مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره پنجم، ویژه‌نامه زراعت و اصلاح نباتات
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

تاثیر مقادیر پتاسیم و آهن بر رشد، میزان تجمع یون‌ها و برخی صفات بیوشیمیایی گیاه برنج (رقم طارم)

رقیه شمالی[1]، *احمد عبدل زاده[2]، غلامرضا حدادچی[3] و حمیدرضا صادقی‌پور[4]

[1]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه زیست‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [2]دانشیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، [3]استاد گروه زیست‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [4]استادیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸٤/۱۱/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٦/۱۰/۱۲

چکیده

پتاسیم و آهن از عناصر غذایی ضروری در گیاهان هستند. مصرف متعادل این عناصر سبب افزایش محصول و بهبود کیفی آن در گیاهان زراعی می‌گردد و چنانچه این عناصر در حد کمبود یا سمیت باشند موجب کاهش عملکرد خواهند شد. سمیت آهن ممکن است با افزایش میزان پتاسیم کاهش یابد. هدف اصلی از این تحقیق ارزیابی تاثیر سطوح مختلف پتاسیم و آهن بر رشد، میزان انباشته شدن یون‌ها و برخی صفات بیوشیمیایی در گیاه برنج بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ٤ سطح آهن (۲، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت FeEDTA) و سه سطح پتاسیم (۰/۵، ۵، ۱۰ میلی‌مول به صورت KCl) بود. گیاهان به مدت ٦ هفته در محیط کشت شنی و با استفاده از محلول یوشیدا در گلخانه رویانده شدند. نتایج نشان داد که افزایش غلظت پتاسیم در محلول غذایی موجب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم در بخش هوایی و ریشه گیاه شد، اما این افزایش تاثیری بر وزن تر و خشک گیاه نداشت. کمبود آهن در محلول غذایی (۲ میلی‌گرم در لیتر) موجب کاهش چشمگیر وزن تر و خشک، کلروفیل و نیز قندهای محلول در هر سه سطح پتاسیم شد. بالاترین وزن تر و خشک در تیمار۱۰ میلی‌گرم در لیتر آهن مشاهده شد. وزن بخش هوایی در تیمارهای ۵۰ و۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن چندان تحت تاثیر قرار نگرفت، اما وزن ریشه شدیداً کاهش یافت. افزایش غلظت آهن در محلول غذایی موجب افزایش میزان آهن در بخش هوایی و ریشه گیاه شد، اما تجمع آهن در ریشه بسیار بالاتر بود. افزایش پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر تخفیف اثرات زیان بار کمبود آهن نداشت. برنج رقم طارم احتمالاً با تجمع آهن در ریشه به سطوح آهن بالا مقاوم است بطوری که رشد گیاه در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیترآهن بدون تاثیر معنی‌دار در رشد بخش هوایی آن مشهود بود. هر چند شروع سمیت آهن در این غلظت با کاهش رشد ریشه مشخص شد. آزمایش‌های بیشتر با غلظت زیادتر آهن و نیز آزمایش‌های مزرعه‌ای برای تایید نتایج لازم است.

واژه‌های کلیدی: برنج، پتاسیم، آهن، کلروفیل، قند

*- مسئول مکاتبه: ah_ab99@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

پتاسیم عنصری ضروری و پرمصرف برای همه موجودات زنده است و در فیزیولوژی و متابولیسم گیاه نه تنها از نظر مقدار آن در بافت‌های گیاهی، بلکه از نظر وظایف فیزیولوژیکی و شیمیایی یکی از مهمترین کاتیون‌ها است. غلظت پتاسیم در یاخته‌ها چنان زیاد است که به‌عنوان یکی از عوامل کنترل‌کننده پتانسیل اسمزی یاخته‌ها و در نتیجه فشار آماس شناخته می‌شود. به‌دلیل غلظت زیاد در سیتوسُل و کلروپلاست، پتاسیم آنیون‌های آلی و معدنی محلول و غیر محلول را خنثی کرده و pH این بخش‌ها را بین ۷ تا ۸ ثابت حفظ می‌کند که برای اکثر واکنش‌های آنزیمی الزامی است (مارشنر، ۱۹۹۵). پتاسیم نقش تعیین کننده‌ای در رشد و افزایش عملکرد غلات از جمله برنج ایفا می‌کند که شامل افزایش اندازه و وزن دانه، افزایش مقاومت به شرایط آب و هوایی نامطلوب، افزایش مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها و نیز افزایش استحکام ساقه و همچنین کاهش ورس (خوابیدگی ساقه) می‌باشد (مارشنر، ۱۹۹۵؛ فتحی، ۱۹۹۸).

حدود ۵ درصد وزنی پوسته زمین را آهن تشکیل می‌دهد، اما مقدار آهن محلول در خاک در مقایسه با کل آهن فوق‌العاده کم است. انواع آهن معدنی محلول در خاک شامل یون‌های Fe^{+3}، $[Fe(OH)_2]^{+}$، $[Fe(OH)]^{+2}$ و Fe^{+2} است (اسمولدر و همکاران، ۱۹۹۷). میزان در دسترس بودن آهن در خاک و جذب آن توسط ریشه گیاه بستگی زیادی به اسیدیته، شرایط اکسید و احیایی خاک و شکل آهن محلول دارد. تجمع املاح آهن در خاک‌های اسیدی احتمال ایجاد سمیت توسط آن را در گیاه زیاد می‌کند، در حالی که رسوب آن با آنیون‌های هیدروکسید یا بی‌کربنات، غلظت اشکال محلول آن را در خاک‌های قلیایی پایین می‌آورد. تحت شرایط احیایی محیط، آهن اغلب به شکل فرو (Fe^{+2}) است و بطور مستقیم توسط ریشه جذب می‌شود. برعکس تحت شرایط اکسیدکنندگی محیط، آهن فریک (Fe^{+3}) غالب بوده و تنها زمانی که با کلات‌های طبیعی یا مصنوعی کمپلکس تشکیل دهد محلول می‌باشد (برایت و همکاران، ۱۹۹۵؛ مارشنر، ۱۹۹۵). کمبود آهن در مرکبات و غلات مشکل عمده تغذیه گیاه در خاک‌های آهکی محسوب می‌شود (پرزسانز و همکاران، ۲۰۰۲). علایم کمبود آهن ابتدا در جوانترین برگ‌ها به صورت زردی بین رگبرگی بروز می‌کند و سرانجام پهنک برگ به رنگ زرد یا حتی سفید در می‌آید (بینفایت، ۱۹۹۲؛ مارشنر، ۱۹۹۵). هرچند وجود برخی فلزات سنگین از جمله آهن در خاک برای رشد طبیعی گیاهان ضروری می‌باشد، غلظت‌های زیاد این عناصر از طریق افزایش رادیکال‌های آزاد سمی و القا تنش اکسیداتیو می‌تواند عاملی برای بازدارندگی رشد و ایجاد علائم سمیت گردد (الوارزا و همکاران، ۲۰۰۲؛ کامپفنکل و همکاران، ۱۹۹۵). سمیت آهن یکی از مشکلات مطرح در شالیزارهای مناطق مختلف دنیا است که عملکرد برنج را از ۱۲ تا ۱۰۰ درصد کاهش می‌دهد (فریدریچ، ۲۰۰۳؛ دورلودوت و همکاران، ۲۰۰۵؛ ساهراوات، ۲۰۰٤؛ بیکر و اش، ۲۰۰۵). خاک‌هایی که ظرفیت تبادل کاتیونی پایین، pH کمتر از ۵ داشته و میزان کم پتاسیم، فسفر، روی و منگنز داشته باشند برای سمیت آهن مساعد هستند. سمیت آهن سبب کاهش رشد گیاه شده و برگ‌ها در حالت سمیت شدید قهوه‌ای تا ارغوانی می‌گردند (کرولی، ۲۰۰۲؛ برایت، ۲۰۰۳).

