

بررسی اثر کربنات کلسیم بر تحمل به شوری برخی از ارقام یونجه

مهرداد یارنیا^۱، حسین حیدری شریف آباد^۲ و فرخ رحیمزاده خوبی^۳

چکیده

یونجه (*Medicago sativa*) مهمترین گیاه علوفه‌ای است که به دلیل سازگاری بالا با شرایط نامساعد محیطی، تنوع ژنتیکی زیاد و عملکرد کمی و کیفی قابل توجه در تمام مناطق جهان به صورت آبی و دیم کشت می‌شود. از مهمترین عوامل موثر در کاهش تولید و سطح زیر کشت آن شوری آب و خاک می‌باشد که انتخاب ژنوتیپهای متحمل همراه با اعمال مدیریتهای صحیح امکان تولید بیشتر و گسترش کشت این گیاه را در شرایط شور کشور فراهم می‌کند. بارزترین اثر شوری بر گیاهان کاهش رشد و تولید می‌باشد ولی اضافه کردن کلسیم به محیط به دلیل خنثی کردن اثرات اسموتیک مرتبط با تنش شوری، اثرات مخرب نمک را احتمالاً از طریق تخفیف اثرات سمی یونهای سدیم کاهش می‌دهد بنابراین چهار رقم گلستان (۲۰۳۱۳)، فائو (۲۵۶۶)، سیستان و بلوچستان و همدانی اهر به منظور تعیین نقش کلسیم در رشد و عملکرد یونجه در شرایط شور مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش در گلخانه تحت شرایط هیدروپونیک و با ۵ سطح شوری در سه تکرار به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی اجرا شد. ارقام مورد بررسی ابتدا تحت تیمارهای شوری رشد نموده و پس از برداشت چین، گلدانهای حاوی بوته‌ها شستشوی کامل شده و سپس تیمارهای شوری و کلسیم تکمیلی اعمال شد. نیاز غذایی با استفاده از محلول هوگلند تامین و کلیه تیمارهای کلسیم در محلولها اعمال شدند. با آغاز گلدهی برداشت

۱ - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی

۲ - دانشیار موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵

۳ - استاد دانشگاه تبریز

بوته‌ها در هر چین انجام و میزان وزن خشک اندامهای هوایی، ریشه، ساقه، برگ وزن توده، ارتفاع بوته‌ها، طول ریشه اصلی، تعداد میانگره ساقه اصلی و تعداد پنجه در هر بوته اندازه‌گیری شد. تمام صفات مورد بررسی غیر از ارتفاع بوته در رقمها اختلاف معنی‌داری در اثر شوری و کلسیم نشان دادند. بیشترین همبستگی معنی‌دار مثبت با عملکرد در این شرایط مربوط به وزن خشک ساقه ($R^2 > 0.962$) بود. مصرف کلسیم میزان افت صفات مورد بررسی را به خصوص در ارقام مقاوم کاهش داد و ارقام گلستان (۲۰۳۱۳) و فائو (۲۵۶۶) بیشترین عملکرد را در این شرایط ایجاد نمودند.

واژه‌های کلیدی: یونجه، تحمل به شوری، کلسیم تکمیلی، محلول غذایی

مقدمه

شوری خاک یکی از مسائل عمده کشاورزی در سراسر دنیا به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. امروزه به علت کاهش منابع آب مطلوب، استفاده از آب‌هایی نامتعارف در تولید گیاهان زراعی مطرح و بتدریج افزایش می‌یابد. گیاهانی که در محیطهای شور قرار می‌گیرند حداقل با سه مشکل روبرو هستند:

- ۱- خشکی فیزیولوژیک ۲- مسمومیت یونی ۳- اختلال در جذب و انتقال یونهای معدنی گیاه به خصوص K و Ca به وسیله سدیم اضافی (Gorham, 1993).
- تمام گیاهان توانائی محدود نمودن ورود نمک را به داخل بافتهای خود داشته و اولین خط دفاعی در برابر ورود سدیم اضافی به داخل گیاه، غشاء سلولی سلولهای ریشه می‌باشد که نفوذپذیری کمتری در برابر سدیم دارد. افزودن پتاسیم اضافی به محلولهای خارجی تحمل شوری را به کلرور سدیم افزایش نمی‌دهد. به عبارت دیگر دلیل آشکاری وجود دارد که نشان می‌دهد کلسیم برای نگهداشتن سلامت غشاهای سلولی لازم است و نیز ثابت می‌کند که سدیم، کلسیم را از غشاء سلولی خارج و جانشین آن می‌شود که در این صورت غشا وظیفه خود را به‌خوبی انجام نمی‌دهد.

ثابت شده است که سطوح پایین کلسیم می‌تواند تا حدی رشد گلیکوفیت‌های منع‌کننده نمک را تقویت کنند (Glenn و همکاران، ۱۹۹۷).

کلسیم حتی در غلظت‌های بالا نیز یک کانی غیر سمی محسوب می‌شود و در غیر سمی‌کردن غلظت‌های بالای سایر عناصر معدنی از جمله Na^+ بسیار مؤثر است (Hung و Rengel، ۱۹۹۲ و Redmann، ۱۹۹۵).

شوری به شدت بر روی جذب و انتقال کلسیم تأثیر می‌گذارد. بنابراین گیاهان علائم کمبود کلسیم را به خصوص در ژنوتیپ‌های حساس به وضوح نشان می‌دهند (Ehret و همکاران، ۱۹۹۰ و Francois و همکاران، ۱۹۹۱).

