

بررسی صفات رشد پنبه واریته چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) تحت دو سطح تنش شوری

علیرضا دادخواه^۱ و هاوارد گریفیتز^۲

^۱بخش تکنولوژی تولیدات گیاهی دانشگاه فردوسی، ^۲بخش اکولوژی گیاهی دانشگاه کمبریج

تاریخ دریافت: ۸۲/۱/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۶/۲۳

چکیده

در این تحقیق تأثیر دو سطح شوری صفر (۰) و ۲۰۰ mm مخلوط نمک‌های کلوروسدیم و کلرورکلسیم به نسبت مولی ۵ به ۱ بر روی صفات رشد و توزیع ماده خشک پنبه واریته چغندر قند (*Beta vulgaris*) به نام‌های مادیسون، P۱۲-۷۲۳۳، P۱۰۷-۷۲۳۳، PC-۷۲۳۳ و CI مورد مطالعه قرار گرفت. اگرچه تفاوت معنی‌داری بین برخی فاکتورهای رشد میان واریته‌های مختلف مشاهده نشد، اما واریته‌های مادیسون و CI به ترتیب کمترین و بیشترین کاهش رشد را در مدت ۳۵ روز اول بعد از اعمال تنش شوری در مقایسه با تیمار شاهد از خود نشان دادند. در تمام واریته‌ها به‌ویژه در واریته P۱۲-۷۲۳۳ سرعت رشد نسبی (RGR) و سرعت فتوسنتز خالص (NAR) بطور معنی‌داری در ۳۵ روز اول تنش شوری کاهش یافت. واریته‌های مادیسون و CI به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش را در میزان آب بخش‌های هوایی در مقایسه با شاهد از خود نشان دادند. تحت تنش شوری وزن خشک ریشه چغندر قند ۸۱/۹۶ درصد کاهش یافت، در حالی که وزن خشک لامینا (پهنک)، دمبرگ + ساقه به ترتیب ۶۱ و ۶۶ درصد کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که الگوی توزیع ماده خشک به قسمت‌های مختلف گیاه تحت تنش شوری تغییر یافته، به طوری که مواد تخصیص داده به ریشه در شرایط تنش شوری در مقایسه با شاهد ۱۰ درصد کاهش یافته است. از آنجایی که ارقام مادیسون و CI به ترتیب به عنوان ارقام مقاوم و حساس نسبت به شوری شناخته شدند می‌توان آنها را برای تحقیقات شوری انتخاب نموده شده و مطالعات بیشتری در مورد آنها انجام داد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، چغندر قند، توزیع ماده خشک

مقدمه

شوری یکی از مهمترین موانع در تولید محصولات زراعی و باغی در بسیاری از نقاط دنیا به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. گیاهان مختلف توانایی‌های متفاوتی در محیط‌های شور از خود نشان می‌دهند. در بین محصولات زراعی، تفاوت در قدرت مقاومت به شوری نه تنها در میان جنس‌ها و گونه‌ها، بلکه حتی در داخل یک گونه نیز مشاهده می‌شود. این نکته سبب شده که تحقیقات گسترده‌ای در زمینه مکانیزم‌های تحمل شوری

گونه‌های زراعی انجام پذیرد (اپستین و رینس، ۱۹۸۷؛ مس و پوس، ۱۹۸۹؛ ساب بارو و همکاران، ۱۹۹۰؛ پولیاکوف - می‌بر و لرنر، ۱۹۹۹). کاهش رشد گیاه بر اثر شوری می‌تواند به‌خاطر کاهش سطح برگ گیاه باشد (گرین وی و مانس، ۱۹۸۰؛ بروگنولی و لوتری، ۱۹۹۱؛ یو و همکاران، ۱۹۹۱). در چنین شرایطی حتی اگر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ ثابت باشد، میزان رشد در گیاه کاهش خواهد یافت (مانز و ترمت، ۱۹۸۶). تنش شوری از طریق تأثیر بر چندین مکانیزم مهم گیاه از قبیل



تنظیم فشار اسمزی، سنتز پروتئین، فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌ها و هورمون‌ها و کاهش آب قابل دسترس گیاه، رشد گیاه را کاهش می‌دهد (اسچوارز و گال، ۱۹۸۱؛ پسرکلی و توکر، ۱۹۸۵؛ مانز و ترمت، ۱۹۸۶؛ علم، ۱۹۹۰؛ علی و همکاران، ۱۹۹۴؛ کرامر و همکاران، ۱۹۹۴؛ خان و همکاران، ۱۹۹۵؛ هیگازی و همکاران، ۱۹۹۵؛ علم، ۱۹۹۶). واکنش گیاه در مقابل شوری به صورت یک مدل دو مرحله‌ای گزارش شده است (مانز و ترمت، ۱۹۸۶). در این مدل اعتقاد بر این است که در آغاز اعمال تنش شوری، وجود نمک در محیط رشد ریشه سبب یک نوع خشکی فیزیولوژیکی می‌گردد که عامل اصلی کاهش رشد سلول‌هاست (اپستین و رینس، ۱۹۸۷؛ گال، ۱۹۸۷؛ بروگنلی و لوتری، ۱۹۹۱؛ د-هرالد و همکاران، ۱۹۹۸)، اما به تدریج تجمع املاح در بافت‌های گیاهی افزایش یافته و غلظت املاح در بافت‌های گیاهی به حد سمیت می‌رسد که در نهایت مرگ گیاه را در پی دارد. ویت کوسکی و لامونت (۱۹۹۱) گزارش کردند که گیاهان تحت تنش شوری با کاهش دادن سطح برگ مانع از دست رفتن آب می‌شوند و در نتیجه برگ‌های گیاهان در این گونه محیط‌ها کوچک‌تر و ضخیم‌تر می‌گردند. همچنین کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه در شرایط شوری بر اثر آبیگری سریع و خشکی زود هنگام برگ‌ها نیز اتفاق می‌افتد که این منجر به پیری زودرس برگ‌های مسن‌تر گیاه و حذف آنها می‌گردد (مانز، ۱۹۸۵). تنش شوری همچنین ممکن است سبب اختلاف در جذب مواد غذایی مورد نیاز رشد گیاه شود. به عنوان مثال، در یک محیط شور، گیاهان مقدار زیادی یون Na^+ را به جای یون‌های K^+ و Ca^{++} جذب می‌کنند (محمد و همکاران، ۱۹۸۷؛ مس و گریو، ۱۹۸۷؛ پساراکلی و توکر، ۱۹۸۸؛ فرانکوویس و دونووان، ۱۹۹۱؛ رن جل، ۱۹۹۲؛ قدر، ۱۹۹۵؛ بلوم والد و همکاران، ۲۰۰۰) که این منجر به کمبود مواد غذایی در گیاه خواهد شد. تجمع یون سدیم در سلول روی فعالیت غشاء سلول تأثیر گذاشته و از انتقال یون‌های غذایی به داخل ریشه و ساقه جلوگیری می‌نماید (لینچ و لاجلی، ۱۹۸۴؛ کرامر و

همکاران، ۱۹۹۰؛ کرامر و نوک، ۱۹۹۲؛ کرامر و همکاران، ۱۹۹۴).

