پاسخ های گیاه جو به اثرات متقابل سدیم - کلسیم در شرایط شور

حمید فهیمی*

گروه زیست‌شناسی ، دانشکده علوم ، دانشگاه تهران ، تهران ، ایران

رقیه حاجی بلند

گروه زیست‌شناسی ، دانشکده علوم ، دانشگاه تبریز ، تبریز ـ ایران

چکیده

اثرات متقابل Ca-Na روی رشد، جذب و انتقال عناصر Mn, N, P, Ca, K, Na در دو رقم از گیاه جو (L, var. Kavir Hordeum vulgare L.var. Local Baluch, Hordeum Vulgare) در محیط های غذائی با غلظت‌های مختلف NaCl همراه با کلسیم، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری، موجب کاهش جذب و انتقال Mn, , N, P ,K, Ca در هر دو رقم جو می‌شود. با وجود این، طیف اثر NaCl روی هر یک از عناصر فوق، متفاوت است، افزودن کلسیم به محیط باعث کاهش اثرات تنش شوری بر رشد می‌شود و تا حد زیادی، کاهش در جذب و انتقال عناصر فوق‌الذکر را متوازن می‌سازد. دامنه اثر کلسیم در این دو رقم از جو متفاوت است بطوری که در رقم محلی بلوچ، افزایش مقدار کلسیم محیط کشت، اثر مثبتی روی رشد و تغذیه کانی در گیاهان در تنش شوری دارد، ولی اثر آن در رقم کویری، چندان مشخص نیست، بطوری که پایه‌هائی از گیاه در محیط دارای کلسیم با غلظت Ca=10 mM غالباً دارای رشد مشخصه این گیاهان در محیط دارای تنش شوری بدون کلسیم می‌باشند. از نظر تحمل شوری و انتقال Ca به بخش هوائی، تفاوتی بین این دو رقم جو دیده نمی‌شود، ولی در پاسخ به کلسیم افزوده شده به محیط متفاوت عمل می‌کنند. این امر نشانگر آن است که اثرات متقابل Na-Ca در محیط شور، از یک رقم به رقم دیگر (از آن گونه) متفاوت می‌باشد. با توجه به نکات یاد شده، سعی در اصلاح نبات و انتخاب ارقام مناسب با شرایط شور، ضرورت پیدا می‌کند.

* مسئول مکاتبات

J.Sci.Univ.Tehran, Vol.22 , no.1 (1996), PP.43-56

Responses of two varieties of barley plants to Na-Ca interaction effect in salinemedia.

H. Fahimi*

Dept. of Biology, Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

R.Hajiboland

Dept. of Biology, Faculty of Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Abstract

The Na-Ca interaction effects on the growth of two varieties of barley (Hordeum vulgare L) plants and also uptake and transport of Na, Ca, K, P, N and Mn< have been studied insalineculture media by NaCl with supplementary Ca.

It was observed that salinity stress decreased growth of two varieties of plants and also uptake and transport of Ca, K, N and Mn.

The effect of Ca on each category of the plants was different as in var. Local Baluch supplementary Ca up to 10 mM had beneficial effects on the growth and mineral nutrition of plants under salinestress, in var. Kavir, as plants in media with 10 mM of Ca have the same characteristics of growth as in salinemedia without Ca.

The differences between two varieties of barley regarding salinity tolerance and transport of Ca and Na to shoot were not observed, but the response to added Ca is different.

This indicates that the interaction effect of Na-Ca varies from one variety to other. Thus, take note of the above observations the growth of plants and also uptake and transport of mentioned elements in variety of Local Baluch was much easier under saline

stress with supplemental Ca.

So taking note of the above observations attempting in plants breeding and selection of tolerant varieties to saline stress should be more or less compatible with chemical composition of saline soils with important agricultural value is essential.

مقدمه:

پاسخ عمومی گیاهان به تنش شوری کاهش رشد است که به غلظت نمک که [22,19,15] و رقم گونه گیاه [8] بستگی دارد. تنش شوری روی جذب، انتقال و توزیع عناصر در گیاه موثر است [1] غالباً این اثرات تعیین‌کننده توان تحمل گیاهی مانند جو به شوری می‌باشند. در گیاهانی که مدت طولانی‌تری رشد می‌کنند علاوه بر حالات تفاوتی و رقابت، زمان و گردش مجدد یون‌ها در بخش‌های مختلف گیاه رابطه‌های . متقابلی دارند . [6] از سوی دیگر بعلت تعدیل در تجمع و انتقال یون‌ها در زمان، اثرات کوتاه مدت تنش شوری در شرایطی بررسی می‌شوند که گیاه هنوز در حال تطبیق و یا تحمل تنش شوری است [15,16]

اثر کلسیم نیز به زمان بستگی دارد. گرچه تنش شوری کمبود کلسیم را در گیاه ایجاد می‌کند [4] و کلسیم اثر تنش شوری را بهبود می‌بخشد ولی غلظت‌های مختلف آن در شوری‌های متفاوت NaCl و نسبت Ca/Na تفاوت زیادی را نشان نمی‌دهد.

در بسیاری از بررسی‌ها، افزایش کلسیم به محیط کشت همبستگی ضعیفی با RGR را نشان می‌دهد [6] و پیشنهاد شده است که این عامل باید توسط شرایط اسموزی کنترل گردد [7] . وارد و همکارانش [20] پیشنهاد می‌کنند که شوری جذب نیترات را به وسیله گیاه محدود می‌کند و کلسیم باعث جبران بخشی از آن در اندامهای هوائی گیاه می‌گردد.

ارتباط بین تفاوت در تحمل شوری و تفاوت در الگوی توزیع عناصر در تنش‌های شوری قبلاً گزارش شده است [18,5] . در مقاله حاضر اثرات متقابل بین یون‌های سدیم و کلسیم و نیز اثرات متقابل احتمالی آنها با عناصر فسفر، پتاسیم، منیزیم و ازت از نظر انتقال و توزیع در دو رقم ایرانی گیاه جو بررسی شده است.

روش‌ها و مواد:

دانه‌های استریل شده گیاه جو با ارقام کویر (Hordeum Vulgare var. Kavir) و محلی بلوچ (H. vulgare var. Local Baluch) در محیط ور میکولیت + آب مقطر تا مرحله دانه رستی رشد کرده و سپس به محیط کشت هوگلند تغییر یافته (۲۰٪)* با شرایط تهویه، بافتو پریود ۱۶ و ۸ ساعته به ترتیب برای دوره‌های روشنائی و تاریکی، منتقل شدند. طول دوره کشت ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بوده و هر ۷ روز محیط های کشت تجدید می‌شد.