برنج (*Oryza sativa*) گیاهی یکساله از تیره غلات (*Gramineae*) می‌باشد که دارای تنوع ژنتیکی و توان سازگاری زیادی است. اسیدیته پایین خاک و شرایط غرقآبی شالیزارها که سبب احیا آهن سه ظرفیتی به دوظرفیتی می‌شود، موجب افزایش غلظت آهن در محلول خاک می‌شود که در شرایطی می‌تواند باعث بروز سمیت آهن در برنج گردد (فریدریچ، ۲۰۰۳؛ اخوت و وکیلی، ۱۹۹٦).

هوگز و همکاران (۲۰۰۳) در سویا، گوجه فرنگی و جو دوسر و بارک و کن (۱۹۸٤) در بادام زمینی تغذیه پتاسیم بهینه را در کاهش زردی ناشی از کمبود آهن موثر دانسته‌اند. از طرف دیگر، رامیرز و همکاران (۲۰۰۲)

Archive of SID

www.SID.ir

سطوح فسفر، پتاسیم و روی را در کاهش سمیت آهن در برنج با اهمیت برشمرده‌اند. ساهراوات (۲۰۰٤) نقش پتاسیم را در کاهش سمیت آهن از دیگر عناصر مهمتر دانسته است. همچنین لی و همکاران (۲۰۰۱)، و یاماوچی (۱۹۸۹) گزارش نموده‌اند که کاربرد کود پتاسیم در خاک، بُرنرزه شدن و کاهش محصول ناشی از سمیت آهن را در گیاه برنج کاهش می‌دهد. علاوه بر این یاماوچی و پنگ (۱۹۹۵) گزارش کرده‌اند که با کاربرد کود پتاسیم در مزارع برنج دارای سمیت آهن، مقدار آهن در در گیاهان کاهش و مقدار پتاسیم افزایش پیدا کرده و محصول برنج افزایش یافته است با توجه به اهمیت کشت برنج در کشور، هدف این پژوهش بررسی رشد، میزان تجمع املاح و برخی صفات بیوشمیایی گیاه برنج رقم طارم در سطوح متفاوت عناصر پتاسیم و آهن و معرفی آستانه کمبود و سمیت آهن در این گیاه بود تا تاثیر پتاسیم در تخفیف اثرات کمبود و سمیت آهن ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در اردیبهشت ماه ۱۳۸۳ انجام شد. بذرهای گیاه برنج (*Oryza sativa*) رقم طارم فجر که از مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان تهیه شده بود پس از ضدعفونی نمودن با هیپوکلریت سدیم ده درصد به مدت ۱۰ دقیقه برای جوانه‌زنی در داخل حوله کاغذی مرطوب قرار گرفت. درصد جوانه‌زنی اولیه بذرها ۹۸ درصد بود. پس از گذشت ٤ روز بذرهای جوانه‌زده به گلدان‌های به حاوی شن غربال و کاملاً شسته شده انتقال داده شدند. هر چهار گلدان در یک تشتک قرار گرفته و با ۸ لیتر محلول غذایی غرقآب شدند. سطح و کف گلدان‌ها با فواصل دو سانتی‌متری سوراخ شد تا تبادل محلول غذایی بین تشت و گلدان آسان گردد. محلول غذایی مورد استفاده یوشیدا بود که براساس ۱۲ تیمار آهن و پتاسیم تعدیل شد (یوشیدا و همکاران، ۱۹۷٦). آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. هر تشتک محتوی چهار گلدان یک تکرار آزمایش را تشکیل داد. تیمارها شامل چهار سطح ۵۰،۱۰،۲ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن از منبع FeEDTA و سه سطح ۰/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌مول در لیتر پتاسیم از منبع KCl بودند. اسیدیته محلول غذایی تشتک‌ها به صورت روزانه بین ۵/۵ تا ٦ تنظیم گردید و در پایان هر هفته، محلول درون تشتک‌ها تعویض شد. در طول دوره آزمایش حداکثر و حداقل دمای روز و شب به‌ترتیب ۲۹ و ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۷۷ درصد بود.

گیاهان پس از ٦ هفته تیمار برداشت شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل طول بخش هوایی و ریشه، وزن‌تر و خشک، میزان املاح پتاسیم و آهن، مقدار کلروفیل و قندهای محلول بود. برای اندازه‌گیری پتاسیم و آهن، ۰/۰۵ گرم از پودر خشک و آسیاب شده گیاه در کوره الکتریکی سوزانده شده و در ۱ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ٦ نرمال حل شد و سپس در حجم مناسب رقیق گردید. برای اندازه‌گیری پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر مدل 415 Corningو برای اندازه‌گیری آهن از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی مدل Perkin Elmer 3110 با طول موج ۲٤۸/۳ نانومتر استفاده گردید. اندازه‌گیری کلروفیل به روش آرنون صورت گرفت (آرنون، ۱۹٦۵). دویست میلی‌گرم بافت‌تر برگ‌های گیاه با استن ۸۰ درصد استخراج شده و میزان کلروفیل با دستگاه اسپکتروفتومتر شیمادزو مدل (UV-120-02) در طول موج ٦٤۵ و ٦٦۳ نانومتر ثبت شد و مقدار کلروفیل a، b و کل برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر بر اساس روابط زیر محاسبه گردید:

$$Chl\ a = [۱۲/۷(A_{٦٦۳}) - ۲/٦۹\ (A_{٦٤۵})] \times V/W \quad (۱)$$

$$Chl\ b = [۲۲/۹(A_{٦٤۵}) - ٤/٦۸\ (A_{٦٦۳})] \times V/W \quad (۲)$$

$$Chl\ total = [\ ۲۰/۲(A_{٦٤۵}) - ۸/۰۲\ (A_{٦٦۳})] \times V/W \quad (۳)$$

که $A_{٦٦۳}$ و $A_{٦٤۵}$= به‌ترتیب عبارتند از مقدار جذب خوانده شده در طول موج ٦٦۳ و ٦٤۵ نانومتر، V حجم نهایی استن مصرفی بر حسب میلی‌لیتر وW وزن بافت تر بر حسب میلی‌گرم می‌باشد.

اندازه‌گیری قندهای محلول با روش فنل اسید سولفوریک انجام گرفت. به این منظور ۵۰ میلی‌گرم بافت

Archive of SID

www.SID.ir

خشک با ۵ میلی‌لیتر اتانل ۷۰ درصد استخراج شده و به‌مدت ۱۰ دقیقه در بن ماری ۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شده و سانتریفیوژ شد. عمل استخراج سه بار تکرار شد. سپس اتانول نمونه‌ها تبخیر شده و جهت حذف کلروفیل به نمونه‌ها کلروفرم (نسبت ۵:۱ حجمی) اضافه شد. فاز شفاف جدا شده و برای اندازه‌گیری قندهای محلول استفاده شد. به هر یک از نمونه‌ها ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه شد و شدت رنگ حاصله با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٤٨٥ نانومتر خوانده شد (چاپین و کندی، ۱۹۸۷). برای تهیه منحنی استاندارد از محلول‌های گلوکز استفاده شد.