اگرچه چغندر قند (*Beta vulgaris*) به عنوان یک گیاه مقاوم به شوری شناخته شده است، عکس‌العمل واریته‌های مختلف چغندر قند به شوری توسط پژوهشگران زیادی گزارش شده است (رکادو، ۱۹۷۰؛ مارسچنر و همکاران، ۱۹۸۱؛ آلام و علی، ۱۹۸۲؛ شهااتا و همکاران، ۱۹۹۴؛ یاسین و جرگیس، ۱۹۹۸؛ مکی و ال‌گازار، ۱۹۹۹؛ غلام و همکاران، ۲۰۰۲). مارسچنر و همکاران (۱۹۸۱) تأثیر تنش شوری را روی سه واریته چغندر مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که رشد هر سه واریته چغندر قند تحت تنش شوری ۵۰Mm اندکی کاهش یافت، اما غلظت شوری ۱۵۰Mm رشد گیاهان را به شدت کاهش داد. غلام و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که غلظت زیاد نمک کلرورسدیم در محیط ریشه سبب کاهش میزان آب برگ‌ها می‌گردد، هر قدر این کاهش میزان آب زیادتر باشد آن واریته به شوری حساس‌تر می‌باشد. مکی و ال‌گازار (۱۹۹۹) گزارش نمودند که غلظت یون‌های Na^+ و Cl^- در چغندر قند تحت تنش شوری به طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی که میزان یون پتاسیم کاهش نشان داد.

سرعت و توزیع ماده خشک بین بخش‌های مختلف گیاه در شرایط تنش می‌تواند از اجزای قابل توجه در انتخاب واریته‌ها باشد. عبداللهیان و ویلیامز (۱۹۹۸) گزارش نمودند در شرایط تنش خشکی تعادل توزیع ماده خشک بین اندام‌های هوایی و زمین گیاهان چغندر به هم می‌خورد. در این آزمایش سعی شده به شناسایی عکس‌العمل رشدی واریته‌های چغندر قند قبل از انجام آزمایش‌های پیچیده‌تر در مورد مکانیزم‌های مقاومت به شوری پرداخته شود. هدف اصلی از این آزمایش ارزیابی تأثیر شوری روی رشد و توزیع ماده خشک در گیاه چغندر قند بود، زیرا اطلاعات دقیقی از عکس‌العمل این واریته‌ها (که از سوی مرکز تحقیقات چغندر قند به زارعین معرفی می‌شوند) نسبت به شوری در دسترس نبود. هدف



جلوگیری از اعمال شوک به گیاهچه‌ها نیز تیمار به صورت مرحله‌ای با هدایت الکتریکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر شروع و هر ۲ روز ۴ دسی‌زیمنس به مقدار شوری اضافه گردید.

پارامترهای رشد اندازه‌گیری شده شامل متوسط سطح برگ در یک گیاه، تعداد برگ، تجمع کل ماده خشک گیاه، وزن ماده خشک لامینا، دم‌برگ، ساقه و ریشه در سه مرحله ۳۵، ۲۱ و ۵۰ روز بعد از اعمال تیمار شوری بودند. در هر برداشت، گیاهان به لامینا (پهنک برگ)، دم‌برگ، ساقه و ریشه تفکیک شدند. وزن تر (تازه) بخش‌های هوایی بلافاصله پس از برداشت تعیین شد. اجزای مختلف گیاه به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از آن جهت تعیین وزن خشک توزین شدند. توزیع ماده خشک در پهنک، دم‌برگ، ساقه و ریشه بعد از خشک شدن کل نمونه‌ها به دست آمد. به منظور مشخص شدن پتانسیل رشد گیاه تحت شوری، سرعت رشد نسبی (RGR)، سرعت فتوسنتز خالص (NAR) و شاخص سطح برگ (LAR) و شاخص سطح برگ (LAR) با استفاده از روش‌های آنالیز رشد (رادفورد، ۱۹۶۷؛ بیدل، ۱۹۹۳) بصورت زیر به دست آمد:

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1)$$
$$NAR = (W_2 - W_1) (\ln LA_2 - \ln LA_1) / (LA_2 - LA_1) (T_2 - T_1)$$
$$LAR = [(LA_2 - LA_1) (\ln W_2 - \ln W_1)] / [(W_2 - W_1) (\ln LA_2 - \ln LA_1)]$$

در این روابط W_1 و W_2 به ترتیب وزن خشک اولیه و ثانویه، LA_1 و LA_2 به ترتیب سطح برگ اولیه و ثانویه و $T_2 - T_1$ فاصله زمانی بین دو برداشت می‌باشند.

آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. داده‌ها بصورت تجزیه واریانس با استفاده از برنامه آماری SAS تحت ویندوز:

Statistical Analysis system for windows version 6.12

تجزیه شد. خطای معیار (SE) نیز محاسبه گردید.

دیگر آزمایش انتخاب یک رقم حساس و یک رقم مقاوم به شوری بود که بتوان در آزمایش‌های بعدی از آنها استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در اتاقک‌های رشد کنترل شده گروه علوم کشاورزی و محیط زیست دانشگاه نیوکاسل انگلستان در سال ۱۳۷۸ انجام شد. درجه حرارت روز و شب به ترتیب 26 ± 1 و 16 ± 1 درجه سانتی‌گراد بود. دوره روشنایی ۱۶ ساعت و شدت نور ۱۵۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه بود. رطوبت نسبی در روز و شب به ترتیب 45 ± 5 درصد و 55 ± 5 درصد متغیر بود. در این آزمایش از یک واریته منوزم بریتانیایی به نام مادیسون و چهار واریته ایرانی (P12 - ۷۲۳۳، P107 - ۷۲۳۳، ۷۲۳۳ - ۷۲۳۳ PC و CI) استفاده شد. بذور ایرانی همگی از مرکز تحقیقات چغندر قند کرج تهیه گردید. قبل از کاشت قوه نامیه بذور نیز اندازه‌گیری شد که به‌طور متوسط ۹۵ درصد بود.