طرح آزمایشی دو عاملی، با اثرات ثابت و چلیپائی **، بصورت تغییر سطوح کلسیم در مقادیر (۰، ۳ و ۱۰) میلی مول و کلرید سدیم در مقادیر ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مول بکار رفت. محاسبه RGR *** و «انتقال» عناصر با

---

* Modified Hoagland Solution

** Two - factorial and fixed and cross effect

*** Relative growth rate

فرمول‌های زیر انجام شد (۶):

$$\text{Trarnport} = \text{Ionconcentration X RGR}$$

$$\text{RGR} = \frac{L_n W_2 - L_n W_1}{T_2 - T_1} \quad \text{یا} \quad \frac{L_n L_2 - L_n L_1}{T_2 - T_1}$$

بعد از برداشت گیاهان و تعیین طول و وزن تر و خشک ریشه‌ها و بخش هوائی، نمونه‌ها به روش خاکستر مرطوب در اسید پرکلریک ۷۰٪ و در دمای بالا هضم شده و عناصر N و P به روش اسپکتروفتومتری به ترتیب با شیوه بلو - آندوفنل [21] و آمونیوم و انادات مولیبدات [11] و عناصر Na و K به روش فلم فوتومتری و Ca و Mn به روش جذب اتمی اندازه‌گیری گردید.

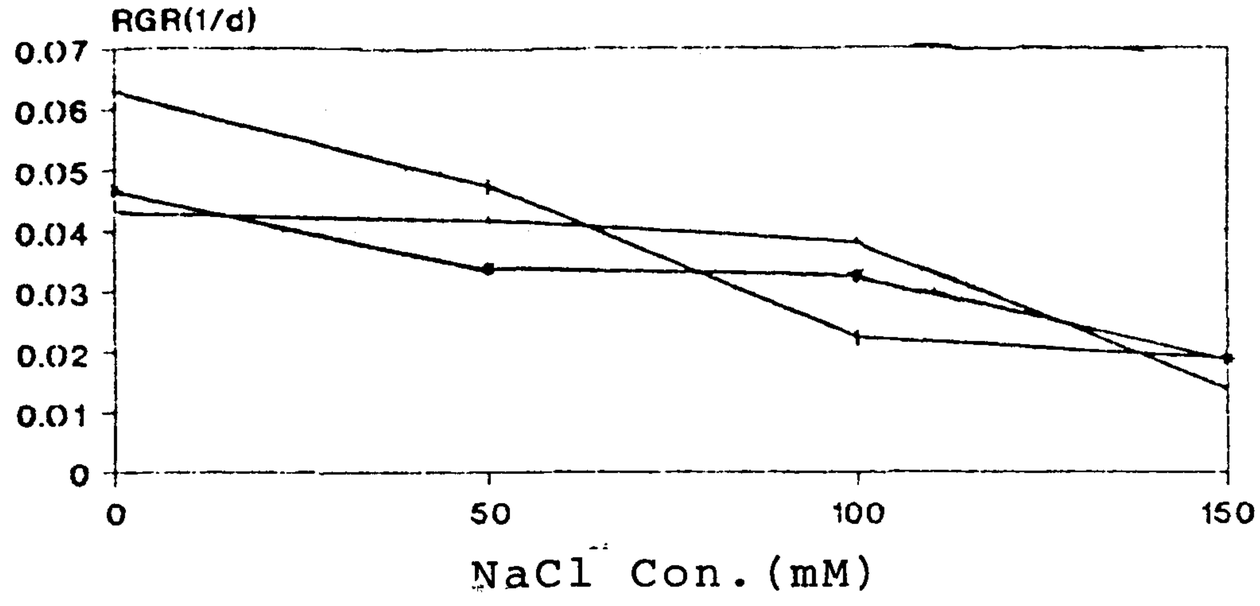
تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط آنالیز واریانس و تحت t-Student و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار (Harvard-grafics) انجام گردید.

نتایج:

۱ـ پاسخ‌های رشدی گیاه به تنش شوری و نقش کلسیم:

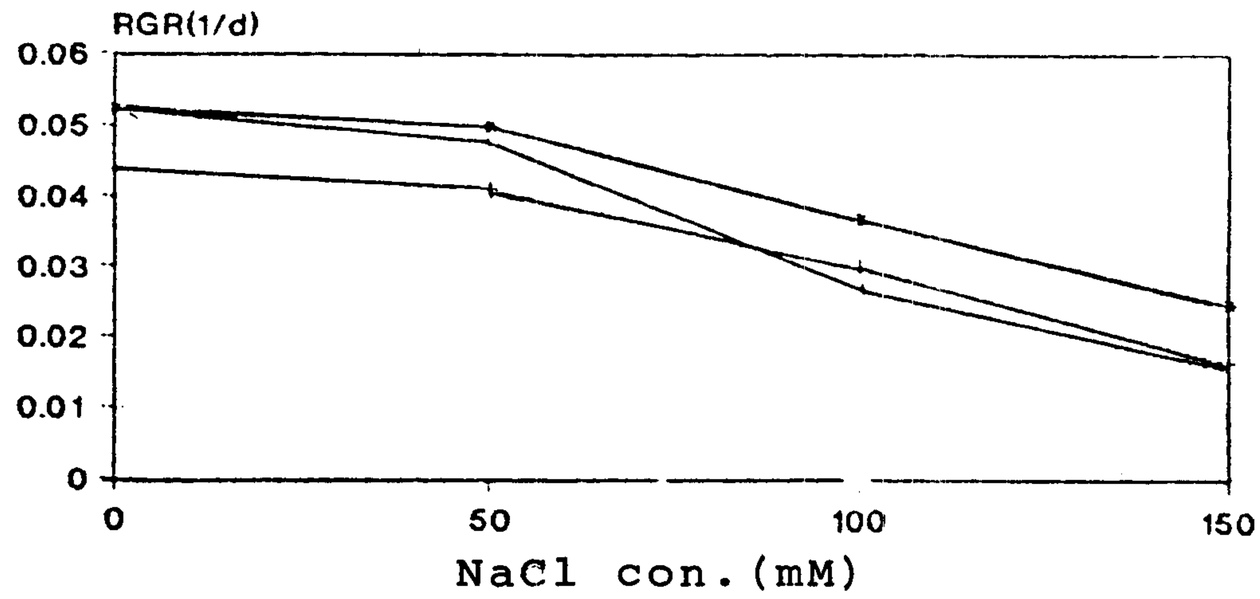
میزان رشد نسبی (RGR) بر اساس طول بخش هوائی یا وزن خشک، در اثر افزایش شوری کاهش می‌یابد (شکل‌های ۱ و ۲ و جدول ۱)

۲ـ اثر تنش شوری روی تغذیه عنصری و انتقال عناصر در گیاه و نقش کلسیم در جداول ۲ و ۳ و اشکال ۵ تا ۱۲ آمده است.



