مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۲، شماره ۳، سال ۱۳۸۰ (۶۰۶-۵۹۹)

واکنش دو رقم گندم از نظر جذب و توزیع فسفر در برابر تنش شوری

کاظم پوستینی [۱] و محمدعلی ابوطالبیان [۲]
۱و۲ – دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات
دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۲/۵

خلاصه

طی یک آزمایش گلخانه‌ای که در قالب یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل اجرا شد، واکنش دو رقم گندم که یکی از آنها مقاوم به شوری است، از نظر جذب و توزیع فسفر در گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای شوری شامل آبیاری با آب شور در سه سطح صفر (آب معمولی)، ۲/۵ و ۵ گرم NaCl در لیتر آب آبیاری بود که از ۲۵ روز بعد از کاشت اعمال گردید. میزان فسفر موجود در اندامهای مختلف گیاه طی ۵ مرحله از دوره رشد با روش کالریمتری مولیبدو – وانادات استخراج شده و با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری میزان جذب فسفر توسط گیاه کاهش و الگوی توزیع آن در گیاه تغییر یافت. این تغییرات شامل افزایش میزان تجمع فسفر در برگها و کاهش آن در ساقه اصلی و پنجه‌ها و همراه با آن کاهش درصد انتقال مجدد فسفر از برگ‌ها و افزایش آن از ساقه اصلی و پنجه‌ها بود. نهایتاً فسفر موجود در دانه در زمان رسیدن در شرایط شوری هر چند از نظر غلظت افزایش نشان داد ولی به لحاظ محتوا کاهش یافت. دو رقم گندم مورد استفاده از نظر جذب و توزیع فسفر تفاوت‌های معنی‌داری داشتند. در رقم غیر مقاوم اینیا – ٦٦ ضمن اینکه جذب فسفر (محتوای فسفر در اندام‌های هوایی) در زمان رسیدن دانه به حداکثر رسید، شوری موجب شد تا میزان جذب کاهش بسیار زیادی یابد. ولی در رقم مقاوم طبسی ضمن بالا بودن کلی میزان جذب فسفر، این فرایند تا زمان رسیدن دانه رو به افزایش بود. نتیجتاً برتری طبسی نسبت به اینیا – ٦٦ در جذب و تجمع فسفر در اندام‌های هوایی در شرایط شاهد و سطوح اول و دوم شوری به ترتیب ٤٠، ٦٨ و ٩٠ درصد بود. هر چند درصد انتقال مجدد فسفر در اینیا – ٦٦ بیشتر بوده و با شوری افزایش یافت، ولیکن با توجه به تجمع بیشتر فسفر در ساقه و پنجه‌های رقم طبسی این فرایند در رقم طبسی از بازده بیشتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: شوری، گندم، فسفر، انتقال مجدد .

مقدمه

در میان عناصر غذایی مورد نیاز فسفر به عنوان یکی از عناصر پرمصرف نقش تعیین کننده‌ای در پیدایش ترکیبات پرانرژی و برقراری فرایندهای بیوشیمیایی دارد. انرژی تجمع یافته در مولکولهای ATP، به عنوان یک ترکیب پرانرژی مهم مورد نیاز در فرآیندهای متابولیک در پیوندهای شیمیایی فسفر موجود در این مولکول‌ها ذخیره می‌شود (۱۵). بنابراین هر گونه تغییر در میزان فسفر موجود در گیاه می‌تواند تاثیر مستقیمی روی فعالیت‌های حیاتی سلولها و گیاه داشته باشد. به عنوان مثال انتقال مواد فتوسنتزی در داخل گیاه نیز به فسفر نیازمند است، به طوریکه کاهش میزان جذب فسفر در تنش شوری می‌تواند منتهی به کاهش انتقال اینگونه مواد به اندامهای

