

بررسی تحمل به شوری و میزان جذب املاح گیاه گاوزبان (*Borago officinalis* L.)

مریم مکی‌زاده تفتی^{۱*}، رضا توکل افشاری^۲، ناصر مجنون حسینی^۲ و حسنعلی نقدی بادی^۳

۱- نویسنده مسئول، مربی، پژوهشگر گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران، پست الکترونیک: marytafti@yahoo.com

۲- استادیار، دانشکده علوم زراعی و دامی، دانشگاه تهران

۳- مربی، پژوهشگر گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۸۷

تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۸۷

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۵

چکیده

با توجه به اهمیت دارویی گیاه گاوزبان و فراوانی منابع آب و خاک شور در کشور، این تحقیق طی دو آزمایش جداگانه اجرا گردید. آزمایش اول با هدف تعیین حدود مقاومت به شوری و شناسایی مکانیزم آن اجرا شد و تیمارهای آزمایش شامل شوری در چهار سطح شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل صفات کمی (درصد سبز شدن، وزن خشک ریشه، گل‌آذین و ساقه- برگ، ارتفاع، نسبت وزن اندام هوایی به ریشه، تعداد گل و تعداد برگ در هر بوته) و صفات کیفی (درصد موسیلاژ، خاکستر کل، سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در مرحله گلدهی کامل گیاه بود. نتایج نشان داد شوری، کاهش معنی‌داری در درصد سبز شدن بذر، ارتفاع و تعداد گل ایجاد کرده و بر وزن خشک ریشه، ساقه- برگ و گل‌آذین، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و تعداد برگ تأثیر معنی‌داری ندارد. همچنین نتایج نشان داد شوری، کاهش معنی‌داری در میزان موسیلاژ، پتاسیم و کلسیم موجود در بافت گیاهی گیاه گاوزبان ایجاد کرده و سبب افزایش معنی‌داری در میزان سدیم، کلر و خاکستر کل بافت گیاهی گاوزبان می‌شود. آزمایش دوم به منظور بررسی میزان جذب املاح از خاک توسط گیاه گاوزبان انجام گرفت و تیمارهای آزمایش شامل زمان نمونه‌برداری از خاک (قبل و بعد از کشت گیاه) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل مقادیر یونهای سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در خاک قبل و بعد از کشت گیاه گاوزبان بود. نتایج حاکی از کاهش معنی‌داری در میزان سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در خاک بعد از کشت گیاه گاوزبان می‌باشد. با توجه به عدم تأثیر شوری بر وزن خشک و سایر پارامترهای گیاه و با توجه به محتوای بالای سدیم، کلر و خاکستر کل در بافت گیاهی و همچنین کاهش محتوای یونهای سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در خاک، می‌توان گفت گاوزبان گیاهی مقاوم به شوری بوده که قادر به جذب این یونها از خاک می‌باشد و می‌توان از این گیاه برای خارج ساختن این یونها از خاک و اصلاح خاکهای شور و قلیا استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: گاوزبان، شوری، مقاومت، موسیلاژ، جذب.

بررسی تحمل به شوری و میزان جذب املاح گیاه...

مقدمه

به منظور رسیدن به تنظیم اسمزی در طی رشد، گیاهان نیاز به جذب یونها دارند. برخی از هالوفیتها یونهای غیر آلی خاص و یا نمک طعام را با غلظتهای بالا از محیط ریشه جذب نموده به قسمتهای هوایی انتقال می دهند و سپس در واکوئول سلولها نگهداری می کنند. در شوریهایی بالاتر از ۲۰۰ میلی مول گیاهان هالوفیت عمدتاً برای تنظیم اسمزی، سدیم و به طور متوازن کلر را در داخل واکوئول ذخیره می کنند (Cheeseman, 1998; میرمحمدی میدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). معمولاً آستانه بروز سمیت سدیم در اغلب گیاهان به میزان ۰/۵-۰/۲۵ درصد وزن خشک (باقری، ۱۳۶۶) و آستانه بروز آثار سمی یون کلر ۱/۰-۰/۵ درصد وزن خشک گیاهی گزارش شده است (خداشناس، ۱۳۷۴).