شکل (۱) کاهش RGR با افزایش تنش شوری و اثر متقابل Ca در گیاه جو رقم کویر

مقادیر بر اساس طول بخش هوائی محاسبه شده است و تفاوت بین ۴ سطح تیماری معنی‌دارست. ($P < 0.05$)



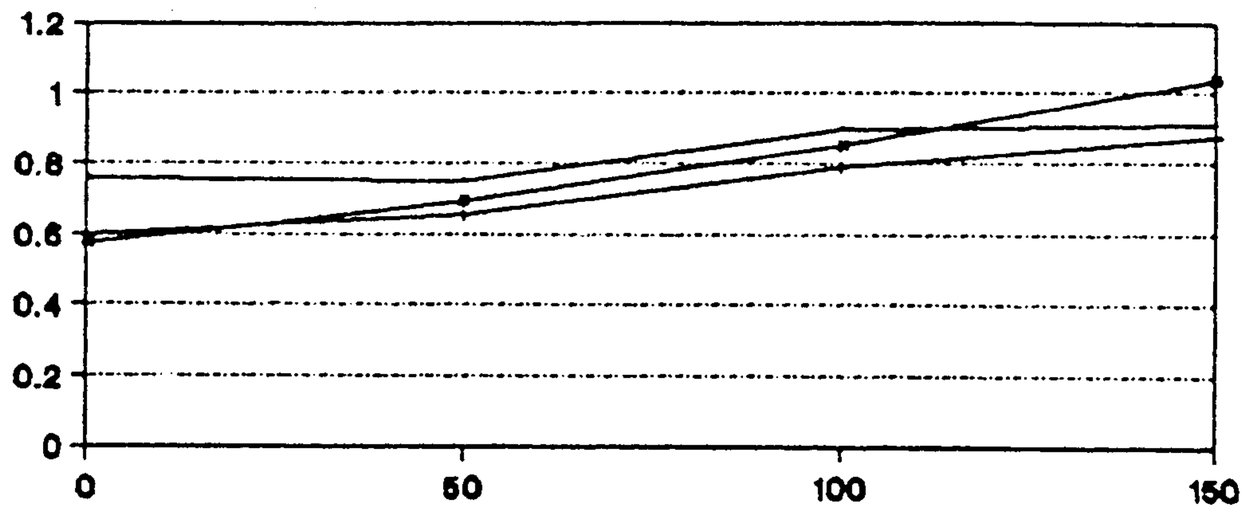
شکل (۲) کاهش RGR با افزایش تنش شوری و اثر متقابل Ca در گیاه جو رقم محلی بلوچ

مقادیر بر اساس طول بخش هوائی محاسبه شده و تفاوت بین ۴ سطح تیماری، معنی‌دارست. ($P < 0.05$)

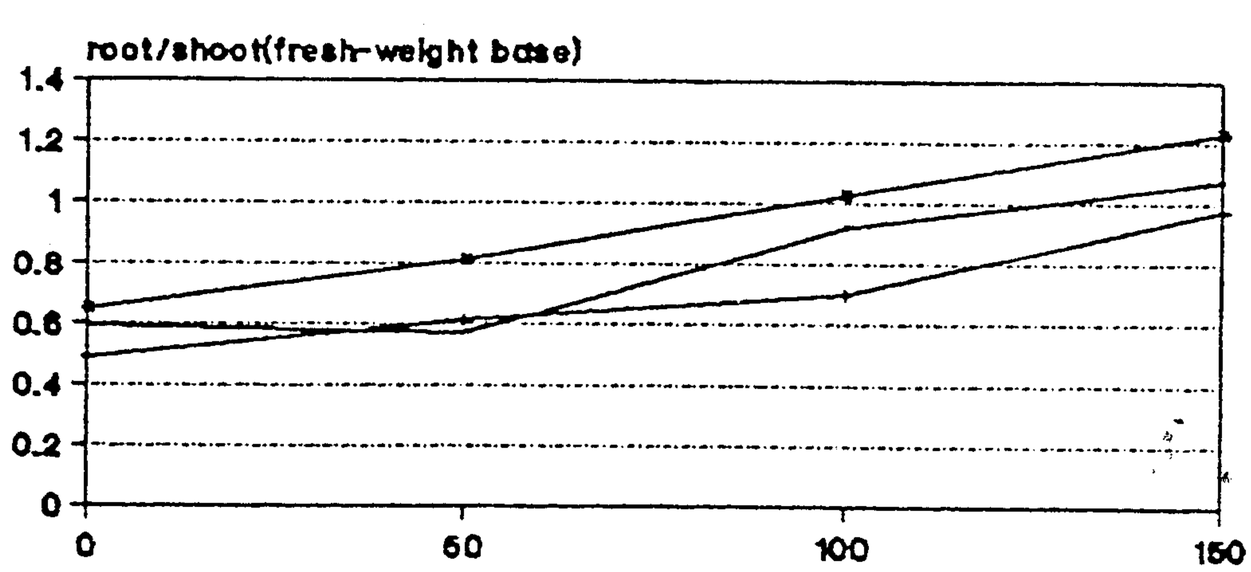
جدول (۱) درصد کاهش RGR

(مجموع درصد کاهش در کلیه تیمارهای با تنش شوری) با تغییر مقادیر کلسیم در محیط شور در گیاه جو رقم کویر و رقم محلی بلوچ).

$CaCl_2$	درصد کاهش در RGR (٪)	
(mM)	var. Kavir	var.Local Balvch
۰	۳۰/۳۳	۳۱/۷۷
۳	۲۵/۰۳	۲۵/۳
۱۰	۲۴/۸۳	۲۱/۲



شکل (۳) نسبت ریشه به بخش هوائی (بر اساس وزن تر) و اثر تنش شوری و نقش متقابل کلسیم روی تغییرات این نسبت در گیاه جو رقم کویر، تفاوت بین ۴ سطح تیماری معنی‌دارست. ($P < 0.025$)



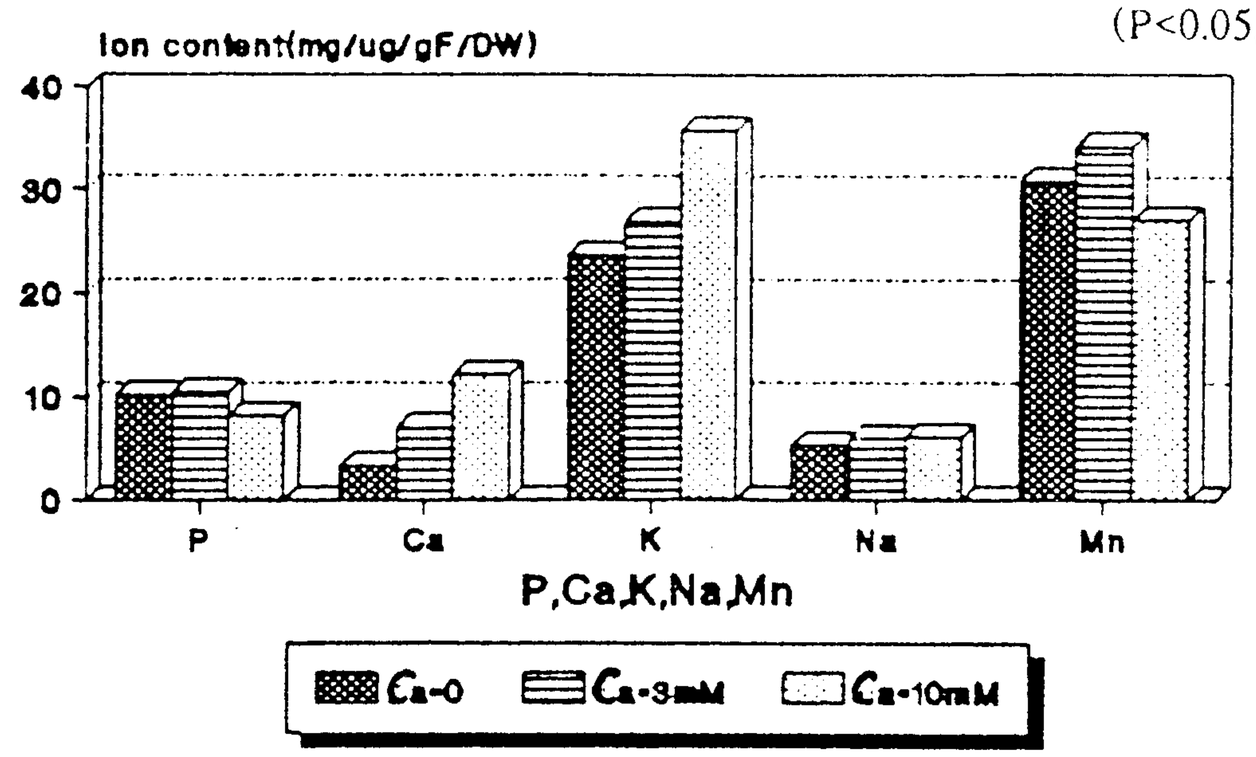
شکل (۴) نسبت ریشه به بخش هوائی (بر اساس وزن تر) و اثر تنش شوری و نقش متقابل کلسیم روی تغییرات این نسبت در گیاه جو رقم محلی بلوچ؛ تفاوت بین ۴ سطح تیماری معنی‌دارست ($p < 0.025$).

