بررسی اثرات کلرور سدیم بر رشد و انباشت ترکیبات آلی و معدنی در گندم

مریم شهبازی و زرین تاج محقق دوست

عضو هیات علمی و کارشناس بخش تحقیقات فیزیولوژی و بیوشیمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ پذیرش مقاله ۷۵/۷/۴

خلاصه

در گیاهانی که در معرض تنش شوری واقع می شوند ارتباط خاصی بین ترکیب یا محتوی یون معدنی گیاه و انباشته شدن برخی ترکیبات آلی ریز مولکول که در تنظیم و تعدیل فشار اسمزی سلول در شرایط تنش نقش دارند ، وجود دارد. برای بررسی انباشتگی برخی از این ترکیبات، دانه رستهای گندم در محلول غذایی هوگلند کشت و تیمارهای نمکی از مرحله دو برگی به صورت تدریجی بر روی آنها اعمال گردید. بمنظور تعیین آستانه ای از کلرور سدیم برای انباشتگی ترکیبات و شروع اثرات زیانبار نمک در گیاه ، غلظتهای ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم و صفر به عنوان شاهد بر روی دو رقم اروندیک و سرخ تخم تیمار شدند. کاهش رشد و انباشتگی ترکیبات آلی و معدنی در تیمار ۱۷۵ میلی مولار معنی دار بوده است . نتایج حاصله از مقایسه ۱۰ رقم در این تیمار نمکی بیانگر همبستگی مثبت و معنی دار نرخ رشد نسبی با میزان پتاسیم بخشهای هوایی و ریشه و همبستگی منفی و معنی دار آن با میزان سدیم بخشهای هوایی و ریشه ، پرولین برگ ، قندهای محلول بخش هوایی و کاتیونهای یک ظرفیتی بخش هوایی می باشد. رابطه مستقیم و معنی داری بین انباشته شدن پرولین و قندهای محلول و قابلیت تحمل نسبی گندم در برابر شوری مشاهده نمی شود .

مقدمه

شوری خاک از مشکلات مهم زراعت به ویژه در نواحی خشک و نیمه خشک محسوب می شود و امروزه می توان محدوده زمینهای تحت تاثیر شوری در جهان را بالغ بر ده درصد کل اراضی (۹۵۰ میلیون هکتار) دانست (۱۶).

از نقطه نظر مقاومت گیاهان در برابر شوری این اعتقاد وجود دارد که ناسازگاری محض بین زندگی گیاه و محیط شور وجود ندارد. مشکل اساسی به گیاهان زراعی مربوط است که برای اهدافی بجز تحمل به شوری گزینش شده اند. اما تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی زمینه و امکان انتخاب یا ایجاد نمونه ها یا ارقامی که به شوری متحمل باشند را فراهم می آورد (۵ و۱۷). بررسی روند پاسخ گیاهان در برابر تنش برای شناخت و دستیابی به صفات و شاخصهای موثر در تحمل تنش گامی اساسی است . از میان واکنشهای گیاه حفظ تورژسانس سلولی راهی است که از طریق آن با کاهش رشد گیاه در اثر شوری مقابله می شود . تنظیم اسمزی در اغلب مواردبه ویژه در گیاهان شوررست [1] و گیاهان نسبتا" مقاوم در برابر شوری اغلب با جذب و انباشت یونهای معدنی به خصوص سدیم در سلولهای برگ صورت می گیرد (۹) که به جهت سمی بودن در واکوئول بخش بندی[2] می شوند (۸). همزمان با انباشته شدن میزان بالای سدیم یا سایر کاتیونهای معدنی در واکوئول ، تنظیم اسمزی در داخل سیتوپلاسم و اندامکهایی چون کلروپلاست ، از طریق انباشت مواد آلی محلول نظیر اسید آمینه های آزاد(که در ساختمان پروتئین

1- Halophyte 2- Compartmentation

شرکت ندارند)اسیدهای آلی ، قندهای محلول و ترکیبات ازت دار کوچک مولکول مانند بتائین صورت می گیرد (۹ و ۱۲). در خانواده گندمیان انباشت اسید آمینه پرولین به نسبت شایعتر است و یک ارتباط عمومی بین کاهش پتانسیل آبی در بافت و مقدار آن وجود دارد (۴). انباشت پرولین تا زمانی که گیاه در معرض تنش متوسط یا سختی قرار نگیرد و قبل از رسیدن به یک آستانه تجمعی از کاتیونهای یک ظرفیتی به ویژه سدیم بافت صورت نمی پذیرد (۱۸). آستانه مشابهی برای انباشت قندهای محلول گزارش شده ولی حد آن در غلظت پائین تری از نمک قرار دارد (۱۷).

انباشت ترکیبات آلی از نظر ارزش سازگاری یا غیر سازگاری (به مفهوم صدمه وارد شده) در برابر تنش قابل بررسی است. درتحمل گیاه به خشکی و شوری نقشهای مفیدی به خصوص برای پرولین در نظر گرفته شده است ولی ارزش سازگاری آن به عنوان بخشی از استراتژی مقاومت در برابر تنش برای بعضی از غلات چون برنج ، سورگوم و جو ثابت نشده است (۴ و ۱۷). به طور کلی سنتز این ترکیبات آلی در گیاهان شیرین رست به جهت صرف انرژی منجر به کاهش رشد می گردد (۸).در گندم تنظیم اسمزی و موادی که در این امر دخالت می کنند به دلیل پیچیده بودن روند پاسخگویی در این گیاه چندان روشن نیست .

در این مقاله در دو بخش اثرات کلرور سدیم بر روی گندم بررسی شده است. در بخش اول برای تعیین آستانه ای از غلظت کلرور سدیم که در آن انباشت ترکیبات آلی و معدنی شدت می‌یابد ، دو رقم گندم درغلظتهای مختلف نمک مقایسه شده اند. در بخش دوم: ارقام گندم از نظر ارتباط موجود بین انباشت ترکیبات در گیاه در یک غلظت نمکی در مقایسه با شاهد مورد مطالعه قرار گرفته اند.