گاوزبان (*Borago officinalis* L.) گیاهی است یکساله از خانواده Boraginaceae که دارای خواص متعدد دارویی، صنعتی و علوفه ای می باشد و در برخی از مطالعات، به مقاومت به شوری و جذب بالای املاح توسط این گیاه اشاره شده است. در تحقیقی گزارش شده، گاوزبان قادر است به طور متوسط سدیم را به میزان ۵ درصد در برگ و ساقه و حدود ۳/۱ درصد در گل آذین ذخیره کند. همچنین درصد کلر در برگ و ساقه این گیاه ۷/۴۹ درصد و در گل آذین ۵/۷۸ درصد می باشد. همچنین در این تحقیق گزارش شده که متوسط مقدار سدیم و کلر خارج شده از خاک به ترتیب ۴۷۰ و ۷۷۰ کیلوگرم در هکتار می باشد که با مقایسه غلظت سدیم محلول در خاک مزرعه (به طور متوسط در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر، ۲۰۰ ppm) با غلظت سدیم بافتهای گیاه (۴۰۲۰۰ ppm) می توان گفت، جذب سدیم توسط گیاه گاوزبان به صورت

فعال صورت گرفته است و به نظر می رسد گاوزبان از طریق تجمع سدیم و کلر در بافت خود قادر است با شوری مقابله کند (خداشناس، ۱۳۷۴).

در تحقیق دیگری مقدار سدیم موجود در گل آذین گیاه گاوزبان ۲/۹۵ درصد گزارش شده است و با توجه به غلظت بالای سدیم در گیاه و عدم مشاهده هیچ گونه کاهش رشدی، بیان شده که احتمالاً گیاه گاوزبان با مکانیزم جذب سدیم در برابر شوری مقاومت می کند (جوادزاده، ۱۳۷۶).

بنابراین با توجه به اهمیت دارویی، علوفه ای و صنعتی گیاه گاوزبان و فراوانی منابع آب و خاک شور در کشور، این تحقیق با هدف تعیین حدود مقاومت به شوری، شناسایی مکانیزم مقاومت به شوری و بررسی تأثیر این گیاه در میزان جذب املاح از خاک و به موازات آن کاهش شوری خاک انجام گرفت تا در صورت ثابت شدن این مطلب بتوان گاوزبان را به عنوان یک گیاه اصلاح کننده شوری و قلیائیت خاک توصیه نمود.

مواد و روشها

این تحقیق به صورت دو آزمایش جداگانه در بهار و تابستان ۱۳۸۳ در گلخانه های تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی کرج - دانشگاه تهران اجرا گردید. بذرهای گاوزبان (*Borago officinalis* L.) از باغ گیاه شناسی Buda Kalasz مجارستان تهیه گردید.

آزمایش اول به منظور بررسی حدود مقاومت به شوری و شناسایی مکانیزم مقاومت به شوری گیاه گاوزبان در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل شوری در چهار سطح شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود. کشت بذرها در

آزمایش دوم به منظور بررسی میزان جذب املاح از خاک توسط گیاه گاوزبان در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل زمان نمونه برداری از خاک (قبل و بعد از کشت گیاه) بود. کشت بذرها در گلدانهای سفالی با قطر دهانه ۲۰ سانتی متر انجام شد و هر واحد آزمایش متشکل از ۶ گلدان بود که در هر گلدان ۴ گیاه وجود داشت و در کل ۱۸ گلدان مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در شرایط کنترل شده حرارتی و نوری انجام شد، به طوری که دمای شب و روز به ترتیب در حد ۲۵ و ۱۸ درجه سانتی گراد تنظیم شده بود و دوره نوری نیز به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود که نوردهی تکمیلی با ترکیبی از لامپهای ۱۰۰ وات و فلورسنت از ساعت ۵ بعد از ظهر تا ۱۰ شب اعمال گردید. خاک مورد استفاده، خاک سترون شده با ترکیب شن: سیلت: رس، نسبت ۳:۱:۱، اسیدیته ۷/۱ و هدایت الکتریکی ۱/۸ دسی زیمنس بر متر بود. تیمارهای آب شور بلافاصله پس از کشت بذرها در گلدانها و هر ۵ روز اجرا گردید. برای نگهداشتن EC خاک در مقادیر مورد نظر از فرمول زیر استفاده شد (میرمحمدی میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱) که با توجه به بافت خاک برای آبیاری گلدانها از متوسط نسبت آبشویی، ۰/۵۰ استفاده شد.

آب معمولی انجام شد.

صفات اندازه گیری شده شامل مقادیر یونهای سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در خاک قبل و بعد از کشت گیاه گاوزبان بود.

به منظور اندازه گیری خاکستر کل، ۲ گرم از ماده خشک گیاهی هر تیمار به دقت وزن شد و در یک بوته چینی مخصوص احتراق که به دقت وزن شده بود ریخته شد و به مدت ۲ ساعت در کوره الکتریکی با حرارت ۴۵۰-۵۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت، سپس دوباره بوته چینی هر تیمار را وزن کرده و از اختلاف وزن اولیه و ثانویه وزن خاکستر کل بدست آمد (صمصام شریعت، ۱۳۸۶). به منظور تعیین درصد موسیلاژ، ۵ گرم از ماده خشک گیاهی آسیاب شده را در بشر ریخته و ۱۰۰