جدول (۲) تغییرات مقدار عناصر *Na*، *K*، *Ca*، *P* و *Mn* با افزایش تنش شوری در گیاه جو رقم کویر؛ تفاوت بین حداقل دو سطح تیماری معنی‌دار است *(P < 0.05)*.

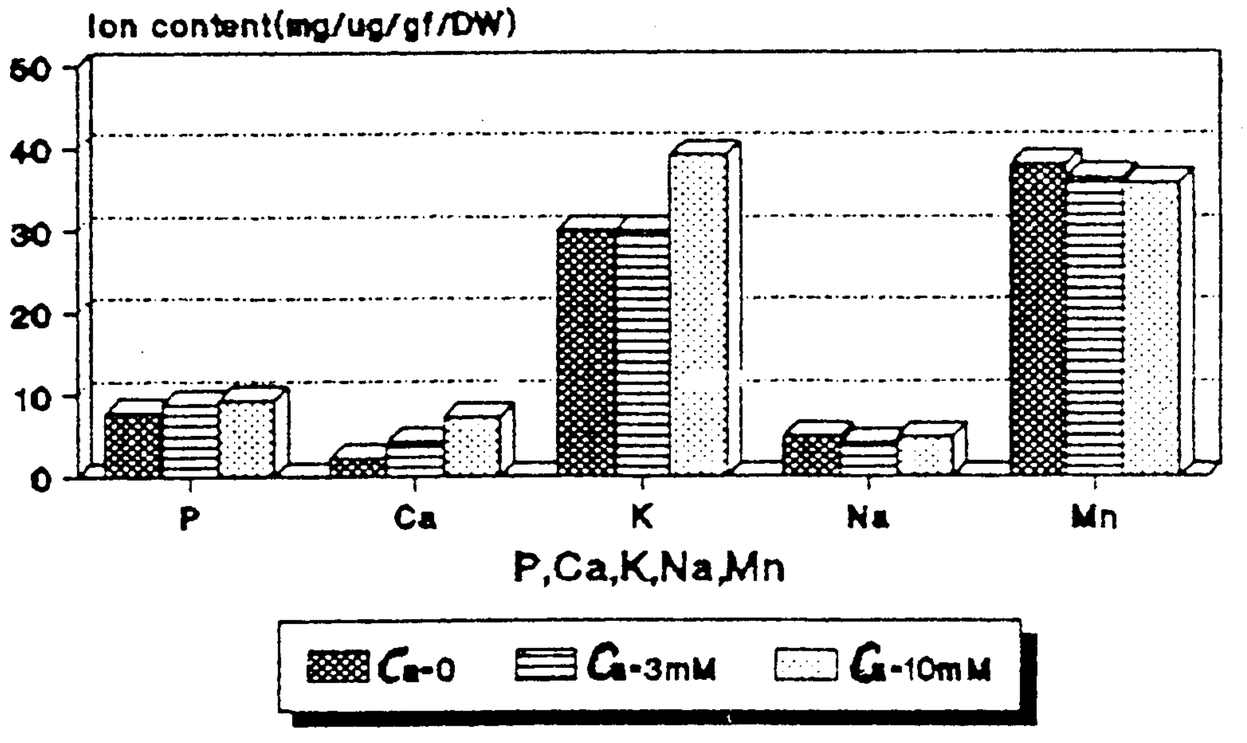
NaCl	Na		K		Ca		P		Mn
(mM)	shoot	root	shoot	root	shoot	root	shoot	root	shoot
۰	۰/۷۸۶	۱/۴۲۴	۳۷/۲۷۰	۱۵/۸۳۷	۹/۴۵۱	۰/۴۳۶	۱۰/۲۰۳	۴/۲۳۴	۰/۰۴۰
۵۰	۴/۴۳۱	۱/۹۲۳	۲۵/۷۴۵	۱۵/۰۱۳	۶/۵۱۱	۰/۳۲۷	۹/۹۸۶	۴/۵۸۵	۰/۰۲۳
۱۰۰	۵/۷۳۷	۲/۵۱۸	۲۵/۲۵۸	۱۳/۶۲۲	۶/۴۸۰	۰/۳۶۰	۹/۷۵۱	۴/۴۵۰	۰/۰۲۸
۱۵۰	۹/۱۲۳	۲/۴۹۵	۲۶/۷۶۸	۱۴/۰۹۲	۷/۵۵۶	۰/۳۴۱	۸/۴۳۸	۳/۶۸۷	۰/۰۳۲

جدول (۳) تغییرات مقدار عناصر *Na*، *K*، *Ca*، *P* و *Mn* با افزایش تنش شوری در گیاه جو رقم محلی بلوچ؛ تفاوت بین حداقل دو سطح تیماری معنی‌دار است *(p < 0.05)*.