مواد و روشها

پس از جوانه زنی بذور در آب مقطر، دانه رستها به محیط غذیی هوگلند تغییر یافته (۱۴) منتقل شدند. آزمایش در شرایط کنترل شده فیتوترون با ۱۴ ساعت روشنائی به میزان ۱۰۰۰۰ لوکس و با درجه حرارت ۲۰/۲۵c و رطوبت نسبی ۵۵/۴۵% در طول مدت روشنایی و تاریکی انجام گرفت. عمل افزودن مواد معدنی تا رسیدن به غظت نهایی در محیط غذایی به شکل تدریجی صورت گرفت. pH محیط غذایی روزانه کنترل و روی ۵/۵ تنظیم شده و محلول غذایی هفته ای یکبار تجدید گردید. در مرحله دو برگی گیاهان یکنواختی انتخاب شده و تیمارهای نمکی بر روی این گیاهان و به صورت تدریجی (روزانه ۲۵ میلی مولار کلرور سدیم) اعمال گردید. بررسی حاضر در دو بخش صورت گرفت . در بخش اول تیمارهای نمکی شامل غلظتهای ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم و صفر به عنوان شاهد بر روی دو رقم گندم اروندیک و سرخ تخم اعمال گردید . در بخش دوم ۱۰ رقم گندم شامل ارقام طبسی ، اروندیک ، روشن ، M-70-13, M-70-16, M-70-17مارون ،هیرمند ، سرخ تخم و بولانی در غلظت۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم مورد مقایسه قرار گرفتند. ۱۵ روز پس از شروع تیمار ، کمیتهای زیر در گیاهان شاهد و تیمار شده اندازه گیری گردید. نرخ رشد نسبی بر اساس روشهای معمول آنالیز رشد تعیین گردید میزان کاتیونهای سدیم و پتاسیم در نمونه های ریشه و بخش هوایی به صورت جداگانه از طریق فلیم فتومتری اندازه گیری شد. به منظور سنجش اسید آمینه پرولین نمونه ها از بافت تازه برگها (برگ کاملا" باز شده برگ سوم از بالا) یا ریشه های هم سن تهیه شد. اندازه گیری آن براساس واکنش با معرف نین هیدرین صورت گرفت (۳). در مورد قندهای محلول پس از عصاره گیری از ماده خشک بخش هوایی با اتانول از روش فنل اسید سولفوریک (۷) برای اندازه گیری استفاده شد.

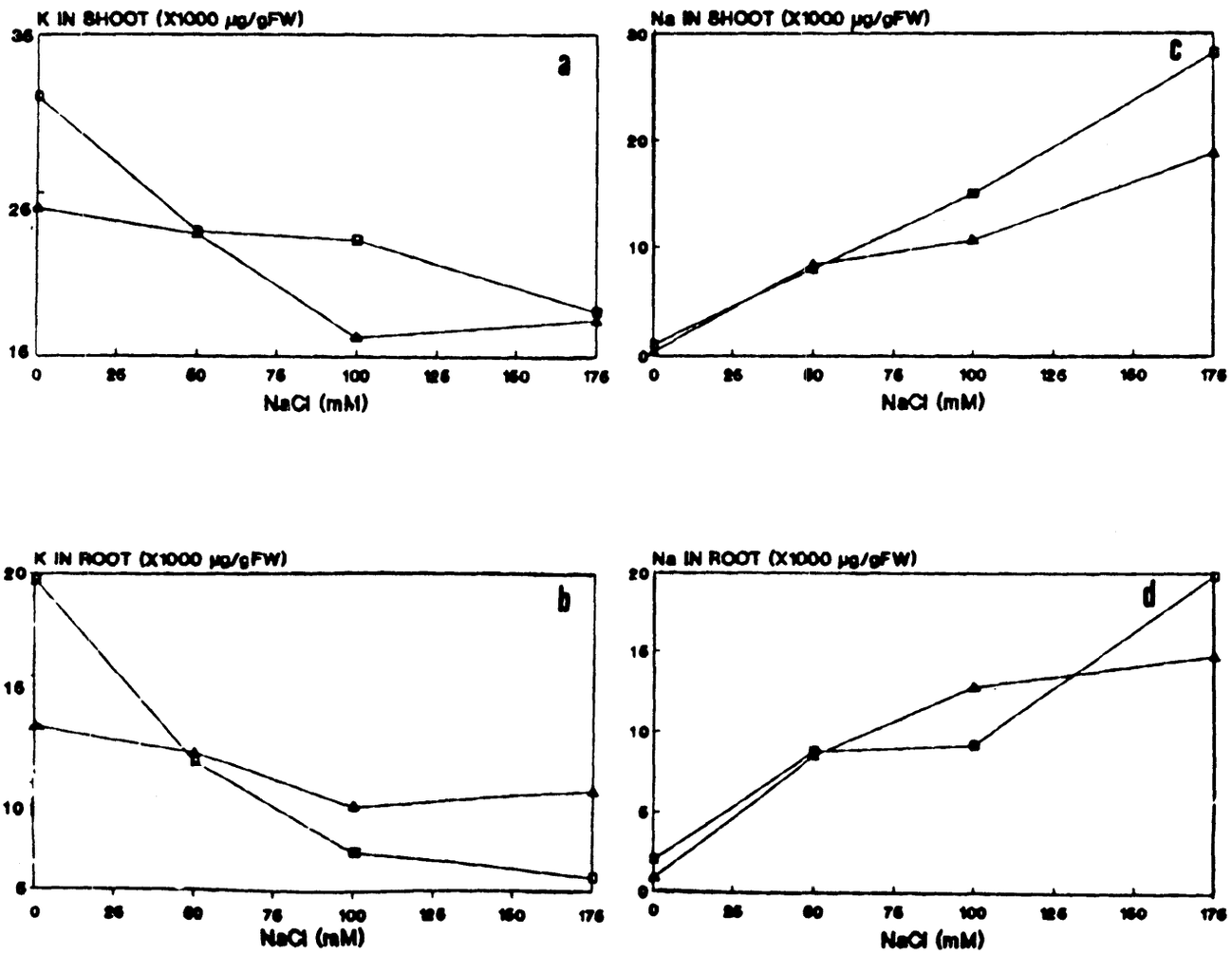
نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی تاثیر غلظتهای مختلف کلرور سدیم بر دو رقم اروندیک و سرخ تخم به شرح ذیل می باشد :