کلیه بذور در تشت‌های پلاستیکی کم‌عمق (عمق ۵ سانتی‌متر) پر شده از ورمی کولیت به اندازه ۱-۲/۰ میلی‌متر کاشته شدند. پس از سبز کردن، گیاهچه‌ها به گلدان‌های پلاستیکی پر شده از ورمی کولیت با قطر دهانه ۹ و عمق ۲۰ سانتی‌متر منتقل شدند. یک هفته بعد از انتقال گیاهچه‌ها، شوری در دو سطح کنترل (آبیاری با محلول اصلاح شده هوگلند) (مارسچنر و همکاران، ۱۹۸۱) و آبیاری با آب شور با غلظت ۲۰۰mM (نمک به محلول اصلاح شده هوگلند اضافه شد) مورد آزمایش قرار گرفت (انتخاب سطح شوری ۲۰۰mM با توجه به بررسی منابع و نتایج آزمایش‌های اولیه صورت گرفت). شوری آب از طریق افزایش نمک‌های کلرورسدیم و کلرورکلسیم به نسبت مولی ۵ به ۱ به آب مقطر تأمین گردید. در زیر هر گلدان یک بشقاب گذاشته شد تا از نشست آب داده شده به بیرون جلوگیری شود. آبیاری با آب شور آن قدر ادامه یافت تا نسبت جذب سدیم (SAR) آب زهکشی شده از گلدان با SAR آب آبیاری مساوی شود. به منظور



نتایج و بحث

سطح برگ پس از ۲۱ روز در معرض تنش شوری به طور معنی داری ($P < 0.001$) در مقایسه با شاهد کاهش یافت. در ۲۱ روز اول اعمال شوری، واریته‌های مادیسون و CI به ترتیب کمترین (۹/۷ درصد) و بیشترین (۶۴/۲ درصد) کاهش سطح برگ را نشان دادند. در ۳۵ روز پس از شوری برگ واریته مادیسون ۴۴/۲ درصد کاهش یافت در حالی که سطح برگ واریته‌های CI و P107-7233 بیش از ۸۰ درصد کاهش نشان دادند (جدول ۱). تعداد برگ در گیاه در ۳۵ و ۵۰ روز پس از شوری به ترتیب ۲۳ و ۲۷ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (داده‌های مربوط به تعداد برگ ارائه نشده است). این نشان می‌دهد که رشد برگ بیشتر از تعداد برگ تحت تنش شوری قرار می‌گیرد و به عبارت دیگر کاهش سطح برگ گیاه بیشتر به دلیل توسعه نیافتن برگ‌ها و متوقف شدن آنها بوده است. کاهش سطح برگ اولین عکس‌العمل واریته‌های چغندر قند به شوری است. تنش شوری سطح برگ را به میزان ۷۰/۳ درصد (متوسط ۵ واریته) در مدت ۵۰ روز نسبت به شاهد کاهش داد، در نتیجه کاهش سطح برگ ممکن است یکی از دلایل کاهش رشد گیاه باشد. کاهش رشد همچنین ممکن است به علت کاهش میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ باشد. مانز و ترمت (۱۹۸۶) نشان دادند که بین مقدار یون‌های Na^+ و Cl^- منتقل شده به برگ‌ها و رشد برگ‌ها ارتباط معکوسی وجود دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که واریته CI در ۳۵ روز اول دوره تنش شوری نسبت به سایر واریته‌ها به شوری حساس‌تر بود. اما سطح برگ CI در ۱۵ روز آخر دوره آزمایش بهتر از سایر واریته‌ها بهبود یافت (جدول ۱).

شوری وزن کل ماده خشک گیاهان را به طور معنی داری کاهش داد و در انتهای دوره آزمایش وزن ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت تنش شوری نسبت به وزن خشک شاهد ۶۵/۹۷ درصد (میانگین ۵ واریته)

کاهش نشان داد (جدول ۱). واریته مادیسون نسبت به شاهد در ۲۱ و ۳۵ روز پس از شوری کمترین کاهش (به ترتیب ۸/۳ و ۳۷/۸ درصد) در وزن خشک را داشت در حالی که وزن خشک کل واریته CI در مدت زمان مشابه ۵۴/۶ و ۷۴/۷ درصد کاهش نشان داد. در ۱۵ روز آخر دوره تنش، وزن خشک کل واریته CI بهبود یافت و درصد کاهش وزن خشک آن در مقایسه با شاهد نسبت به سایر واریته‌ها کمتر بود (جدول ۱). تأثیر شوری بر رشد، پدیده ساده‌ای نیست که در انواع مختلف گیاهان به صورت مشابه عمل نماید (دلان و همکاران، ۱۹۸۳). ممکن است کاهش وزن خشک گیاه تحت تنش شوری به خاطر اختلال در جذب مواد غذایی لازم برای رشد باشد.

پسرکلی و توکر (۱۹۸۸) گزارش کردند که میزان کل نیتروژن جذب شده در گیاهان پنبه که تحت تنش شوری قرار داشتند، به طور محسوسی کاهش یافت. درصد کاهش وزن خشک کل در واریته‌های ایرانی در ۳۵ روز اول دوره تنش نسبت به ۱۵ روز آخر بیشتر بود (جدول ۱) که ممکن است به علت اختلال بیشتر در جذب مواد غذایی در مراحل اولیه تنش و بهبود در جذب مواد غذایی بعد از سازگار شدن این واریته‌ها به شوری در مراحل بعدی باشد. پسرکلی و توکر (۱۹۸۵ و ۱۹۸۸) نشان دادند که اختلاف در جذب نیتروژن در گیاهان تحت تنش شوری در مراحل اولیه رشد بیشتر از مراحل بعدی رشد می‌باشد. میزان آب موجود در بخش‌های هوایی با افزایش شوری کاهش یافت. کاهش میزان آب در بخش‌های هوایی واریته مادیسون بیش از سایر واریته‌ها (و به ویژه واریته CI) بود (جدول ۱).