مکاتبه کننده: کاظم پوستینی

رویشی و نهایتاً کاهش عمومی رشد گیاه گردد (۱۷). انتقال و بهره‌برداری مجدد از فسفر در اندام‌های ذخیره‌ای نیز در خصوص فسفر و گونه‌هایی نظیر گندم یکی از فرآیندهای مهم ست. واکنش گیاه از این نظر حائز اهمیت و مورد توجه محققین بوده است (۱۱). علاوه بر نقش فسفر در عموم فرایندهای حیاتی گیاه، این عنصر در شرایطی که گیاه تحت تاثیر شوری قرار گرفته باشد، برای تامین مکانیزمهای تحمل به تنش مورد نیاز گیاه می‌باشد، تا بتواند از کربوهیدراتهای موجود بمنظور کدبندی[1] یونها بهره‌برداری نماید (۸). انتقال و بهره‌برداری مجدد از فسفر در اندام‌های ذخیره‌ای نیز در خصوص فسفر و گونه‌هایی نظیر گندم یکی از فرایندهای مهم است. واکنش گیاه از این نظر در برابر شوری حائز اهمیت بوده و مورد بررسی قرار گرفته است (۱۱). گزارش‌های موجود در خصوص واکنش محتوای فسفر گیاه نسبت به تنش شوری نتایج متنوعی را نشان می‌دهد.هیکل (۹) نشان داد که محتوای فسفر برگ گندم در اثر تنش شوری افزایش یافته است. گزارش‌های دیگری نیز نشان می‌دهد که مقدار فسفر کاه و دانه گندم در اثر شوری افزایش یافته است(۶). در گیاه جو نیز این روند افزایش در اثر شوری گزارش شده است (۱۶). در عین حال گزارش چیپا و لال (۷) نیز حاکی است که شوری غلظت و محتوای فسفر برگها و سایر بخشهای گندم را کاهش داده است (۵، ۱۳ و ۱۸). با توجه به نکات فوق ضمن اینکه به نظر می‌رسد کارایی ارقام در جذب و توزیع فسفر می‌تواند نقش موثری در ایجاد صفات مقاومت به شوری ایفا نماید، گزارش‌های موجود نتایج متنوع و بعضاً متناقضی را در اختیار می‌گذارد و این در حالی است که ارقام از نظر میزان جذب و تجمع فسفر در شرایط شوری متفاوت می‌باشند (۷). بررسی حاضر که طی یک آزمایش گلخانه‌ای انجام شد، با هدف مطالعه الگوی توزیع فسفر در واکنش به شوری در دو رقم گندم ایرانی که یکی از آنها مقاوم به شوری است باجرا گذاشته شد.

مواد و روشها

در این تحقیق که طی یک آزمایش‌گلخانه‌ای در سال ۱۳۷۶ انجام شد، دو رقم گندم معمولی (*Triticum aestivum* L.) در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی بصورت فاکتوریل در سه سطح شوری و سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. رقم طبسی به عنوان رقم مقاوم به شوری (۱) به کار گرفته شد. شوری از طریق آبیاری با آب در سه سطح صفر (S0)، ۲/۵ (S1) و ۵ (S2) گرم NaCl در یک لیتر آب (به ترتیب معادل غلظت صفر، ۴۳ و ۸۵/۵ میلی‌مولار NaCl) اعمال گردید. در پایان دوره‌رشدEC عصاره اشباع خاک در این تیمارهابه‌ترتیب ۰/۵۴، ۶/۲۷ و ۱۱/۴۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. خاک مورد استفاده در این تحقیق ترکیبی از رس، ماسه، شن و کود حیوانی با نسبت حجمی ۲: ۳: ۳: ۲ بود. بذرها در گلدان‌های با قطر دهنه ۲۰ سانتی‌متر حاوی حدود ۳ کیلوگرم خاک کاشته شد. پس از سبز شدن بذرها طی سه مرحله تنک انجام شد تا در نهایت ۳ بوته در هر گلدان حفظ گردید. به هر واحد آزمایشی ۱۰ گلدان اختصاص یافت تا در هر یک از برداشت‌های ۵ گانه، ۲ گلدان مورد استفاده قرار گیرد باین ترتیب با توجه به تعداد تیمارها و تکرار جمعاً ۱۸۰ گلدان مورد استفاده قرار گرفت. اعمال تیمارهای شوری ۲۵ روز پس از زمان کاشت آغاز شد و در ابتدا برای حفظ شرایط طبیعی از غلظت‌های کمتر شروع گردید و سپس به تدریج طی دو هفته بر غلظتها افزوده شد تا به حد مورد نظر در تیمار مربوط رسید. برای کنترل میزان شوری در تیمارهای مختلف مقدار یکسانی آب به همه تیمارها داده می‌شد و آب خارج شده از گلدان از طریق بشقاب‌های پلاستیکی زیر آنها مجدداً به داخل گلدان وارد می‌شد. در این آزمایش شرایط محیطی به طور متوسط در حد ۱۶ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بترتیب به عنوان دمای شب و روز و رطوبت نسبی بین ۴۵ تا ۵۰ درصد در روز و ۵۵ تا ۶۰ درصد در شب بود. دوره نوری نیز با استفاده از نور تکمیلی در حد ۱۶ ساعت روشنائی و ۸ ساعت تاریکی تنظیم شده بود. برداشتها در ۵ مرحله از مراحل رشد و بر اساس کد دهدهی زیداکس[2] (۲۰) انجام شد. این مراحل شامل شروع ساقه رفتن (کد ۳۰)، ظهور گل آذین (کد ۵۰)، گلدهی (کد ۶۰)، خمیری (کد ۸۰) و رسیدن (کد ۹۰) بود. در هر یک از مراحل برداشت بوته‌ها به اجزای ساقه و برگ تقسیم شدند و در دو مرحله گلدهی و رسیدن علاوه بر برداشت جداگانه پنجه‌ها، ساقه اصلی خود به اجزای برگ پرچم، سایر برگها، خود ساقه و همچنین دانه (برای آخرین برداشت) تقسیم شد. نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰°C به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین گردید.