گلدانهای سفالی با قطر دهانه ۲۰ سانتی متر انجام شد که هر واحد آزمایش متشکل از ۶ گلدان بود و در هر گلدان ۴ گیاه وجود داشت و در کل ۷۲ گلدان مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در شرایط کنترل شده حرارتی و نوری انجام گرفت، به طوری که دمای شب و روز به ترتیب در حد ۲۵ و ۱۸ درجه سانتی گراد تنظیم شده بود و دوره نوری نیز به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود که نوردهی تکمیلی با ترکیبی از لامپهای ۱۰۰ وات و فلورسنت از ساعت ۵ بعد از ظهر تا ۱۰ شب اعمال گردید. خاک مورد استفاده، خاک سترون شده با ترکیب شن: سیلت: رس، نسبت ۳:۱:۱، اسیدیته ۷/۱ و هدایت الکتریکی ۱/۸ دسی زیمنس بر متر بود. تیمارهای آب شور بلافاصله پس از کشت بذرها در گلدانها و هر ۵ روز اجرا گردید. برای نگهداشتن EC خاک در مقادیر مورد نظر از فرمول زیر استفاده شد (میرمحمدی میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱) که با توجه به بافت خاک برای آبیاری گلدانها از متوسط نسبت آبشویی، ۰/۵۰ استفاده شد.

$$EC_e = \frac{EC_w}{2.2LF}$$

EC_e = هدایت الکتریکی عصاره اشباع

EC_w = هدایت الکتریکی آب آبیاری

LF = متوسط نسبت آبشویی از منطقه ریشه

صفات اندازه گیری شده شامل صفات کمی (درصد سبز شدن، وزن خشک ریشه، گل آذین و ساقه-برگ، ارتفاع، نسبت وزن اندام هوایی به ریشه، تعداد گل و تعداد برگ در هر بوته) و صفات کیفی (درصد موسیلاژ، خاکستر کل، سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در مرحله گلدهی کامل گیاه بود، ولی پس از برداشت در مرحله گلدهی، گیاهان باقیمانده کلیه تیمارها تا مرحله بذردهی رسیدند.

بر متر می‌باشد؛ هرچند تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱).

همچنین شوری بر وزن تر ریشه، ساقه-برگ و گل‌آذین و وزن خشک ریشه و ساقه-برگ و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱) و این در حالی است که در بیشتر گیاهان، شوری باعث کاهش رشد ریشه، اندام هوایی (Munns & Weir, 1981) و وزن خشک گیاه (Cramer et al., 1991؛ Trivedi et al., 1991) می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهد رشد اندامهای هوایی بیشتر از ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد و شوری باعث کاهش نسبت ریشه به شاخ و برگ می‌گردد (Mansour, 1994؛ Niu et al., 1993b؛ Shalaby et al., 1993؛ Munns & Weir, 1981). در بسیاری از گیاهان هنگامی که این نسبت تغییر یابد واکنش گیاه به صورت کاهش سریع در تجمع ماده خشک در اندام هوایی و ریشه دیده خواهد شد (Shalaby et al., 1993). نتایج نشان داد گیاه گاوزبان با مقاومت در برابر شوری این نسبت را در سطح ثابتی نگه داشته و مانع کاهش بیشتر در تجمع ماده خشک اندام هوایی گیاه می‌گردد.

همچنین شوری کاهش معنی‌داری در ارتفاع گیاه گاوزبان ایجاد کرده و بیشترین ارتفاع بوته (۳۰/۴۶ سانتی‌متر) مربوط به شاهد و کمترین ارتفاع بوته (۱۸/۰۰ سانتی‌متر) مربوط به سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (جدول ۱). تحقیقات نشان می‌دهد در اثر تنش شوری ارتفاع گیاه و سطح برگ خیلی سریعتر از سایر پارامترهای فنولوژیکی کاهش می‌یابد، زیرا تجمع ماده خشک، حاصل میزان فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتز کننده گیاهی می‌باشد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده و ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. ۵۰ میلی‌لیتر از این مایع صاف شده را برداشته و ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ به آن اضافه کرده و دوباره ۲۴ ساعت نگهداری شد تا موسیلاژ موجود به صورت رسوب درآمد. پس از این مدت بر روی کاغذ صافی که قبلاً وزن شده بود صاف گردید و پس از خشک شدن در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، کاغذ صافی را وزن کرده و از روی اختلاف وزن کاغذ صافی تر و خشک وزن موسیلاژ مشخص گردید. به منظور تعیین درصد موسیلاژ، کاغذ صافی حاوی موسیلاژ را داخل بشری قرار داده و توسط ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر آن را شسته تا موسیلاژ موجود در آن از کاغذ صافی جدا شود و موسیلاژ به صورت رسوب باقی بماند. پس از خشک کردن کاغذ صافی آن را به دقت وزن کرده و از روی اختلاف وزن کاغذ صافی با وزن اولیه درصد موسیلاژ محاسبه شد (صمصام شریعت، ۱۳۸۶).