تغییرات کاتیونهای یک ظرفیتی (سدیم و پتاسیم) در بخش هوایی و ریشه نسبت به افزایش نمک محیط در شکل ۱و جدول ۱ ارائه شده است . با افزایش تیمار،در بخش هوایی و ریشه هر دو رقم میزان پتاسیم کاهش (شکلهای ۱ - a, b) و میزان سدیم افزایش (شکلهای ۱ - c,d) می یابد. کاهش پتاسیم ریشه در رقم اروندیک وبخصوص در ریشه محسوس و در سطح ۱% معنی دار است .کاهش پتاسیم ریشه در رقم سرخ تخم نسبت به افزایش میزان نمک در محیط تقریبا" تغییر محسوسی نداشته است . کاهش میزان پتاسیم در تیمارهای نمکی بالا احتمالا" از اثرات تغذیه ای منفی نمک بر رقابت یونی و جذب پتاسیم موجود در محیط است (۱۰).

میزان سدیم در هر دو رقم افزایش می یابد ولی غلظت نهایی و میزان انباشت در رقم اروندیک در بخش هوایی و ریشه بالاتر می باشد (شکلهای ۱ - c,d و) که اختلاف آن از لحاظ آماری با شاهد و رقم سرخ تخم در سطح ۱٪ معنی دار است . روند افزایش سدیم در سرخ تخم به طور کلی کندتر است (شکل ۱ - d).همین افزایش نشان می دهد که میزان سدیم در ریشه سرخ تخم به خصوص در غلظت ۱۰۰ میلی مولار کلرور سدیم (که میزان سدیم در بخش هوایی در این تیمار نسبت افزایش به تیمار قبلی تغییری نشان نمی دهد ، شکل ۱ - c) افزایش محسوسی یافته است (شکل ۱ - d) به عبارت دیگر نسبت سدیم ریشه به بخش هوایی در ارقام سرخ تخم و اروندیک در تیمار ۵۰ میلی مولار به ترتیب ۱/۰۱ و ۱/۰۱ در تیمار ۱۰۰ میلی مولار ۱/۲۱ و ۰/۶۱ و درتیمار ۱۷۵ میلی مولار ۰/۷۸ و ۰/۷۰ می باشد. مقایسه روند افزایش سدیم در دو رقم نشان می دهد که ارقام از نظر میزان انتقال سدیم از ریشه به بخش هوایی در تیمارهای بالاتر از ۵۰ میلی مولار با یکدیگر اختلاف دارند وبنظرمی رسد رقم سرخ تخم تااندازه‌ای‌ازانتقال سدیم (شکلهای ۱ - c و ۱ - d)به بخش هوایی ممانعت بعمل آورده است .

جدول یک بیانگر افزایش مجموعه کاتیونهای یک ظرفیتی (سدیم و پتاسیم) در هر دو رقم است .مقدار کل کاتیونهای یک ظرفیتی به طور کلی در ریشه کمتر و حدود نصف مقدار آن در بخش هوایی است (جدول ۱). نسبت پتاسیم به سدیم در تیمار ۵۰ میلی



شکل ۱ - تاثیر تراکمهای مختلف کلرور سدیم بر میزان کاتیونهای یک ظرفیتی در گندم ، ارقام اروندیک و سرخ تخم . a,b - تغییرات یون پتاسیم به ترتیب در ریشه و بخش هوایی . C,d - تغییرات یون سدیم به ترتیب در ریشه و بخش هوایی (Δ ،سرخ تخم و □ اروندیک)

جدول ۱ - مقایسه نسبت پتاسیم به سدیم و مجموع سدیم و پتاسیم در غلظتهای مختلف کلرور سدیم برای ارقام سرخ تخم و اروندیک .

ارقام	کلرور سدیم (mM)	نسبت K/Na		K+Na (mg/gFW)	
		ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی
سرخ تخم	۰	۱۴/۰۶ A	۶۸/۳۳ A	۱۳/۴۸ D	۲۴/۳۸ E
	۵۰	۱/۳۴۷ C	۲/۶۷۲ C	۱۹/۸۳ BC	۳۰/۸۲ CD
	۱۰۰	۰/۶۸۷ C	۱/۵۱۶ C	۲۲/۰۴ AB	۲۶/۷۴ DE
	۱۷۵	۰/۶۵۸ C	۰/۹۱۵ C	۲۴/۴۵ AB	۳۶/۰۴ BC
اروندیک	۰	۶/۴۹۷B	۳۰/۴۳B	۲۴/۷۵ AB	۳۲/۱۱BCD
	۵۰	۱/۲۵۴C	۲/۸۴۴C	۱۹/۶۶BC	۳۰/۵۳CD
	۱۰۰	۰/۷۷۰C	۱/۳۶۲C	۱۵/۹۹CD	۳۶/۹۹B
	۱۷۵	۰/۲۸۶C	۰/۶۲۳C	۲۵/۴۸A	۴۶/۲۰A

گروه بندی داده ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ انجام شده است .

مولار نمک کاهش معنی داری در سطح ۱٪ داشته است (جدول ۱) و مقدار آن درتیمارهای بعدی هر دو رقم به حد تقریبا" ثابتی می رسد.