به رغم، کاهش میزان آب موجود در بخش‌های هوایی واریته مادیسون، میزان رشد (سطح برگ و تجمع ماده خشک) این واریته در ۲۱ و ۳۵ روز پس از شوری نزدیک به شاهد بود که نشان می‌دهد بافت‌های این واریته نسبت به از دست دادن آب مقاومند.



جدول ۱- متوسط سطح برگ (ساتی متر مربع)، متوسط وزن خشک (گرم در گیاه) و میزان آب موجود در اندام‌های هوایی (گرم آب در گرم وزن خشک) و درصد کاهش آنها نسبت به شاهد در پنج وارته چغندر قند تحت دو سطح شوری صفر (۰) و ۲۰۰ میلی‌مول نمک در ۲۱، ۳۵ و ۵۰ روز پس از شوری.

روز پس از شوری		۲۱		۳۵		۵۰		تیمار ←	
درصد	۰	درصد	۲۰۰	درصد	۰	درصد	۲۰۰		
کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش		
وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وارته	
۷۵/۸۰	۱۸۳/۳±۶۷	۷۵۷/۵±۹۴	۷۸/۸۲	۵۵/۶۳±۴/۷	۲۶۲/۷±۸/۰	۲۷/۱۳	۳۸/۹۰±۱/۹	۵۳/۳۸±۲/۸	۷۲۳۳-P1۲
۶۶/۷۳	۱۹۸/۴±۱۱	۵۹۶/۴±۱۲	۸۶/۵۸	۳۸/۷۳±۲/۸	۲۸۸/۷±۶/۹	۳۷/۶۹	۲۵/۲۹±۲/۲	۴۰/۵۹±۲/۰	۷۲۳۳-P1۰۷
۷۱/۴۵	۲۰۸/۷±۱۵	۷۳۰/۹±۱۰	۷۴/۹۸	۵۲/۹۲±۳/۰	۲۱۱/۵±۷/۱	۵۱/۹۲	۲۱/۹۰±۱/۰	۴۵/۵۵±۴/۱	PC-۷۲۳۳
۷۱/۷۲	۱۴۰/۷±۳/۴	۴۹۷/۵±۹/۱	۴۴/۲۰	۵۳/۸۵±۳/۰	۹۶/۵۰±۳/۶	۹/۷۳	۳۰/۵۴±۲/۵	۳۳/۸۳±۱/۳	مادیسون
۶۵/۸۴	۲۱۵/۶±۶/۱	۶۳۱/۱±۸/۲	۸۰/۴۷	۵۲/۳۳±۵/۳	۲۶۷/۹±۵/۴	۶۴/۲۰	۱۸/۰۰±۱/۷	۵۰/۲۸±۲/۷	CI
۷۰/۳۱	۱۸۹/۳۴	۶۴۲/۶۷	۷۳/۰۱	۵۰/۶۹	۲۲۵/۴۶	۳۸/۱۳	۲۷/۱۳	۴۴/۷۳	میانگین سطح برگ
۷۵/۸۹	۱/۶۹±۰/۱۱	۷/۰۱±۰/۲	۷۹/۵۹	۰/۵۰±۰/۰۸	۲/۴۵±۰/۲۶	۲۸/۵۷	۰/۳۰±۰/۰۶	۰/۴۲±۰/۰۸	۷۲۳۳-P1۲
۶۰/۹۹	۱/۹۰±۰/۱۸	۴/۸۷±۰/۳۸	۸۵/۰۸	۰/۳۰±۰/۰۱	۲/۰۱±۰/۱۴	۴۱/۳۷	۰/۱۷±۰/۰۵	۰/۲۹±۰/۰۷	۷۲۳۳-P1۰۷
۷۰/۳۵	۱/۸۰±۰/۱۵	۷/۰۷±۰/۴۳	۷۱/۷۱	۰/۴۳±۰/۰۳	۱/۵۲±۰/۱۵	۴۸/۳۹	۰/۱۶±۰/۰۳	۰/۳۱±۰/۰۴	PC-۷۲۳۳
۶۵/۲۷	۱/۴۹±۰/۱۳	۴/۲۹±۰/۱۸	۳۷/۷۹	۰/۴۱±۰/۰۲	۰/۶۶±۰/۱۰	۸/۳۳	۰/۲۲±۰/۰۳	۰/۲۴±۰/۰۵	مادیسون
۵۷/۳۳	۱/۹۸±۰/۱۷	۶/۴±۰/۱۶	۷۴/۷۱	۰/۴۳±۰/۰۳	۱/۸±۰/۱۳	۵۴/۵۵	۰/۱۵±۰/۰۴	۰/۳۳±۰/۰۳	CI
۶۵/۹۷	۱/۷۷	۵/۳۸	۶۹/۷۷	۰/۴۱۴	۱/۶۷	۳۶/۲۴	۰/۲۰	۰/۳۱۸	میانگین وزن خشک
۲۳/۱۹	۵/۳±۰/۵	۶/۹±۱	۴/۱۷	۶/۹±۰/۸	۷/۲±۱	۱/۱۶	۸/۵±۰/۶	۸/۶±۱	۷۲۳۳-P1۲
۲۰/۷۳	۶/۵±۰/۹	۸/۲±۱/۴	۴/۷۶	۶/۰±۱	۶/۳±۱/۲	۴/۸۲	۷/۹±۰/۵	۸/۳±۰/۹	۷۲۳۳-P1۰۷
۲۵/۷۱	۵/۲±۰/۸	۷/۰±۱/۵	۱۲/۵	۶/۳±۱	۷/۲±۰/۸	۲/۵۳	۷/۷±۰/۵	۷/۹±۰/۵	PC-۷۲۳۳
۳۷/۸۴	۴/۶±۰/۳	۷/۴±۱	۳۸/۷۱	۵/۷±۱/۵	۹/۳±۱	۱۶/۱	۷/۴±۱	۸/۷±۰/۵	مادیسون
۳۰/۵۹	۵/۹±۰/۷	۸/۵±۱	۱۳/۲۵	۷/۲±۱	۸/۳±۱/۵	۰	۸/۱±۱	۸/۱±۰/۸	CI
۲۷	۵/۴۴	۷/۶۰	۱۴/۶۸	۶/۴۲	۷/۶۶	۴/۹۲	۷/۹۲	۸/۳۲	میانگین میزان آب