1 . Compartmentation

2 . Zadoks Decimal Code

برای اندازه‌گیری میزان فسفر نمونه‌ها از روش کالریمتری زرد مولیبدو – وانادات [1] استفاده شد (۲). در این روش فسفات با یونهای وانادات و مولیبدات کمپلکسی زرد رنگ تشکیل می‌دهد که می‌توان آن را از طریق اسپکتروفتومتری در طول موج ۴۳۰ نانومتر اندازه‌گیری کرد. بدین منظور ابتدا جهت معدنی‌کردن فسفر نمونه‌ها تا حد مناسبی آسیاب شد و سپس یک گرم از آن در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد. خاکستر سفید رنگ حاصل با اسید نیتریک یک نرمال مخلوط شد تا هضم گردد. پس از انجام مراحل صاف کردن، به حجم رساندن و اضافه کردن معرف نیترو-وانادو-مولیبدات با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-160A) میزان فسفر محلول‌ها تعیین گردید و سپس غلظت و محتوای فسفر نمونه‌ها به ترتیب بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک و میلی‌گرم بر بوته محاسبه گردید. میزان انتقال مجدد فسفر نیز بر اساس تفاضل محتوای فسفر نمونه‌ها در دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدن تقسیم بر محتوای فسفر زمان گروه افشانی تعیین گردید (۱۴).

محاسبات آماری و تجزیه واریانس داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. برای رسم منحنی‌ها نیز از نرم‌افزار EXCEL 2000 استفاده شد.

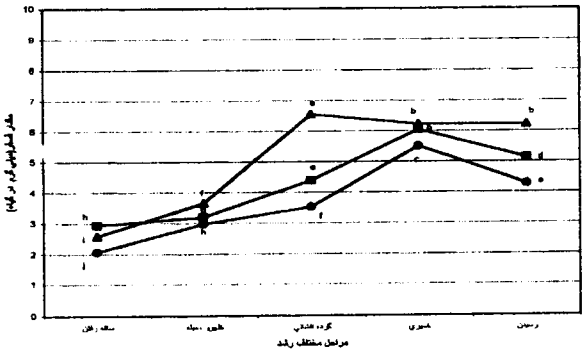
نتایج و بحث

روند تغییرات جذب و تجمع فسفر در بخش هوایی گیاهان در طول چرخه رشد در شکل شماره ۱ و نتایج تجزیه واریانس آمار و ارقام و مقایسه میانگین صفات در جدول شماره ۱ آمده است. افزایش قابل توجه در میزان جذب و محتوای فسفر در اندام‌های هوایی رقم طبسی در مقایسه با رقم اینیا-۶۶ علاوه بر غلظت نسبی بیشتر اندامهای مختلف آن (جدول ۱) به روند فزاینده جذب فسفر از محیط نیز مربوط می‌شود. به این معنی که در رقم طبسی میزان جذب فسفر تا آخرین مراحل رشد رو به افزایش است (شکل ۱). نتیجه حاصل از این تفاوت‌ها آن است که در شرایط شاهد و سطوح اول و دوم شوری برتری رقم طبسی نسبت اینیا –۶۶ در جذب و تجمع فسفر به ترتیب ۴۰، ۶۸ و ۹۰ درصد بوده است.

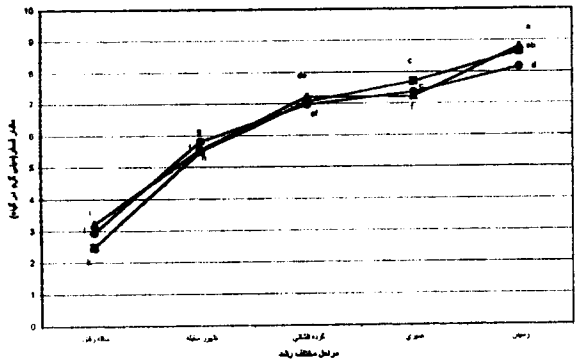
روند یاد شده در جذب فسفر اندام‌های هوایی در رقم اینیا – ۶۶ به مقدار زیادی تحت تاثیر شوری قرار گرفته و به ویژه در مرحله گرده‌افشانی کاهش یافته است (شکل ۱). این کاهش در سطوح اول و دوم شوری نسبت به شاهد برای اینیا –۶۶ به ترتیب ۳۲ و ۴۶ درصد است، و حال آنکه در خصوص رقم طبسی فقط ۲/۲ و ۴ درصد می‌باشد. بنابراین تا آنجا که به محتوای فسفر مربوط می‌شود، در این مشاهدات می‌توان شواهدی را بر تائید صفت مقاومت به شوری در رقم طبسی (۱) در اختیار داشت.