محاسبه داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد توسط برنامه آماری SAS صورت گرفت.

نتایج

گیاهان در تیمار ۲ میلی‌گرم در لیتر آهن علائم کمبود آهن را با زردی برگ‌های جوان نشان دادند، ولی علائم سمیت آهن در بخش هوایی، حتی در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن مشاهده نشد. تجزیه واریانس نشان داد که اثر پتاسیم در هیچ یک از صفات رشد اندازه‌گیری شده به غیر از طول بخش هوایی و ریشه معنی‌دار نبود، درحالی که اثر آهن در تمامی صفات رشد معنی‌دار بود. اثر متقابل آهن و شوری نیز در هیچ یک از صفات رشد معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، نشان داد که افزایش پتاسیم بدون در نظر داشتن تاثیر آهن اثر معنی‌داری در وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه نداشت. هر چند افزایش پتاسیم در محیط ریشه موجب افزایش معنی‌دار طول بخش هوایی و ریشه شد. غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر آهن کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک بخش هوایی در مقایسه با غلظت‌های بالاتر آهن را سبب شد. بالاترین رشد گیاهان در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر آهن بود که به صورت معنی‌داری بیش از سایر تیمارهای آهن بود. این افزایش در مقایسه با غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر آهن نزدیک به سه برابر بود. افزایش غلظت آهن در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش بیشتر رشد ریشه نسبت به بخش هوایی شد که در کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک و نیز طول ریشه در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در لیتر منعکس بود.

بررسی اثرات متقابل آهن و پتاسیم بر وزن تر و خشک بخش هوایی نشان داد (شکل ۱) که کمبود آهن در غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر آهن کاهش چشمگیر وزن ریشه و بخش هوایی را سبب شد و تغذیه پتاسیم اثر معنی‌داری در آن نداشت. افزایش غلظت آهن تا سطح ۱۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش معنی دار رشد ریشه و بخش هوایی شد. تیمارهای آهن ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم کاهش معنی‌دار رشد ریشه را باعث گردید، اما در رشد بخش هوایی تاثیر نداشت. تیمارهای پتاسیم تاثیر معنی‌داری در بهبود رشد ریشه گیاهان در غلظت‌های بالای آهن نداشتند.

تجزیه واریانس نشان داد که پتاسیم بر آهن بخش هوایی و ریشه اثر معنی دار نداشت. تاثیر آهن بر میزان آهن و پتاسیم بخش هوایی معنی دار بود اما اثر معنی داری را در ریشه نشان نداد. همچنین اثر متقابل آهن و پتاسیم در غلظت هیچ یک از یون‌ها معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین غلظت یون‌های پتاسیم و آهن (جدول٤) نشان داد که افزایش غلظت پتاسیم در محیط ریشه موجب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم بخش هوایی و ریشه شد. هم کمبود و هم زیادی آهن با تیمارهای ۲ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن موجب کاهش غلظت پتاسیم ریشه و بخش هوایی شد، بطوریکه کمترین غلظت پتاسیم هم در ریشه و هم در بخش هوایی در تیمار ۰/۵ میلی‌مول پتاسیم به همراه ۲ و ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در لیتر (کمبود و سمیت) مشاهده گردید (شکل ۲). بعلاوه بالاترین غلظت پتاسیم بخش هوایی در تیمار ۱۰ میلی‌مول پتاسیم به همراه ۲ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در لیتر مشاهده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات رشد تحت تیمارهای پتاسیم و آهن.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن‌تر بخش هوایی	وزن‌تر ریشه	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه	طول بخش هوایی	طول ریشه
پتاسیم	۲	۲٤/۷۲^{ns}	۲/۳٦^{ns}	۰/٤۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۱۷/۵۷*	۵/٤۸**
آهن	۳	۸۸۰/۲۹**	۰/۲۰**	۱۵/۷۵**	۰/۵۵**	۱۰۵٤/۵**	۱۵۳/۱۲**
پتاسیم× آهن	٦	۳/٦۸^{ns}	٦٦/۱۹^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۳۰/٦٤^{ns}	۰/٦۳^{ns}
خطا	۲٤	۱۳/ ۵۱	۱/۲۵	۰/۲۹	۰/۰۲	۳۷/۱۸	۰/۸۲
کل	۳۵						

^{ns} معنی‌دار نبود، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات رشد برنج تحت تیمارهای آهن و پتاسیم.

تیمار	وزن‌تر بخش هوایی (گرم)	وزن‌تر ریشه (گرم)	وزن خشک هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	طول بخش هوایی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)
سطوح پتاسیم						
۰/۵ میلی‌مول	۲۵/۵۹۸^{a}	٦/۲۱۲^{a}	۳/۳۸٦^{a}	۰/۵۹۱^{a}	٦۲/۸۳۳^{b}	۳/۹۷۹^{b}
۵ میلی‌مول	۲۸/٤٤۳^{a}	٦/۷٦٦^{a}	۳/۷۵٤^{a}	۰/٦٦٤^{a}	٦۳/۵٦۳^{ab}	٤/۷۵۰^{a}
۱۰ میلی‌مول	۲٦/٦۷^{a}	۵/۸۸۸^{a}	۳/٦۵۲^{a}	۰/۵۹٦^{a}	٦٦/۹۷۹^{a}	٤/۸۵٤^{a}
سطوح آهن						
۲ میلی‌گرم بر لیتر	۱۲/۳۵٤^{c}	۳/۸۲۷^{c}	۱/٦۳۷^{b}	۰/۳۸۳^{c}	۲۸/۳۰٦^{c}	۳/۳۸۸^{c}
۱۰ میلی‌گرم بر لیتر	۳٤/٤۷^{a}	۹/۸۹^{a}	٤/۵۲^{a}	۰/۹۳۱^{a}	۷۹/۲۷۸^{a}	۸/٦٦٦^{a}
۵۰ میلی‌گرم بر لیتر	۳۰/۵۷٤^{b}	٦/۸۱۰^{b}	٤/۲۱۵^{a}	۰/٦۹۵^{b}	۷٦/۳٦۱^{ab}	٤/۱٦٦^{b}
۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	۳۰/۲۰۷^{b}	٤/٦۲۷^{c}	٤/۰۱٦^{a}	۰/٤٦۰^{c}	۷۳/۸۸۹^{b}	۱/۸۸۷^{d}

میانگین‌های هر ستون که در یک حرف مشترک می باشند، با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

جدول ۳- تجزیه واریانس غلظت یون‌های آهن و پتاسیم تحت تیمارهای پتاسیم و آهن.

