تاثیر یون کلسیم بر جوانه زنی و برخی خصوصیات رشد گیاه چه سویا (*Glycine max* L.) در شرایط مختلف شوری

مهرنوش اسکندری تربقان[1] و صفر صفری[2]

1- کارشناس ارشد خاک وآب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی و

عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی - واحد بجنورد

2- کارشناس ارشد زراعت و اصلاح نباتات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی

1و2- خراسان شمالی، بجنورد، میدان مادر، بولوار تربیت، کوچه شهید حسن کلاته ،پلاک 52 مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی، ص. پ. 1416-94155 ، تلفن: 0584-2222105، فاکس0584-2236288

Email: mehrnoosh_eskandary@yahoo.com

چکیده

در یک مطالعه آزمایشگاهی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی به منظور بررسی تاثیر یون کلسیم بر جوانه زنی بذر و رشد گیاه چه سویا تحت تنش شوری، بذور سویا رقم M_9 تحت تاثیر مقادیر مختلف نمک کلرید سدیم صفر، 50، 75 و100 میلی اکی والان بر لیتر) با چهار سطح کلرید کلسیم (صفر، 10، 20 و50 میلی اکی والان بر لیتر) به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار قرار گرفتند. نتایج نشان داد که درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، رشد ریشه چه اصلی و فرعی و وزن تر و خشک ریشه چه و ساقه چه با افزایش غلظت کلرید سدیم کاهش یافت. افزایش غلظت یون کلسیم به 10 میلی اکی والان بر لیتر در محیط شور تا حدود زیادی از کاهش رشد ریشه چه اصلی و فرعی جلوگیری کرد. با افزایش غلظت یون کلسیم به 20 میلی اکی والان بر لیتر سرعت جوانه زنی، وزن تر و خشک ریشه چه و ساقه چه نیز در شرایط شوری بهبود یافت. به طوری که افزایش غلظت یون کلسیم بدون در نظر گرفتن مقادیر مختلف نمک به 20 میلی اکی والان بر لیتر سرعت جوانه زنی، وزن تر ریشه چه و ساقه چه را به ترتیب 5/41 ، 64/2 و 4/2 درصد نسبت به شاهد (آب مقطر) افزایش داد. بر اساس نتایج حاصله هنگامی که نسبت سدیم به کلسیم در محیط رشد، در محدوده 1:5 باشد جوانه زنی، در محدوده 5: 1 یا کمتر طول ساقه چه و ریشه چه اصلی و فرعی و نهایتا در محدوده 2/5 : 1 و یا کمتر باشد، وزن تر و خشک ریشه چه و ساقه چه سویا رقم M_9 تا حدودی از تاثیرات سو شوری کلرید سدیم، مصون ماند. بنابر مشاهدات انجام شده کلسیم بعنوان یک عنصر تعدیل کننده جذب سدیم در محیط رشد در کاهش صدمات سدیم بر جوانه زنی، رشد ریشه چه و ساقه چه و وزن آنها در گیاه چه های سویا موثر بود. کاربرد مناسب یون کلسیم حساسیت گیاهان به شوری را پایین آورده و پارامترهای مورد نظر را به خوبی بهبود می بخشد، بنابراین استفاده از گیاهان زراعی با کارایی کاربرد کلسیم بالا، می تواند به کاهش هزینه های اقتصادی در مقابل شوری کمک کند.