برای تعیین میزان سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر و برای تعیین میزان کلسیم، منیزیم و کلر از دستگاه جذب اتمی استفاده شد.

داده‌های حاصل از صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفته و برای مقایسه میانگینها در تیمارهای مختلف از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

تأثیر شوری بر صفات کمی گیاه گاوزبان

نتایج نشان داد بالاترین درصد سبز شدن (۷۶/۶۳ درصد) مربوط به تیمار شاهد و کمترین درصد سبز شدن (۴۹/۵۶ درصد) مربوط به سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس

تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که مرحله رویشی گیاه و مراحل اولیه زایشی، مراحل بسیار حساسی بوده درحالی که دوره گلدهی و دانه‌بندی به ترتیب از حساسیت کمتری برخوردار می‌باشند و این امر امکان آبیاری گیاه را توسط آب شور در مراحل آخر رشد گیاه فراهم می‌سازد (میرمحمدی میدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

نتایج نشان داد، شوری بر تعداد برگ گیاه گاوزبان اثر معنی‌داری ندارد (جدول ۱). پژوهشها نشان می‌دهد، شوری باعث کاهش تعداد برگ در بوته گیاهان می‌شود که علت این امر کاهش و تأخیر در سبز شدن برگهای جدید و پیر شدن سریعتر برگها می‌باشد (Noble et al., 1984).

با افزایش شوری کاهش معنی‌داری در تعداد گل گیاه گاوزبان ایجاد شد. مقایسه میانگینها نشان داد بیشترین تعداد گل در بوته در سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر (۲۳/۶۶ عدد) و کمترین تعداد گل در سطح ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (۱۱/۳۳ عدد) مشاهده می‌شود (جدول ۱). با توجه به نتایج، می‌توان گفت که سطوح کم شوری (تا حد ۴ دسی‌زیمنس بر متر) باعث تحریک گلدهی بیشتر گیاه شده، همچنین گلدهی گیاه گاوزبان تا سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر تحت تأثیر شوری واقع نشده ولی با افزایش شوری کاهش معنی‌داری در تعداد گل در بوته مشاهده می‌گردد، به طوری که در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کمترین تعداد گل در بوته مشاهده می‌شود. نتایج

جدول ۱- میانگین صفات کمی اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف شوری

سطوح شوری			شاهد	تیمار	صفات
۱۲ ds/m	۸ ds/m	۴ ds/m			
۴۹/۵۶ ^a	۶۲/۴۶ ^a	۶۴/۱۶ ^a	۷۶/۶۳ ^a		درصد سبز شدن
۰/۶۱ ^a	۰/۵۲ ^a	۰/۶۰ ^a	۰/۵۳ ^a		وزن تر ریشه
۰/۱۰۰ ^a	۰/۱۰۰ ^a	۰/۱۱۳ ^a	۰/۱۱۰ ^a		وزن خشک ریشه
۱۵/۸۵ ^a	۱۳/۹۱ ^a	۱۴/۹۲ ^a	۱۵/۲۱ ^a		وزن تر ساقه- برگ
۱/۱۷ ^a	۱/۰۳ ^a	۰/۹۸ ^a	۱/۰۱ ^a		وزن خشک ساقه- برگ
۱/۹۹ ^a	۲/۳۷ ^a	۲/۳۰ ^a	۲/۱۵ ^a		وزن تر گل‌آذین
۰/۴۷ ^b	۰/۴۲ ^b	۰/۵۴ ^a	۰/۴۷ ^b		وزن خشک گل‌آذین
۰/۰۵۰ ^a	۰/۰۷۰ ^a	۰/۰۶۷ ^a	۰/۰۷۳ ^a		نسبت وزن ریشه به اندام هوایی
۱۸/۰۰ ^c	۲۱/۵۳ ^{bc}	۲۵/۵۰ ^b	۳۰/۴۶ ^a		ارتفاع
۱۱/۳۳ ^c	۲۱/۰۰ ^{ab}	۲۳/۶۶ ^a	۱۷/۳۳ ^b		تعداد گل
۱۰/۳۳ ^a	۱۱/۶۶ ^a	۱۱/۳۳ ^a	۱۳/۳۳ ^a		تعداد برگ

می‌کند (جدول ۲). موسیلاژها، هیدروکربنهای نامحلولی هستند که پس از تجزیه شدن انرژی تولید می‌کنند. افزایش روند کاهش موسیلاژ در سطوح بالای شوری بیانگر استفاده

تأثیر شوری بر صفات کیفی گیاه گاوزبان نتایج حاصل از تجزیه‌های آماری نشان داد، شوری کاهش معنی‌داری در میزان موسیلاژ گیاه گاوزبان ایجاد