عمل بهبوددهنده Ca^{2+} ممکن است حداقل مربوط به حفظ انسجام سلولی و اعمال غشاء پلازما در ریشه و بخش هوایی باشد. در نتیجه افزودن کلسیم به محیط می‌تواند اثرات Na^+ را در مختل کردن هموستازی کلسیم سلولی بی‌اثر کند (Rengel، ۱۹۹۲). علاوه بر آن افزودن کلسیم به محیط باعث می‌شود که Na^+ جایگزین شده در دیواره سلولی و غشاء پلازما کاهش یافته و در نتیجه از نشت غشاء جلوگیری کرده و یا آن را تخفیف می‌دهد و در نهایت از کاهش به وجود آمده بر اثر نمک در تولید و طویل شدن سلول ممانعت کند (Zidan، ۱۹۹۱).

Neumann (۱۹۹۳) اعلام کرد که اضافه کردن کلسیم باعث کاهش تغییرات نامطلوب مورفولوژیکی و آناتومیک به وجود آمده از NaCl در ذرت شده و حتی منجر به بازگشت و یا جلوگیری از این تغییرات می‌شود.

Awada و همکاران (۱۹۹۵) با بررسی تأثیر شوری بر روی جوانه‌زنی و رشد لوبیا در شرایط هیدروپونیک اعلام کردند که اضافه کردن کلسیم به محیط در این شرایط منجر به افزایش جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و رشد اندام‌های هوایی لوبیا شده و تولید محصول را در این شرایط افزایش داد. آنها همچنین گزارش کردند که افزایش کلسیم منجر به کاهش نسبت قسمت هوایی به ریشه می‌شود. Hung و Redmann (۱۹۹۵) با بررسی اثر شوری بر روی تیپ‌های زراعی و وحشی جو اعلام کردند که با افزایش

میزان کلسیم عملکرد در تیپهای زراعی و وحشی افزایش می‌یابد ولی میزان افزایش عملکرد در تیپهای زراعی را بیشتر از تیپهای وحشی گزارش نمودند. Glenn و همکاران (۱۹۹۷) در آزمایشی اثر کلسیم را روی مقاومت به شوری در گندم بررسی کرده و نشان دادند در شرایط وجود غلظتهای بالای نمک در محلول با افزایش غلظت $CaSO_4$ رشد و عملکرد افزایش می‌یابد. Khan و همکاران (۱۹۹۸) اعلام کردند که در شرایط شور، اضافه کردن کلسیم به محیط اثر معنی‌داری را بر روی بیوماس ارقام متحمل یونجه نشان نمی‌دهد، در مقابل عملکرد در ارقام حساس با افزایش کلسیم افزایش یافت.

هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر مصرف کلسیم بر اثرات تنش شوری در ارقام متحمل و حساس یونجه است.

مواد و روشها

به‌منظور بررسی تاثیر مصرف کلسیم بر مقاومت به شوری ارقام یونجه، چهار رقم یونجه به نامهای گلستان (۲۰۳۱۳)، سیستان و بلوچستان، همدانی اهر و فائو (۲۵۶۶) به‌ترتیب به‌عنوان ارقام متحمل، نیمه متحمل، نیمه حساس و حساس به شوری (یارنیا، ۱۳۸۰) در یک آزمایش فاکتوریل با طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز در داخل گلدانهایی با حجم ۹ لیتر حاوی پرلایت دانه ریز انجام شد.

آبیاری گلدانها تا رسیدن گیاهان به حالت سایه انداز کامل با محلول غذایی هوگلند تغییر یافته انجام و پس از آن تیمارهای شوری شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار NaCl در محلول غذایی اعمال و در طول دوره رشد چین اول، دوم و سوم ادامه یافت. پس از چین برداری چین سوم تمام گلدانها با ۹ لیتر آب مقطر به‌طور کامل شستشو شدند و سپس محلول غذایی هوگلند تغییر یافته که تیمارهای کودی به همراه تیمارهای شوری در آن اعمال شده بود مصرف گردید. نوع کلسیم مصرفی در این

آزمایش CaCO_3 در نظر گرفته شد. در این چین با افزایش میزان شوری میزان مصرف CaCO_3 افزایش یافته به طوری که در آخرین سطح شوری میزان مصرف CaCO_3 به دو برابر رسید.

با ظهور گل آذین در هر چین اقدام به برداشت شد. جهت برداشت تمام بوته‌های هر گلدان همراه با ریشه برداشت و پس از شمارش تعداد بوته، در داخل صافی با جریان آب اقدام به شستشوی کامل ریشه‌ها به منظور جداسازی دانه‌های پرلیت از ریشه‌ها گردید. سپس اندامهای هوایی از ریشه‌ها جدا شده و اقدام به اندازه‌گیری پارامترهای مورفولوژیک گردید. این پارامترها شامل: طول ریشه اصلی، طول ساقه اصلی، تعداد پنجه، تعداد میانگره در ساقه اصلی، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندامهای هوایی، ساقه و برگ، وزن خشک زیست توده، نسبت ریشه به اندامهای هوایی، نسبت برگ به اندامهای هوایی و نسبت برگ به ساقه.

برای انجام تجزیه‌های آماری و رسم گراف‌ها از نرم افزارهای MSTATC و HARVAD GRAPH 98 استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات ارتفاع گیاه و طول ریشه اصلی، تعداد میانگره در ساقه اصلی، تعداد پنجه در هر بوته، وزن خشک اندامهای هوایی، ریشه، برگ، ساقه و بیوماس تولیدی، نسبت وزن برگ به اندام هوایی (LWR)، نسبت وزن برگ به وزن ساقه (LW/SW) و نسبت ریشه به اندام هوایی (R/S) نشان داد که بین رقمها در تمام صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد. سطوح مختلف شوری و میزان کود نیز در تمام صفات فوق به غیر از LWR و LW/SW باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ شد. دو صفت LWR و LW/SW از نظر شوری اختلاف معنی‌داری نشان ندادند که مربوط به عکس العمل یکسان رقمها می‌باشد. اثرات متقابل بین رقمها و سطوح شوری در ارتباط با صفات

ارتفاع بوته غیر معنی‌دار و در مورد صفات وزن خشک برگ و LWR در سطح ۰/۵٪ اختلاف معنی‌دار نشان دادند، در بقیه صفات اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۱٪ مشاهده شد (جدول شماره ۱).