واژه های کلیدی: **جوانه زنی، خصوصیات رشد سدیم، سویا، کلسیم**

مقدمه

شوری خاک های زراعی و آب آبیاری را می توان جزء عمده ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان زراعی در اغلب نقاط جهان از جمله ایران دانست. نقش کلسیم در بهبود و اصلاح اثرات مخرب کلرید سدیم بر رشد گیاهان تحت تنش بخوبی اثبات شده است(Bayuelo-jimenez and Debouch, 2003 and Caines et al.1999) . گزارش شده است که بسیاری از گیاهان حساس به شوری مانند گوجه فرنگی و لوبیا به مقدار زیادی کلسیم نیاز دارند و درصورت وجود غلظت مناسبی از کلسیم، مقاومت این گیاهان به شوری بیشتر شده و افزایش در عملکرد آنها مشاهده می گردد. زیرا وجود کلسیم در خاک از تجمع سدیم جلوگیری می کند (Bayuelo-jimenez and Debouch, 2003 and Caines et al.1999). به منظور بررسی کاهش اثر شوری با تغذیه کلسیم در مرحله گیاهچه ای گندم، سه ژنوتیپ زاگرس، اوپاتابو وپگورسری انتخاب شدند(حداد چی و همکاران، 1380). تیمارها شامل صفر و 100 میلی مول کلرید سدیم هر یک همراه با 2/5، 5 و10 میلی مول یون کلسیم بود. این پژوهش نشان داد که کلرید کلسیم در حد5 میلی مول اثرات سمیت شوری را به ویژه در لاین اوپاتابو تخفیف داده و در نتیجه وزن خشک و مقدار پروتئین ها را در مقایسه با تیمارهای دیگر کلسیم زیاد کرده است (حدادچی و همکاران، 1380). در مطالعه آزمایشگاهی دیگری به منظور بررسی تاثیر یون کلسیم بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه عدس تحت تنش شوری، بذور عدس رقم محلی قزوین تحت تاثیر مقادیر مختلف نمک کلرید سدیم (5، 70، 140 و 210 میلی اکی والان بر لیتر) با سه سطح کلرید کلسیم (صفر، 10 و 20 میلی اکی والان بر لیتر) قرار گرفتند (آستارایی و فروزان گهر، 1379). نتایج نشان داد که جوانه زنی بذر، رشد ریشه چه و رشد ساقه چه با افزایش غلظت کلرید سدیم کاهش یافت. افزایش غلظت یون کلسیم به 10 میلی اکی والان بر لیتر در محیط شور تا حدود زیادی از کاهش جوانه زنی، رشد ریشه چه و رشد ساقه چه جلوگیری کرد. بطوری که افزایش غلظت یون کلسیم بدون در نظر گرفتن مقادیر مختلف نمک به 10 میلی اکی والان بر لیتر درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و طول ساقه چه را به ترتیب 111، 50 و 124 درصد نسبت به شاهد (C_0) افزایش داد. بر اساس نتایج حاصله هنگامی که نسبت سدیم به کلسیم در محیط رشد، در محدوده 14:1 و یا کمتر باشد، جوانه زنی و رشد گیاهچه عدس تا حدودی از تاثیرات سو شوری کلرید سدیم، مصون می ماند(آستارایی و فروزان گهر، 1379). ارزیابی اثر آغشته کردن بذر با نیترات کلسیم بر توزیع یون پتاسیم در جوانه های دو رقم برنج در شرایط شور نشان داد در هر دو رقم، با افزایش غلظت کلرید سدیم، غلظت پتاسیم در ریشه چه و ساقه چه کاهش یافت. در مقابل، غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در این اندامها افزایش یافت. نیترات کلسیم با غلظت 10 میلی مولار در تمام غلظتهای کلرید سدیم باعث افزایش مقدار پتاسیم و کاهش مقدار سدیم و در نتیجه کاهش نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه چه و ساقه چه شد (امین پناه و سروش زاده، 1384). چهاررقم گلستان (20313)، فائو (2566)، سیستان و بلوچستان و همدانی اهر به منظور تعیین نقش کلسیم بر رشد و عملکرد یونجه در شرایط شور مورد بررسی قرار گرفتند (یارنیا و همکاران،1381). تمام صفات مورد بررسی غیر از ارتفاع بوته در رقمها اختلاف معنی داری در اثر شوری و کلسیم نشان دادند. بیشترین همبستگی معنی دار 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 (20313) و فائو (2566) بیشترین عملکرد را در این شرایط ایجاد نمودند (یارنیا و همکاران،1381). تاثیر نمکهای مختلف کلسیم (سولفات، کلرید و نیترات کلسیم) و غلظتهای متفاوتی از این عنصر بر مقاومت گیاه ***Descuriania ophia*** به تنش شوری، نشان داد که تیمارهای 5 میلی مولار کلرید کلسیم توام با 50 میلی مولار کلرید سدیم و 5 میلی مولار سولفات کلسیم همراه با 50 میلی مولار کلرید سدیم تأثیر بهتری نسبت به سایر تیمارها، در سطح معنی دار 5 در صد، بر صفات مورفولوژیک (وزن خشک و تر، طول اندامهای گیاه) و شیمیایی (غلظت عناصر پتاسیم، آهن و روی) گیاه دارد.