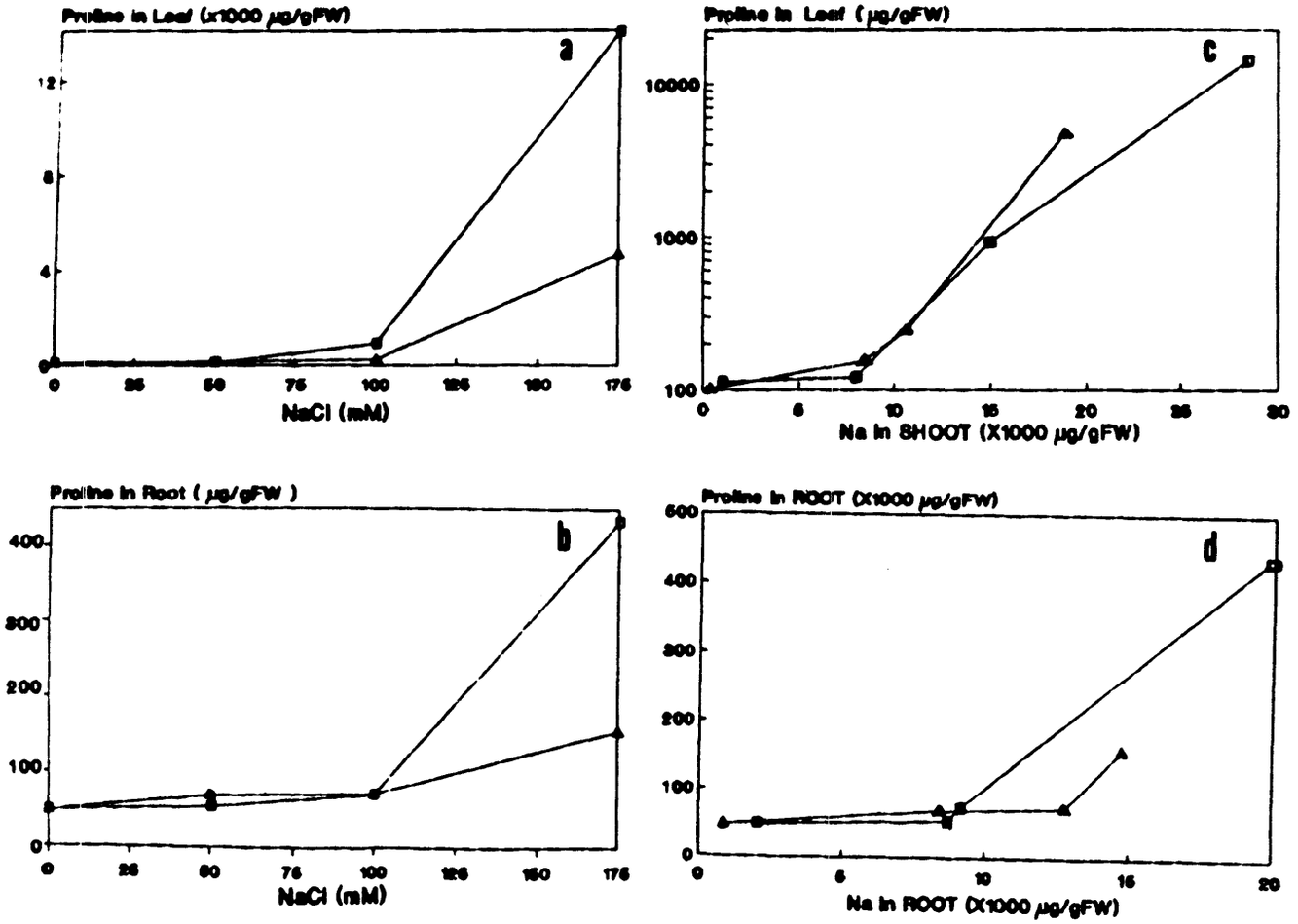
داده های بدست آمده در این بخش نشان می دهد با توجه به اینکه میزان سدیم در ریشه و بخش هوایی در تیمار ۱۷۵ میلی مولار در رقم سرخ تخم پایین تر است ، در مقایسه دو رقم، نوعی تحمل نسبی برای جذب سدیم از طریق ریشه و انتقال آن به بخش هوایی در رقم سرخ تخم وجود دارد (شکلهای ۱ - d,c).

اسید آمینه پرولین در برگ و ریشه در هر دو رقم در شرایط تیماری افزایش می یابد (شکلهای ۲ - b,a). ولی افزایش میزان پرولین به طور کلی تنها در تیمار ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم در سطح ۱٪ معنی دار است و در مقایسه دو رقم ، میزان آن در رقم اروندیک دراین تیمار با اختلاف معنی داری (در سطح ۱٪) از رقم سرخ تخم بیشتر است. این نتایج نشان می دهد برای انباشت پرولین آستانه ای از شوری وجود دارد. به عبارت دیگر چنانچه شکلهای ۲ - d,c نشان میدهد ، تا زمانیکه غلظت نمک در محیط و به تبع آن کاتیونهای یک ظرفیتی (به ویژه سدیم) در بافت به حد مشخصی نرسد، انباشت پرولین صورت نمی گیرد. در مورد گیاهان دیگر نیز چنین آستانه ای گزارش شده است (۱۷). این آستانه در مورد ارقام بررسی شده حدود ۸ میلی گرم سدیم بر گرم وزن تر بافت است و حد آن در ریشه و رقم سرخ تخم اندکی بالاتراست .

میزان پرولین انباشته شده در ریشه از برگ بسیار کمتر است (نسبتی حدود ۰/۰۵)بنظر می رسد میزان پائین پرولین در ریشه بعلت پایین بودن مقدار کل کاتیونهای یک ظرفیتی در این بخش در مقایسه با اندامهای هوایی (جدول ۱) است . این نتیجه گیری با نتایج موجود در باره سورگوم و در شرایط تنش شوری سازگار است (۱۷).

در تیمار سنگین نمکی و در شرایطی که در اندامهای هوایی سدیم بالایی انباشته شده است ، بطور مسلم برای تعدیل فشار اسمزی در داخل سلول ، سنتز پرولین بیشتر ضرورت می یابد. در رقم اروندیک انباشت سدیم در بخش هوایی سریعتر و بیشتر به ویژه در تیمار ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم صورت می گیرد (شکل ۱ - c) و ناگزیر پرولین بیشتری نیز در این رقم سنتز و انباشته می گردد (شکل ۲ - a).