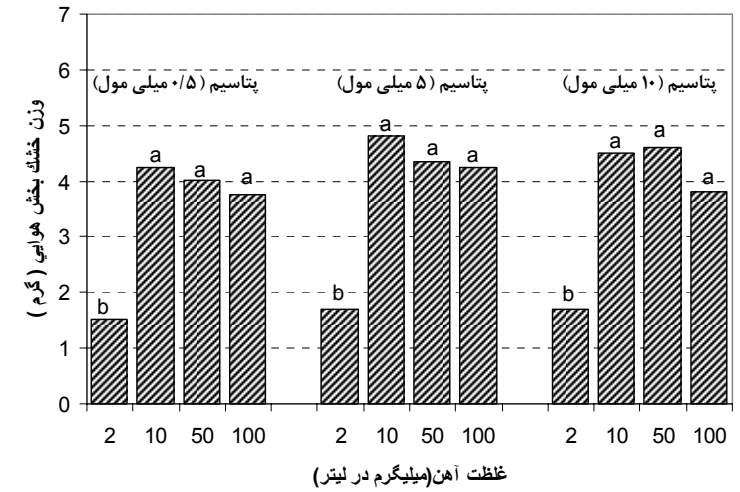
منابع تغییرات	درجه آزادی	پتاسیم بخش هوایی	پتاسیم ریشه	آهن بخش هوایی	آهن ریشه
پتاسیم	۲	۸۹/۳۱*	۱۳۰/۱۹**	۰/۰۳^{ns}	۰/۳^{ns}
آهن	۳	۷۱/۰۱*	۲٤/۳۱^{ns}	۰/۱۰٦**	۰/۲۰^{ns}
پتاسیم آهن	٦	۲۵/۳۱^{ns}	۰/۹۰^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۰/۲^{ns}
خطا	۲٤	۲۲/۷۲	۹/۰۸۳	۰/۷	۰/۳۱
کل	۳۵				

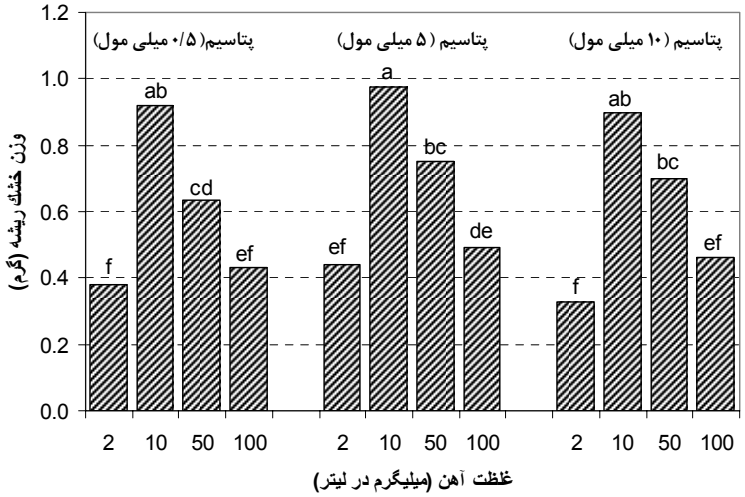
^{ns} معنی‌دار نبود، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای پتاسیم بدون توجه به غلظت آهن نشان داد که افزایش پتاسیم در محلول غذایی بر میزان آهن گیاهان تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ٤)، اما مطالعه اثر متقابل تیمارهای آهن و پتاسیم آشکار ساخت که تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌مول پتاسیم سبب کاهش غلظت آهن بخش هوایی در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در لیتر شد (شکل ۳) افزایش آهن در محیط ریشه ازدیاد معنی‌دار غلظت آهن هم در بخش هوایی و هم در ریشه را سبب شد (شکل ۳).

Archive of SID

www.SID.ir





شکل۱- تاثیر غلظت‌های مختلف آهن و پتاسیم بر وزن خشک ریشه و بخش هوایی گیاه برنج.

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

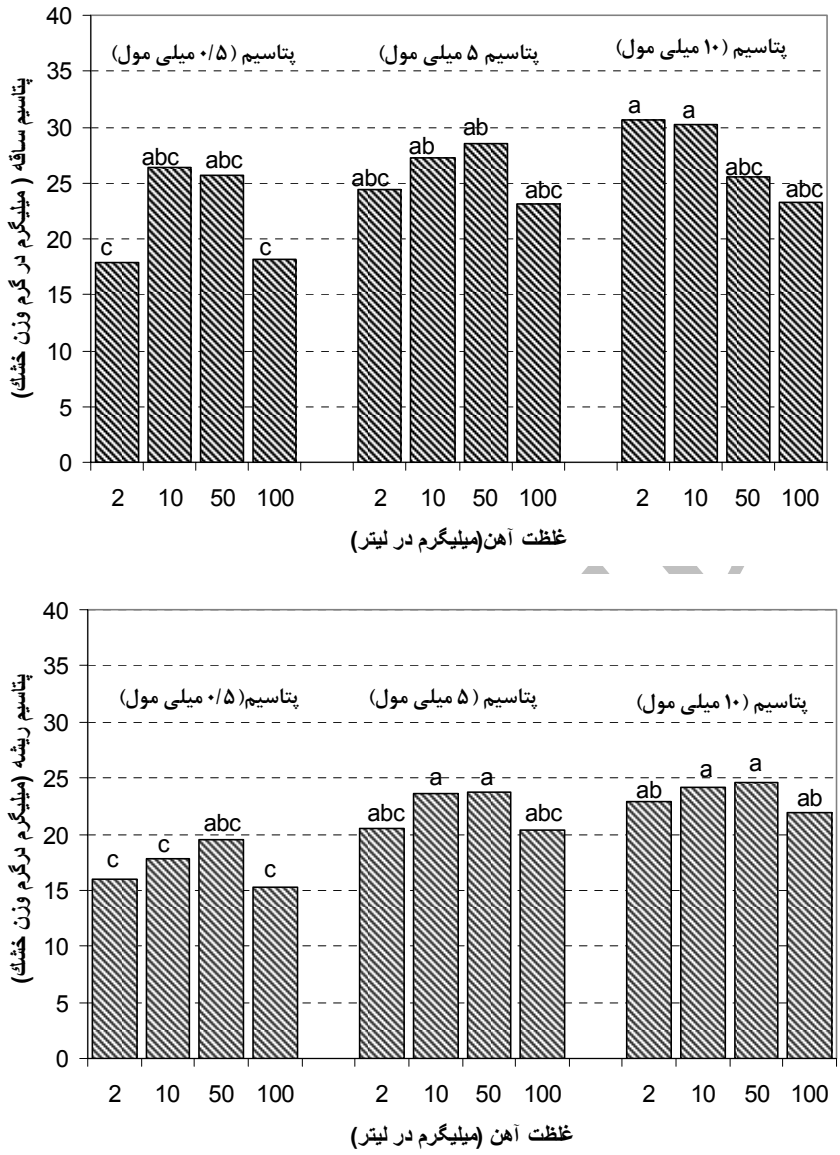
جدول ٤- مقایسه میانگین یون‌های اندازه‌گیری شده برنج تحت تیمارهای آهن و پتاسیم.