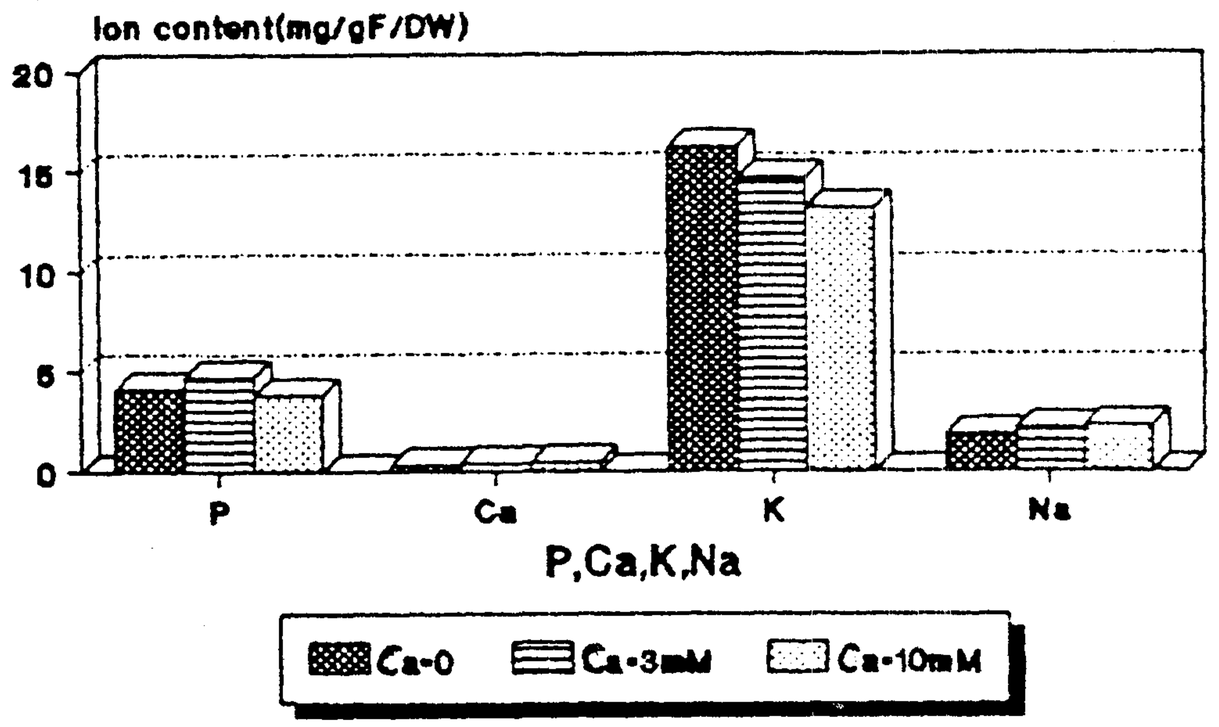
NaCl	Na		K		Ca		P		Mn
(mM)	shoot	root	shoot	root	shoot	root	shoot	root	shoot
۰	۰/۷۰۰	۰/۸۳۶	۴۳/۵۵۳	۲۳/۲۶۵	۵/۵۹۵	۰/۴۱۴	۱۰/۰۹۱	۵/۰۰۶	۰/۰۴۳
۵۰	۴/۰۷۲	۱/۶۷۰	۲۹/۹۲۸	۱۵/۴۱۱	۳/۸۹۴	۰/۳۰۸	۹/۵۷۵	۴/۷۸۷	۰/۰۳۶
۱۰۰	۷/۴۷۰	۲/۵۰۹	۲۷/۶۵۲	۱۳/۱۷۱	۴/۱۴۵	۰/۲۴۴	۸/۵۵۹	۴/۷۱۱	۰/۰۳۰
۱۵۰	۱۰/۴۲۰	۳/۰۰۴	۳۰/۹۴۰	۱۱/۷۱۵	۴/۷۷۸	۰/۲۷۵	۷/۴۳۰	۴/۳۹۶	۰/۰۳۸



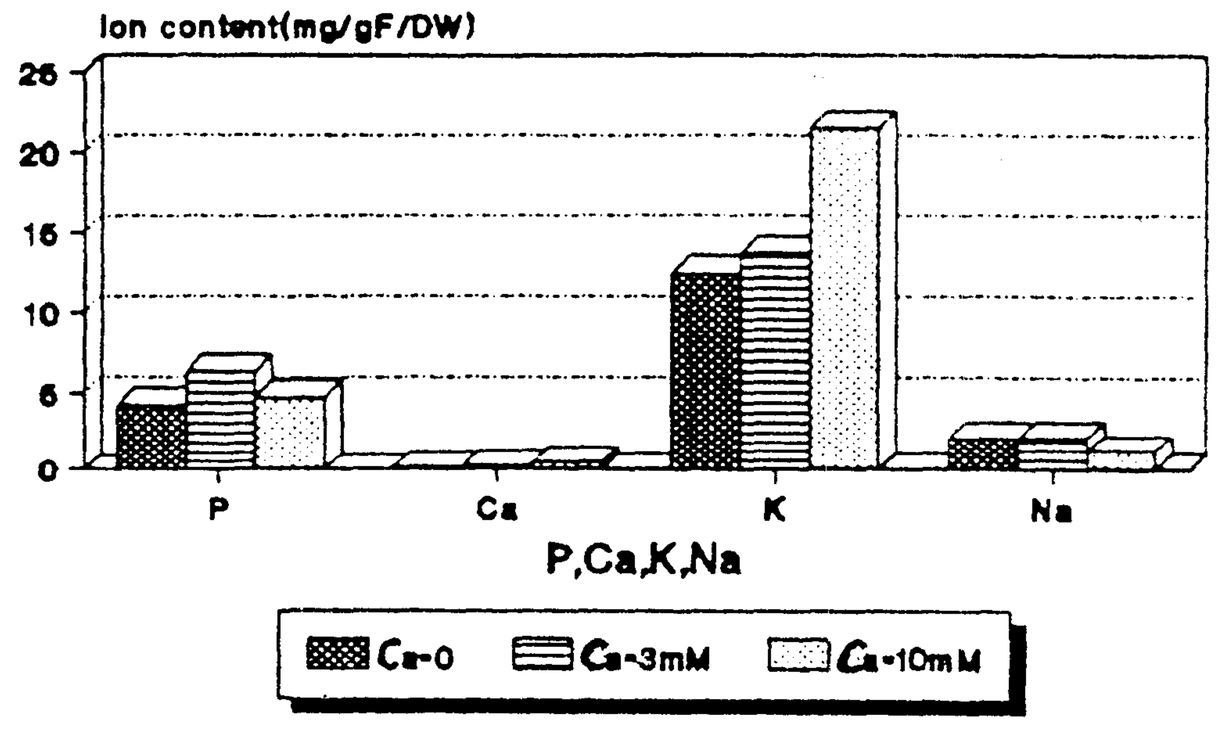
شکل (۵) تغییرات مقدار عناصر P، Ca (mg/gdw)، K و Na (mg/gfw) و Mn $(\mu g/gdw)$ با افزایش کلسیم در محیط شور در بخش هوائی گیاه جو رقم کویر. تفاوتها بین حداقل دو سطح تیماری معنی‌دارست $(P < 0.05$ و $P < 0.1)$.