گرفتند، به طوری که سرعت رشد نسبی (RGR) و سرعت فتوسنتز خالص (NAR) در مقایسه با شاهد در ۳۵ روز اول دوره تنش کاهش یافت. وارته مادیسون در ۳۵ روز اول تنش شوری کمترین کاهش در RGR و NAR را از خود نشان داد، در حالی که وارته ۷۲۳۳-P1۲ بیشترین کاهش را در مدت زمان مشابه نشان داد (جدول ۲). RGR تابعی از NAR و LAR است. در این آزمایش NAR نسبت به LAR همبستگی بیشتری با RGR نشان داد ($r^2=0/۸۶$) که نشان می‌دهد تأثیر تنش شوری بر RGR احتمالاً بیشتر از طریق تأثیر بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ می‌باشد. اگرچه میزان کاهش RGR تحت تنش شوری نسبتاً کم است، اما همین میزان کم در مراحل

در این آزمایش وارته‌های مادیسون و CI در ۳۵ روز اول دوره تنش شوری به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش را در میزان آب موجود بخش‌های هوایی خود داشتند. همچنین این دو وارته در همین مدت زمان به ترتیب کمترین و بیشترین کاهش رشد را داشتند، بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که وارته مادیسون با از دست دادن آب زیادتر قادر به تنظیم فشار اسمزی بوده و در نتیجه از ساختن مواد آلی انرژی‌گیر (نظیر پرولین، بتائین و ...) و جذب بیش از حد سدیم جهت تنظیم فشار اسمزی جلوگیری می‌کند، و انرژی زیادتری برای رشد در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد (گلن، ۱۹۸۷؛ لیزنر و همکاران، ۱۹۹۹). شاخص‌های رشد تحت تأثیر تنش شوری قرار



تنفس (اسچوارز و گال، ۱۹۸۱). کرامرونواک (۱۹۹۲) نشان دادند که کاهش NAR در گیاهان جو تحت تنش شوری بیشتر به دلیل کاهش فتوسنتز می‌باشد. چیزمن (۱۹۸۸) متذکر شد که کاهش میزان رشد گیاهان تحت تنش شوری خیلی بیشتر از میزان کاهش فتوسنتز می‌باشد و پیشنهاد کرد که اختصاص کربن در گیاهان تحت شوری می‌تواند نقش مهمی در تحمل آنها نسبت به نمک‌ها داشته باشد. اگرچه شوری میزان رشد اندام‌های هوایی و ریشه را کاهش داد، اما این کاهش به نسبت مساوی نبود، به طوری که رشد اندام‌های هوایی در مقایسه با ریشه کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت. شوری وزن خشک ریشه را حدود ۸۲ درصد (میانگین ۵ واریته) نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۳)، در حالی که وزن خشک اندام‌های هوایی (میانگین ۵ واریته) در مقایسه با شاهد حدود ۶۲ درصد کاهش داشت (جدول ۳).

اولیه رشد می‌تواند تأثیر زیادی در میزان وزن خشک در مراحل بعدی رشد بگذارد. کرامر (۱۹۹۴) دو علت را برای این پیشنهاد کرد: اول این که RGR پارامتر مهمی است که مقداری تغییر در آن که ممکن است معنی‌دار هم نباشد، می‌تواند در مدت زمان طولانی تأثیر منفی زیادی بر تجمع ماده خشک بگذارد و دوم این که RGR سرعت رشد را بر اساس وزن اولیه می‌سنجد، لذا وزن اولیه گیاه در زمان اندازه‌گیری خیلی مهم است، به طوری که کاهش هر چند ناچیز در RGR در مراحل اولیه رشد نتایج منفی را در مراحل بعدی رشد در پی خواهد داشت که حتی اگر RGR در مراحل بعدی بهبود یابد، قادر به جبران آن نخواهد بود، بنابراین رشد اولیه گیاهچه‌ها خیلی مهم می‌باشد (ماس و همکاران، ۱۹۸۳). سرعت فتوسنتز خالص (NAR) در حقیقت تعادل بین میزان فتوسنتز و تنفس را در کل گیاه نشان می‌دهد.

تنش شوری ممکن است NAR را به دو طریق کاهش دهد: ۱) کاهش میزان فتوسنتز ۲) افزایش میزان

جدول ۲- مقایسه سرعت رشد نسبی (RGR) و سرعت فتوسنتز خالص (NAR) در پنج واریته چغندر قند در ۲۱، ۳۵ و ۵۰ روز پس از شوری بر اساس درصد کاهش نسبت به شاهد.

روز پس از شوری		۲۱		۳۵		۵۰	
← واریته ↓	درصد کاهش	درصد کاهش	درصد کاهش	درصد کاهش	درصد کاهش	درصد کاهش	درصد کاهش
	NAR	RGR	NAR	RGR	NAR	RGR	NAR
۷۲۳۳-P1۲	۱۲/۵	۹/۶	۷۷/۷	۷۵	۰	۰	۰
۷۲۳۳-P1۰۷	۱۴/۳	۱۲/۵	۶۹/۳	۷۰/۷	۰	۰	۰
PC-۷۲۳۳	۷	۱۳/۶	۳۶	۴۳/۱	۰	۰	۰
مادیسون	۷	۳/۵	۳۲	۳۵/۸	۳/۴	۱/۵	۰
CI	۰	۱۷/۴	۱۸/۸	۳۸	۰	۰	۰



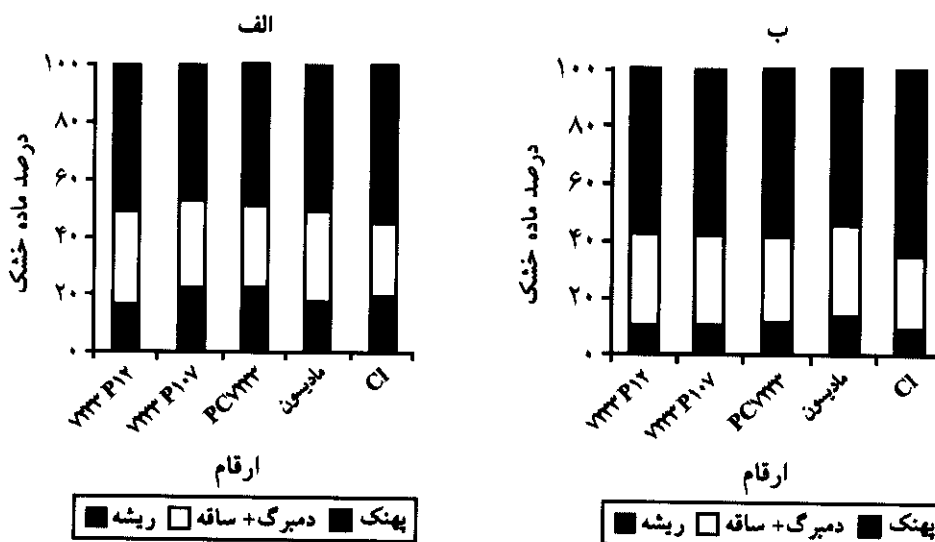
جدول ۳- میانگین وزن خشک ریشه (گرم در گیاه) و وزن خشک بخش‌های هوایی (گرم در گیاه) و درصد کاهش آنها نسبت به شاهد در پنج واریته چغندر در ۲۱، ۳۵ و ۵۰ روز پس از شوری.

روز پس از شوری ←		۲۱		۳۵		۵۰		تیمار ←
درصد کاهش	۰	درصد کاهش	۲۰۰	درصد کاهش	۰	درصد کاهش	۲۰۰	← تیمار
وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ریشه	واریته ↓
۰/۰۵۵±	۰/۰۲۷±	۰/۰۹۰	۰/۰۶۶±۰/۰۰۵	۰/۰۸۸±	۰/۰۶۶±۰/۰۰۵	۰/۰۸۸±	۰/۰۶۶±۰/۰۰۵	۷۲۳۳-P1۲
۰/۰۴۷±	۰/۰۱۴±	۰/۰۲۰	۰/۰۵۲±۰/۰۰۳	۰/۰۹۳±۰/۰۰۱	۰/۰۵۲±۰/۰۰۳	۰/۰۹۳±۰/۰۰۱	۰/۰۵۲±۰/۰۰۳	۷۲۳۳-P1۰۷
۰/۰۲۹±	۰/۰۱۶±	۰/۰۸۳	۰/۰۴۵±۰/۰۰۵	۰/۰۷۷±	۰/۰۴۵±۰/۰۰۵	۰/۰۷۷±	۰/۰۴۵±۰/۰۰۵	PC-۷۲۳۳
۰/۰۲۴±	۰/۰۲۰±	۱۶/۹۷	۰/۰۲۹±۰/۰۰۲	۰/۱۵±۰/۰۰۲	۰/۰۲۹±۰/۰۰۲	۰/۱۵±۰/۰۰۲	۰/۰۲۹±۰/۰۰۲	مادیسون
۰/۰۳۰±	۰/۰۱۶±	۴۶/۶۷	۰/۰۳۳±	۰/۰۳۳±	۰/۰۳۳±	۰/۰۳۳±	۰/۰۳۳±	CI
۰/۰۳۷	۰/۰۱۸۶	۴۵/۸۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	میانگین
وزن خشک بخش‌های هوایی	وزن خشک بخش‌های هوایی	وزن خشک بخش‌های هوایی	وزن خشک بخش‌های هوایی	وزن خشک بخش‌های هوایی	وزن خشک بخش‌های هوایی	وزن خشک بخش‌های هوایی	وزن خشک بخش‌های هوایی	
۰/۳۷±۰/۰۰۸	۰/۲۷±۰/۰۰۴	۲۵/۲۱	۰/۱۷۹±۰/۰۰۲	۰/۴۲±۰/۰۰۴	۰/۱۷۹±۰/۰۰۲	۰/۴۲±۰/۰۰۴	۰/۱۷۹±۰/۰۰۲	۷۲۳۳-P1۲
۰/۲۴±۰/۰۰۶	۰/۱۶±۰/۰۰۲	۸۰۳۵	۰/۱۴۹±۰/۰۰۸	۰/۲۱±۰/۰۰۶	۰/۱۴۹±۰/۰۰۸	۰/۲۱±۰/۰۰۶	۰/۱۴۹±۰/۰۰۸	۷۲۳۳-P1۰۷
۰/۲۸±۰/۰۰۱	۰/۱۴±۰/۰۰۱	۴۸/۷۵	۰/۰۷±۰/۰۰۹	۰/۳۶±۰/۰۰۹	۰/۰۷±۰/۰۰۹	۰/۳۶±۰/۰۰۹	۰/۰۷±۰/۰۰۹	PC-۷۲۳۳
۰/۲۲±۰/۰۰۲	۰/۲۰±۰/۰۰۱	۷/۴۱	۰/۰۳۷±۰/۰۰۶	۰/۲۶±۰/۰۰۵	۰/۰۳۷±۰/۰۰۶	۰/۲۶±۰/۰۰۵	۰/۰۳۷±۰/۰۰۶	مادیسون
۰/۳۰±۰/۰۰۳	۰/۱۳±۰/۰۰۱	۵۵/۳۳	۰/۱۳۷±۰/۰۰۱	۰/۳۴±۰/۰۰۸	۰/۱۳۷±۰/۰۰۱	۰/۳۴±۰/۰۰۸	۰/۱۳۷±۰/۰۰۱	CI
۰/۲۸۱	۰/۱۸۱	۳۴/۵	۱/۲۲	۰/۳۲	۱/۲۲	۰/۳۲	۱/۲۲	میانگین

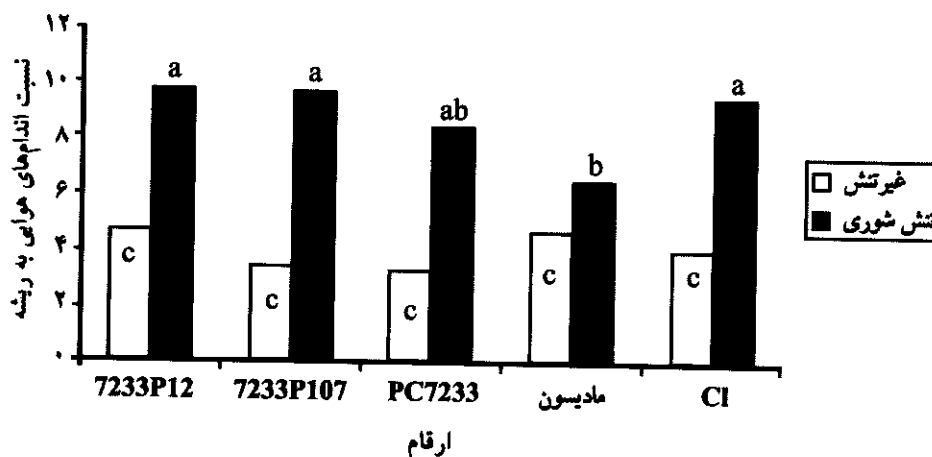
نسبت اندام‌های هوایی به ریشه^۱ تحت تنش شوری به‌طور معنی‌داری برای همه واریته‌ها افزایش داشت که نشان می‌دهد این افزایش به‌علت تأثیر بازدارندگی بیشتر شوری بر رشد ریشه که در معرض مستقیم نمک‌ها قرار دارد، می‌باشد. این نسبت در واریته مادیسون حدود ۳۹ درصد افزایش نشان داد، در حالی که افزایش این نسبت در سایر واریته‌ها بیش از دو برابر بوده است (شکل ۲). از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که رشد ریشه واریته مادیسون در مقایسه با سایر واریته‌ها کمتر تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد.