مقایسه الگوهای پلی پپتیدی حاصل از الکتروفورز نیز تاثیر کلسیم را در سنتز پروتئینهای گیاه تحت تنش نشان داد(مظفری و منوچهری کلانتری، 1384).

این آزمایش به منظور بررسی تاثیر یون کلسیم بر جوانه زنی و برخی خصوصیات رشد گیاه چه سویا (*Glycine max* L.) در شرایط مختلف شوری اجرا گردید.

مواد و روشها

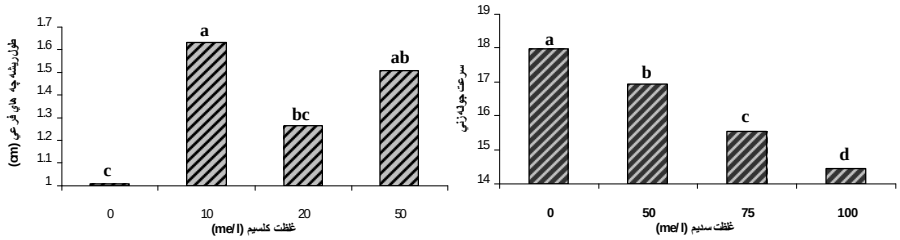
به منظور بررسی تاثیر یون کلسیم بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه سویا (رقم M_9)در مقادیر مختلف شوری در شرایط آزمایشگاهی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی اجرا گردید. فاکتورها شامل کلرید سدیم در چهار سطح Na_0 =0، Na_1= 50، Na_2 = 75، Na_3 = 100میلی اکی والان بر لیتر) و نیز چهار سطح کلرید کلسیم (Ca_0=0، Ca_1 =10، Ca_2 =20، Ca_3 = 50 میلی اکی والان بر لیتر) بودند. 25 عدد بذر استریل رقم M_9 در هر پتری دیش و بین دو کاغذ صافی قرار داده شد و سپس مطابق تیمارهای آزمایش از محلول کلرید سدیم و کلرید کلسیم استفاده گردید. پتری ها در انکوباتور با دمای 25±1 درجه سانتیگراد به مدت 10 روز جهت اندازه گیری جوانه زنی نگهداری شدند. پتری ها هر روز بازبینی و تعداد بذرهای جوانه زده ثبت گردید. شمارش بذرهای جوانه زده به مدت 10 روز ادامه یافت. پس از اتمام شمارش جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و طول ریشه چه فرعی کلیه بذور در روز دهم اندازه گیری و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه تعیین گردید. وزن تر ریشه چه و ساقه چه نیز اندازه گیری و گیاه چه ها برای اندازه گیری وزن خشک در آون به مدت 48 ساعت و دمای 60 درجه سانتیگراد قرارگرفتند. سرعت جوانه زنی بذور سویا (R.G.) نیز توسط فرمول زیر محاسبه گردید (MaGuire,1962).

$$R.G. = \sum_i \frac{M}{D} \qquad [1]$$

در فرمول فوق M تعداد بذور جوانه زده در روز i ام وD تعداد روز سپری شده از ابتدای آزمایش می باشد. داده های بدست آمده با نرم افزارMSTAT-C تجزیه آماری و میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان 0/05 مقایسه شدند.