با استفاده از روش کمترین میانگین مربعات در تجزیه مولتی رگرسیون بین کلیه صفات مورد بررسی با وزن خشک اندام هوایی ملاحظه شد که در شرایط بدون شوری و ۰/۴۳g/lit کربنات کلسیم بیشترین میزان همبستگی با وزن خشک اندام هوایی مربوط به صفت وزن خشک ساقه ($R^2 = ۰/۹۹۹$) می‌باشد. با افزایش میزان شوری و مصرف کلسیم از میزان همبستگی مثبت تمام این صفات کاسته می‌شود. میزان کاهش همبستگی وزن خشک ساقه با وزن خشک اندام هوایی نسبت به سایر صفات بمراتب کمتر می‌باشد. میزان تاثیر شوری و مصرف کلسیم بر ماده خشک در حدی است که باعث ایجاد همبستگی منفی در صفاتی مانند ارتفاع بوته و تعداد میانگه ساقه اصلی می‌شود (جدول شماره ۲).

مقایسه میانگینهای تاثیر شوری و میزان کلسیم بر روی صفات ارتفاع، طول ریشه اصلی، تعداد میانگه در ساقه اصلی، تعداد پنجه در هر بوته، وزن خشک اندامهای هوایی، برگ، ساقه، ریشه، LWR، LW/SW و R/S نشان‌دهنده وجود اختلافات قابل توجهی در بعضی از صفات در ارقام مورد بررسی می‌باشد (جدول شماره ۳).

وزن خشک اندامهای هوایی، ساقه، برگ و بیوماس تولیدی در اثر افزایش شوری و میزان کلسیم کاهش کمتری نسبت به عدم مصرف کلسیم نشان داد. در شرایط مصرف کلسیم تکمیلی بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم همدانی اهر در سطح بدون اعمال تیمارها بود که به دلیل دارا بودن بیشترین وزن برگ و ساقه به همراه بیشترین ارتفاع بوته و تعداد میانگه ایجاد شده بود که با ارقام دیگر اختلاف معنی‌دار داشت. با اعمال تیمارها این اختلاف معنی‌دار از بین رفته به طوری که در آخرین تیمار

رقم فائو (۲۵۶۶) بیشترین وزن خشک اندام هوایی را به دلیل بیشترین میزان وزن برگ را به خود اختصاص داد (شکل ۲، ۳ و ۴). بیشترین مقدار بیوماس در شرایط شاهد مربوط به رقم فائو (۲۵۶۶) بوده که به طور عمده به دلیل داشتن بیشترین میزان وزن خشک ریشه حادث شده است. با افزایش شوری و مصرف کلسیم مقدار بیوماس کاهش یافته به طوری که اختلافات معنی دار بین رقمها افزایش یافته ولی با این وجود رقم فائو (۲۵۶۶) به دلیل بیشترین وزن خشک اندام هوایی و ریشه بیشترین میزان بیوماس را با اختلاف معنی دار نشان داده است، برتری رقم فائو (۲۵۶۶) در صفات فوق در شرایط بدون کلسیم نیز وجود دارد (شکل شماره ۴).

بر اساس نتایج افزودن کلسیم تکمیلی به محیط آزمایش منجر به کاهش اثرات شوری در اغلب صفات مورد بررسی نسبت به شرایط بدون کلسیم گردید. مقایسه نتایج نشان می دهد که کلسیم تکمیلی به طور قابل ملاحظه ای از اثرات تیمارهای مختلف شوری بر روی صفات مورفولوژیک یونجه می کاهد. جدول شماره ۴ نشان دهنده درصد کاهش صفات مورفولوژیک در شرایط کلسیم تکمیلی و بدون کلسیم می باشد.

با توجه به جدول شماره ۴، ملاحظه می شود که رقمها واکنش همسانی را در برابر کلسیم تکمیلی از خود نشان می دهند. میزان ارتفاع بوته در تمام رقمها در اثر مصرف کلسیم تکمیلی افت کمتری می یابد یعنی با مصرف کلسیم در شرایط شور ارتفاع بوته های یونجه افزایش می یابد. بیشترین میزان اختلاف در درصد کاهش با مصرف کلسیم تکمیلی در وزن برگ ملاحظه می شود. در رقم گلستان (۲۰۳۱۳) میزان کاهش وزن برگ در اثر مصرف کلسیم تکمیلی ۳۱/۶۲٪ کاهش یافته ولی میزان افت ساقه ۴/۶۵٪ افزایش نشان می دهد که باعث افزایش نسبت LW/SW در اثر افزایش شوری با مصرف کلسیم تکمیلی شده است، یعنی با افزایش کلسیم خسارات ناشی از Na^+ بر

برگها از جمله کاهش سطح برگ و ریزش برگ کاهش یافته در نتیجه میزان افت برگها در مقایسه با ساقه کمتر شده است. کلسیم تکمیلی در محیط شور موجب کاهش لکه‌های کلروزه در برگها که نشانه بارز کمبود کلسیم به‌شمار می‌رود، می‌شود. بنابراین در شرایط شور به شرط تامین بودن کلسیم مورد نیاز کاهش سطح و وزن برگ کمتر می‌شود. این موضوع توسط Hung و Redman (۱۹۹۵) و Plaut و Grieve (۱۹۸۸) نیز گزارش شده است. در شرایط شور وجود کلسیم تکمیلی از افت زیاد رشد برگ و در نتیجه از کاهش سطح و وزن برگ و حتی ریزش برگ جلوگیری می‌کند که باعث افزایش کیفیت علوفه یونجه می‌شود. این موضوع توسط Hoffman و همکاران (۱۹۷۵) نیز بیان شده است.