با توجه به جدول ۱ الگوی توزیع فسفر در داخل بوته گیاهان در برابر شوری تغییرات قابل توجهی می‌یابد. این جدول نشان می‌دهد که شوری در مرحله رسیدن محتوای فسفر ساقه و پنجه‌ها را کاهش و همراه با آن مقدار این عنصر در برگ‌ها و به ویژه برگ پرچم را افزایش داده است. این درحالی است، که روند عکس این تغییرات را در درصد انتقال مجدد فسفر مشاهده می‌کنیم. از مقایسه این نتایج ممکن است بتوان چنین نتیجه گرفت که هر چند تمامی اندام‌های یاد شده در فرایند انتقال مجدد فعال بوده و در تامین فسفر دانه مشارکت می‌کنند، ولی تفاوت عمده‌ای بین ساقه و پنجه‌ها از یکسو و برگها از سوی دیگر وجود دارد: ساقه و پنجه‌ها با افزایش شوری بخشی از فسفر خود را از دست می‌دهند و به طور معنی‌داری میزان انتقال فسفر خود به دانه را افزایش می‌دهند. لیکن برگ‌ها و بویژه برگ پرچم با افزایش شوری بر میزان تجمع فسفر خود افزوده و از انتقال مجدد آن به دانه به طور معنی‌داری می‌کاهند. این موضوع نتایج بعضی تحقیقات گذشته را مورد تایید قرار می‌دهند که ساقه‌ها در مقایسه با برگ‌ها بویژه در شرایط نامساعد محیطی نقش بیشتری در انتقال مجدد مواد دارند (۱۰). نتیجه حاصل آن است که بخش قابل توجهی از فسفر انتقالی به اندام‌های زایشی، از منابع ذخیره شده در ساقه و پنجه‌ها تامین می‌شود. رقم بالای درصد انتقال مجدد فسفر از این دو اندام (که در بالاترین سطح شوری به ترتیب ۷۴/۲ و ۳۸ بود) تعیین می‌کند چه مقدار از محتوای فسفر زمان گلدهی انتقال یافته (جدول ۱) این موضوع را روشن می‌سازد. در عین

1 . Molybdovanadate – Yellow Colorimetry



شکل الف – محتوای فسفر اندام‌های هوایی گندم اینیا – ۶۶



شکل ب- محتوای فسفر اندام‌های هوایی گندم طبسی

شکل ۱- محتوای فسفر اندام‌های هوایی در مراحل مختلف رشد دو رقم گندم اینیا – ۶۶ (الف) و طبسی (ب) در واکنش به سه سطح شوری صفر (▲)، ۴۳ (■) و ۸۵/۵ (●) میلی مولار NaCl در آب آبیاری. نقاطی که با حروف غیر مشابه مشخص شده‌اند از تفاوت معنی‌داری برخوردار می‌باشند.

حال با توجه به کاهش کلی محتوای فسفر ساقه و پنجه‌ها درهمه‌مراحل‌رشدواز جمله مراحل گلدهی و رسیدن (جدول ۱)، بدیهی است که انتقال مجدد هر چند از درصد بالاتری برخوردار است ولی مطلق مقدار آن افزایش نمی‌یابد. این مشاهدات با نتایج بررسی هوکینگ (۱۰) روی سورگوم هماهنگ است. وی دریافت که شوری اثر ناچیزی روی انتقال مجدد بعضی مواد غذایی نظیر فسفر داشته است. کاهش مشاهده شده در غلظت و محتوای ساقه اصلی در اثر شوری نتایج کار تعدادی از محققین در خصوص گندم (۱۲)، ارزن و شبدر (۱۹) و تعدادی گونه‌های زراعتی و سبزیجات (۳و۹) را مورد تایید قرار می‌دهد. همانگونه که اشاره شد شوری موجب افزایش محتوای فسفر برگ‌ها شده است. منبع این افزایش می‌تواند کاهش انتقال مجدد و یا دریافت فسفر از سایر اندام‌ها باشد. نتیجه این افزایش میزان فسفر در برگها می‌تواند افزایش برخی فعالیت‌های متابولیک از جمله در راستای بهره‌برداری بیشتر از کربوهیدرات‌ها جهت کدبندی[1] یونها در شرایط تنش شوری باشد (۸). بنابراین به نظر نمی‌رسد موضوع مسمومیت حاصل از افزایش میزان فسفر آن گونه که در بعضی گزارش‌ها آمده (۴ و ۱۲) در محدوده ارقام فسفر برگ ذکر شده در این بررسی صادق باشد. زیرا محققین معتقدند در اغلب خاکها احتمال نمی‌رود فسفر قابل دسترسی چندان زیاد باشد که شوری موجب سمیت آن گردد، بلکه برعکس شوری با افزایش جذب فسفر ممکن است موجب بهبود وضعیت غذایی گیاه گردد (۱۵). در عین حال گزارش‌هایی وجود دارد که چنانچه میزان فسفر معدنی گیاه پایین باشد شوری موجب کاهش غلظت ATP و میزان بار انرژی[2] است (۱۷). نتایج بررسی حاضر در خصوص فسفر برگها با گزارش هیکل (۹) مبنی بر افزایش محتوای فسفر برگ گندم در اثر شوری هماهنگ است. در عین حال محققان دیگری با کار روی گندم کاهش فسفر برگها را گزارش کرده‌اند (۵، ۱۳ و ۱۸).