نتیجه گیری

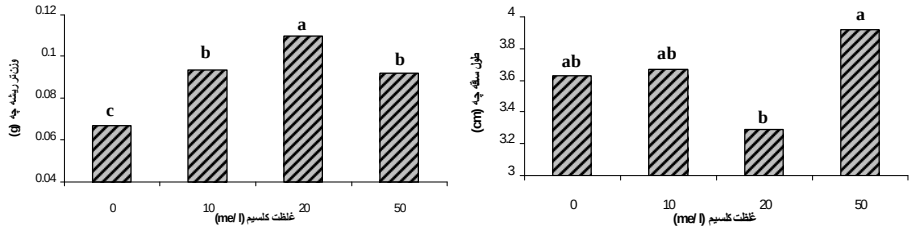
بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی بذور تحت تاثیر نمک کلرید سدیم به ترتیب در تیمارهای 50 و100 میلی اکی والان بر لیتر با 0/92 درصد افزایش و 13/9درصد کاهش نسبت به شاهد (آب مقطر) و اختلاف معنی دار با یکدیگر مشاهده گردید. بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی تحت تاثیر هر دو نمک مصرفی به ترتیب با 7/14 درصد افزایش و 25درصد کاهش در تیمارهای Ca_1Na_1 و Ca_0Na_3 مشاهده گردید. سرعت جوانه زنی بذور تحت تاثیر غلظت سدیم (شکل1) به ترتیب با 5/8 و 13/5 و19/8 درصد کاهش نسبت به شاهد در تیمار های 50 و 75 و100 میلی اکی والان بر لیتر مشاهده گردید. افزایش کلرید کلسیم در محیط رشد باعث افزایش سرعت جوانه زنی گردید. به طوری که دو تیمار 20 و50 میلی اکی والان در لیتر نسبت به مقادیر شاهد و10 میلی اکی والان بر لیتر کلسیم از سرعت جوانه زنی بالاتر و اختلاف آماری معنی داری ($P \leq 0/05$) برخوردار بودند. با افزایش در غلظت نمک کلرید سدیم طول ریشه چه اصلی و ریشه چه های فرعی کاهش داشت. حداکثر طول ریشه چه تحت تاثیر یون کلسیم در 10میلی اکی والان در لیتر با 21/8 درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده گردید. افزایش غلظت یون کلسیم در محیط رشد به ترتیب باعث 62 ، 49/6 و25/7 درصد افزایش طول ریشه چه فرعی نسبت به شاهد(آب مقطر) در تیمارهای 10، 50 و 20 میلی اکی والان بر لیتر گردید (شکل 2).



شکل 1- تاثیر سدیم بر سرعت جوانه زنی بذور سویا

شکل 2-تاثیر کلسیم بر طول ریشه چه فرعی سویا (cm)

طول ریشه چه اصلی و طول ریشه چه فرعی تحت تاثیر سدیم و کلسیم مشابه بود. حداکثر افزایش طول نسبت به شاهد تنها در تیمار Ca_1Na_1 با 20/8 درصد برای ریشه چه اصلی و18/1 درصد برای ریشه چه فرعی مشاهده گردید. حداکثر و حداقل طول ساقه چه (شکل 3) تحت تاثیر کلسیم به ترتیب با 8/05 درصد افزایش و 9/2 درصد کاهش در تیمارهای 50 و20 میلی اکی والان بر لیتر مشاهده گردید. حداقل وزن تر و خشک ریشه چه به ترتیب با 46/8 و55/7 درصد کاهش نسبت به شاهد در تیمار 100 میلی اکی والان در لیتر سدیم مشاهده گردید. بر خلاف سدیم، افزایش در غلظت کلسیم در محیط رشد بذور موجب افزایش در وزن تر و خشک ریشه چه گردید. حداکثر وزن تر ریشه چه در تیمار 20 میلی اکی والان بر لیتر کلسیم با 64/1 درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد(شکل 4).