وجود کلسیم تکمیلی باعث افزایش نسبت R/S در ارقام مورد بررسی شده است که به دلیل پایین بودن درصد افت ریشه نسبت به اندام هوایی می‌باشد. این افزایش در نسبت R/S به مراتب بیشتر از افزایش آن در شرایط شور می‌باشد، چرا که افت وزن ریشه به شرط وجود کلسیم تکمیلی از افت وزن اندام هوایی به مراتب کمتر است. افزایش نسبت R/S در اثر دادن کلسیم تکمیلی به محیط نشان می‌دهد که کلسیم می‌تواند تخصیص اسیمیلات را به ریشه در مقایسه با اندامهای هوایی تحت شرایط تنش بهبود ببخشد. در حقیقت می‌توان گفت که شوری به همراه کلسیم تکمیلی موجب تسهیم بیشتر فتواسیمیلات به ریشه و طوقه یونجه می‌شود.

با اضافه کردن کلسیم به محیط میزان افت وزن خشک اندام هوایی در ارقام گلستان (۲۰۳۱۳)، سیستان و بلوچستان و فائو (۲۵۶۶) در مقایسه با عدم مصرف کود کاهش پیدا

نمود ولی در رقم همدانی اهر کاهش وزن خشک بیشتری ملاحظه می‌شود که به دلیل افت بیشتر وزن ساقه می‌باشد. در این رقم رشد طولی ساقه پس از چین برداری بیشتر از سایر رقمها می‌باشد یعنی وجود کلسیم تکمیلی در محیط امکان رشد طولی بهتری را فراهم نموده است ولی با افزایش رشد طولی این رقم توانایی افزایش قطر ساقه‌ها را نداشته بنابراین در این رقم ساقه‌هایی به نسبت بلند ولی ظریف به دلیل وجود کلسیم تکمیلی در محیط شور ایجاد شده است، Halim و همکاران (۱۹۸۹) نیز کاهش تعداد میانگره، طول میانگره و تولید ساقه‌های باریک را عامل کاهش وزن خشک ساقه در یونجه بیان نموده است. همچنین در این رقم تعداد پنجه‌ها در اثر شوری کاهش می‌یابد که خود دلیلی بر کاهش وزن ساقه‌ها می‌باشد علاوه بر این بالا بودن رشد طولی در ساقه اصلی از رشد مطلوب پنجه‌ها نیز ممانعت می‌نماید چرا که تخصیص اسیمیلات به پنجه‌ها کاهش می‌دهد.

در این آزمایش ارقام مقاوم عکس العمل بهتری در پاسخ به کلسیم تکمیلی در محیط نشان دادند، بدین معنی که درصد کاهش عملکرد دو رقم گلستان (۲۰۳۱۳) و سیستان و بلوچستان در مقایسه با دو رقم فائو (۲۵۶۶) و همدانی اهر در محیط شور به مراتب کمتر می‌باشد. به احتمال زیاد اختلاف در واکنش رقمها به اختلاف در میزان جذب پتاسیم و در نتیجه کلسیم توسط آنها مربوط می‌شود. یعنی ارقام مقاوم توانایی بهتری در استفاده از کلسیم تکمیلی در محیط شور دارند که مغایر با نتیجه‌ای است که Khan و همکاران (۱۹۹۸) در یونجه گزارش کرده‌اند. در ارقام حساس نیز وجود کلسیم تکمیلی در محیط وضعیت رشدی را بهبود بخشیده ولی عکس العمل ارقام مقاوم بهتر از ارقام حساس می‌باشد.

این آزمایش نشان داد که مصرف کلسیم می‌تواند در بالا بردن عملکرد در شرایط شور مؤثر واقع شود به طوری که عملکرد علوفه نسبت به شرایط بدون مصرف کلسیم حداقل ۹/۴۶٪ در رقم گلستان (۲۰۳۱۳) و حداکثر ۳۷/۳۵٪ در رقم فائو (۲۵۶۶) افزایش می‌یابد، بنابراین با مصرف کلسیم در شرایط شور می‌توان به تولید علوفه کمک کرد. براساس این آزمایش دو رقم گلستان (۲۰۳۱۳) و فائو (۲۵۶۶) را به عنوان مناسبترین رقمها جهت خاکهای شور به شرط مصرف کلسیم تکمیلی می‌توان معرفی نمود.