جدول ۱ همچنین نشان می‌دهد که با افزایش سطوح شوری علیرغم افزایش غلظت فسفر محتوای آن در دانه کاهش یافته است. این موضوع نشان می‌دهد که در تنش شوری فسفر ممکن است عامل محدود کننده تکامل (پر شدن) دانه نباشد، و با توجه به نکات یاد شده در موضوع انتقال مجدد، احتمالاً می‌توان گفت شوری اثر تعیین‌کننده‌ای بر روند انتقال فسفر به اندام‌های فوقانی گیاه ندارد.

مقایسه دو رقم گندم مورد استفاده در جدول۱ نشان می‌دهد با اینکه درصد انتقال مجدد فسفر در رقم اینیا – ۶۶ بیشتر است ولیکن با توجه به محتوای بیشتر فسفر ذخیره شده در ساقه رقم طبسی در مرحله گلدهی، کل میزان فسفر انتقال یافته در طبسی یعنی ۱/۸ میلی‌گرم بر بوته به طور معنی‌دار بیشتر از ۱/۳ میلی‌گرم بر بوته مربوط به رقم اینیا – ۶۶ است. نتیجه حاصل آن است که در مرحله رسیدن هر دو پارامتر غلظت و محتوای فسفر دانه در رقم طبسی بیشتر از رقم اینیا – ۶۶ است. افزایش میزان فسفر دانه در گندم توسط بعضی از محققین نیز گزارش شده است (۶).

1 . Compartmentation

2 . Energy charge

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات غلظت[1](غ)، محتوی[2](م) و انتقال مجدد[3] فسفر در ساقه اصلی و پنجه‌های گندم در دو مرحله رشد در شرایط شوری[4]