شکل 3- تاثیر کلسیم بر طول ساقه چه (cm)

شکل 4 - تاثیر کلسیم بر وزن تر ریشه چه (g)

بیشترین میانگین وزن تر ریشه چه به ترتیب با 204/9 و122/6 و44/6 و32/7 و 19/7 درصد افزایش نسبت به شاهد و اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر به ترتیب در تیمار های Ca_2Na_0، Ca_3Na_0 ، Ca_1Na_1 ، Ca_1Na_0 و Ca_0Na_2 مشاهده شدند. حداکثر وزن تر و خشک ساقه چه تحت تاثیر یون کلسیم نیز در تیمار 20 میلی اکی والان بر لیتر یون کلسیم مشاهده گردید که نسبت به شاهد به ترتیب 4/2 و13/8 درصد افزایش داشت. بیشترین و کمترین میزان وزن تر ساقه چه تحت تاثیر سدیم و کلسیم به ترتیب با 25/5 درصد افزایش و 36/4 درصد کاهش نسبت به شاهد در تیمار های Ca_0Na_2 وCa_0Na_3 مشاهده گردید. حداکثر نسبت طول ریشه چه به ساقه چه تحت تاثیر توام غلظت های سدیم و کلسیم در تیمارهایCa_1Na_1 ، Ca_0Na_0 و Ca_2Na_0 بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر و در یک گروه آماری یکسان قرار گرفتند. بیشترین و کمترین نسبت به ترتیب در تیمارهای Ca_2Na_0 و Ca_0Na_1 با 183/3 درصد افزایش و 27/7 درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده گردید.

جدول 1- تاثیر سطوح مختلف کلرید سدیم وکلرید کلسیم بر درصد جوانه زنی ، سرعت رشد و برخی خصوصیات رشدسویا

نام تیمار	درصد جوانه زنی	میانگین طول ریشه چه (cm)	میانگین طول ریشه چه فرعی (cm)	میانگین طول ساقه چه (cm)	میانگین وزن تر ریشه چه (g)	میانگین وزن خشک ریشه چه (g)	میانگین وزن خشک ساقه چه (g)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه
$Ca_0 \times Na_0$	93/33ab	8/000b	2/567b	3/667cde	0/0759fg	0/01522a	0/1081defg	0/7012a	0/1200 ef
$Ca_1 \times Na_0$	90/00bc	4/000fg	0/800efg	3/333def	0/1007d	0/01000cd	0/1099cdef	0/2444efg	0/1667 c
$Ca_2 \times Na_0$	96/67ab	6/667c	2/000c	3/167ef	0/2314a	0/01244b	0/121b	0/6349 a	0/3400 a
$Ca_3 \times Na_0$	80/00de	7/333bc	2/500b	5/167a	0/169b	0/01133bc	0/1167gh	0/4879 b	0/2833 b
$Ca_0 \times Na_1$	80/00de	3/333gh	0/4333hi	3/667cde	0/0472k	0/00378i	0/1022gh	0/1190gh	0/08667 h
$Ca_1 \times Na_1$	100/0a	9/667a	3/033a	4/167bc	0/1098c	0/01533a	0/0919i	0/7296 a	0/1667 c
$Ca_2 \times Na_1$	90/00bc	5/500d	1/433d	3/667cde	0/0698gh	0/00922de	0/1034Fgh	0/3952 bcd	0/1133 f
$Ca_3 \times Na_1$	93/33ab	4/333ef	1/033ef	3/167ef	0/0608ij	0/00644fg	0/108defg	0/3270 de	0/1100 fg
$Ca_0 \times Na_2$	90/00bc	4/333ef	0/7000fgh	3/833bcd	0/0909e	0/01000cd	0/1311a	0/1833 fgh	0/1133 f
$Ca_1 \times Na_2$	80/00de	3/833fg	0/6667ghi	2/833fg	0/0689gh	0/00622fgh	0/0987hi	0/2378 efg	0/1433 d
$Ca_2 \times Na_2$	80/00de	4/167ef	0/9667efg	3/833bcd	0/0724gh	0/00778ef	0/117bc	0/2550 ef	0/1133 f
$Ca_3 \times Na_2$	90/00bc	4/000fg	1/433d	4/000bc	0/0821f	0/00833de	0/0981hi	0/3583 cde	0/1500 cd
$Ca_0 \times Na_3$	70/00f	2/667h	0/3333i	3/333def	0/0538jk	0/00433i	0/0568j	0/1008 h	0/1333 de
$Ca_1 \times Na_3$	83/33cd	4/833de	2/033c	4/333b	0/0951de	0/007557ef	0/1052efgh	0/4713 bc	0/1500 cd
$Ca_2 \times Na_3$	73/33ef	3/333gh	0/6667ghi	2/500g	0/0654hi	0/005223ghi	0/112cde	0/2889 def	0/1233ef
$Ca_3 \times Na_3$	83/33cd	2/667h	1/067e	3/333def	0/0561j	0/00422hi	0/1143bcd	0/3238 de	0/09333 gh
سطح معنی داری	0/0000	0/0000	0/0000	0/0000	0/0000	0/0000	0/0000	0/0000	0/0000