تیمار	پتاسیم بخش هوایی (mg/gD.W)	پتاسیم بخش ریشه (mg/gD.W)	آهن بخش هوایی (mg/gD.W)	آهن بخش ریشه (mg/gD.W)
سطوح پتاسیم				
۰/۵ میلی‌مول	۲۲/۰٦٤ ^{b}	۱۷/۱٤۷^{b}	۰/۳۸۹ ^{a}	۳/۳۱۵ ^{a}
۵ میلی‌مول	۲۵/۸۱۹^{b}	۲۲/۰۷۹ ^{a}	۰/۳۷۲ ^{a}	۳/۲۰٤ ^{a}
۱۰ میلی‌مول	۲۷/۳۷۰ ^{a}	۲۳/۳۹٦ ^{a}	۰/۳۵۹ ^{a}	۳ /۱۲۲ ^{a}
سطوح آهن				
۲ میلی‌گرم بر لیتر	۲٤/۲۹۰^{ab}	۱۹/۱۷۹^{b}	۰/۲٤۳ ^{c}	۲/۲۳٦^{b}
۱۰ میلی‌گرم بر لیتر	۲۷/۹۳٦ ^{a}	۱۹/۸۱۱^{ab}	۰/۳۲۸^{b}	۳/۱۱۷^{ab}
۵۰ میلی‌گرم بر لیتر	۲٦/۵۸٦^{a}	۲۱/۸٦۹^{ab}	۰/٤۳۷^{a}	۳/۰۸٤^{ab}
۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	۲۱/۵۲۷^{b}	۲۲/٦۳۸^{a}	۰/٤۸٤^{a}	۳ /٤۱۷^{a}

میانگین‌های هر ستون که در یک حرف مشترک می‌باشند، با آزمون دانکن در سطح ۵درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

Archive of SID

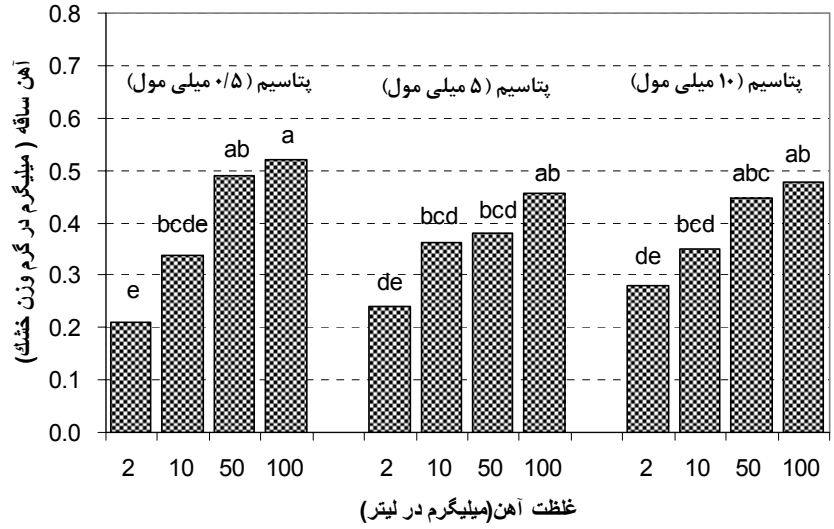
www.SID.ir

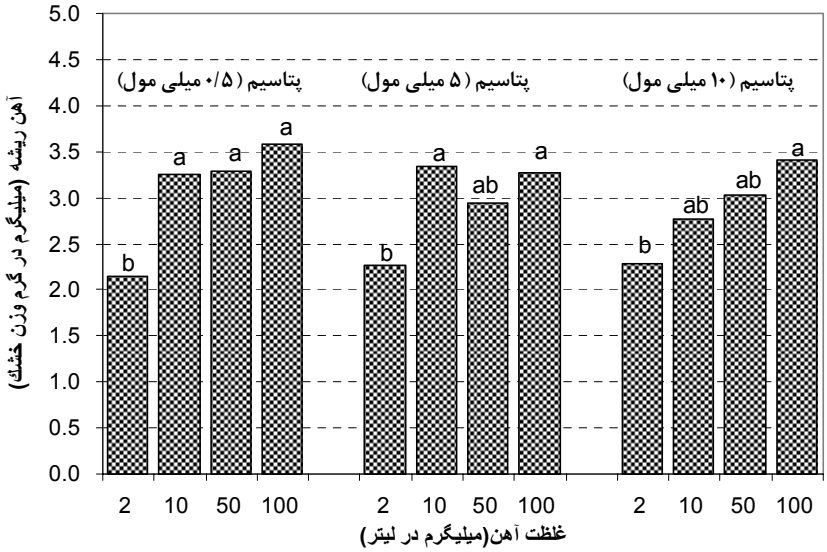


شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف آهن و پتاسیم بر غلظت پتاسیم بخش هوایی و ریشه گیاه برنج، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

تجزیه واریانس نشان داد که پتاسیم در هیچ یک از صفات بیوشیمایی اندازه‌گیری شده اثر معنی‌دار نداشت. اثر آهن نیز تنها در مقدار قندهای محلول معنی‌دار بود. همچنین، اثر متقابل آهن و پتاسیم در هیچ یک از صفات بیوشیمایی اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود. افزایش پتاسیم در محیط ریشه، اثر معنی‌داری در میزان کلروفیل b، a و کل و نیز قندهای محلول نداشت (جدول ۵). میزان کلروفیل b، a و کل در سطح ۲ میلی‌گرم در لیتر آهن در مقایسه با غلظت‌های بالاتر کاهش معنی‌داری را نشان داد. میزان کلروفیل a بین تیمارهای ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن تفاوت معنی‌داری نداشت. هرچند میزان کلروفیل b و کل با افزایش غلظت تیمارهای آهن زیاد شد، این افزایش در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در لیتر معنی‌دار بود. بررسی اثر متقابل آهن و پتاسیم آشکار ساخت که تیمارهای پتاسیم هیچگونه تاثیری در افزایش تدریجی کلروفیل b با ازدیاد آهن محیط ریشه و افزایش ناگهانی کلروفیل a از سطح ۲ میلی‌گرم در لیتر آهن به سطوح بالاتر نداشتند (شکل ٤).

www.SID.ir





شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف آهن و پتاسیم بر آهن بخش هوایی و ریشه گیاه برنج. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی صفات بیوشیمیایی تحت تیمارهای پتاسیم و آهن.

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	قند بخش هوایی	قند ریشه
پتاسیم	۲	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۵	۰/۰۹^{ns}	۱۶۸/۵۶^{ns}	۱۵۹/۸۸^{ns}
آهن	۳	۱۰/۸۹^{ns}	۵/۷۶^{ns}	۲۹/۳۶^{ns}	۵۹٤/٤**	۵۳۰/۷۸**
پتاسیم× آهن	٦	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰٤^{ns}	۲٤/۵٤^{ns}	۲۱/۲٦^{ns}
خطا	۲٤	۰/۱۷۹	۰/۱٤	۰/ ۵۵	۱۷۵/۹۱	۹۰/۲۱۸
کل	۳۵					

^{ns} معنی‌دار نبودن و ** نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای پتاسیم بدون توجه به غلظت آهن نشان داد که تیمارهای پتاسیم علی‌رغم افزایش اندک تاثیر معنی‌داری در میزان قندهای محلول ریشه و بخش هوایی نداشتند (جدول ٦)، هر چند مطالعه اثر متقابل تیمارهای آهن و پتاسیم آشکار ساخت که افزایش میزان پتاسیم در محیط ریشه در تیمارهای ۵۰ و