		مرحله گلدهی								مرحله رسیدن										انتقال مجدد فسفر از اندامهای ساقه اصلی و پنجه‌ها			
		ساقه		برگ پرچم		سایر برگها		پنجه ها		ساقه		برگ پرچم		سایر برگها		پنجه ها		دانه		ساقه	برگ پرچم	سایربرگها	پنجه ها
		غ	م	غ	م	غ	م	غ	م	غ	م	غ	م	غ	م	غ	م	غ	م				
		تجزیه واریانس صفات																					
منبع تغییرات	درجه آزادی																						
شوری	۲	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
رقم	۱	**	**	**	**	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
شوری×رقم	۲	**	**	**	**	**	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	n.s.	**	**	**	**	n.s.
تیمارها[5]		میانگین صفات																					
شوری	S_0	۳^{a}	۲/۵^{a}	۳/۷^{b}	۰/۱۴^{b}	۱/۹^{b}	۰/۱۶^{b}	۳/۵^{a}	۲/۰^{a}	۱/۲^{a}	۰/۷۹۹^{a}	۲/۰^{b}	۰/۰۵^{b}	۱/۰^{c}	۰/۰۵۴^{b}	۱/۸^{a}	۲/۰^{a}	۴/۳۱^{a}	۴/۷^{b}	۶۹/۷^{b}	۶۵/۳^{a}	۶۵/۲^{a}	۳۳/۶^{b}
	S_1	۲/۹^{c}	۲/۰^{b}	۳/۶^{b}	۰/۱۷^{b}	۳/۱^{a}	۰/۲۵^{a}	۳/۲^{b}	۲/۴^{b}	۰/۹۴^{c}	۰/۵۷۵^{b}	۱/۹۵^{b}	۰/۰۶۵^{a}	۱/۹۵^{b}	۰/۱۰۴^{a}	۱/۷^{b}	۱/۶^{b}	۴/۱۷^{a}	۵/۱^{a}	۷۴/۴^{a}	۶۱/۰^{b}	۶۳/۴^{a}	۳۴/۹^{b}
	S_2	۳/۰۲^{b}	۲/۰^{b}	۴/۵^{a}	۱/۰^{a}	۳/۲^{a}	۰/۲۲^{ab}	۲/۹^{c}	۲/۰^{b}	۰/۹۹^{b}	۰/۵۶۳^{b}	۲/۳۱^{a}	۰/۰۶۸^{a}	۲/۳۶^{a}	۰/۱^{a}	۱/۵^{c}	۱/۲۹^{c}	۳/۷^{b}	۵/^{a}	۷۴/۲^{a}	۶۱/۳^{b}	۵۸/۱^{b}	۳۸^{a}
رقم	V_1	۲/۹^{b}	۱/۶^{b}	۴/۱^{a}	۰/۲۲^{b}	۲/۷^{c}	۰/۱۶^{b}	۳/۵^{a}	۲/۱^{b}	۰/۷۱^{b}	۰/۳۰۷^{b}	۱/۸۸^{b}	۰/۰۴۸^{b}	۲/۲^{b}	۰/۰۴۶^{b}	۱/۵^{c}	۱/۳^{b}	۳/۲^{b}	۴/۸^{b}	۸۰/۷^{a}	۶۷/۸^{a}	۷۱/۸^{a}	۴۱/۵^{a}
	V_2	۳/۲^{a}	۲/۸^{a}	۳/۷^{b}	۰/۲۶^{a}	۲/۷^{c}	۰/۲۶^{a}	۲/۹^{b}	۲/۸^{a}	۱/۴^{a}	۰/۹۸۴^{a}	۲/۳۱^{a}	۰/۰۷۲^{a}	۲/۱^{b}	۰/۱۲۶^{a}	۱/۸^{a}	۲/۰^{a}	۴/۸^{a}	۵/۱^{a}	۶۴/۸^{b}	۵۷/۳^{b}	۵۲/۷^{b}	۲۹/۵^{b}
اینیاء-۶۶	S_0	۳/۴^{ab}	۲/۰^{c}	۴/۰^{b}	۰/۱۳^{d}	۲/۴^{d}	۰/۱۸^{c}	۴/۰^{a}	۳/۰^{a}	۰/۹۸^{c}	۰/۴۸^{c}	۱/۳^{d}	۰/۰۲۶^{d}	۰/۹۶^{d}	۰/۰۴^{e}	۱/۸^{a}	۱/۸۳^{c}	۳/۶^{b}	۴/۷^{c}	۷۶/۹^{b}	۷۸/۳^{a}	۷۸/۳^{a}	۳۹/۱^{b}
	S_1	۲/۷^{d}	۱/۴^{d}	۳/۶^{c}	۰/۱۵^{c}	۲/۶^{c}	۰/۱۵^{d}	۳/۴۷^{b}	۱/۹۷^{d}	۰/۵۹^{d}	۰/۲۴^{d}	۱/۷^{c}	۰/۰۵۳^{c}	۱/۳^{c}	۰/۰۴^{e}	۱/۵^{c}	۱/۱۵^{d}	۳/۲^{b}	۵^{b}	۸۱/۹^{a}	۶۵/۵^{b}	۷۲/۵^{b}	۴۱/۵^{b}
	S_2	۲/۶^{d}	۱/۲۶^{c}	۴/۷^{a}	۰/۱۷^{b}	۳/۲^{b}	۰/۱۵^{d}	۳/۱^{c}	۱/۴^{e}	۰/۵۷^{d}	۰/۱۹۶^{d}	۲/۶^{a}	۰/۰۶۸^{b}	۲/۱^{b}	۰/۰۵^{d}	۱/۳^{d}	۰/۸^{e}	۲/۷^{c}	۴/۶^{c}	۸۳/۳^{a}	۵۹/۶^{cd}	۶۴/۶^{c}	۴۳/۸^{a}
طبسی	S_0	۳/۳^{b}	۳/۰^{a}	۳/۴^{c}	۰/۱۵^{c}	۱/۳۵^{e}	۰/۱۴^{d}	۲/۹^{c}	۳/۰^{a}	۱/۴۶^{a}	۱/۱۲^{a}	۲/۶^{a}	۰/۰۷۳^{b}	۱/۰^{d}	۰/۰۶^{c}	۱/۸^{a}	۲/۱۸^{a}	۵/۰^{a}	۴/۷^{c}	۶۲/۴^{d}	۵۲/۴^{e}	۵۲/۲^{d}	۲۸^{d}
	S_1	۳/۲^{c}	۲/۷^{b}	۳/۷^{c}	۰/۱۸^{ab}	۳/۷^{a}	۰/۲۶^{e}	۲/۹۱^{c}	۲/۸^{b}	۱/۳^{b}	۰/۹۰۶^{b}	۲/۲^{b}	۰/۰۷۶^{a}	۲/۶^{a}	۰/۱۱۶^{a}	۱/۸^{a}	۲/۰^{b}	۵/۰^{a}	۵/۲^{b}	۶۶/۸^{c}	۵۶/۵^{d}	۵۴/۴^{d}	۲۸/۲^{d}
	S_2	۳/۴۳^{a}	۲/۷^{b}	۴/۱^{b}	۰/۱۹^{a}	۳/۲^{b}	۰/۲۹^{b}	۲/۹۴^{c}	۲/۶^{c}	۱/۴۲^{a}	۰/۹۳^{b}	۲/۰^{b}	۰/۰۶۸^{b}	۲/۶^{a}	۰/۱۴^{b}	۱/۶^{b}	۱/۸^{c}	۴/۷^{a}	۵/۵^{a}	۶۵/۱^{cd}	۶۳^{bc}	۵۱/۶^{d}	۳۲/۳^{c}

۱) میلی گرم بر گرم وزن خشک ۲)میلی گرم بر بوته ۳) برحسب درصد مقدار فسفر مرحله گلدهی

۴) ** و n.s. بترتیب معنی دار در سطح یک درصد و غیرمعنی دار ۵) S_0، S_1 و S_2 شوری به ترتیب در سطح صفر، ۴۳ و ۸۵/۵ میلی مولار NaCl. V_1 و V_2 بترتیب اینیاء-۶۶ و طبسی.

سطوح مختلف هر یک از تیمارهای شوری، رقم و اثرات متقابل که با حروف غیرمشابه مشخص شده‌اند از تفاوت معنی دار برخوردار می‌باشند.

بررسی اثر متقابل شوری و رقم نشان می‌دهد که دو رقم واکنش‌های متفاوتی را در برابر شوری نشان می‌دهند. در رقم طبسی غلظت فسفر ساقه با بیشترین سطح شوری در بالاترین مقدار یعنی در گروه a (با میانگین ۱/۴۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) است و حال آنکه در اینیا – ۶۶ ساقه بوته شاهد از فسفر کمتری برخوردار بود (۰/۹۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و مقدار آن با شوری کاهش می‌یابد. از نظر محتوای فسفر ساقه هم تا حدودی همین تفاوت بین دو رقم موجود است.

با توجه به مطالب فوق به نظر می‌رسد فسفر با داشتن نقش کلیدی مهم در فرایندهای متابولیک می‌تواند به لحاظ جذب و توزیع آن در داخل گیاه به عنوان یک شاخص مرتبط با مقاومت به شوری مورد توجه و بررسی قرار گیرد. از نظر جذب و توزیع فسفر تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین دو رقم موجود است و رقم طبسی به عنوان یک رقم مقاوم به شوری از بازده بالاتری برخوردار است. این برتری در بخش جذب فسفر شامل دو پارامتر مقدار در واحد بوته و تداوم جذب تا آخرین مراحل رشد و در بخش توزیع شامل حجم بیشتر فسفر انتقالی به اندام‌های ذخیره‌ای و تجمع فراوان‌تر آن در دانه است. در عین حال علیرغم پایین بودن کلی محتوای فسفر در رقم اینیا – ۶۶ کارآیی انتقال مجدد فسفر در اینیا – ۶۶ از درصد بالاتری برخوردار است. تلفیق این کارایی از رقم اینیا – ۶۶ و میزان تجمع از رقم طبسی می‌تواند چشم‌انداز مطلوبی برای تحقیقات آینده باشد. در این زمینه مطالعات بیشتری لازم است تا مکانیزم‌های تجمع و انتقال فسفر و همچنین تاثیر غلظتهای مختلف این عنصر روی فرآیندهای فیزیولوژیکی شناخته شود.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱. بهنیا، م. ر. ۱۳۷۳. غلات سردسیری، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۲۱۲، ۶۹۰ صفحه.

۲. غازان شاهی، ج. ۱۳۷۶. (ترجمه) آنالیز خاک و گیاه. ناشر: مترجم، ۳۱۱ صفحه.

3. Bernstein, L., L. E. Francois, and R. A. Clark, 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. Agron. J. 66: 412-421.

4. Bhatti, A. S. and J. F. Loneragan, 1970. Phosphorus concentration in wheat leaves in relation to phosphorus toxicity Agron. J. 62: 288-290.

5. Birendra, K., S. Bijendra, B. Kumar and B. Singh. 1996. Effect of plant hormones on growth and yield of wheat irrigated with saline water. Annals of Agric Research 17: 209-212.