جدول شماره ۱- تجزیه واریانس اثر رقم و شوری صفات بررسی شده در ارقام یونجه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد میانگروه	تعداد پنجه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	بیوماس
تکرار	۲	۱۵۷/۹۷۵**	۱۴/۴۰۵**	۴/۶۳۰**	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱
رقم	۳	۸۴۱/۸۹۷**	۲۹/۳۷۸**	۰/۸۳۴**	۰/۰۲۷**	۰/۰۰۲**	۰/۰۲۴**	۰/۳۴۳**
شوری	۴	۳۶۷/۴۹۵**	۵۳/۴۵۶**	۸/۳۲۲**	۰/۰۴۵**	۰/۰۰۴**	۰/۰۲۳**	۰/۳۲۰**
رقم x شوری	۱۲	۱۲/۳۹۲	۱/۰۶۰**	۰/۳۷۰**	۰/۰۱۲**	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۸**	۰/۰۳۲**
خطای آزمایش	۳۸	۷/۰۳۸	۰/۱۷۷	۰/۰۴۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸
CV%		۷/۰۰۷	۲/۰۵۷	۷/۲۲	۲۰/۴۹	۱۵/۰۰۵	۲۴/۴۸	۹/۸۸

منابع تغییر	درجه آزادی	نسبت وزن برگ	نسبت برگ به ساقه	طول ریشه	وزن خشک	R/S
تکرار	۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۰۷/۹۱۱**	۰/۰۰۱	۰/۲۴۲**
رقم	۳	۰/۰۵۱**	۰/۳۱۳**	۸۸/۸۷۶**	۰/۲۴۱**	۲/۴۴۱**
شوری	۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۲۸۶/۷۲۳**	۰/۱۲۹**	۰/۱۸۸**
رقم x شوری	۱۲	۰/۰۰۲*	۰/۰۱۵**	۱۱/۲۳۸**	۰/۰۰۹**	۰/۲۷۱**
خطای آزمایش	۳۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۱/۵۳۶	۰/۰۰۲	۰/۰۳۳
CV%		۸/۵۲	۱۲/۲۶	۴/۸۰	۶/۲۳	۶/۷۲

* و ** به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول شماره ۳- خلاصه مقایسه میانگین صفات بررسی شده لاینهای یونجه در شوریه‌های مختلف

۱- مقایسه میانگین صفات در شوری صفر (شاهد) I: با کلسیم تکمیلی II: بدون کلسیم تکمیلی

کولتیوار					
سیستان	۳۸/۷۷ ^c	۰/۱۰۴۷ ^b	۰/۱۱۳۰ ^c	۰/۲۱۷۷ ^c	۰/۷۳۲۷ ^b
۲۰۳۱۳	۳۷/۱۰ ^c	۰/۱۱۴۷ ^{ab}	۰/۲۰۴۰ ^{bc}	۰/۳۱۸۷ ^{bc}	۰/۸۸۲۳ ^a
۲۵۶۶	۴۹/۲۷ ^b	۰/۱۰۵۳ ^b	۰/۲۶۰۰ ^b	۰/۳۶۵۳ ^b	۰/۹۵۶۷ ^a
همدانی اهر	۵۶/۶۳ ^a	۰/۱۲۸۳ ^a	۰/۳۹۴۰ ^a	۰/۵۲۲۳ ^a	۰/۷۳۲۰ ^b
II					
سیستان	۴۹/۵۵ ^{h-p}	۰/۲۰۲۳ ^{c-j}	۰/۳۸۹۳ ^{b-e}	۰/۵۹۱۷ ^{c-g}	۰/۳۶۵۳ ^{bc}
۲۰۳۱۳	۴۲/۳۳ ^{opq}	۰/۲۲۵۳ ^{b-e}	۰/۳۵۰۷ ^{d-l}	۰/۵۷۶۰ ^{c-h}	۰/۳۰۷۰ ^{b-h}
۲۵۶۶	۶۱/۲۷ ^{a-d}	۰/۳۸۳۳ ^a	۰/۷۹۷۳ ^a	۱/۱۸۱۰ ^a	۰/۴۷۱۷ ^a
همدانی اهر	۶۳/۴۲ ^{ab}	۰/۱۷۰۷ ^{f-n}	۰/۳۴۱۰ ^{d-m}	۰/۵۱۱۷ ^{g-m}	۰/۱۵۸۷ ^p

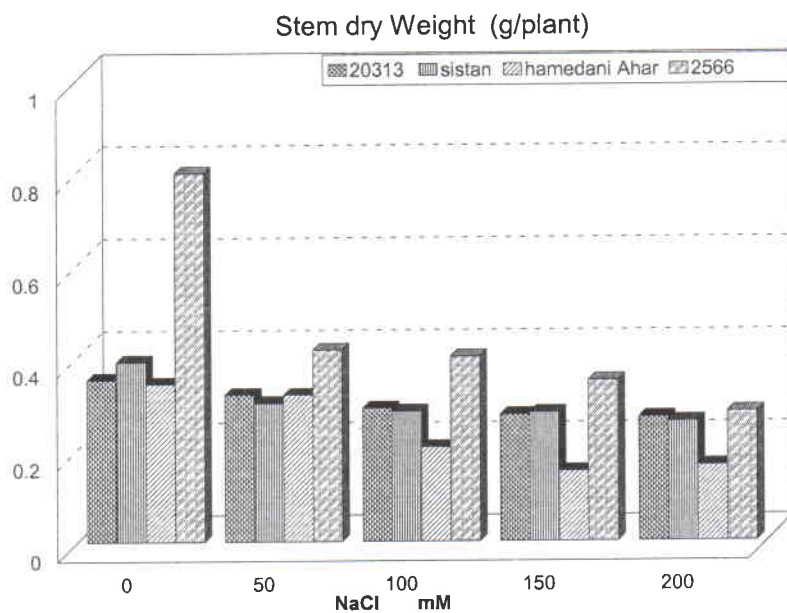
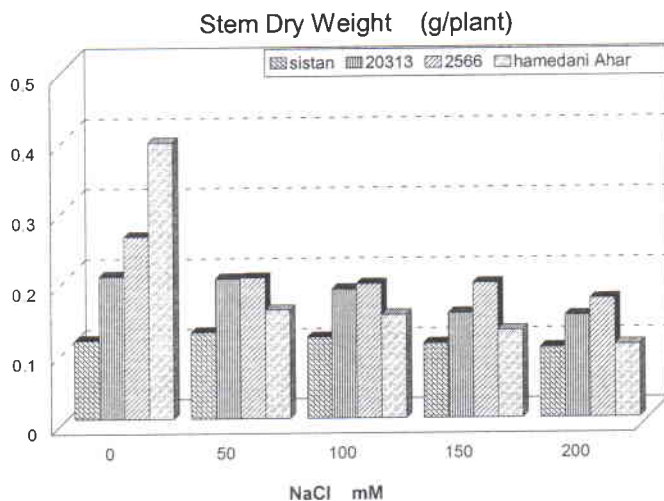
۲- مقایسه میانگین صفات در شوری ۲۰۰ میلی مولار NaCl I: با مصرف کلسیم تکمیلی II: بدون مصرف کلسیم تکمیلی