شکل ۳ - a تغییرات قندهای محلول در غلظتهای مختلف

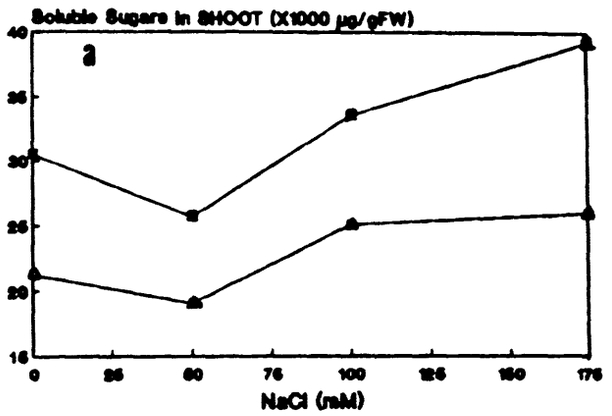


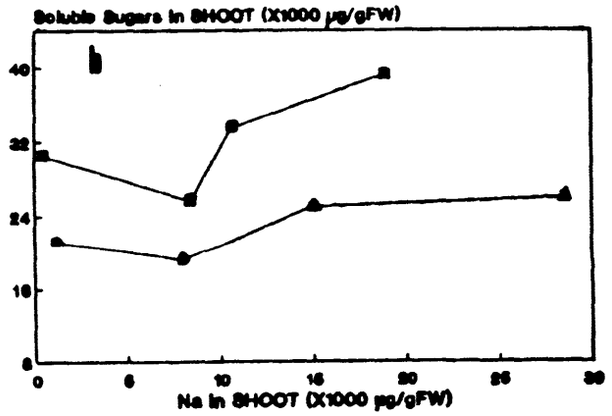
شکل ۲ - b,a - تاثیر تراکمهای مختلف کلرور سدیم بر میزان اسید آمینه پرولین در گندم ، ارقام اروندیک و سرخ تخم به ترتیب در برگ و ریشه . d - منحنی تغییرات میزان اسید آمینه پرولین ریشه در مقادیر مختلف سدیم ریشه c - منحنی تغییرات پرولین برگ در مقادیر مختلف سدیم بخش هوایی . محور عمودی در شکل c به دلیل دامنه وسیع تغییرات پرولین برگ لگاریتمی ترسیم شده است . (Δ،سرخ تخم و □ اروندیک)

نمک را نمایش می دهد: در تیمار ۵۰ میلی مولار کلرور سدیم ، قندهای محلول در هر دو رقم ابتدا کاهش می یابد ولی با افزایش غلظت نمک در محیط مقدار آن افزایش می یابد و این افزایش بالغ بر ۲۰ تا ۲۵ % نسبت به شاهد می باشد . منحنی تغییرات میزان قندهای محلول بر اساس یون سدیم در بخش هوایی در شکل ۳ - b نشان می دهد که آستانه ای از غلظت سدیم نیز برای انباشت قندهای محلول وجود دارد که حدود ۸ میلی گرم سدیم بر گرم وزن تر بافت است . در هر دو رقم با افزایش غلظت نمک در محیط به خصوص تیمارهای ۱۰۰ و ۱۷۵ میلی مولار نرخ رشد نسبی کاهش یافته است (شکل ۴). ولی این کاهش در رقم اروندیک و در تیمار ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم در سطح ۱ % معنی دار است .

نتایج بررسی دو رقم بطور خلاصه نشان می دهد رقم اروندیک نسبت به رقم دیگر سدیم بیشتری جذب می کند و میزان سدیم بیشتری نیز به بخش هوایی انتقال می‌دهد. با توجه به سمی بودن یون سدیم برای گندم (۵) و حضور میزان بالای سدیم دراین گیاه (شکلهای ۱ - d,c) برای تعدیل فشار اسمزی سلول ، پرولین بیشتری سنتز می شود (شکلهای ۲ - b,a) که منجر به صرف انرژی بیشتری برای گیاه خواهد بود و در نهایت موجب کاهش رشد آن می گردد. کاهش بیشتر رشد در رقم اروندیک (شکل ۴) دلیلی بر این مدعاست.از سوی دیگر کاهش پتاسیم در رقم اروندیک نیز نشانه‌ای از عدم قابلیت نسبی این رقم برای جذب پتاسیم در شرایط رقابت یونی با سدیم محیط است (۱۰ و۱۳).

نتایج حاصل از مقایسه انباشت یونهای معدنی ، پرولین و قندهای محلول و نرخ رشد نسبی در ۱۰ رقم گندم در غلظت ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم در جدول ۲ و همبستگی بین این شاخصها در جدول ۳ ارائه شده است . جدول ۲ نشان می دهد در کلیه ارقام





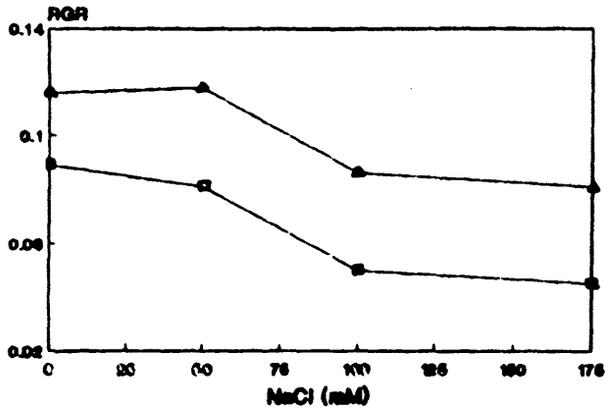
شکل ۳ - a - تاثیر تراکمهای مختلف کلرور سدیم بر میزان قندهای محلول در بخش هوایی در گندم ، ارقام اروندیک و سرخ تخم . شکل b - منحنی تغییرات قندهای محلول بخش هوایی در مقادیر مختلف سدیم این بخش (Δ ،سرخ تخم و □ اروندیک)