به‌طورکلی در طول دوره آزمایش (۵۰ روز پس از شوری) در شرایط غیر تنش ۲۰ درصد از ماده خشک به ریشه اختصاص یافت، اما در همین مدت زمان ۱۰ درصد ماده خشک به ریشه گیاهان تحت تنش انتقال یافت (شکل ۱). میزان ماده خشک اختصاص داده شده به پهنک برگ در گیاهان شاهد و تحت تنش شوری به ترتیب ۵۰ و ۵۹ درصد بود. همچنین ماده خشک تخصیص داده شده به دم‌برگ + ساقه به ترتیب ۳۰ درصد (شاهد) و ۳۱ درصد (شوری) بود. عبداللهیان نوقابی و ویلیامز (۱۹۹۸) نتایج مشابه را در گیاهان چغندر قند تحت تنش گزارش کردند.





شکل ۱- درصد توزیع ماده خشک در بخش‌های مختلف (پهنک، دمیرگ + ساقه و ریشه) واریته‌های چغندر قند (الف- شاهد، ب- تیمار شوری) در ۵۰ روز بعد از اعمال شوری.



شکل ۲- نسبت اندام‌های هوایی به ریشه پنج واریته چغندر قند در ۵۰ روز بعد از شوری. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار واریته‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

شناخته شد، حال آن که واریته CI بیشترین کاهش را در صفات رشد نشان داد. تحت تنش شوری رشد ریشه گیاه چغندر قند بیشتر از اندام‌های هوایی کاهش یافت، بنابراین می‌توان این‌طور استنباط نمود که در شرایط تنش شوری اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه کمتر صورت می‌گیرد. در

از نتایج به دست آمده می‌توان چنین استنتاج نمود که ارقام مختلف گیاه چغندر قند حساسیت‌های متفاوتی به شوری دارند. در میان واریته‌های مورد مطالعه در این تحقیق، واریته مادیسون به دلیل این که صفات رشد آن کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت، به عنوان واریته مقاوم به شوری



سپاسگزاری

بدینوسیله از وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری به سبب حمایت‌های مالی و خانم ملیحه احتشام برای تایپ فارسی قدردانی می‌شود.

بین واریته‌های مورد مطالعه، رشد ریشه واریته مادیسون نسبت به سایر واریته‌ها کمتر کاهش یافت، بنابراین پیشنهاد می‌گردد که واریته‌های مادیسون و CI می‌توانند جهت تحقیقات شوری انتخاب و مطالعات گسترده‌تری روی آنها انجام پذیرد.

منابع

1. Abdollahian-Noghabi, M. 1999. Ecophysiology of sugar beet cultivars and weed species subjected to water deficiency stress. Ph.D dissertation, The University of Reading, Reading.
2. Abdollahian-Noghabi, M., and Froud-Williams, R.J. 1998. Effect of moisture stress and re-watering on growth and dry matter partitioning in three cultivars of sugar beet. *Aspects of Applied Biology* 52: 71-78.
3. Alam, S.M. 1990. Influence of saline irrigation water on the growth and mineral composition of cauliflower (*Brassica oleracea* L.) *Pakistan journal Engineering and Vetr Science* 6: 94-98.
4. Alam, S.M. 1996. Allelopathic effects of weeds on the growth and development of wheat and rice under saline conditions. Ph.D dissertation, University of Sindh, Jamshoro, Pakistan.
5. Ali, S.A., Ashraf, M.Y., and Alam, S.M., eds. 1994. Effect of salinity and nitrogen application on the growth and nutrient content of *Azolla*. In: S.S.M Naqavi, and R. Ansar, eds. *Current development of salinity and drought tolerance in plants*, Hyderabad, Pakistan.
6. Allam, A.I., and Ali, A.S. 1982. Soil salinity effect on yield and sugar of some sugar beet varieties. *Proc. Egypt Botany Society* 3: 564-586.
7. Beadle, CL. 1993. Growth analysis. In *photosynthesis and production in a changing environment*. Chapman and Hall, London.
8. Blumwald, E., Gilad, S.A., and Maris, P.A. 2000. Sodium transport in plant cells. *Biochimica et Biophysica Acta* 1465: 140-151.
9. Brugnoli, N., and Lauteri, M. 1991. Effect of salinity on stomatal conductance, photosynthesis capacity and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non-halophytes. *Plant Physiology* 95: 628-635.
10. Cheeseman, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology* 87: 547.
11. Cramer, G.R., and Nowak, R.S. 1992. Supplemental manganese improves the relative growth assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. *Physiologia Plantarum* 84: 600-603.
12. Cramer, G.R., Abdel-Basset, R., and Seemann, T.R. 1990. Salinity-Ca interactions on root growth and osmotic adjustment of two corn cultivars differing in salt tolerance. *Journal Plant Nutrition* 13: 1453-1456.
13. Cramer, G.R. Alberico, G.I., and Schmidt, C. 1994. Leaf expansion limits dry matter accumulation of salt-stressed Maize. *Australian Journal Plant physiology* 21:663-674.
14. De Herralde, F., Biel, C., Save R., Morales, M.A., Torrecillas, A., and Alarcon, J.J. 1998. Effect of water and salt stresses on the growth, gas exchange and water relations in *Argyranthemum coronopifolium* plants. *Crop Science* 139: 9-17.
15. Delane, R., Greenway, H., munns, R., and Gibbs, J. 1982. Ion concentration and Carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl. I. Relationship between solute concentration and growth. *Journal of Experimental Botany* 33: 557-573.
16. Epstein, E., and Rains, D.W. 1987. Advance in salt tolerance. *Plant and Soil* 99: 17-29.
17. Francois, L.E., and Donovan, T.J. 1991. Calcium deficiency of artichoke buds in relation to salinity. *Hortscience* 26: 549-553.
18. Ghoulam, C., Foursy, A., and Fares, K. 2002. Effect of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*. 47: 39-50.
19. Glenn, E.P. 1987. Relationship between cation accumulation and water content of salt-tolerance grasses and sedge. *Plant, Cell Environment* 10: 205-212.
20. Greenway, H., and Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 31: 141-190.