I					
سیستان	۲۴/۶۷ ^c	۰/۰۷۰۳ ^a	۰/۱۰۰۷ ^a	۰/۱۷۱۰ ^a	۰/۵۷۶۷ ^a
۲۰۳۱۳	۲۸/۲۷ ^c	۰/۰۸۴۳ ^a	۰/۱۴۶۰ ^a	۰/۲۳۰۳ ^a	۰/۵۵۴۷ ^a
۲۵۶۶	۳۳/۸۳ ^b	۰/۰۷۵۳ ^a	۰/۱۷۰۰ ^a	۰/۲۴۵۳ ^a	۰/۶۳۳۷ ^a
همدانی اهر	۳۹/۲۳ ^a	۰/۰۴۶۶ ^b	۰/۱۰۴۳ ^a	۰/۱۵۱۰ ^a	۰/۴۲۷۰ ^b
II					
سیستان	۳۰/۹۲ ^{b-i}	۰/۰۸۴۷ ^a	۰/۲۵۸۰ ^{abc}	۰/۳۴۲۷ ^{ab}	۰/۲۰۶۳ ^{a-f}
۲۰۳۱۳	۲۸/۹۰ ^{c-j}	۰/۰۹۴۴ ^a	۰/۲۶۷۳ ^{abc}	۰/۳۶۱۷ ^a	۰/۲۳۵۷ ^{ab}
۲۵۶۶	۳۶/۰۲ ^{abc}	۰/۰۸۴۷ ^a	۰/۲۷۸۷ ^{ab}	۰/۳۶۳۷ ^a	۰/۱۷۰۳ ^{a-j}
همدانی اهر	۴۱/۱۳ ^a	۰/۰۴۵۲ ^{ab}	۰/۱۶۳۰ ^{c-j}	۰/۲۰۷۲ ^{e-k}	۰/۰۷۳۶ ^k

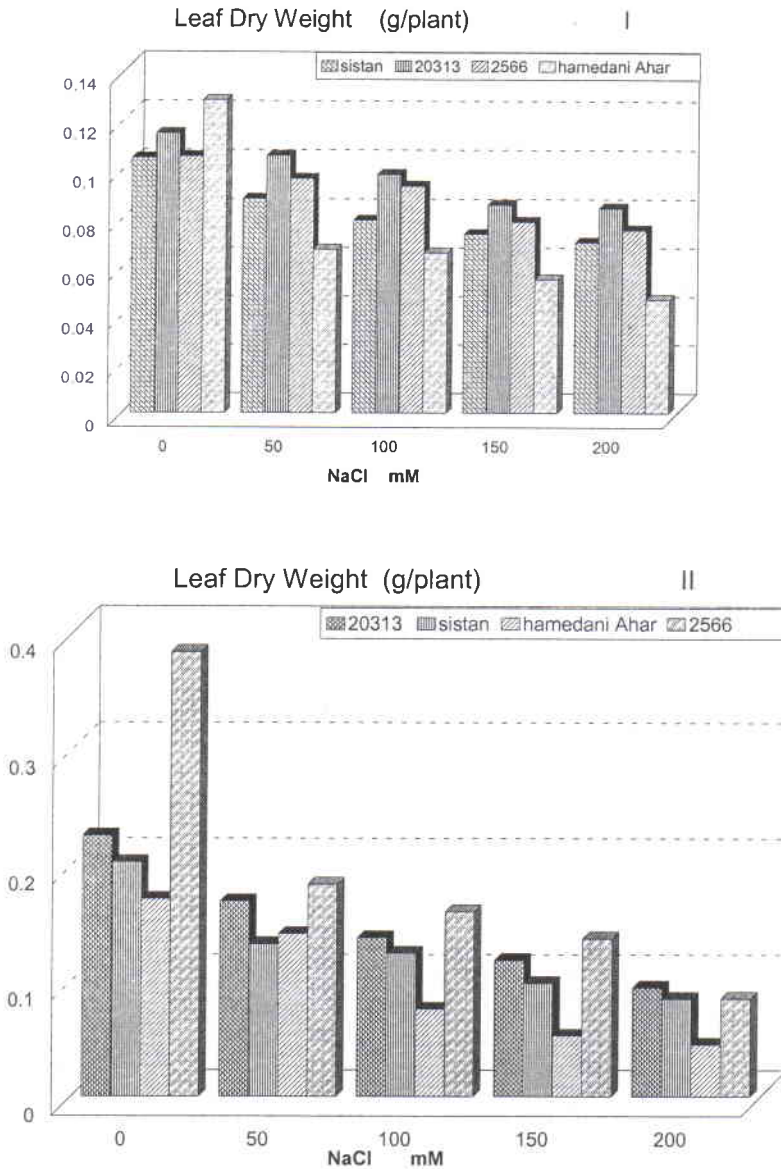
* مقایسه میانگینها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰.۵٪ انجام شده است.