بین سیتوپلاسم و اجزای مختلف سلول استفاده می‌شود. گیاهان هالوفیت عمدتاً برای تنظیم اسمزی، سدیم و به دنبال آن به‌طور متوازن کلر را در داخل واکوئول خود ذخیره می‌کنند (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). بنابراین با توجه به این تحقیق و سایر تحقیقات روی گیاه گاوزبان (جوادزاده، ۱۳۷۶؛ خداشناس، ۱۳۷۴) می‌توان گفت، گیاه گاوزبان قادر است یون سدیم و کلر را با غلظت‌های بالا از محیط ریشه جذب کرده و به قسمت‌های هوایی انتقال داده و سپس در واکوئولها به منظور تنظیم اسمزی ذخیره کند. آستانه بروز سمیت یون سدیم (باقری، ۱۳۶۶) و کلر (خداشناس، ۱۳۷۴) در گیاهان به ترتیب ۰/۵-۰/۲۵ و ۰/۳-۰/۵ درصد وزن خشک بافت گیاهی ذکر شده است و این در حالی است که در این تحقیق میزان سدیم و کلر بافت گیاهی گاوزبان در تیمارهای مختلف به ترتیب ۲/۳-۹/۳ و ۲/۸-۱۱/۹ درصد وزن خشک بافت گیاهی می‌باشد (جدول ۲).

نتایج نشان داد، شوری درصد پتاسیم موجود در بافت گیاهی گاوزبان را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بین شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲) که نشان می‌دهد خارج شدن بیشتر پتاسیم از واکوئول به درون سیتوپلاسم در تبادل با سدیم در شوری‌های بالاتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر مربع امکان‌پذیر نمی‌باشد. همچنین نتایج نشان داد، شوری بر میزان منیزیم و کلسیم بافت گیاهی گاوزبان تأثیر معنی‌داری ندارد هرچند شوری باعث کاهش میزان کلسیم می‌شود (جدول ۲).

می‌توان دلیل کاهش میزان منیزیم، پتاسیم و کلسیم در بافت گیاهی گاوزبان را اثر آنتاگونیستی میان سدیم جذب شده توسط گیاه و منیزیم، پتاسیم و کلسیم دانست و

بیشتر گیاه از ذخایر هیدروکربنهای نامحلول در اثر تنش شوری می‌باشد (خداشناس، ۱۳۷۴). با توجه به مطالب گفته شده، کاهش محتوای موسیلاژ تحت تنش شوری می‌تواند ناشی از تجزیه شدن این هیدروکربن نامحلول به هیدروکربنهای محلول به منظور تنظیم اسمزی و همچنین فراهم آوردن انرژی برای تنظیم اسمزی و سایر فعالیت‌های حیاتی گیاه باشد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱؛ Niu et al., 1993a).

نتایج نشان داد، شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان خاکستر کل گیاه گاوزبان نداشته است، هرچند میزان خاکستر کل گیاه از ۷/۲۶ درصد در شاهد به میزان ۸/۰۶ درصد در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر افزایش می‌یابد (جدول ۲) که افزایش میزان خاکستر کل تحت شوری مربوط به تجمع بیشتر املاح در گیاه می‌باشد (Hung & Redmann, 1995؛ جوادزاده، ۱۳۷۶) و شناخته شده‌ترین نتیجه افزایش این املاح در سیتوپلاسم، تنظیم اسمزی می‌باشد که به منظور موازنه تعدیل اسمزی واکوئولی در سیتوپلاسم و تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و اجزای مختلف سلول استفاده می‌شود (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

نتایج نشان داد، افزایش شوری تا سطح ۸ دسی‌زیمنس بر متر سبب افزایش معنی‌داری در میزان سدیم و کلر بافت گیاهی گاوزبان شده است (جدول ۲) که این امر حاکی از آن است که در شوری‌های بالاتر امکان جذب بیشتر کلر و سدیم از خاک توسط گیاه وجود ندارد و گیاه تا سطح معینی از شوری قادر به جذب این یونها می‌باشد (جدول ۲). شناخته شده‌ترین نتیجه افزایش تجمع محلولهای آلی در سیتوپلاسم تنظیم اسمزی می‌باشد که به منظور موازنه تعدیل اسمزی واکوئولی در سیتوپلاسم و تعادل اسمزی

قره‌یاضی، ۱۳۸۱؛ Cramer *et al.*, 1991). خاصیت آنتاگونیستی بین پتاسیم و سدیم در پژوهشهای بسیاری گزارش شده است (Hung & Redmann, 1995؛ Hung & Chhipa & Mozafar & Oertli, 1990؛ Redmai, 1995؛ Lal, 1995).