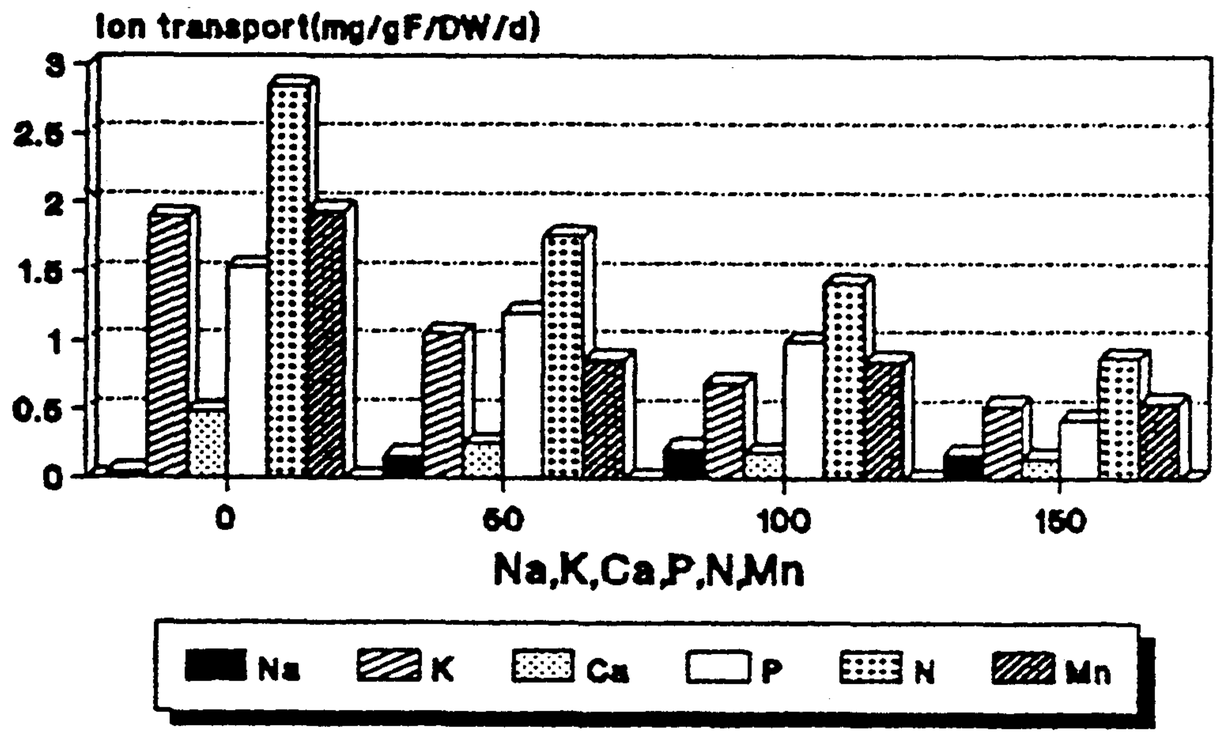
شکل (۶) تغییرات مقدار عناصر P و Ca (mg/gdw)، K و Na (mg/gfw) و Mn $(\mu g/gdw)$ با افزایش کلسیم در محیط شور در بخش هوائی گیاه جو رقم محلی بلوچ. تفاوتها بین حداقل دو سطح تیماری معنی‌دارست $(P < 0.05$ و $P < 0.1)$.



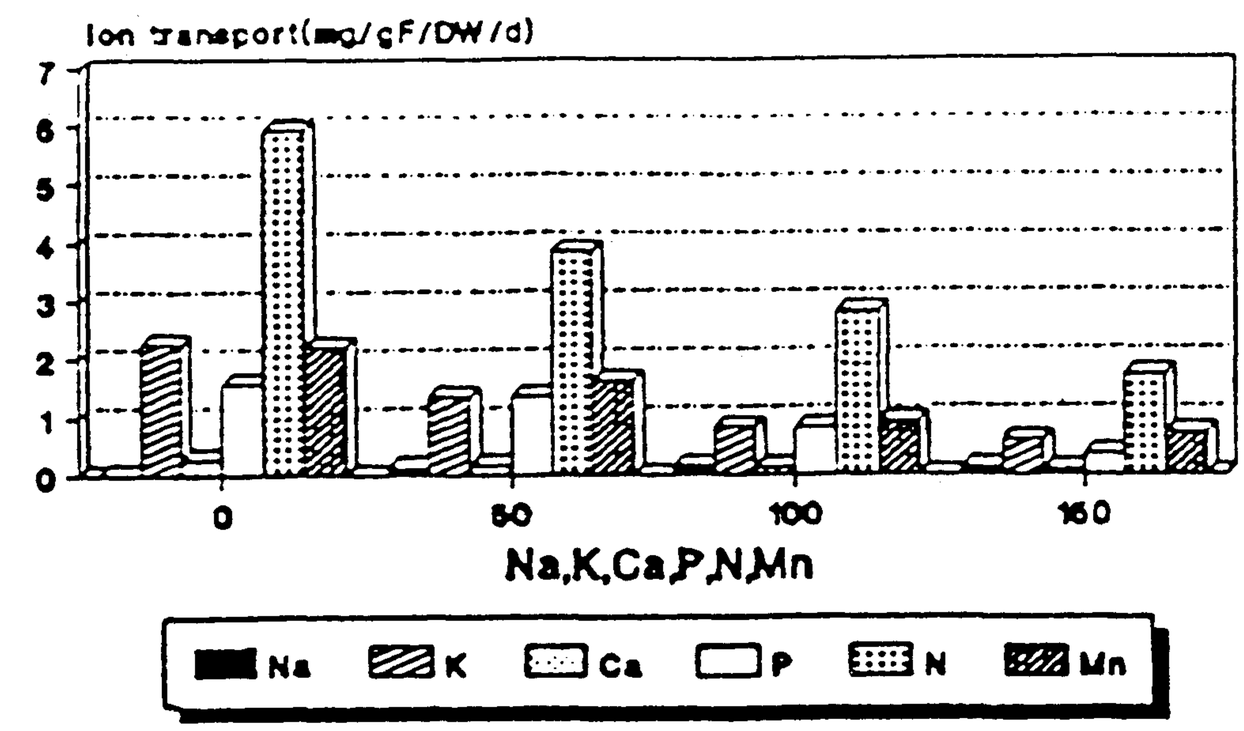
شکل (۷) تغییرات مقادیر عناصر *P*، *Ca*، *K* و *Na* (*mg/gfw*) و *Mn* (*µg/gfw*) با افزایش کلسیم در محیط شور در ریشه‌های گیاه جو رقم کویر. تفاوتها بین حداقل دو سطح تیماری معنی‌دارست (*P < 0.05* و *P < 0.1*).