Na_0 = شاهد (آب مقطر)،Na_1 = کلرید سدیم 50 میلی اکی والان بر لیتر، Na_2 = کلرید سدیم 75 میلی اکی والان بر لیتر و Na_3 = کلرید سدیم 100 میلی اکی والان بر لیتر
Ca_0 = شاهد (آب مقطر)،Ca_1 = کلرید سدیم 10 میلی اکی والان بر لیتر، Ca_2 = کلرید سدیم 20 میلی اکی والان بر لیتر و Ca_3 = کلرید سدیم 50 میلی اکی والان بر لیتر

بحث

مطالعه درصد جوانه زنی تیمارهای سویا نشان داد افزایش غلظت نمک کلرید سدیم باعث کاهش میزان جوانه زنی بذور گردید. لیکن، استفاده از نمک کلرید کلسیم و به واقع یون کلسیم تا حدود زیادی باعث کاهش اثر یون سدیم در محیط رشد گردید. چنانکه غلظت بالا از یون کلسیم(20و50 میلی اکی والان بر لیتر) بر جبران خسارت ناشی از وجود یون سدیم در محلول موثر بود. افزایش غلظت یون کلسیم بدون در نظر گرفتن مقادیر مختلف یون سدیم تاحدی جوانه زنی بذور عدس را بهبود بخشید (آستارایی و فروزان گهر، 1379) روند کاهشی در سرعت جوانه زنی با افزایش غلظت سدیم در تیمارها مشاهده گردید. روند این کاهش با افزایش در غلظت کلسیم، کاهش نشان داد.

بررسی طول ریشه چه های فرعی نشان داد استفاده از نمک کلرید کلسیم در افزایش طول ریشه چه های فرعی نسبت به شاهد (آب مقطر) موثر واقع گردید. محققان نشان دادند که مصرف کلرید کلسیم (5 میلی مولار) همراه با کلرید سدیم (50 میلی مولار) موجب افزایش طول ریشه و اندام هوایی *Descuriania ophia* نسبت به تیمار کلرید سدیم (50 میلی مولار) گردید(مظفری و منوچهری کلانتری، 1384).

مطالعه حاضر نشان داد افزایش غلظت کلسیم و افزایش طول ساقه چه و ریشه چه اصلی و فرعی موثر بود. لیکن، افزایش غلظت سدیم بر کاهش طول ریشه چه اعم از اصلی و فرعی نسبت به ساقه چه تاثیر بیشتری داشت که شاید به علت وجود غلظت های بالاتر یون سدیم در محیط اطراف ریشه چه نسبت به ساقه چه بود. در مجموع افزایش غلظت کلسیم در کنار یون سدیم تا حد زیادی از خسارت ناشی از یون سدیم بر رشد ساقه چه کاهش داد.

با افزایش غلظت سدیم به کلسیم از میزان وزن تر ریشه چه کاسته شد. بررسی نتایج حاصل از اندازه گیری وزن تر و خشک ریشه و ساقه گیاه*Descuriania Sophia* تحت تیمارهای مختلف کلرید سدیم و کلسیم نشان داد که ؛ وزن

تر ریشه در تیمار 50 میلی مولار کلرید سدیم توأم با نمکهای کلرید و سولفات کلسیم نسبت به همین تیمار نمک بتنهایی، افزایش چشمگیری یافت(مظفری و منوچهری کلانتری، 1384).