می‌توان گفت به علت غلظت بالای یون سدیم در محلول غذایی خارجی، جذب و غلظت داخلی منیزیم، پتاسیم و کلسیم کاهش می‌یابد. زیرا در جذب این یونها توسط سدیم تداخل ایجاد شده و همچنین فعالیت یونی آنها در محلول خارجی کاهش می‌یابد (میرمحمدی میبیدی و

جدول ۲- میانگین صفات کیفی اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف شوری

سطوح شوری			شاهد	تیمار	صفات
۱۲ ds/m	۸ ds/m	۴ ds/m			
۲/۲۶ ^b	۳/۱۰ ^b	۹/۰۰ ^a	۹/۶۰ ^a		درصد موسیلاژ
۸/۰۶ ^a	۷/۷۳ ^a	۷/۸۰ ^a	۷/۲۶ ^a		درصد خاکستر کل
۹/۶۶ ^a	۱۰/۰۶ ^a	۵/۶۵ ^b	۲/۰۶ ^c		درصد سدیم
۱۱/۷۰ ^a	۱۱/۴۳ ^a	۵/۳۳ ^b	۳/۰۳ ^b		درصد کلر
۰/۷۹ ^a	۱/۰۳ ^a	۱/۸۱ ^a	۱/۹۴ ^a		درصد کلسیم
۰/۹۱ ^c	۱/۳۳ ^c	۳/۰۹ ^b	۵/۴۱ ^a		درصد پتاسیم
۰/۴۳ ^b	۰/۴۱ ^b	۰/۵۱ ^a	۰/۴۳ ^b		درصد منیزیم

سدیم و کلر را از خاک جذب نموده و در بافتهای گیاهی خود بدون هیچ‌گونه کاهش رشدی ذخیره می‌نماید. نتایج حاکی از تفاوت معنی‌داری در میزان پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در خاک قبل و بعد از کشت گیاه گاوزبان می‌باشد (جدول ۳). نتایج نشان داد مقدار پتاسیم موجود در خاک از ۴/۷۶ میلی‌اکی‌والانت در لیتر (قبل از کشت) به ۳/۵۳ میلی‌اکی‌والانت در لیتر (بعد از کشت) کاهش می‌یابد (جدول ۳) که با توجه به مقدار بالای سدیم موجود در بافت گیاهی گاوزبان و وجود اثر آنتاگونیستی بین پتاسیم و سدیم (Chhipa & Lal, 1992؛ He & Cramer, 1993a؛ He & Cramer, 1993b) می‌توان گفت این گیاه پس از جذب یون سدیم از خاک و ذخیره در بافت گیاهی به دلیل وجود اثر آنتاگونیستی قادر به جذب یون پتاسیم از خاک نمی‌باشد.

بررسی میزان جذب املاح از خاک توسط گیاه گاوزبان
نتایج حاصل از تجزیه‌های آماری کاهش معنی‌داری در میزان سدیم موجود در خاک بعد از کشت گیاه گاوزبان نشان می‌دهد، به طوری که میزان سدیم موجود در خاک از ۱۴/۱۰ میلی‌اکی‌والانت در لیتر قبل از کشت این گیاه به ۷/۸۳ میلی‌اکی‌والانت در لیتر بعد از کشت کاهش می‌یابد. همچنین تفاوت معنی‌داری در میزان کلر موجود در خاک قبل و بعد از کشت گیاه گاوزبان مشاهده شد، به طوری که میزان کلر موجود در خاک از ۲۳/۵۰ میلی‌اکی‌والانت در لیتر قبل از کشت این گیاه به ۱۴/۳۶ میلی‌اکی‌والانت در لیتر بعد از کشت کاهش یافت (جدول ۳) که با توجه به قابلیت بالای جذب یونهای سدیم (۹/۸-۲/۲ درصد) و کلر (۱۱/۹-۲/۸ درصد) توسط گیاه گاوزبان (جدول ۲) می‌توان گفت، این گیاه ضمن مقاومت به شوری، به صورت فعال

می‌توان چنین استنباط کرد که مکانیزم مقاومت به شوری این گیاه تحمل نمک از طریق تجمع مواد محلول اسمزی می‌باشد و این گیاه با تبدیل موسیلاژ به قندهای محلول و با استفاده از سایر یونها قادر به تنظیم اسمزی به منظور موازنه تعدیل اسمزی و اکوتولی در سیتوپلاسم و تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و اجزای مختلف سلول می‌باشد.

با توجه به کاهش محتوای پتاسیم و افزایش محتوای سدیم در بافت گیاهی گاوزبان، می‌توان به رابطه آنتاگونیستی پتاسیم و سدیم پی‌برد و همچنین اظهار داشت که از طریق تبادل پتاسیم و سدیم در تونوبلاست ضمن استفاده از سدیم به عنوان یک ماده اسمزی در واکوتول، پتاسیم کافی برای رشد در اختیار سیتوپلاسم قرار می‌گیرد.