21. Higazy, M.A. Shehata, M.M., and Allam, A.I. 1995. Free proline relation to salinity tolerance of three sugar beet varieties. Egypt Journal Agriculture Research 13(1): 175-190.
22. Khan, A.H., Ashraf, M.Y., Naqvi, S.S.M., Khazada, B., and Ail, M. 1995. Growth ion and solute contents of sorghum grown under NaCl and Na₂SO₄ salinity stress. Acta Physiology plant 17: 261-267.
23. Lissnre, J., Schierup, H., Comin, F.A., and Astorga, V. 1999. Effect of Climate on the salt tolerance of two *Phragmites australis* populations. Aquatic Botany 64: 317-333.
24. Lynch, J., and Lauchli, A. 1984. Potassium transport in salt-stressed barley roots. Planta 161: 295-301.
25. Maas, E.V., Hofman, C.J., Chaba, G.D., Poss, J.A., and Shannon, M.C. 1983. Salt sensitivity of corn at various growth stages. Irrigation Science 4: 45-57.
26. Marschner, H., Kylin, A., and Kuiper, P.J.C. 1981. Differences in salt tolerance of the sugar beet genotypes. Physiol. Plantarum 51: 234-238.
27. Mass, E.V., and Grieve, C.M. 1987. Sodium-induced calcium deficiency in salt-stressed corn. Plant, Cell and Environment 10: 559-564.
28. Mass, E.V., and Poss, J.A. 1989. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. Irrigation Science 10: 29-40.
29. Mekki, B.B., and M.M.E.-G. 1999. Response of root yield and quality of sugar beet (*Beat vulgaris* L.) to irrigation with saline water and foliar potassium fertilization. Annals Agriculture Science 44(1): 213-225.
30. Mercado, B.T. 1970. Uber die NaCl-Resistenz von *Beta vulgaris* var. *Crassa*, *Phaseolus vulgaris* var. *nanus* bzw. *Communis* und *Zea mays*. Protoplasma 69: 151-170.
31. Muhammad, S., Akbar, M., and Neue, H.U. 1987. Effect of Na/Ca and Na/K ratios in saline culture solution in the growth and mineral nutrition of rice (*Oryza sativa* L.). Plant Soli 104: 57-62.
32. Munns, R. 1985. Na⁺, K⁺ and Cl⁻ in xylem sap flowing to shoots of NaCl treated barely. Journal of Experimental Botany 36: 1032-1042.
33. Munns, R., and Termaat, A. 1986. Whole-Plant responses to salinity. Australian Journal of Plant Physiology 13:143-160.
34. Pessarakli, M., and Tucker, T.C. 1985. Uptake of nitrogen-15 by cotton under salt stress. Soil Science Society American Journal 49: 149-152.
35. Pessarakli, M., and Tucker, T.C. 1988. Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. Soil Science Society American Journal 52: 698-700.
36. Polyakoff-Mayber, A., and Lerner, H.R. 1999. Plant in saline environments. In Hand book of Plant and Crop Stress (M. PessaraKli, Ed, ed.), pp: 125. Marcel Dekker, New York.
37. Qadar, A. 1995. Potassium and sodium contents of shoot and laminae of rice cultivats and their sodicity tolerance. Journal Plant Nutrition 18: 2281-2286.
38. Radford, D.J. 1967. Growth analysis formulae-their use and abuse. Crop Science, 7: 171-175.
39. Rengel, Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity. Plant, Cell and Environment 15: 625-632.
40. Schwarz, M., and Gale, J. 1981. Maintenance respiration and carbon balance of Plants at Low levels of sodium chloride salinity. Journal of Experimental Botany 32: 933-941.
41. Shehata, M.M., Abd El-sayed, S.M., and El-Hamshary, S. 1994. Response of sugar beet varieties to irrigation water salinity. Egypt Journal Apply Science 9 (10): 277-285.
42. Subbarao, G.B., Johansen, C., Jana. M.K., and Kumar Rao, J. V. D. K. 1990. Physiological basis of differences in salinity tolerance of pigeon pea and its related wild species. Journal of plant physiology 137: 64-71.
43. Witkowski, E.T.F., and Lamont, B.B. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Oecologia 88:486-490.
44. Yassen, B.Y., and Jurgees, J.A. 1998. The response of sugar beet leaf growth and its ionic composition to sodium chloride. Journal of Agriculture and Water Resource Research, soil and Water Resources 7 (1): 47-59.
45. Yeo, A.R., Lee, K.S., Izard, P., Boursier, P.J., and Flowers, T.J. 1991. Short and long-term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of experimental Botany. 42: 381-889.



The study of growth traits of five sugar beet cultivars under two levels of salt stress

A. Dadkhah¹ and H. Griffith²

¹Dept., of Plant Production Technology Ferdowsi University of Mashad, ²Dept., of Plant Ecology Cambridge University (U.K)

Abstract

In this experiment, the effect of two levels of salinity (0 mM and 200 mM NaCl and CaCl₂ in 5 to 1 molar ratio) on early growth stages and dry matter partitioning of five cultivars of sugar beet (*Beta vulgaris* L. cvs Madison, 7233-P12, 7233-P107 PC-7233 and CI) was studied. Although there was no significant difference in some growth reduction, respectively in comparison with their controls after 35 days of treatment. However, the growth of CI cultivar was recovered better than Madison during 15 days of the saline treatment. In all cultivars, particularly in 7233-P12 relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR) were significantly reduced by salinity within the first 32 days of salt treatment. The highest and lowest reduction in shoot water content was observed in Madison and CI cultivars, respectively, in comparison with control within the first 35 days of salt treatment. Higher water loss in Madison may act by concentrating solute in cell sap, thereby reducing the need for synthesis of metabolically expensive organic as well as reducing the need for Na⁺ uptake for osmotic adjustment. The root dry matter of sugar beet reduced by 81.96%, while the dry matter of lamina and petiole plus decreased by 61 and 66% respectively. The pattern of dry matter partitioning to different parts of plant was changed by salt stress and the allocated dry matter to the root was reduced by 10%.

Keywords: Salt stress; Sugar beet; Dry matter