میزان سدیم نسبت به شاهد افزایش معنی داری در سطح آماری ۱ % نشان داده است. در شرایط محیطی یکسان در ارقامی مانند بولانی و M-70-16 سدیم گیاه به ویژه در بخش هوایی نسبت به سایر ارقام افزایش قابل توجهی داشته است . در ارقام دیگری مانند سرخ تخم ، طبسی و M-70-13 مقدار سدیم درشرایط تیمار پایین تر از سایر ارقام است . میزان پتاسیم در ارقام مورد بررسی در شرایط تیماری کاهش یافته است (جدول ۲).در ریشه بین ارقام از نظر کاهش پتاسیم اختلاف آماری وجود ندارد . کاهش پتاسیم دربخش هوایی در ارقامی مانند M-70-17 و طبسی قابل توجه و از لحاظ آماری معنی دار است و در رقمی مانند سرخ تخم کاهش معنی داری مشاهده نمی شود . چنانکه جدول ۳ نشان می دهد همبستگی منفی و معنی داری بین میزان سدیم و پتاسیم در بخش هوایی و ریشه به ترتیب در سطح ۵ % و ۱ % وجود دارد که بر رقابت یونی موجود بین یونها در غلظت بالای سدیم دلالت دارد.

میزان پرولین در ارقام بررسی شده در این غلظت نمک افزایش معنی داری در سطح ۱ %نشان می دهد (جدول ۲) و در ارقامی مانند M-70-16 و M-70-13 کمترین میزان پرولین انباشته شده است . چنانکه جدول ۳ نشان می دهد همبستگی مثبت و معنی داری (در سطح ۱ %) بین میزان پرولین با مقدار سدیم و همبستگی منفی و معنی داری (درسطح ۱ %) با مقدار پتاسیم وجود دارد.

میزان قندهای محلول نیز در اغلب موارد افزایش یافته است (جدول ۲) ولی افزایش آن در ارقامی مانند اروندیک ،M-70-16و بولانی قابل توجه و در سطح ۱ % معنی دار است . در گروه بندی ارقام مارون و سرخ تخم کمترین تجمع قندهای محلول و نزدیکترین به شاهد هستند.

چنانکه جدول ۳ نشان می دهد بین میزان قندهای محلول و پرولین برگ همبستگی مثبت و معنی داری (در سطح ۱ %)با سدیم ریشه و بخش هوایی وجود دارد.و از سوی دیگر میزان پرولین برگ با پتاسیم ریشه و بخش هوایی همبستگی منفی و معنی داری (در سطح ۱ % نشان می دهد، در حالیکه همبستگی میزان قندهای محلول تنها با مقدار پتاسیم بخش هوایی معنی دار (در سطح ۱ %) است . جدول ۲ نشان می دهد که اثر تیمار نمکی بر نرخ رشد نسبی در مقایسه با شرایط کنترل قابل توجه است . ارقام سرخ تخم و M-70-13 در گروه بندی داده ها و در مقایسه با سایر ارقام دارای برتری نسبی می باشند و کمترین نرخ رشد نسبی در مقایسه با شاهد به ارقام روشن



شکل ۴ - تاثیر تراکمهای مختلف کلرور سدیم بر نرخ رشد نسبی در گندم ارقام اروندیک و سرخ تخم (Δ ،سرخ تخم و □ اروندیک)

جدول ۳ - ضرایب همبستگی موجود در بین شاخصهای مورد مطالعه در ۱۰ رقم گندم در تیمار ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم.

	نرخ رشد نسبی	قندهای محلول بخش هوایی	پرولین برگ	نسبت پتاسیم به سدیم بخش هوایی	ریشه	کاتیونهای یک‌ظرفیتی بخش هوایی	ریشه	سدیم بخش هوایی	ریشه	پتاسیم بخش هوایی
ریشه	۰/۷۳**	-۰/۷۷**	-۰/۷۹**	۰/۸۲**	۰/۹۵**	-۰/۷۳**	۰/۲۰ns	-۰/۹۰**	-۰/۹۶**	۰/۶۷**
پتاسیم بخش هوایی	۰/۶۵**	-۰/۳۶ns	-۰/۶۷**	۰/۶۳**	۰/۷۱**	-۰/۱۴ns	۰/۰۴ns	-۰/۵۳**	-۰/۶۷**	
ریشه	-۰/۸۰**	۰/۷۳**	۰/۸۸**	-۰/۸۵**	-۰/۹۲**	۰/۷۲**	۰/۰۹ns	۰/۸۹**		
سدیم بخش هوایی	-۰/۷۳**	۰/۷۸**	۰/۷۰**	-۰/۶۲**	-۰/۶۵**	۰/۹۱**	-۰/۰۸ns			
ریشه	-۰/۲۰ns	-۰/۲۳ns	۰/۴۲ns	-۰/۰۶ns	۰/۱۶ns	-۰/۰۸ns				
کاتیونهای یک ظرفیتی بخش هوایی	-۰/۵۵*	۰/۷۴**	۰/۴۵ns	-۰/۶۲**	-۰/۶۵**					
ریشه	۰/۷۲**	-۰/۷۲**	-۰/۷۷**	۰/۸۴**						
نسبت پتاسیم به سدیم بخش هوایی	۰/۶۶**	-۰/۷۱**	-۰/۷۰**							
پرولین برگ	-۰/۸۱**	-۰/۶۵**								
قندهای محلول بخش هوایی	-۰/۶۵**									

** : معنی دار در سطح <۱٪

* : معنی دار در سطح <۵٪ و >۱٪

ns : معنی دار نیست

جدول ۲ - مقایسه ده رقم گندم از نظر تغییرات میزان پتاسیم ،سدیم ،قندهای محلول ،پرولین و نرخ رشد نسبی در گیاهان شاهد و تیمار شده با غلظت ۱۷۵ میلی مولار کلرور سدیم

ارقام	نرخ رشد نسبی	پرولین (Ug/gFW) برگ	قندهای محلول (mg/gFW) بخش هوایی	سدیم (mg/gFW ریشه	سدیم (mg/gFW بخش هوایی	پتاسیم (mg/gFW) ریشه	پتاسیم (mg/gFW) بخش هوایی
طبسی شاهد	۰/۱۴۳AB	۵۳/۰۰E	-	۰/۳۵۶G	۰/۲۰۴۹G	۱۶/۹۵C	۳۱/۲۱CDE
تیمار	۰/۰۹۵C-E	۱۰۳۹B	-	۱۲/۹۱CDE	۱۵/۷۷F	۷/۱۳۴D	۱۷/۸۶L
اروندیک شاهد	۰/۱۴۳AB	۳۷/۶۰E	۱۹/۷۳EFG	۰/۳۵۰G	۰/۷۲۹G	۲۲/۰۰A	۳۲/۴۴BCD
تیمار	۰/۱۰۰B-F	۷۵۸/۷C	۳۸/۱۷A	۱۳/۰۵CD	۲۵/۱۸CD	۵/۰۵۶D	۲۵/۷۶FGH
روشن شاهد	۰/۱۳۲ABC	۳۳/۱۰E	۱۷/۸۲FG	۰/۴۷۰G	۰/۵۰۴G	۲۱/۶۷A	۲۵/۹۴FGH
تیمار	۰/۰۶۴F	۲۱۷۶A	۳۷/۱۷BC	۱۷/۴۸B	۲۰/۳۸E	۶/۷۲۹D	۱۸/۷۲KL
M-70-13شاهد	۰/۱۲۴A-D	۲۸/۵۹E	۱۸/۶۰EFG	۰/۴۲۳G	۰/۵۱۵G	۱۹/۰۸ABC	۳۶/۶۳A
تیمار	۰/۱۰۵B-F	۶۴۵/۲C	۲۷/۰۲CD	۱۱/۹۲EF	۲۰/۳۹E	۷/۹۵۸D	۲۷/۳۸EFG
M-70-17شاهد	۰/۱۱۳A-E	۲۷/۸۰E	۱۸/۱۳FG	۰/۵۶۵G	۰/۳۹۷G	۲۰/۰۷ABC	۲۸/۳۵D-G
تیمار	۰/۰۶۳F	۱۰۴۸B	۲۳/۴۲DE	۱۳/۳۷CD	۲۲/۴۸DE	۶/۳۷۸D	۱۲/۶۴M
M-70-16شاهد	۰/۱۳۱ABC	۲۶/۹۷E	۱۸/۹۰EFG	۰/۸۳۰G	۰/۳۳۰G	۱۸/۰۲BC	۲۰/۳۹JKL
تیمار	۰/۰۶۷F	۴۲۰/۷D	۳۳/۶۵AB	۱۲/۵۷DE	۳۵/۴۸B	۵/۹۵۶D	۲۲/۷۷H-K
هیرمند شاهد	۰/۱۳۶ABC	۴۷/۳۸E	۱۷/۸۵FG	۰/۴۷۸G	۰/۲۶۳G	۲۱/۴۰AB	۲۸/۸۷DEF
تیمار	۰/۰۸۹C-F	۱۲۲۴B	۲۹/۸۰BC	۱۳/۱۴CD	۲۸/۱۵C	۸/۴۶۵D	۲۱/۳۸I-L
مارون شاهد	۰/۱۲۶A-D	۴۸/۷۵E	۲۲/۶۷DEF	۰/۵۴۶G	۰/۵۰۵G	۲۰/۲۱ABC	۳۶/۱۳AB
تیمار	۰/۰۷۲EF	۱۰۵۱B	۲۲/۰۲EF	۱۸/۷۳A	۳۳/۲۷B	۶/۰۸۳D	۲۵/۰۰F-I
سرخ تخم شاهد	۰/۱۵۶A	-	۱۵/۷۷G	۰/۵۰۲G	۰/۴۵۰G	۲۰/۰۴ABC	۲۸/۷۰D-G
تیمار	۰/۱۶۱A	-	۲۱/۹۲EF	۱۱/۱۹F	۲۱/۴۹E	۶/۲۶۳D	۲۵/۳۳F-I
بولانی شاهد	۰/۱۴۹ AB	-	۲۰/۳۵EF	۰/۵۲۵G	۰/۳۸۱G	۲۲/۳۳A	۳۵/۰۶ABC
تیمار	۰/۰۸۲DEF	-	۳۳/۳۸AB	۱۴/۰۰C	۴۹/۶۷A	۵/۲۱۰D	۲۴/۳۲C-J

گروه بندی داده ها بر اساس آزمون دانکن در سطح آماری ۱٪ انجام شده است .

و M-70-17 مربوط می باشد . نرخ رشد نسبی همبستگی منفی و معنی داری در سطح کوچکتر از ۱٪ با مقدار سدیم، پرولین و قندهای محلول و در سطح ۵٪ با مجموعه کاتیونهای یک ظرفیتی دارد. این مسئله نشان دهنده آن است که انباشت کاتیونهای یک ظرفیتی به ویژه سدیم در بخش هوایی و به تبع آن انباشت پرولین و قندهای محلول در آن باکاهش رشد همراه است از سوی دیگر بین نرخ رشد نسبی و میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم همبستگی مثبت و معنی داری در سطح کوچکتر از ۱٪ وجود دارد. همچنین نتایج این قسمت ارتباط معنی دار بین نرخ رشد و کاتیونهای یک ظرفیتی ریشه نشان نمی دهد.

نتایج کلی حاصل از این بررسی نشان می دهد انباشت قندهای محلول و اسید آمینه پرولین موجب کاهش رشد و بیانگر حساسیت نسبی رقم در برابر تنش شوری می باشد . بنظر می رسد جبران صدمات ناشی از جذب و انباشته شدن سدیم با انباشت این ترکیبات آلی و با صرف انرژی صورت می گیرد که با نتایج محققین دیگر بر روی سایر گیاهان زراعی توافق دارد (۱ ،۲،۱۱،۱۸ و ۱۹). نتایج پژوهشهای فوق ارتباط بین میزان تحمل در برابر تنش از یک سو و میزان تجمع پرولین از سوی دیگر برقرار نساخته است. در بررسی حاضر نیز ارتباط ساده و مشخصی بین انباشت هریک از این ترکیبات و کاتیونهای یک ظرفیتی و قابلیت تحمل نسبی هر رقم در برابر شوری وجود ندارد، ولی ارقامی که مجموعه سدیم ، پرولین و قندهای محلول در آنها پایین تر بوده است ، نرخ رشد نسبی بالاتری داشته اندو اگر چه نتایج حاضر همسو با نتایج محققین دیگر نشان می دهد ارقامی گندمی که مجهز به مکانیسمهای ویژه ای جهت ممانعت از جذب ،انتقال و انباشته شدن سدیم دربرگ هستند ، تحمل