جدول شماره ۴- مقایسه درصد کاهش صفات در اثر شوری در اثر مصرف کلسیم تکمیلی نسبت به عدم مصرف

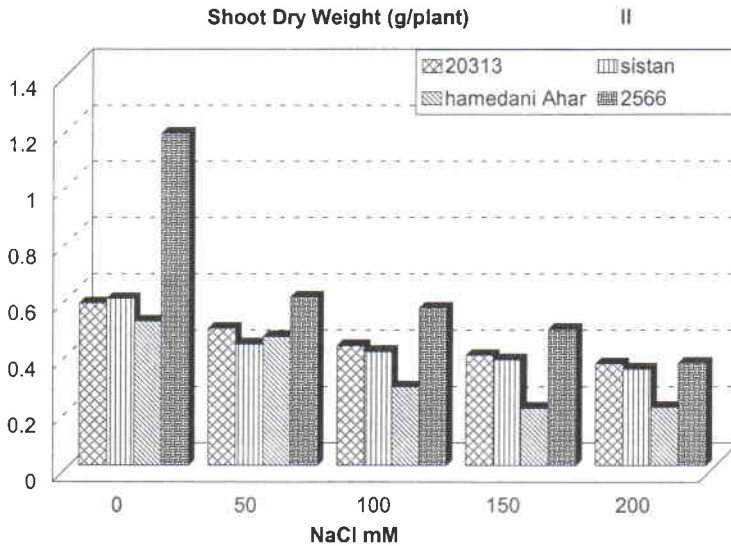
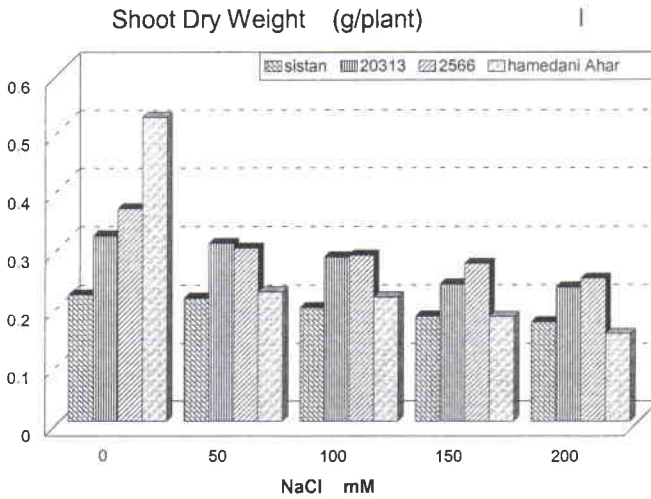
بدون کلسیم										در حضور کلسیم										نام رقم
TB	SDW	RW	SW	LW	H	TB	SDW	RW	SW	LW	H	TB	SDW	RW	SW	LW	H			
۴۹/۱۰	۳۷/۶۰	۲۳/۲۳	۲۳/۷۸	۵۸/۱۰	۳۱/۸۳	۴۴/۶۴	۲۷/۷۴	۳۷/۱۱۳	۲۸/۴۳	۲۶/۶۸	۲۳/۸۰	۲۰/۳۱۳								
۵۱/۳۸	۴۲/۱۰	۴۳/۵۳	۳۳/۸۳	۵۸/۱۰	۳۷/۶۰	۲۱/۵۳	۲۱/۴۶	۲۱/۲۹	۱۰/۸۹	۳۲/۸۳	۳۶/۷۰	سیستان								
۶۲/۰۰	۵۹/۵۰	۵۳/۵۸	۵۲/۶۰	۷۳/۵۲	۳۵/۱۵	۵۳/۱۹	۷۱/۰۹	۳۳/۶۷	۷۳/۵۳	۶۳/۶۲	۳۰/۸۳	همدانی اهر								
۶۷/۶۸	۶۹/۶۰	۶۳/۹۰	۶۵/۰۵	۷۷/۷۸	۴۱/۱۴	۳۳/۰۱	۳۲/۸۵	۴۱/۶۷	۳۴/۶۲	۲۸/۶۶	۳۱/۳۳	۲۵۶۶								



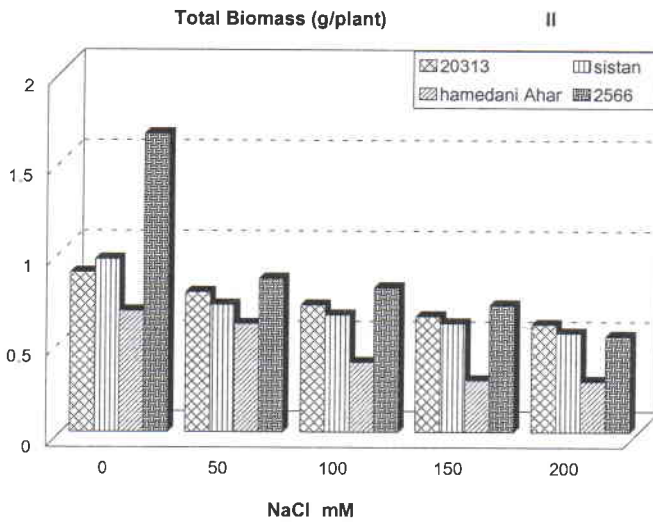
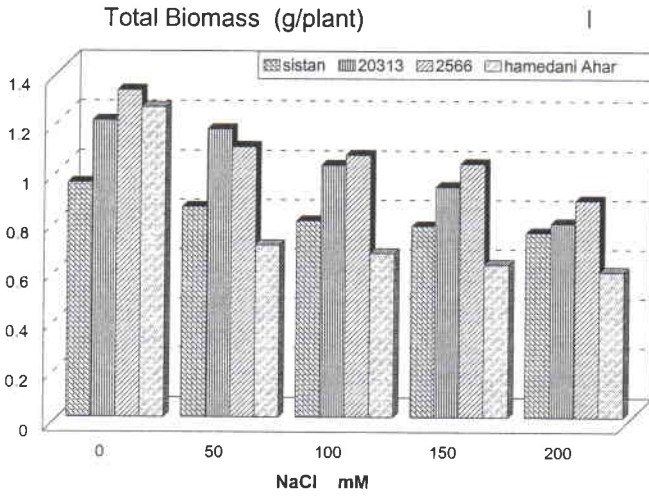
شکل شماره ۱- اثر شوری بروزن خشک ساقه لاینهای یونجه (در حضور کلسیم و بدون کلسیم)