با توجه به اینکه یونهای سدیم، کلر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم از اصلی‌ترین یونهای ایجادکننده شوری بوده (عابدی و همکاران، ۱۳۸۱؛ علیزاده، ۱۳۷۷) و بعد از کشت گیاه گاوزبان مقادیر آنها در خاک کاهش می‌یابد، می‌توان گفت این گیاه قادر به جذب این یونها از خاک بوده و می‌توان از گیاه گاوزبان به منظور اصلاح خاکهای شور و قلیا استفاده کرد و می‌توان چنین اظهار کرد، گیاه گاوزبان قادر است یونهای غیر آلی خاص یا نمک طعام را با غلظتهای بالا از محیط ریشه جذب نموده و به قسمتهای هوایی انتقال دهد و سپس در واکوتول سلولها نگهداری کند که شناخته‌شده‌ترین نتیجه افزایش تجمع محلولهای آلی در سیتوپلاسم تنظیم اسمزی می‌باشد که می‌تواند به منظور موازنه تعدیل اسمزی و اکوتولی در سیتوپلاسم و تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و اجزای مختلف سلول استفاده شود و سلول را در افزایش سرعت توسعه خود کمک کند.

نتایج کاهش معنی‌دار میزان منیزیم موجود در خاک را از ۶/۳۰ میلی‌اکی‌والانت در لیتر (قبل از کشت) به میزان ۳/۷۶ میلی‌اکی‌والانت در لیتر (بعد از کشت) و میزان کلسیم موجود در خاک را از ۱۳/۰۶ میلی‌اکی‌والانت در لیتر (قبل از کشت) به میزان ۹/۰۳ میلی‌اکی‌والانت در لیتر (بعد از کشت) نشان می‌دهد (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین میزان املاح موجود در خاک، قبل و بعد از کشت گیاه گاوزبان

املاح موجود در خاک	زمان نمونه‌برداری	
	قبل از کشت	بعد از کشت
سدیم	۱۴/۱۰ ^b	۷/۸۳ ^a
کلر	۲۳/۵۰ ^b	۱۴/۳۶ ^a
کلسیم	۱۳/۰۶ ^b	۹/۰۳ ^a
منیزیم	۷/۷۰ ^b	۰/۱۵ ^a
پتاسیم	۴/۷۶ ^b	۳/۵۳ ^a

بحث

با توجه به نتایج فوق، می‌توان گفت، گیاه گاوزبان در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن به شوری حساس بوده، ولی در مراحل بعدی رشد مقاوم به شوری می‌باشد. از این رو برای کشت این گیاه در مناطقی با خاک و آب شور، می‌توان از کشت نشاء استفاده نمود.

با توجه به عدم تأثیر شوری بر وزن تر و خشک گیاه گاوزبان و محتوای بالای موسیلاژ این گیاه تحت شوری، می‌توان گفت گاوزبان گیاهی مقاوم به شوری آب و خاک بوده و قادر است تا شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مربع را به راحتی و بدون هیچ‌گونه کاهش رشدی تحمل نماید.

با توجه به محتوای بالای خاکستر کل و یونهای سدیم و کلر و کاهش محتوای موسیلاژ در بافت گیاهی گاوزبان،

منابع مورد استفاده

- carinata* to seawater salinity. *Physiologia Plantarum*, 87(1): 47-60.
- He, T. and Cramer, G. R., 1993b. Salt tolerance of rapid-cycling *Brassica* species in relation Potassium/Sodium ratio and selectivity at the whole plant and callous levels. *Journal of Plant Nutrition*, 16(7): 1263-1277.
 - Hung, J. and Redmann, R.E., 1995. Physiology responses of canola and wild mustard to salinity and contrasting calcium supply. *Journal of Plant Nutrition*, 18(9): 1931-1979.
 - Hung, J. and Redmai, R.E., 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. *Canadian Journal of Plant science*, 75: 815-816.
 - Mansour, M.M.F., 1994. Changes in growth osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. *Biologia plantarum*, 36(3): 429-434.
 - Mozafar, A. and Oertli, J.J., 1990. Multiple stress and growth of barley effect of salinity and temperature shock. *Plant and soil*, 128: 153-160.
 - Munns, R. and Weir, R., 1981. Contribution of sugars to osmotic adjustment in elongation and expanded zones of wheat leaves during moderate water deficits at two light levels. *Australian Journal of Agricultural Research*, 8: 93-105.
 - Niu, X., Narasimhan, M., Salzman, R., Bressan, R., and Hawegawa, P., 1993a. NaCl regulation of plasma membrane H⁺/ATPase gene expression in a glycophyte and a halophyte. *Plant physiology*, 103: 713-718.
 - Niu, X., Zhu, K., Narasimhan, M., Bressan, R. and Hawegawa, P., 1993b. Plasma-membrane H⁺/ATPase gene expression is regulated by NaCl in cells of the halophyte *Atriplex nummularia* L. *planta*, 190: 433-438.
 - Noble, C.L., Halloran, G.M. and West, D.W., 1984. Identification and selection for salt tolerance in lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, 35: 239-252.
 - Shalaby, E.E., Epstein, E. and Qualset, C.O., 1993. Variation in salt tolerance among some wheat and triticale genotypes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 71(5): 298-304.
 - Trivedi, S., Galiba, G., Sankhla, N. and Erdei, L., 1991. Responses to osmotic and sodium chlorides stress of wheat varieties differing in drought and salt tolerance in callus cultures. *Plant science*, 73(2): 223-227.
 - باقری، ع.، ۱۳۶۶. بررسی تحمل به شوری و خشکی در توده‌های مختلف اسپرس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
 - جوادزاده، س.م.، ۱۳۷۶. اثر روش‌های کشت، مقادیر مختلف کود ازت و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت گیاه گاوزبان (*Borago officinalis* L.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت.
 - خدانشناس، ع.، ۱۳۷۴. اثرات تاریخ کشت، فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد و مواد مؤثره دارویی گیاه گاوزبان (*Borago officinalis* L.) در شرایط اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
 - صمصام شریعت، ه.، ۱۳۸۶. عصاره‌گیری و استخراج مواد مؤثره گیاهان دارویی و روش‌های شناسایی و ارزشیابی آنها. انتشارات مانی، اصفهان، ۲۵۸ صفحه.
 - عابدی، م.ج.، نیریزی، س.، ابراهیمی بیرنگ، ن.، ماهرانی، م.، مهرداد، ن.، خالدی، ه. و چراغی، ع.م.، ۱۳۸۱. استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۲۲۴ صفحه.
 - علیزاده، ا.، ۱۳۷۷. کیفیت آب در آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۹۶ صفحه.
 - میرمحمدی میبدی، س.ع.م. و قره‌یاضی، ب.، ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۲۴۷ صفحه.
 - Cheeseman, J.M., 1988. Mechanism of salinity tolerance in plants. *Plant physiology*, 142: 226-229.
 - Chhipa, B.R. and Lal, P., 1992. Effect of soil salinities on the pattern of nutrient uptake by susceptible and tolerant varieties of wheat. *Agrochimica*, 36(6): 418-426.
 - Chhipa, B.R. and Lal, P., 1995. Na/ K ratios as the basis of salt tolerance in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46: 533-539.
 - Cramer, G.R., Lynch, J. and Lauchli, A., 1991. Effects of sodium, potassium and calcium on salt-stressed barley. *Physiologia Plantarum*, 81: 197-202.
 - He, T. and Cramer, G.R., 1993a. Cellular response of two rapid cycling *Brassica* species, *B. napus* and *B.*

Evaluation of salinity tolerance and absorption of salt by Borage (*Borago officinalis* L.)

M. Makkizadeh Tafti^{1*}, R. Tavakol Afshari², N. Majnoon Hosseini² and H.A. Naghdi Badi³

1*- Corresponding Author, Department of Cultivation & Development, Institute of Medicinal Plants, ACECR Tehran, Iran, E-mail: marytafti@yahoo.com

2- Agronomy Department of Tehran University, Karaj, Iran

3. Department of Cultivation & Development, Institute of Medicinal Plants, ACECR Tehran, Iran.

Received: October 2006

Revised: July 2008

Accepted: August 2008

Abstract

This study has been conducted in two experiments in order to evaluate salinity tolerance and absorption of salt by Borage (*Borago officinalis* L.). In first experiment, the effect of salinity on qualitative and quantitative yield of Borage was studied. The treatments were water salinity (Control, 4, 8 and 12 dS/m²). The measured parameters were: quantitative yields (percentage of germination, dry and fresh weight of root, stem and florescence, Root/shoot, height and number of flower and leaf per plant) and qualitative yields (content of mucilage, total ash, Na, Cl, Mg, Ca and K in plant tissues). The results indicated that salinity increased content of Na, Cl and total ash in plant tissues. The salinity reduced height, germination percentage, number of flower and content of mucilage, Ca and K. Because of high content of mucilage in plant tissue and stability of yield under salinity conditions, it can be deduced that borage is tolerant to salinity (to 12 dS/m²). High content of Na, Cl, total ash and mucilage is related to accumulation of solutes for osmoregulation that can be used as an index for salinity tolerance in Borage. Second experiment has been conducted to study the absorption of salt by Borage. Measured parameters were Na, Cl, Mg, K and Ca content in soil at pre and post planting of borage. The results indicated that content of Na, Cl, Mg and Ca reduced in soil after planting borage. Regarding the results of this study, it can be suggested that borage can uptake salt from soil and accumulate harmful ions in its plant tissues. Therefore it can be introduced for improvement of saline and sodic soils.

Key words: *Borago officinalis* L., salinity, tolerance, mucilage, absorption.