سدیم به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاه در نظر گرفته نمی شود و تجمع سدیم در گیاه در شرایط شور ی به کاهش کلسیم و پتاسیم در گیاه منجر می گردد .اگرچه سدیم می تواند به افزایش فشار تورژسانس کمک کند اما نمی تواند در فعالیتهای ویژه همانند فعال سازی آنزیمها و سنتز پروتئین برای ایجاد رشد کافی جایگزین یون پتاسیم گردد . بنابراین اثرات سمیت کلرید سدیم (ناشی از انباشتگی زیاد نمک در گیاه) ممکن است تنها به دلیل اثرات مستقیم یون سدیم نباشد، بلکه به علت کاهش مقدار عناصر مغذی ضروری پتاسیم و کلسیم در گیاه باشد (Rengel,1992).

نمکهای سولفات و کلرید کلسیم تأثیری مثبت بر بهبود وزن تر ساقه در تیمار 50 میلی مولار کلرید سدیم حاوی این نمکها نسبت به تیمار شوری بدون کلسیم داشتند(مظفری و منوچهری کلانتری، 1384).

بنابر مطالعات بعضی از پژوهشگران غلظت بیشتر کلسیم و پتاسیم و برعکس غلظت کمتر سدیم و کلر در گیاهان مقاوم به کلرید سدیم علت مقاومت آنها می باشد و این موضوع در مورد گیاهان مختلفی از جمله جو نیز گزارش شده است (Kuiper,1984 and Thomas and Nambisan,1999)

منابع

1- آستارایی ع و فروزان گهر م، 1379. تاثیر یون کلسیم بر جوانه زنی و رشد گیاه چه عدس (***Lens culinaris Medik***) در شرایط مختلف شوری .بیابان.5 (2):37-50.

2- امین پناه ه و سروش زاده ع، 1384. بررسی اثر کلسیم نیترات بر توزیع سدیم و پتاسیم در جوانه های برنج در شرایط شوری. مجله زیست شناسی ایران تابستان 1384; 18(2):92-100.

3- حدادچی غ ر ایری م و عبدل زاده ا، 1380.بررسی تاثیر تغذیه کلسیم بر کاهش تنش اثرات شوری در مرحله گیاهچه ای گندم. پژوهش و سازندگی زمستان 1380; 14(4 (پی آیند 53) در زراعت و باغبانی):28-35.

4- مظفری ح و منوچهری کلانتری خ، 1384.اثر یون کلسیم بر وضعیت رشد، تجمع عناصر غذایی و الگوی الکتروفورزی پلی پپتیدها در گیاه .***Descurainia ophia*** L. تحت تنش شوری. مجله زیست شناسی ایران بهار . 18(1):24-35.

5- یارنیا م حیدری شریف آبادی ح و رحیم زاده خویی ف،1381. بررسی اثر کربنات کلسیم بر تحمل به شوری برخی از ارقام یونجه. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران.10(10):37-55.

6. Bayuelo-jimenez JS, and Debouch DG, 2003. Growth, gas exchange, water relation and ion composition of Phaseolus species grown under saline conditions. Field Crops Research 80:207-222.

7. Caines AM, and Shenan C, 1999.Interactive effects of Ca^{2+} and NaCl salinity on the growth of two tomato genotypes differing in Ca^{2+} use efficiency. Plant Physiol. Biochem 569-576.

8. Kuiper PC, 1984. Function of plant cell membranes under saline conditions: membrane lipid compositions and ATPases. In: Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement, eds. Staples RC. and Toenniessen GH, PP. 77-91. New York: John Wiley & sons.

9. Rengel Z, 1992.The role of calcium in salt toxicity. Plant Cell Environ. 15: 625-632.

10. Thomas S, and Nambisan P, (1999). Effect of NaCl stress on uptake and partitioning of sodium, potassium and calcium in rice seedlings. Oryza 36(1): 42-45.