شکل شماره ۲- اثر شوری بر روی وزن خشک برگ لاینهای یونجه
(در حضور کلسیم و بدون کلسیم).



شکل شماره ۳- اثر شوری بر وزن خشک اندام هوایی لاینهای یونجه
(در حضور کلسیم و بدون کلسیم)



شکل شماره ۴- اثر شوری بر بیوماس تولیدی لاینهای یونجه
(در حضور کلسیم و بدون کلسیم).

منابع

- Awada, S., W.F. Campbel, L.M. Dudley, and J.J. Jurinak, 1995. Interactive effects of sodium chloride, sodium sulfate, calcium sulfate and calcium chloride on snap bean growth, photosynthesis and ion uptake. *J. Plant Nutr.* 18:889-900.
- Ehret, D.L., R.E. Remann, B.L. Harvey, and A. Cipywnyk, 1990. Salinity induced deficiencies in wheat and barley. *Plant soil.* 128:143-151.
- Francois, L.E., T. J. Donovan, and E.V. Mass, 1991. Calcium deficiency of artichoke buds in relation to salinity. *Hort Sci.* 26:549-553.
- Glenn, E. P. J. Brown, and M. Jamal-khan, 1997. Mechanisms of salt tolerance in higher plants. *The University of Arizona*, PP:83-110.
- Gorham, J., 1993 Genetics and physiology of enhanced K/Na discrimination. pp. 151-159. In P. Randall (ed) Genetic aspects of plant mineral nutrition. Kluwer Academ. Pub. The Netherlands.
- Halim, R. A., D.R. Buxton, M.J. Hattendorf, and R.E. Carlson, 1989. Water stress effects on forage quality of alfalfa after adjustment for maturity differences. *Agron. J.* 81:189-194.
- Hoffman, G. J., E.V. Mass, and S. I. Rawlins, 1975. Salinity ozone interactive effects on alfalfa yield and water relations. *J. Environ.* 4:326-331.
- Hung, J. and R.E. Redmann, 1995. Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *J. Plant Nutr.* 18(7):1371-1389.
- Khan, M.G., M. Silberbush, and S.H. Lips, 1998. Response of alfalfa to potassium, calcium and nitrogen under stress induced by sodium chloride. *Biol. Plant.* 40:2,251-259.
- Neumann, P.M.; 1993 Rapid and reversible modifications of extension capacity of cell walls in elongation maize leaf tissues responding to root addition and removal of NaCl. *Plant Cell Environ.* 16: 1107-1114.
- Plaut, Z. and C.M. Grieve, 1988. Photosynthesis of salt stressed maize as influenced by Ca/Na ratios in the nutrient solution. *Plant Soil.* 105:283-286.
- Rengel, Z; 1992. The role of calcium in salt toxicity. *Plant Cell Environ.* 15:625-632.
- Zidan, I., H.Azaizeh, and P.M. Neumann, 1990. Does salinity reduce growth in maize root epidermal cells by inhibiting their capacity for cell wall acidification? *Plant Physiol.* 93:7-11.

Effects of CaCO₃ on alfalfa salinity tolerance

M. Yarnia¹, H. Heidari² and F. Rahimzadeh Khoiy³

Abstract

Alfalfa is one of the most important forage crop that is highly adaptivity to environment unfavorable conditions. High genetic diversity, yield quality and quantity have made alfalfa the most utilised crop in world. One of the most important factors which decreases yield and plantig area is soil and water salinity. Selection for tolerant genotypes with suitable planting management would lead to increase yield and cultivation area in saline conditions. Adding Ca²⁺ to environment by its antagonistic effects on Na⁺ leads to decrease toxicitic effect of Na⁺. Therefore, Four cultivars namely Golestan (20313), Sistan and Bluchestan, F.A.O (2566) and Ahar Hamedani were arranged in an experimental design to study the Ca²⁺ effects on growth and yield in saline conditions. Experiment was conducted in RBCD based factoriel in 5 salinity levels in 3 replicates at hydroponic culture. The cultivars were grown in saline condition untill the first cutting and then the pots were leached with distilled water. Salinity and Ca²⁺ levels were added in Hougland nutrient solution and applied the pots. Shoot, root, stem and leaf dry matter, biomass, plant height, main root length, stem internod numbers and tiller numbers per plant were measured Dry matter production has the most significant correlation with stem dry weight in salinity ($R^2 > 0.962$). Using Ca²⁺ decreases the salinity effect on above factors, especially in resistant cultivar. Golestan (20313) and F.A.O (2566) cultivars had the most dry matter in Ca²⁺ and saline conditions.

Key words: Alfalfa, Salinity tolerance, Complementary Calcium, Nutrient solutions.

1 - Assist. Prof., Tabriz Azad Univ. Tabriz, Iran.

2 - Assoc. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, P. O. Box: 13185-116. Tehran, Iran.

3 - Prof., Univ of Tabriz, Tabriz, Iran.