6. Chhipa, B. R., ad P. Lal. 1985. Effects of soil salinity on ield attributes and nutrient uptake by differing varieties of wheat. Anale of edafologia Agrobiologia 44: 1681-1691.

7. Chhipa, B. R. and P. Lal, 1992. Effect of soil salinity on the pattern of nutrient uptake by susceptible and tolerant varieties of wheat. Agronomica (Italy). 36(6). 418-426.

8. Gibson, T. S. 1988. Carbohydrate metabolism and phosphorus / salinity interactions in wheat (Triticum aestivum L.) Plant and Soil. 111: 25-35.

9. Heikal, M. M. D. 1977. Physiological studies on salinity VI. Changes in water content and mineral composition of some plants over a range of salinity stresses Plant and Soil 48: 223-232.

10. Hocking, P. J. 1993. Distribution and redistribution of mineral nutrients and dry matter in grain sorghum as affected by soil salinity. J. of Plant Nutrition 16(9): 1753-1774.

11. Hocking, P. J. 1994. Dry matter production, mineral nutrient concentration and nutrient distribution and redistribution in irrigated spring wheat. J. of Plant Nutrition, 17(8): 1289-1308.

12. Hu, Y. and U. Schmidhalter, 1997. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat II. Composition J. of Plant Nutrition 20(9): 1169-1182.

13. Khan, M. Y. Rauf, A. Makhddom, I. Ahmad, a. and S. M. Shah, 1992, Effects of saline- sodic soils on mineral composition of eight wheats under field conditions. Sarhad J. of Agriculture (Pakistan) 8: 477-486.

14. Lal, P., G. G. Reddy, and M. S. Modi, 1978. Accumulation and redistribution pattern of dry matter and N in Triticale and wheat varieties under water stress condition. Agron. J. 70: 623-626.

15. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press Inc. New York. 674 PP.

16. Mozafar, A. and J. J. Dertli 1990. Multiple stress and growth of barley. Effect of salinity and temperature shock. Plant and Soil. 128: 153-160.

Phosphorus Uptake and Distribution Responses of Two Wheat Cultivars to Salinity Stress

K. POUSTINI[1] AND M.A. ABOUTALEBIAN[2]
1,2- Associate Professor and Former Graduate Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.
Accepted April.25, 2001

SUMMARY

The responses of two wheat cultivars to salinity stress regarding phosphorus uptake and sitribution were evaluated in a greenhouse experiment using a complete randomized block design with factorial treatments in three replications. Salinity treatments were comprised of three levels of saline water used for watering. These included solutions of zero (S0), 2.5 (S1) and 5.0 (S2) g/L NaCl (equivalent to zero tap water, 43 and 85.5mM NaCl respectively), the application of which started starting from 25 days after sowing. Phosphorus content of plant organs, in five different growth stages, were determined using molibdovanadate colorimetric method, measurements being made by a spectrophotometer. The results showed that P uptake was reduced and its distribution pattern changed by increase in salinity. The accumulation rate of P in leaves was higher while in main stem and tillers it was lower with salinity, along with P redistribution percentage being decreased in leaves while increased in main stem and tillers. Phosphorus concentration and content of grains were increased and decreased respectively with increase in salinity. Some significant differences were observed between the two cultivars used. In non – resistant lina-66 cultivar the rate of P uptake (P content in shoot) reached a maximum at maturity a considerable reduction of uptake being observed with increase in salinity. But in salt – resistant Tabasi cultivar P uptake by the shoot increased up to maturity stage, reaching a maximum that was 40, 68 and 90 percent higher than Inia – 77 at S0, S1 and S2 levels respectively. Although the rate of redistribution in Inia-66 was higher and increased with salinity, this process was more efficient in Tabasi because of higher P accumulation in main stem and tillers. It seems that, regarding the key role of P in metabolic processes, the uptake and distributation of this macroelement could be considered as a parameter closely related to salinity resistance in wheat.

Key words: Salinity, Wheat, Phosphorus, Redistribution.

17. Nieman, R. H. and R. Clark, 1976. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on the concentration of phosphate and phosphate esters in mature photosynthesizing corn leaves. Plant Physiol. 57: 157-161.
18. parasher, A. Varma, and S. K. 1987. Effect of different levels of soil salinity on the chemical composition of wheat (Triticum aestivum L.). Plant Physiology and Biochemistry India 14: 153-158.
19. Ravikovitch, S. and D. Yoles, 1971. The influence of phosphorus and nitrogen on millet and clover growing soils affected by salinity, I. Plant development. Plant and Soill 35: 555-567.
20. Tottman, D. R. 1988. The decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. Annals of Applied Biology. 1190. 441-454.