بیشتری در برابر شوری نشان می دهند (٦)، ولی ارتباط کاملا" مستقیمی نیزبین میزان سدیم کمتر دربخش هوایی ازیکسو و تحمل نسبی رقم دربرابر شوری از سوی دیگر (جدول ۲)وجودندارد.دراین مورد رقم روشن نمونه نسبتا" مناسبی می باشد که علیرغم ممانعت از انتقال سدیم به‌بخش هوایی رشدپایینی دارد(جدول ۲).اگرچه‌این مسئله‌به‌بررسی دقیق‌تری نیازدارد،ولی در آینده توجه به کاتیونهای دو ظرفیتی(۵)وتوجه‌بیشتر بر روی ترکیبات آلی نیز می‌تواند راهگشا باشد.

گروهبندی داده ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ % از مجموعه ارقام و با توجه به صفات موردبررسی نشانگر برتری نسبی ارقام M-70-13 و سرخ تخم و حساسیت ارقام M-70-16 و بولانی به این سطح از تنش می باشد.

سپاسگزاری

در خاتمه از همکاری ارزشمند آقای مهندس عبدالرسول غفاری در تجزیه آماری و نیز خانم سهیلا تقی زاده انصاری درانجام سنجشهای شیمیایی بسیار سپاسگزاریم .

REFERENCES

1 - Alarcon,J.J. , M. J. Sanchez-Blanco & A.Torrecillas. 1993. Water relations and osmotic adjustment in Lycopercion esculantum and L.pennelli during short-term salt exposure and recovery . physiol plant ,Vol. 89:441-447.

2 - Ashraf ,M.1991. The effect of Nacl on water relations , chlorophyll, protein and Proline contents of two cultivars of blackgram (Vigna mungo L.). plant and soil vol.119:205-210.

3 - Bates, L. S. ,R.P Waldren & I.D. Teare . 1973. Rapid determination of free proline for water - stress studies . plant and soil vol. 39:205-207.

4 - Hanson , A. D. , C. E. Nelsen & E.H. Everson .1977. Evaluation of free proline accumulation as an index of drought resistance using two contrasting barley cultivars. crop sci vol. 17:720- 726.

5 - Kingsbury , R.W. & E. Epstein . 1986. salt sensitivity in wheat . plant physiol , Vol. 80:651-654.

6 - 1984. selection for slat - resistant spring wheat . crop sci vol . 24:310-315.

7 - Kochert , G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol - sulphoric acid method.In the Hand book of Physiological methods. J.A. Hellebust & J.S. Graigie (Eds). Cambridg university .

8 - Lauchli, A.& E. Epstein . 1984. III How plants adapt to salinity . california agriculture , oct :18-20.

9 - Levitt ,J. 1980. Responses of plants to environmental stresses , Vol II-water , radiation .salt and other stresses . Academic press. 607 pp.

10- Marschner H. 1987. Mineral nutrition of higher plants . Academic press. 674 pp.

11- Moftah , A.E. & B.E. Michel . 1987. The effect of sodium chloride on solute potential and proline accumulation in soybean leaves. plant physiol vol .83:238-319.

12- Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Annu Rev plant physiol vol. 35:299-319.

13- Rana R.S. 1984. Genetic diversity for salt - stress resistance of wheat in India . Rachis Vol . 5(1): 32-37.

14- Schachtman , D.P. E.S. Lagudah & R. Munns .1992. The expressin of salt tolerance from Triticum tauschii in hexaploid wheat. Theor Appl Genet Vol. 84:714-719.

15- Shannon, M. C. , J.W. Gronwald & M. Tal. 1987. Effects of salinity on growth and accumuation of organic ions in cultivated and wild tomato sprecie. J. Amer Soc Hort Sci Vol. 112(3):419-423.

16- Szabolcs, I. 1994. Soils and salinistion In Handbook of plant and crop stress (M.Pessarakli , Ed.) . Marcel Dekker , Inc.pp.3-11.

17- Weimberg .R. H.R. Lerner & A. Poljakoff - Mayber . 1982. A. relationship between potassium and proline accumulation in salt - stressed sorghum bicolor. physiol [plant vol. 55:5-10.

18- 1984. Changes in growth and water soluble solute concentrations in sorghum bicolor stressed with sodium and potassium salts . physiol plant vol.62:472- 480.

19- Yang , Y.W., R.J. Newton & F.R. Miller 1990. salinity tolerance in sorghum .I- Whole plant response to sodium chloride in S. bicolor and S. halepense Crop Sci Vol. 30:775-780.

Iranian J.Agric.Sci. Vol. 27 No.4 1996.

Organic and Inorganic Accumulation in Salt- Stressed Wheat Cultivars.

M.SHAHBAZI AND Z.MOHAGHAG DOUST

Associate Researcher and Lab Expert Respectively, Crop Physiology and Biochemistry Department , Seed and Plant Improvment Institute , Karaj, Iran.

Accepted 25 Sep.1996

SUMMARY

In plants which are exposed to salinity , There is a specific relationship between composition of cellular inorganic ion contents and proline and soluble sugars accumulation . Two wheat cultivar seedlings were treated with 0,50,100, 175 mM sodium chloride in Hogland nutrient solution and accumulation of the compounds were studied . proline and solbule sugars accumulated and growth reduced significantly at 175 mM. The study of 10 wheat cultivars at this treatment showed that the relative growth rate had a positive and significant correlation (<0.01)with root and shoot potassium content and had negative and significant correlation (<0.01) with root and shoot sodium, leaf proline , shoot soluble sugars and shoot monovalent cations contents. The results indicated that there is not the positive and significant correlation between proline and soluble sugars accumulation and wheat relative salt tolerance .