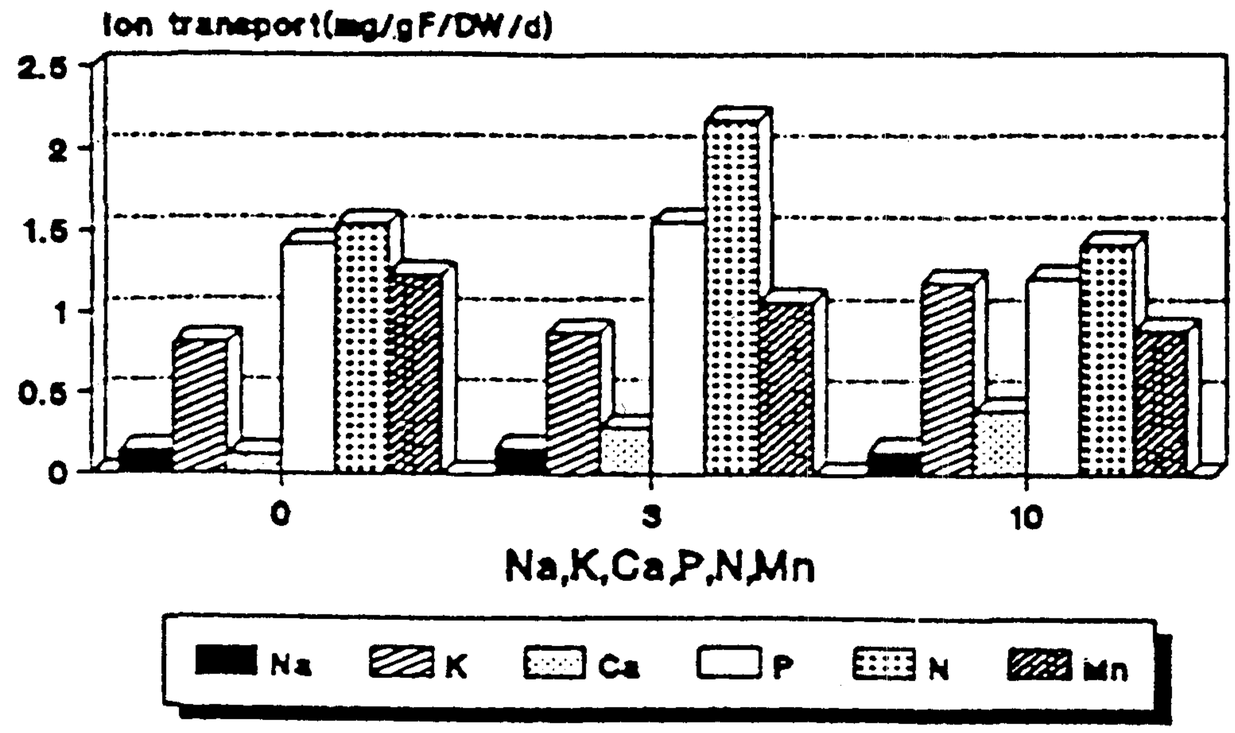
شکل (۸) تغییرات مقادیر عناصر *P*، *Ca*، *K* و *Na* (*mg/gfw*) و *Mn* (*µg/gfw*) با افزایش کلسیم در محیط شور در ریشه‌های گیاه جو رقم محلی بلوچ. تفاوتها بین حداقل دو سطح تیماری معنی‌دارست (*P< 0.1* و *P < 0.05*).



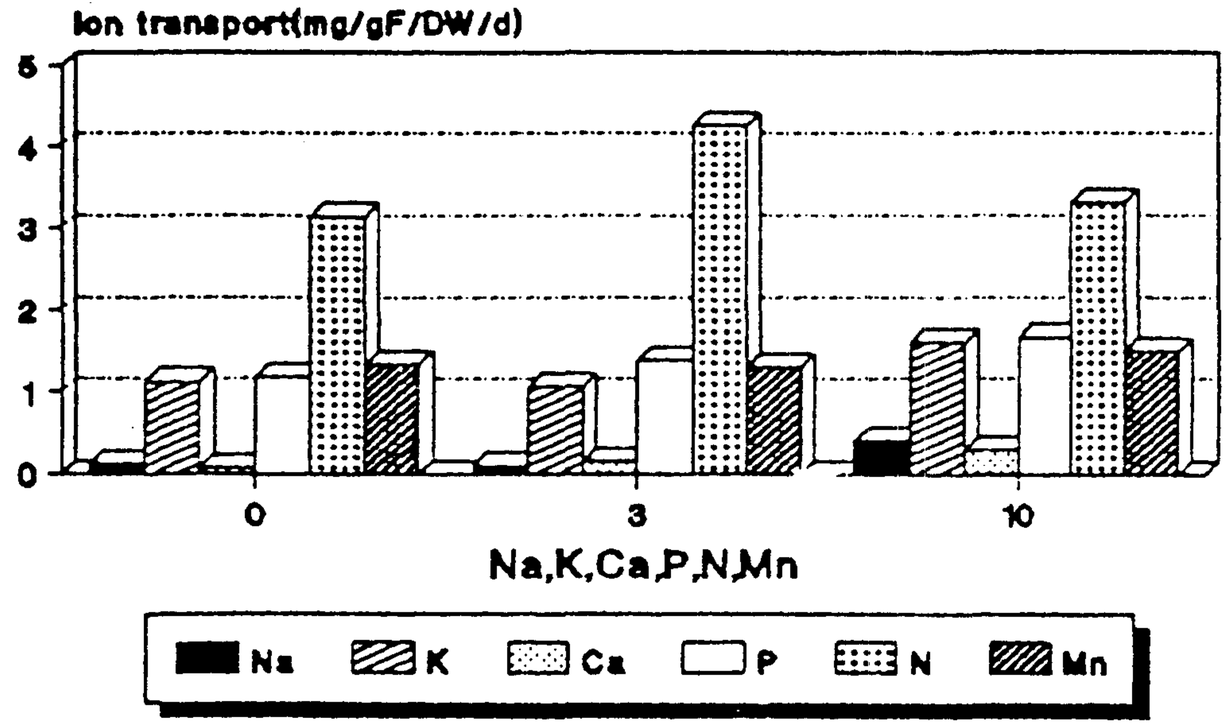
شکل (۹) اثر تنش شوری روی انتقال عناصر به بخش هوائی درگیاه جو رقم کویر.
مقادیر بر حسب *(mg/gfw/d)* برای عناصر *Na* و *K* و بر حسب *(mg/gdw/d)* برای عناصر *Ca*، *P* و *N* و بر حسب *(µg/gdw/d)* برای عنصر *Mn* بوده است.



شکل (۱۰) اثر تنش شوری روی انتقال عناصر به بخش هوائی درگیاه جو رقم محلی بلوچ.
مقادیر بر حسب *(mg/gfw/d)* برای *Na* و *K* و بر حسب *(µg/gdw/d)* برای عناصر *Ca*، *N* و *P* و بر حسب *(mg/gdw/d)* برای عنصر *Mn* بوده است.



شکل (۱۱) اثر کلسیم اضافه شده به محیط شور روی انتقال عناصر به بخش هوائی در گیاه جو رقم کویر.



شکل (۱۲) اثر کلسیم اضافه شده به محیط شور روی انتقال عناصر به بخش هوائی در گیاه جو رقم محلی بلوچ.

بحث در نتایج:

بررسی نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که تنش شوری باعث کاهش میزان رشد نسبی (RGR) می‌شود. این کاهش با افزایش نمک و درتمام تیمارها چه در حضور کلسیم و یا بدون آن مشاهده می‌شود. میزان رشد نسبی در بیشتر تیمارها با افزایش کلسیم محیط و نسبت آن به (Na/Ca)

NaCl بهبود پیدا می‌کند. ولی این همبستگی زیاد نبوده و در توافق با یافته‌های کرامر و همکاران [6] است. برعکس میزان رشد نسبی همبستگی زیادی با غلظت بافتی سدیم دارد بطوریکه سمیت یونی سدیم ـ کلر مخصوصاً در تیمارهای شوری نسبتا زیاد مهمترین عامل کاهش در میزان رشد نسبی است [9] .

کاهش مقدار فسفر در گل گیاه و کاهش انتقال ازت به بخش هوائی که از علائم تنش شوری است می‌تواند در تغذیه فسفری و ازتی گیاه اثر گذاشته و RGR در مقادیر کم فسفر کاهش می‌یابد. این کاهش برای تعدیل مقدار فسفر پائین در گیاه نیست بلکه بدلیل اثرات کمبود فسفر است [3]. کاهش میزان پتاسیم با افزایش تنش شوری که با اختلال در نسبت انتخابگری K/Na صورت می‌گیرد نیز دلیل کاهش رشد است هر چند که واکنشهای رشد در گیاه جو به غلظت بافتی K ارتباط ندارد [14,13] . اگر تجمع زیاد سدیم دلیل اصلی کاهش RGR باشد کلسیم در این رابطه نقش یکسان در دو رقم جو ندارد. نقش کلسیم احتمالاً در طویل شدن برگها در محیط شور به این دلیل است که کلسیم یک عنصر ضروری در تقسیم سلولی است [10] و تنش شوری باعث کاهش غلظت کلسیم و انتقال آن به بخش هوائی می‌شود [16] . کلسیم همچنین باعث افزایش نفوذ No_3^- و در نتیجه احیای آن [2] می‌گردد. بنابراین می‌توان پذیرفت که [17] در تنش شوری در ریشه عاملی ساخته می‌شود که بازدارندگی رشد هوائی و نهایتاً نفوذ نیترات را کنترل می‌کند. احیاء نیترات در جو بیشتر در ریشه انجام می‌شود. [12] و مقدار مصرف آن در بخش هوائی تنظیم‌کننده مقدار ازت جذب شده [11] و تعیین‌کننده میزان احیاء نیترات در ریشه است.

بنابراین هر چند که کلسیم نقش موثری در بهبود رشد و تغذیه معدنی گیاهان جو در تنش شوری دارد ولی تفاوتهای بین رقمی در چنین شرایطی از نظر انتقال عناصر (مانند کلسیم) وجود ندارد.

با اضافه کردن کلسیم به محیط شور تفاوتهای بین این دو رقم از نظر رشد و جذب و انتقال عناصر ظاهر می‌گردد. رقم محلی بلوچ همواره از نظر رشد و تغذیه به Ca = 10 mm پاسخ می‌دهد در حالیکه در رقم کویر چنین نیست.

کاهش مقدار Mn در بخش‌های هوائی گیاه با افزایش شوری در توافق با یافته‌های کرامر [10] است. کاهش انتقال Mn از ریشه به بخش هوائی در رقم کویر و افزایش این انتقال در رقم محلی بلوچ در شرایط افزایش تیمار کلسیم از تفاوتهای این دو رقم جو در پاسخ به کلسیم اضافی محیط است.

تفاوتهای بین رقمی از نظر الگوی اثرات متقابل بین یونها می‌تواند مورد توجه پژوهشگران اصلاح نبات قرار گیرد، چنانچه در گیاه برنج یکی از اهداف پژوهش‌های نوین اصلاح و معرفی ارقام مقاوم به شوری به منظور تفکیک اثرات اسموزی و سمیت یونی روی کاهش رشد از یکدیگر است. اصلاح و معرفی ارقام مناسب جو نیز در این رابطه می‌تواند از جهت‌گیری‌های جدید در پژوهش‌های اصلاح نبات برای گیاه جو باشد.

References

[1] Abbas, M.A. Younis, M.E. and Shukry, W.M., Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress condition XIV Effect of salinity on the internal solute concentrations on Phaseolus vulgaris, J. Plant physiol, **138**, 722-727

(1991).

[2] Aslam, M. Huffaker, R.C. and Rains, O.W., Early effects of salinity on nitrate assimilation in barley seedlings. Plant Physiol, **76**, 321-325 (1984).

[3] Chapin, F.S.III, Groves, R.H. and Evans, L.T., Physiological determinants of growth roote in response to phosphorus supply in wild and cultivated hordum spp. oecologin (BERL), **79**, 96-105 (1989).

[4] Cramer, GR. Lauchli, A. and Epstein, E., Effects of NaCl and $CaCl_2$ on ion activities in complex nutrient solution and root growth of cotton. Plant physiol. **81**, 792-797 (1986).

[5] Cramer, GR. Epstein, E. and Lauchli, A., Na-Ca interaction in barley seedlings. Relationship to ion transport and growth, Plant Cell Enviyon, **12**, 551-558 (1989).

[6] Cramer, GR. Epstein E. and Lauchli, A., Effects of sodium, potasium and calcium on salt-streed barley. II Elemental analysis Plant Physiol, **81**, 197-202, (1991).

[7] Epstein, E., Mineral nutrition of plant: Principle and perspectives, 128-131 John- wiley, (1972).

[8] Greenway, H., Plant respone to saline substrates. Growth and ion uptake of several varieties of Hordeum during and after sodium chloride treatment, Aus. J. Biol. Sci. **18**, 16-27 (1962).

[9] Greenway, H and Munns, R., Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes, Ann. Rev. Plant Physiol. **31**, 149-190 (1980).

[10] Hanson, J. B., The function of calcium in plant nutrition (Advances in plant nutrition) (eds. PB. Tinker, A. Lauchli), **1**, 149-208 (1984).

[11] Hillebrano, W. F. and Lundell, G.E.F., Applied inorganic analysis, 694-710 John-Wiley (1953).

[12] Jackson, W. A. Flesher, D. and Hageman, R. H., Nitrate uptake by dark-grown corn seeollings: Some characteristics of apparent induction, Plant Physiol, **51**, 120-127 (1973).

[13] Jahnson, C. M. Stout, P.R. Broyer, T.C. and Carlton, A. B., Comparative chloride requirements of different plant species, Plant and Soil, **8**, 337-353 (1957).

[14] Leigh, R. A. Charter, M. Storet, R. and Johnston, A. E., Accumulation and subcellular distribution of cations in relation to the growth of potassium deficient barley, Plant Cell Environ. **9**, 595-604 (1986).

[15] Lessani, H. Marschner, H., Relation between salt tolerance and long-distance transport of Na J. Physiol **5**, 801-816 (1978).

and Cl in varios crop species, Aust. J. Plant Physiol, **5**, 27-37 (1978).

[16] Lynch, J. and Lauchli, A., Salt stress disturbes the calcium nutrition of barley (Hordeum vulgare L) New Phytol. **99**, 345-354 (1985).

[17] Maas, E. V. Ogata, G. and Garber, M. J., Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. Agross. J. **64**, 793-795 (1972).

[18] Munns, R. and Termaat, A., Whole-Plant responces to salinity. Aust. J. Plant Physiol. **13**, 143-160 (1986).

[19] Storey, R. and TN Jones, R. G., Salt stre and comparative physiology in the Gramineae. I. Ion velation of two salt-and water stressed barley cultivass, California Mariout and Arimar, Aust. J. Physiol **5**, 801-816 (1978).

[20] Ward, M. R. Aslam, M. and Huffaker, R. C., Enhancement of nitrate uptake and growth of barley seedlings by calcium under salin condition, Plant Phyiol. **80**, 520-524 (1986).

[21] Weatherburn, M. W., Phenol-hypochlorite reaction for detemination of ammaonia. Aral Chem. **39**, 971-974 (1967).

[22] Yeo, A. R. Lee, K.S. Izard, P. Bour Ster, D. J. and Flowers, T. J., Short and long-term effects of salinity on leaf growth in Vicecoryja sativa L. J. EXP, Bot. **42**, 881-889 (1991).