Archive of SID

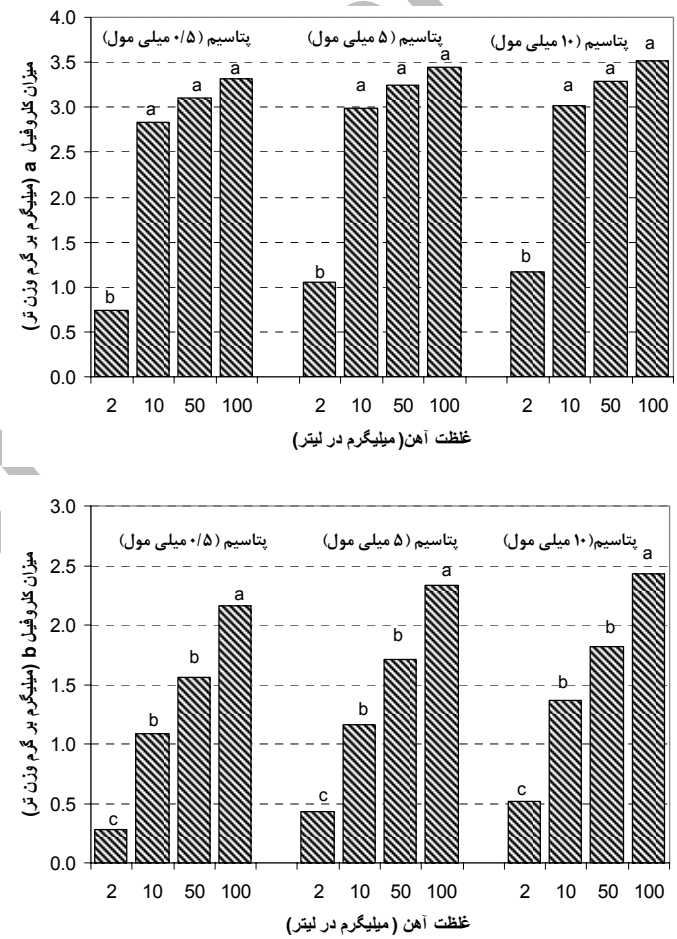
www.SID.ir

۱۰۰ میلی‌گرم آهن در لیتر سبب ازدیاد قندهای محلول ریشه شد (شکل ۵). به‌علاوه افزایش غلظت آهن در محیط ریشه سبب افزایش تدریجی و معنی‌دار میزان قندهای محلول ریشه و افزایش ناگهانی قندهای محلول بخش هوایی از سطح ۲ میلی‌گرم در لیتر آهن به سطوح بالاتر شد (جدول ٦ و شکل ۵).

جدول ٦- مقایسه میانگین برخی پارامترهای بیوشیمیایی تحت تیمارهای پتاسیم و آهن.

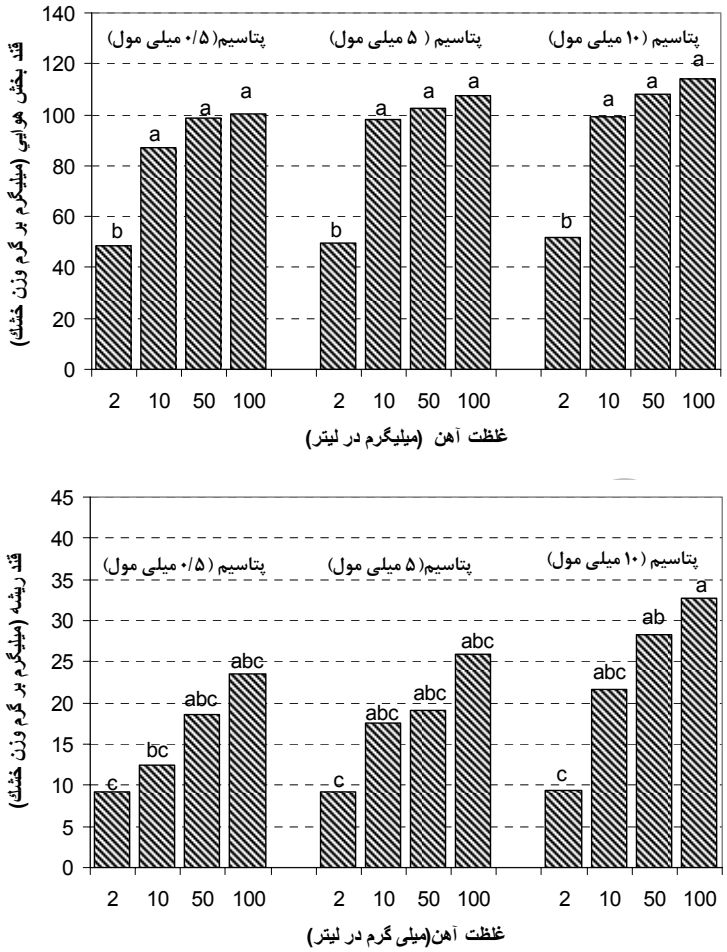
تیمار	کلروفیل a (mg/gF.W)	کلروفیل b (mg/gF.W)	کلروفیل کل (mg/gF.W)	قند بخش هوایی (mg/gD.W)	قندریشه (mg/gD.W)
سطوح پتاسیم					
۰/۵ میلی‌مول	۲/٤۸۲ a	۱/۲۹۵ a	۳/۷۷۸ a	۸۳/۵۵۱ a	۱۵/۸۷۹ a
۵ میلی‌مول	۲/۵۹۷ a	۱/۳۵۰ a	۳/۹۱۰ a	۸۹/۳۷٦ a	۱۷/۹۳۸ a
۱۰ میلی‌مول	۲/٦۳۸ a	۱/٤۲۲ a	۳/۹٤۵ a	۹۰/۵٤۹ a	۲۲/۹۸۸ a
سطوح آهن					
۲ میلی‌گرم بر لیتر	۰/۹۲۵ b	۰/۳۷۰ d	۱/۲۹٦ c	٤۹/۸٦۸ b	۹/۲۵٦ c
۱۰ میلی‌گرم بر لیتر	۳/۰٦۸ a	۱/۱۹۳ c	٤/۲۷ b	۹٤/۷۳۲ a	۱۷/۱۹۲ b
۵۰ میلی‌گرم بر لیتر	۳/۰۸۳ a	۱/۵٦٦ c	٤/٤۳۳ b	۱۰۳/۱ a	۲۱/۹٤۷ ab
۱۰۰ میلی‌گرم برلیتر	۳/۲۱۳ a	۲ /۲۹ a	۵/۵۰۸ a	۱۰۷/۳۷ a	۲۷/۳٦۹ a

میانگین‌های هر ستون که در یک حرف مشترک می باشند، با آزمون دانکن درسطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.



شکل ٤- تاثیر غلظت‌های مختلف آهن و پتاسیم بر میزان کلروفیل a و b در گیاه برنج، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir



شکل ۵- تاثیر غلظت‌های مختلف آهن و پتاسیم بر میزان قندها در گیاه برنج، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بحث

این پژوهش با هدف ارزیابی سطوح کمبود و سمیت آهن و تاثیر تغذیه پتاسیم در گیاه برنج طرح شده بود. نتایج این پژوهش نشان داد که کمبود آهن در سطح ۲ میلی‌گرم آهن در لیتر، کاهش شدید وزن و طول گیاهان، کاهش غلظت آهن در بخش هوایی و بروز علائم نامطلوب زردی گیاهان را سبب شد. بعلاوه در این تیمار میزان کلروفیل و قندهای محلول در گیاهان شدیداً کاهش یافت. به نظر می‌رسد کمبود آهن با کاهش غلظت آهن در گیاهان، کاهش سنتز کلروفیل، زردی و صدمه به کلروپلاست‌ها را سبب شده است. با توجه به نقش آهن در مسیر بیوسنتز کلروفیل ایجاد زردی در کمبود این عنصر در برگ‌های گیاه برنج قابل توجیه می‌باشد (مارشنر، ۱۹۹۵). در کلروپلاست‌های دارای کمبود آهن سرعت جذب CO_2 فتوسنتزی به دلیل کاهش در ظرفیت فتوشیمیایی کاهش می یابد. کاهش کلروفیل و صدمه به انتقال الکترون فتوسنتزی موجب کاهش قندها و کاهش رشد می‌گردد (مارشنر، ۱۹۹۵؛ برایت و همکاران، ۱۹۹۵). تغذیه پتاسیم هیچگونه تاثیری در افزایش میزان کلروفیل و قندهای محلول گیاه و بهبود رشد نداشت. این نتایج با گزارش بارک و کن در بادام زمینی (۱۹۸٤) و هوگز و همکاران (۲۰۰۳) در سویا، گوجه فرنگی و جو دو سرکه بهبود اثرات ناشی از کمبود آهن با تغذیه بهینه پتاسیم را گزارش دادند متناقض است. این امر ممکن است به تفاوت در میزان نیاز به آهن و بخش‌بندی آن در این گیاهان و نیز تفاوت در سنتز کلات‌های طبیعی و انتقال

Archive

www.SID.ir

آهن تحت سطوح تغذیه‌ای متفاوت پتاسیم در این دو گیاه مربوط باشد.

