}۰۶/۳	^{b}۸۸/۱	A ۷۰/۲
۷۵	^{bc}۶۶/۱	^{bc}۶۴/۱	^{b}۸۶/۱	B ۷۲/۱
۱۵۰	^{bc}۶۳/۱	^{de}۱۵/۱	^{b}۹۲/۱	B ۵۷/۱
۲۲۵	^{bc}۵۰/۱	^{bc}۶۴/۱	^{bc} ۴۸/۱	B ۵۴/۱
میانگین	A ۹۹/۱	A ۸۷/۱	A ۷۹/۱	



شکل ۳: مقایسه میانگین تأثیر زئولیت غنی‌شده با کلسیم بر نسبت کلسیم به سدیم ریشه دانهال‌های پسته
.میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند†

منابع

اسفندیاری، آ.، تقوی، ت.، بابالار، م. و دلشاد، م. ۱۳۸۸. تأثیر استفاده از زئولیت خام و زئولیت غنیشده با NH۴+ بر عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی در شرایط کاهش نیتروژن و کشت بدون خاك. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع شیمیایی)، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۴۱ تا ۵۱.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه برگ. جلد اول، نشریه فنی شماره ۹۲۸، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

Behboudian, M.H., Walker, R.R. and Torokfaivy, E. ۱۹۸۶. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. Scientia Horticulturae, ۲۹: ۲۵۱-۲۶۱.

Cicek, N. and Cakilar, H. ۲۰۰۲. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize Cultivars. Journal of Plant Physiology, ۲۸: ۶۶-۷۴.

Grattan, S.R. and Grieve, C.M. ۱۹۹۹.Salinity-mineral nutrient relation in horticultural crops. Journal of the American Society for Horticultural Science, ۷۸(۱-۴): ۱۲۷-۱۵۷.

Grieve, A. M., and Walker, R. R. ۱۹۸۳. Uptake and distribution of chloride sodium and potassium ions in salt-treated citrus plants. Australian Journal of Agricultural Research, ۳۴: ۱۳۳-۱۴۳.

Hamidpour, M., Afyuni, M., Kalbasi, M., Khoshgoftarmanesh, A.H., Vasilis, J. and Inglezakis. ۲۰۱۰. Mobility and plant-availability of Cd(II) and Pb(II) adsorbed on zeolite and bentonite. Applied Clay Science, ۴۸(۳): ۳۴۲-۳۴۸.

Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. ۱۹۵۰. The water-culture method for growing plant without soil. California Agricultural Experiment Station, ۳۴۷: ۱-۳۴.

Hojjat Nooghi, F. and Mozafari, V. ۲۰۱۲. Effects of calcium on elimination the negative effects of salinity in pistachio (*pistacia vera* L.) seedling. Australian Journal of Crop Science, ۶(۴): ۷۱۱-۷۱۶.

Marschner, H. ۱۹۹۵. *Mineral nutrient of higher plants*. ۲nd, Academic Press, New York. ۸۸۹ pages.

Najafian, S. H., Rahemi, M. and Tavallali, V. ۲۰۰۸. Effeect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstocks American. Eurasianj. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, ۳(۲): ۲۶۴-۲۶۸.

Oraei, M,. Tabatabaei, S. J., Fallahi, E. and Imani, A. ۲۰۰۸. The effect of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentration of almond (*Prunus dulcis* Mill). Journal of Horticultural Science and Biotechnology, ۲۳: ۱۳۱-۱۴۰.

Pichioni, G.A. and Miyamoto, S. ۱۹۹۰. Salt effects on growth and uptake of pistachio rootstock seedling. Journal of tha American Society for Horticultural Science, ۱۱۵: ۶۴۷-۶۵۳.

Razavi, S. ۲۰۰۵. Pistachio production: Iran vs the World. Anti-Counterfeiting Trade Agreement, ۷۲۶: ۲۲۵-۲۳۰.

Sepaskhah, A. R. and Maftoun, M. ۱۹۸۵. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. Journal of Horticultural Science and Biotecnology, ۶۳: ۱۵۷-۱۶۲.

Tattini, M. ۱۹۹۵. Ionic relations of aeroponically-grown olive genotypes during salt stress. Plant and Soil, ۱۶۱: ۱۵۶-۲۵۱.

Abstract

This experiment with four salinity levels (۰, ۷۵, ۱۵۰ and ۲۲۵ mM sodium chloride) and three levels of calcium-enriched zeolite (۰, ۱۰ and ۲۰ wt%) performanced to factorial in a completely randomized with three replications design in perlite medium. The results indicated that, Shoot and root dry weight respectively ۲۳ and ۳۴ percent decreased with increasing salinity. Salinity also reduced K/Na ratio of shoot and root and Ca/Na ratio of shoot, so that K / Na ratio of shoot at ۱۰ wt% zeolite, with increasing salinity to ۱۵۰ mM NaCl, ۶۸% and at ۲۰ wt% zeolite with increasing salinity to ۷۵ mM to about ۵۳/۵% decreased. In connection with the Ca/Na ratio of shoot, this reduction in the level of ۲۰ wt% zeolite was lower. Ratio of Ca/Na of root was not affected by salinity. In high salinity, the use of ۱۰%w of calcium-enriched zeolite could improve this ratio, compared with the non-zeolite. The ratio of Ca/Na of root was not affected by salinity.