افزایش آهن در محیط ریشه گیاهان، جذب بیشتر آهن و افزایش غلظت آن را هم در بافت ریشه و هم در بخش هوایی سبب گردید، هر چند غلظت آهن در ریشه بسیار بالاتر از آهن بخش هوایی بود و رشد ریشه در غلظت‌های زیاد آهن شدیداً کاهش یافت. غلظت بالاتر آهن در ریشه‌ها در مقایسه با برگ ممکن است به دلیل رسوب آهن در سطح ریشه و یا انباشتگی آهن در سلول‌های ریشه باشد (بیکر و اش، ۲۰۰۵). اکسایش Fe^{+2} با اکسیژن در سطح ریشه و رسوب Fe^{+3} حاصل یکی از مکانیسم‌های مقاومت گیاه برنج به سمیت آهن است. انتقال اکسیژن مولکولی از طریق آئرانشیم ساقه به ریشه انجام می‌شود (چن و همکاران، ۱۹۸۰). تشکیل آئرانشیم با تنظیم کننده رشد اتیلن در برنج از سن ۲ تا ٤ هفتگی القا می‌شود و قدرت اکسایش ریشه در مرحله پنجه‌زنی به حداکثر می‌رسد (تینه، ۲۰۰۰). هچنین ازدیاد انباشتگی آهن در ریشه گیاه برنج تحت سمیت آهن به عنوان مکانیسم دیگر مقاومت به سمیت توسط محققان دیگر گزارش شده است (بیکر و اش، ۲۰۰۵). افزایش غلظت آهن در گیاهان موجب ایجاد سمیت آهن و تولید انواع اکسیژن‌های فعال می‌شود که تنش اکسیداتیو را در گیاه القا می‌کند (میتوفر، ۲۰۰٤). در شرایط طبیعی پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های آزاد اکسیژن در بخش‌های مختلف یاخته‌های گیاهان ایجاد می‌شود (آرورا و همکاران، ۲۰۰۲؛ بهاتراجی، ۲۰۰۵). هر چند در شرایط متداول مطابق واکنش‌های ذیل سوپراکسید دیسموتاز رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برد و کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز به سادگی H_2O_2 را تجزیه می‌کند، اما در شرایط سمیت آهن عدم خنثی شدن رادیکال‌های آزاد اکسیژن و باقیماندن پراکسید هیدروژن در گیاه منجر به واکنش‌های فنتون و هابر وایس می‌گردد که در طی آن رادیکال خطرناک هیدروکسیل تولید می‌شود که می‌تواند به صورت پی‌درپی انواع ماکرو ملکول‌های زیستی از جمله لیپیدها و پروتئین‌ها را ناپایدار کند:

$$H_2O_2 + O_2^{\cdot -} \xrightarrow[\text{واکنش هابر–وایس}]{Fe^{2+}, Fe^{3+}} OH^{\cdot} + OH^- + O_2$$

نتیجه تنش اکسیداتیو ناشی از سمیت آهن در گیاهان کاهش میزان پروتئین‌ها، قندهای محلول و کلروفیل و صدمات برگشت ناپذیر به غشاهای زیستی و اسیدهای نوکلئیک است که توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (بلوکینا و همکاران، ۲۰۰۳؛ بهاتراجی، ۲۰۰۵؛ گاوسکا و همکاران، ۲۰۰٦؛ کوا و کاو، ۲۰۰٤؛ لی و همکاران، ۲۰۰۳). نتایج آزمایش ما نشان داد که افزایش غلظت آهن در ریشه احتمالاً از طریق افزایش تنش اکسیداتیو سبب کاهش رشد ریشه شد.

تشکیل رادیکال‌های آزاد در بخش هوایی، نهایتاً منجر به تحریک اکسیداسیون کلروفیل و در نتیجه کاهش آن می‌گردد (فریدریچ، ۲۰۰۳). کمپفنکل و همکاران (۱۹۹۵) گزارش نمودند که سمیت آهن در تنباکو باعث کاهش فتوسنتز و میزان کلروفیل و نیز کاهش میزان قندهای شش کربنی با افزایش فعالیت گلوکز- ٦- فسفات دهیدروژناز سیتوسولی شد. نتایج آزمایش‌های حاضر کاهش میزان کلروفیل و قندها را در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن نشان نداد. به نظر می‌رسد در گیاه برنج تجمع آهن در ریشه از رسیدن آن به بافت‌های حساس بخش هوایی، ایجاد سمیت و در نتیجه کاهش رشد بخش هوایی جلوگیری می‌کند. همچنین افزایش غلظت قندها در ریشه در شرایط زیادی آهن، احتمالاً جهت تنفس و اکسیداسیون قندها در ریشه به منظور سم‌زدایی رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا افزایش ظرفیت ترکیب آهن با اکسیژن به منظور کاهش جذب آهن و مقاومت به سمیت آهن می‌باشد (بیکر و اش، ۲۰۰۵).

مشابه با نتایج رامیرز و همکاران (۲۰۰۲) در برنج، در این پژوهش افزایش غلظت آهن در محیط ریشه، موجب کاهش جذب و غلظت پتاسیم در ریشه و بخش هوایی گیاه شد. حالت آنتاگونیستی موجود بین آهن و پتاسیم و

Archive of SID

www.SID.ir

رقابت بین این دو یون در محل‌های جذب، موجب کاهش جذب پتاسیم در غلظت‌های بالای آهن می‌گردد. افزایش پتاسیم در محیط ریشه موجب افزایش پتاسیم و کاهش غلظت آهن بخش هوایی و ریشه شد.

بهترین میزان آهن برای تغذیه مناسب گیاه احتمالاً ۱۰ میلی‌گرم در لیتر آهن در محیط ریشه است، هر چند گیاه برنج احتمالاً با تجمع آهن در ریشه به سمیت آهن مقاوم است و در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن نیز کاهش معنی‌دار رشد در بخش هوایی مشاهده نشد، اما علایم شروع سمیت با کاهش تدریجی رشد ریشه مشهود است. زیادی پتاسیم کاهش انباشتگی آهن در گیاه برنج را سبب شد. اما آزمون اثر زیادی پتاسیم در جلوگیری از خسارت سمیت آهن با توجه به کافی نبودن سطح آهن برای ایجاد خسارت در برنج رقم طارم نیاز به آزمایشات بیشتری دارد.

سپاسگزاری

نگارندگان از معاونت محترم آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای در اختیار گذاشتن بودجه این پژوهش برای پایان نامه خانم رقیه شمالی دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی کمال تشکر را دارند. همکاری ریاست محترم دانشکده علوم برای تهیه مواد و وسایل لازم نیز قابل تقدیر است.

منابع

1.Alvareza, A., Sierra, M.A., and Lucena, J.J. 2002. Reactivity of synthetic Fe chelates with soils and soil components. Plant and Soil. 241:129-137.
2.Arnon, D.I. 1965. Photosynthesis by isolated chloroplast. IV. Central concept and comparison of three prochemical reactions. Biochem. Biophy. Acta. 440-446.
3.Barac, P., and Chen, Y. 1984. The effect of potassium on iron chlorosis in calcareous soils. J. Plant Nutr. 7:124-133.
4.Becker, M., and Asch, F. 2005. Iron toxicity in rice- condition and management concepts. J. Plant Nutr. Soil Sci.168, 558-573.
5.Bhattacharjee, S. 2005. Reactive oxygen species and oxidative stress, senescence and signal transduction in plants. Current Science, 89:1113-1121.
6.Bienfait, H.F. 1992. Some properties of ferric citrate relevant to the iron nutrition of plants. Plant and Soil. 143:141-144.
7.Blokhina, O., Virolainen, E., Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: a Review. Annals Bot, 91, 179-194.
8.Briat, j.F., Fobis-Loisy I., Grignon, N., Lobreaux, S., Pascal, N., Savino, G., Thoiron S., Von Wiren, N., and Van Wuytswinkel, O. 1995. Cellular and molecular aspects of iron metabolism in plants. Biol. Cell. 84:69-81.
9.Chapin, M.F., and Kennedy, G.F. 1987. Carbohydrate analysis, Lloydia. 22:111-115.
10.Chen, C.C., Dixon, J.B., and Turner, F.T. 1980. Iron coating on rice roots: Morphology and models of development. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 1113-1119.
11.Crowley, D.E., Wu, C.L., and Parker, D.R. 2002. Quantitative traits associated with adaptation of three barely (*Hordeum Vulgare* L.) cultivars to suboptimal iron supply. Plant and Soil. 241:57-65.
12.Dasgan, H.Y., Romheld, V., Cakmak, I., and Abar, K. 2002. Physiological root responses of iron deficiency susceptible and tolerant tomato genotypes and their reciprocal F_1 Hybrids. Plant and Soil. 241: 97-104.
13.Gaewska , E., Sklodowska, M. 2006. Relation between tocopherol, chlorophyll and lipid peroxides contents in shoots of Ni-treated wheat. J. Plant. Physiol, (accepted).
14.Fang, W.C., and Ching, H. 2000. Enhanced peroxidase activity in rice leaves in response to excess iron, copper and zinc. Plant Sci. 158:71-76.
15.Fathi, Kh. 1998. Growth and nutrition of crops. Jahad Daneshgahi Mashhad P. In Persian. 372 Page.
16.Friedrich, R. 2003. Developing a standardized procedure to screen lowland rice (*Oryza Sativa*) seedlings for tolerance to iron toxicity. 53P.

Archive of SID

www.SID.ir

17.Kampfenkel, K., Montagu, V. 1995. Effects of iron Excess on *Nicotiana Plumbaginifolia* plants (implications to oxidative stress). Plant Physiol.107, 725-735.
18.Kar, M., and Mishra, D. 1976. Catalase, peroxidase and polyphenoloxidase activates during rice leaf senescence. Plant Physiol. 57:315-319.
19.Kuo, M.C., and Kao, C.H. 2004. Antioxidant enzyme activities are up regulated in response to cadmium in sensitive, but not in tolerant, rice (*oryza sativa* L.) seedlings. Bot. Bull. Acad. Sin, 45, 291-299.
20.Li, H., Yang, X., and Luo, A. 2001. Ameliorating effect of potassium on iron toxicity in hybrid rice. J.Plant Nutr. 24:1849-1860.
21.Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Acadmic Press London. pp. 313-323.
22.Okhovat, M., and Vakili, D. 1996. Rice (cultivation, keep, Harvest). Tehran University P. In Persian. 212 P.
23.Perez-Sanz, A., Alvarez, A., Casero, T., and Lucena, J.J. 2002. Fe enriched bios lids as fertilizers for orange and peach trees grown in field conditions. Plant and Soil. 41:145-153.
24.Ramierz, L., Classen, N., and Movad, A.M. 2002. Effect of phosphorus, potassium and zinc fertilizer on iron toxicity in wetland rice. Plant and Soil. 239:197-206.
25.Smolder, A.J.P., Hendriks R.J.J., and Roelofes, J.G.M. 1997. Nitrate induced iron deficiency chlorosis in Juncus acutiflorus. Plant and Soil. 196:37-45.
26.Tinh, T.K., Nilsson, I., and Thu Houng, H. 2000. Effect of the depth of water submergence on rice performance and soil solution chemistry. J. Soil Use Manage. 1, 26-31.
27.Yamauchi, M., and Peng, X.X. 1995. Iron toxicity and stress- induced ethylene production in rice leaves. Plant and Soil.173:21-28.
28.Yoshida, S., Forno, D.A. Cock, J.H., and Gomez, K.A. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. Los Baños (Philippines) International Rice Research Institute.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(5), Dec2007-Jan 2008
Special issue, Agronomy and Plant Breeding
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Effect of different potassium and iron concentration on growth, ion contents and some biochemical parameters in rice (var. tarem)

R. Shomali[1], *A. Abdolzadeh[2], G.R. Haddadchi[3] and H.R. Sadeghipour[4]
[1]M.Sc. student Dept. of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Associate Prof. Dept. of Biology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [3] Professor Dept. of Biology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [4]Assistant Prof. Dept. of Biology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Iron and potassium are essential elements in plants. Optimal applications of these elements lead to improve the quantities and qualities yield of plants. Deficiency or toxicity effects of these elements inhibit plant growth and yield. The iron toxicity in plants may decrease by supplemental potassium levels. The main goal of this research was evaluation the effect of different potassium and iron levels and their interaction on growth, ions content and some biochemical parameters in rice. Experiments were performed in completely randomized design as factorial with three replications. Factor one was iron including four iron levels (2, 10, 50, 100 mg/ liter as Fe EDTA) and the factor two was potassium including three levels (0.5, 5, 10 mM K^+ as KCl). Plants were cultivated in greenhouse condition in sand culture for 6 weeks. Nutrient solution was Yoshida that modified based on iron and potassium. The results indicated that supplemental potassium supply lead to greater K^+ concentration in roots and shoots. However, increase of potassium in roots environment had no significant effect on plant growth. Iron deficiency in root (2 mg/l iron), induced significant decrease in growth, chlorosis, and carbohydrate content in all potassium levels. The highest growth was observed in 10 mg/liter iron treatment. Shoot growth did not changed markedly in 50 and 100 mg/liter iron treatments, but root growth decreased significantly. Increase of iron in root environment caused significant increment of iron concentration in both shoots and roots. However, iron accumulation in root was much higher. Supplemental potassium nutrition has no significant effect on alleviation of iron deficiency. The rice *taram variety* plants have certain ability to withstand under high iron concentration in roots environment, so that 100 mg/liter iron did not changed its shoot growth. However, toxicity inception could be indicated by root growth reduction. Further experiments with higher iron concentration in root medium are necessary to confirm these results.

***Keywords**:* Iron; Potassium; Rice; Chlorophyll; Sugar

*-Corresponding Author; Email: ah_ab99@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir