نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۳، ص. ۵۶۴-۵۵۶

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 3, Jul.-Agu. 2014, p. 556-564

کارایی جذب آهن در ارقام مختلف گندم

سلیمه راحمی[۱*]- رضا خراسانی[۲]- اکرم حلاج‌نیا[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۲/۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۴/۲

چکیده

با توجه به فراهمی کم آهن در خاک‌های آهکی و تفاوت گونه‌های گیاهی در جذب آهن خاک، شناسایی و مطالعه گونه‌های گیاهی با کارایی زیاد آهن در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی ضروری است. به منظور بررسی کارایی جذب آهن در رقم‌های مختلف گندم، یک آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل، در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ رقم‌گندم (پارسی، پیشتاز و فلات) و ۳ سطح آهن (صفر، ۲ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بودند. نتایج نشان داد که مصرف آهن تأثیر معنی داری بر وزن خشک بخش‌هوایی و جذب آهن در دو رقم پارسی و پیشتاز نداشت ولی در رقم فلات وزن خشک بخش هوایی افزایش پیدا کرد. بررسی اینفلاکس آهن و نسبت ریشه به بخش هوایی که دو عامل مهم بر کارایی جذب هستند نشان داد که در رقم پیشتاز و پارسی اینفلاکس بیش‌تر از رقم فلات بود. در رقم پارسی علاوه بر اینفلاکس طول ریشه نیز افزایش پیدا کرد. در رقم فلات با افزایش آهن، جذب، عملکرد رویشی نسبی، اینفلاکس و نسبت ریشه به بخش هوایی افزایش یافت. بنابراین در مقایسه با دو رقم دیگر، فلات را به عنوان رقم کارا نمی‌توان در نظر گرفت. احتمالا عدم پاسخ به کود در دو رقم پارسی و پیشتاز، نشان دهنده فعال بودن مکانیسم‌های خاص دیگر (مثل اثر تراوشات ریشه، سیدروفورها و....) در جذب آهن در سطوح کم این عنصر در خاک می‌باشد. به عبارت دیگر رقم پیشتاز و پارسی نسبت به رقم فلات کاراتر بودند.

واژه‌های کلیدی: اینفلاکس، آهن، کود، گیاهان کارا، رقم گندم

مقدمه

کمبود آهن یک مشکل اساسی در کشاورزی در سراسر جهان است که به طور عمده در خاک‌های آهکی رخ می‌دهد و این خاک‌ها بیش از ۳۰ درصد سطح زمین را پوشش می‌دهند (۲۲). طبق تحقیقات انجام شده توسط مؤسسه‌ی تحقیقات خاک و آب در ایران کمبود عناصر کم مصرف، خصوصاً آهن، در مزارع و باغ‌ها شیوع دارد (۲). زیر کشت بردن توأم و پی در پی اراضی، کشت ارقام پرمحصول پر توقع و مصرف بی رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی، خصوصاً کود نیتروژن و فسفر، از عواملی هستند که باعث بروز علائم کمبود عناصر کم مصرف و کاهش عملکرد ناشی از این کمبود شده‌اند (۲). ارزیابی آهن قابل استفاده خاک‌ها، به خصوص خاک‌های نواحی خشک که دارای مقادیر زیادی آهک هستند، عمدتاً با روش *DTPA* که لیندزی و نورول (۱۵) در سال ۱۹۷۸ آن را پیشنهاد کردند انجام می‌شود. حدود بحرانی برای اکثر محصولات با این روش ۲/۵ تا۴/۵ میلی گرم آهن بر کیلوگرم خاک است. در ایران نیز حد بحرانی آهن در خاک برای گندم ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (۳). با در نظر گرفتن توانایی‌های متفاوت گیاهان در استفاده از آهن خاک، استفاده از گونه‌های کارا در خاک‌هایی با آهن قابل استفاده کم به ویژه در خاک‌های آهکی، می‌تواند تا حدی مشکلات کمبود آهن را بدون نیاز به مصرف بیش از حد کود، برطرف کند. برای این منظور ابتدا شناسایی گونه‌های گیاهی کارا در جذب آهن ضروری به نظر می‌رسد. با یک غربالگری می‌توان ارقامی را که دارای توانایی زیاد در جذب عناصر هستند، شناخت و سپس سازوکار این توانایی ویژه را شناسایی کرد و بر مبنای آن میزان جذب عنصر و مقدار مصرف کود را مورد مطالعه قرار داد تا مشخص شود که چه ارقامی با مصرف کود کمتر قادر به جذب بیش‌تر عنصر هستند. ارقامی که دارای توانایی زیاد در جذب آهن و تولید عملکرد بیشتر هستند، جهت رسیدن به حداکثر عملکرد احتیاج به کود کمتری در مقایسه با سایر ارقام دارند. مصرف کود کمتر هم از نظر صرفه‌جویی اقتصادی مهم است و هم سبب کاهش مشکلات زیست محیطی در شرایط رشد برابر و عملکرد

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: salime_rahemi@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مطلوب ارقام کارا نسبت به سایر ارقام، می‌شود. این قبیل مطالعات در ایران کم صورت گرفته است. کارایی جذب، توانایی گیاه در استخراج و جذب یک عنصر غذایی از خاک می‌باشد که بیانگر این موضوع است که چه مقدار عنصر از خاک توسط گیاه جذب می‌شود (۱). برای بررسی علت تفاوت‌ها در کارایی جذب آهن توسط گیاهان نیاز به مطالعه جریان به داخل (اینفلاکس) و اندازه سیستم ریشه می‌باشد. اینفلاکس بیانگر این است که چه مقدار عنصر غذایی از یک واحد مشخص سطح ریشه و در یک زمان مشخص وارد گیاه می‌شود که بر مبنای مول بر واحد سطح یا طول ریشه و در واحد زمان بیان می‌شود (۱۸). برای محاسبه جذب گیاه محاسبه‌ی عملکرد و غلظت عنصر ضروری است. چرا که ممکن است دو گیاه از نظر عملکرد یکسان باشند. در این صورت با محاسبه جذب و بررسی آن می‌توان دو گیاه را مقایسه نمود و گیاهی که عنصر بیش‌تری جذب کرده است کاراتر است و آن را گیاه کارا[1] می‌نامند. این گیاهان علی رغم مقدار کم عنصر غذایی در خاک قادرند مقدار بیش‌تری از عنصر را جذب کنند. در واقع به دو دلیل گیاه می‌تواند در مقادیر کم یک عنصر غذایی، مقدار بیش‌تری را جذب کنند. یا اینکه مقادیر اینفلاکس زیاد باشد یا سیستم ریشه گسترده باشد. امروزه توانایی ژنوتیپ‌های مختلف گیاهی در جذب و مصرف عناصر غذایی توسط دانشمندان بسیاری، مورد توجه قرار گرفته است که تفاوت کارایی آن‌ها در استفاده از عناصر غذایی[2] به خاطر جذب بوسیله ریشه ها، یا مصرف توسط گیاه[3] و یا هر دو متأثر می شود، که اهمیت نسبی این استراتژی‌ها بسته به نوع عنصر و نوع گونه گیاهی می تواند متفاوت باشد (۱۶).

با توجه به اهمیت استراتژیک گندم در تغذیه مردم در ایران و کمبود شایع آهن در مزارع گندم تحقیق حاضر با هدف مقایسه کارایی جذب آهن در سه رقم گندم در سطوح مختلف آهن و بررسی سازوکار آن به صورت کشت گلدانی در گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با ۳ رقم‌گندم (پارسی، پیشتاز و فلات) در ۳ سطح مختلف آهن (صفر، ۲ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل، در ۳ تکرار، در خاکی با آهن قابل استفاده کم (جدول شماره ۱)، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت گلدانی و کشت خاکی، در شرایط کنترل شده گلخانه با میانگین دمای ۲۱ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵ درصد انجام شد. جهت انتخاب خاک مورد نظر پس از نمونه برداری از خاک‌های مختلف، میزان آهک، کربن آلی، بافت خاک و مقدار عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف) تعیین گردید. بافت خاک به روش هیدرومتری (۱۱)، کربن آلی به روش والکی و بلاک (۲۱)، کربنات کلسیم با روش خنثی سازی با اسید (۷)، آهن قابل استفاده و سایر عناصر کم‌مصرف (روی، مس، منگنز) به روش لیندزی و نورول (۱۵)، نیتروژن کل به روش کجلدال (۴)، پتاسیم قابل استفاده با استفاده از روش استات آمونیوم (۱۳)، فسفر قابل استفاده به روش اولسن (۱۹)، pH وEC به ترتیب در گل و عصاره اشباع خاک (۱۷) اندازه‌گیری شدند و در نهایت خاکی انتخاب شد که از نظر میزان آهن قابل استفاده کمبود داشت. عناصر مورد نیاز گیاه به جز آهن بر اساس آزمون خاک، به خاک افزوده شد. برای اعمال تیمارهای آهن از کود سکوسترین ۱۳۸، استفاده شد. در هر گلدان تعداد ده بذر در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری کاشته شد و سپس ۲۰۰ گرم ماسه روی سطح هر گلدان اضافه شد. پس از جوانه زدن بذرها، تعداد آن‌ها در هر گلدان به چهار عدد کاهش یافت. گلدان‌ها در طول دوره رشد با آب مقطر به مقدار ۴۲۰ میلی‌لیتر (برای رسیدن به حدود ظرفیت زراعی) آبیاری شدند. گیاهان قبل از رسیدن به رشد زایشی در دو زمان ۳۵ و ۵۶ روز پس از کشت برداشت شدند. بخش هوایی و ریشه‌ها بعد از خشک و خرد شدن با استفاده از روش اسید نیتریک- پرکلریک (۲۰) هضم و غلظت آهن در عصاره های حاصل از هضم به وسیلهٔ دستگاه جذب اتمی مدل شیماتزو ۶۷۰ تعیین گردید. جهت بررسی کارایی جذب آهن[4]، طول ریشه با استفاده از اسکن ریشه (۱۲) و نرم‌افزار Root EDGA ، میزان جذب و نسبت ریشه به بخش هوایی اندازه‌گیری شد. اینفلاکس (In) توسط فرمول ویلیامز محاسبه شد (۱۸):

$$I_n=\frac{U2-U1}{RL2-RL1}\times\frac{\ln(\frac{RL2}{RL1})}{t2-t1}$$

در این معادله داریم:

I_n: اینفلاکس خالص ($\mu mole\ cm^{-1}\ s^{-1}$)، U: جذب توسط گیاه در ($\mu mole\ plant^{-1}$)، RL: طول ریشه (cm)، t: زمان (s)، اندیس ۱ و ۲ نشان دهنده‌ی دو برداشت متوالی است.

کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. شکل‌ها توسط نرم‌افزار Sigmaplot رسم شد.

نتایج و بحث

میزان آهن قابل استفاده خاک مورد مطالعه ۱/۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که بیانگر مقدار کم آهن قابل استفاده در خاک است. این

1- uptake efficient
2- Nutrient efficiency
3- Utilization
4- Iron uptake efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

خاک شور نبوده، pH آن ۷/۶۴ و میزان کربنات کلسیم معادل حدود ۱۶ درصد بود. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

وزن خشک مطلق و نسبی بخش هوایی بر اساس ماده خشک

نظر به اهمیت وزن خشک بخش هوایی به عنوان عملکرد رویشی در ایجاد قابلیت لازم برای تولید عملکرد اقتصادی، رقم‌ها از این نظر مورد مقایسه قرار گرفتند. کم‌ترین وزن خشک در رقم فلات مشاهده شد که میزان آن حدود ۰/۸ گرم بر گیاه بود که تفاوت معنی-داری نسبت به پیشتاز و پارسی مشاهده شد (شکل۱). بین سطوح آهن در هر یک از رقم‌های مورد مطالعه تفاوت آماری معنی دار مشاهده نشد. شاید با توجه به میزان اثر آهن به عنوان یک عنصر کم مصرف در رشد رویشی گیاهان، این نتایج دور از انتظار نباشد. قاسمی و همکاران (۹) در پژوهشی که برروی رقم‌های سویا داشتند دریافتند که مصرف کود آهن تاثیری در وزن خشک و عملکرد خشک رقم‌ها نداشت.

برای بررسی بهتر کارایی از وزن خشک نسبی اندام هوایی استفاده شد تا اثر بالقوه خصوصیات ژنتیکی بر رشد و نمو بین ارقام از بین برود. در بررسی عملکرد وزن خشک نسبی اندام هوایی، نتایج نشان داد که میزان وزن خشک نسبی در رقم‌های مختلف بین ۸۹ تا ۹۹ درصد متفاوت بود (شکل ۲).

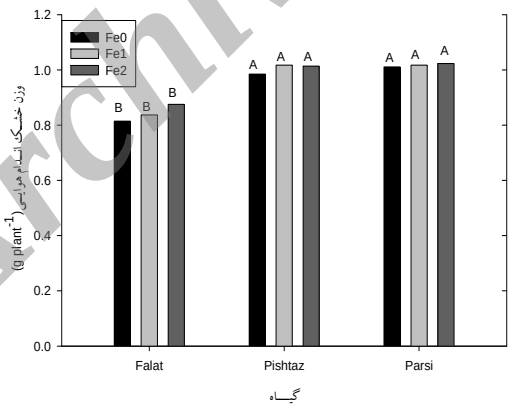
در رقم فلات با افزایش سطح آهن وزن خشک نسبی اندام هوایی افزایش یافت و بین سطوح مختلف آهن تفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد به طوری‌که سطح ۶ پی‌پی‌ام آهن با دو سطح دیگر تفاوت آماری داشت. در رقم پیشتاز و رقم پارسی در سه سطح وزن خشک نسبی اندام هوایی یکسانی مشاهده گردید و بین سطوح مختلف آهن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به شکل۲ می‌توان گفت که مصرف آهن در وزن خشک نسبی اندام هوایی در دو رقم پارسی و پیشتاز تأثیر زیادی نداشت، ولی در رقم فلات افزایش وزن خشک نسبی تحت تاثیر افزایش آهن بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت	$Ec_e(ds\ m^{-1})$	pH_s[3]	N_t[2]	P_{ava}	$K_{ava}\ mg\ Kg^{-1}$	Fe^{1}_{ava}	OM%	$CaCO_3$%
Loam	۱/۸۶	۷/۶۴	۳۹۳/۷۵	۵/۵۰	۱۵۰/۷۲	۱/۸۷	۰/۷۷	۱۶/۲۵

۱-قابل استفاده ۲ -نیتروژن کل

۳-گل اشباع در



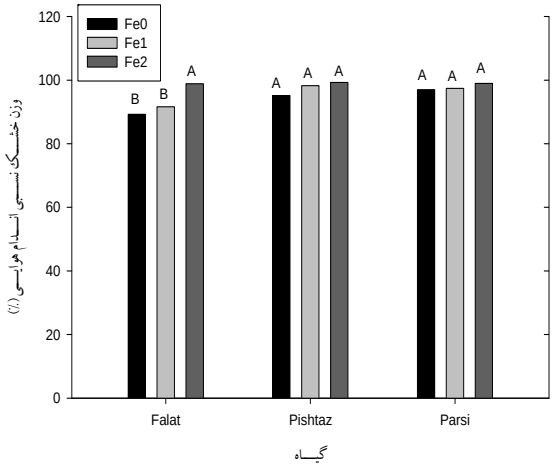
شکل ۱- تغییرات وزن خشک بخش‌هوایی در سه سطح مختلف آهن برای سه رقم گندم

(Fe0 بدون کود، Fe1 ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، Fe2 ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن)

(حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- تغییرات وزن خشک نسبی اندام هوایی در سه سطح مختلف آهن برای سه رقم گندم

(Fe0 بدون کود، Fe1 ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، Fe2 ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن)

(حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد)

به عبارت دیگر رقم های پارسی و پیشتاز در مقادیر کم آهن (تیمار صفر) قادر به تولید ماده خشک تقریباً معادل زمانی که خاک ۶ پی پی ام (۲۳/۵کیلوگرم در هکتار) آهن دریافت کرده است، بوده‌اند. حال سؤال اینجاست چگونه این رقم‌ها قادر به رشد و نمو مناسب در خاکی با مقادیر کم آهن قابل استفاده هستند و چه اختلافی با رقم فلات دارند. با بررسی غلظت آهن در بخش هوایی و به تبع آن میزان جذب آن می‌توان به تشریح این توانایی‌ها و اختلافات پرداخت.

غلظت آهن و مقدار کل آهن در گیاه[1] (جذب)

در بررسی غلظت آهن در بخش‌های هوایی (شکل ۳) مشخص شد که در رقم فلات با افزایش مقدار کود، مقدار آهن در بخش هوایی افزایش یافت و بین تیمار بدون کود و سطوح کودی تفاوت معنی دار آماری مشاهده شد، ولی سطوح ۲ و ۶ پی‌پی‌ام آهن تفاوت معنی‌داری نداشتند. در دو رقم پیشتاز و پارسی تفاوت معنی‌داری بین سطوح آهن مشاهده نشد. همچنین در تیمار بدون کود نیز بین رقم‌های مختلف تفاوت معنی دار مشاهده نشد و این به معنی کارایی جذب مشابه در سه رقم نیست. چرا که سطح بدون کود در هر رقم با سطوح کود داده شده همان رقم جهت بررسی کارایی جذب مقایسه می‌شود. در صورتی که سطح بدون کود بتواند مقدار آهنی مشابه سطوح کود داده شده جذب کند و عملکردی مشابه آن‌ها داشته باشد آن رقم کاراست. با مصرف آهن، بیش‌ترین غلظت در بخش هوایی، در رقم فلات اندازه گیری شد.

برای مقایسه بهتر کارایی جذب آهن بین رقم‌ها، مقدار کل آهن در گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار کل آهن حاکی از آن بود که مقدار کل آهن در رقم فلات با افزایش مقدار کود آهن، افزایش یافت (شکل ۴). به‌طوری‌که بین تیمار بدون کود و سطوح کود داده شده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده گردید. مقدار آهن در رقم پیشتاز، نیز با افزایش سطح آهن، زیاد شد ولی تفاوت معنی‌داری بین سه سطح مشاهده نشد. در رقم پارسی نیز تفاوت معنی‌دار آماری بین سطوح مختلف آهن مشاهده نشد. بیش‌ترین میزان جذب در رقم فلات به مقدار ۲۰۰ میکروگرم بر گیاه در سطح ۶ پی‌پی‌ام آهن مشاهده شد. در تیمار بدون کود در بین رقم‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

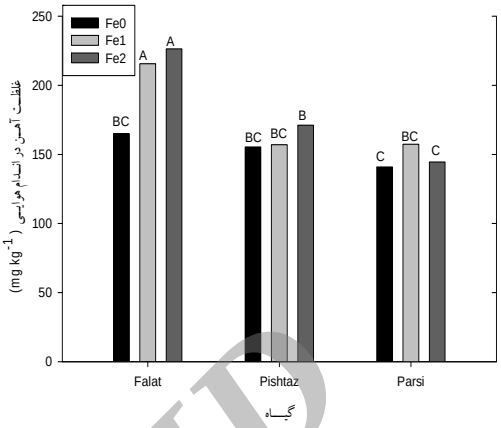
بدین ترتیب می‌توان گفت تنها رقم فلات نسبت به مصرف کود سکوسترین پاسخ نشان داد و وزن خشک نسبی اندام هوایی آن افزایش یافت که با بررسی غلظت و جذب آهن می‌توان علت اصلی این پاسخ مثبت را افزایش آهن به خاک دانست. در مقابل، بررسی این پارامترها در دو رقم پارسی و پیشتاز نشان داد که آن‌ها نسبت به افزایش کود آهن هیچ‌گونه پاسخ معنی‌داری نداشتند. لذا می‌توان گفت رقم‌های پارسی و پیشتاز نسبت به رقم فلات کارایی بیش‌تری در جذب و استفاده از آهن دارند. چرا که این دو رقم توانستند در مقادیر کم آهن و بدون افزودن کود، به اندازه‌ی مقادیر زیاد جذب و وزن خشک نسبی اندام هوایی داشته باشند (شکل۴). کارایی گیاهان در جذب عناصر عمدتاً به بالا بودن اینفلاکس و افزایش نسبت ریشه به بخش هوایی مربوط است. لذا باید این دو پارامتر را بیش‌تر مورد ارزیابی قرار داد. می‌توان گفت با اینکه مقدار اینفلاکس آهن در رقم پارسی در سطح بدون کود نسبت به رقم پیشتاز کم‌تر است (شکل۶)، اما داشتن نسبت ریشه به بخش هوایی بیش‌تر (شکل۵)، سبب شده که مقدار جذب در رقم پارسی و پیشتاز در سطح بدون کود تفاوت معنی‌داری نداشته باشد و مقدار جذب در سطوح مختلف آهن یکسان

1- Total iron content

Archive of SID

www.SID.ir

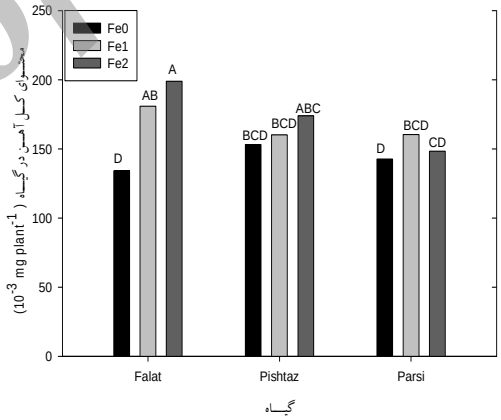
باشد. برای بررسی این موضوع نیاز به محاسبه ایـنفلاکس و مقایـسه طول ریشه می‌باشد.



شکل ۳- تغییرات غلظت آهن بخش‌هوایی در سه سطح مختلف آهن برای سه رقم گندم

(Fe0 بدون کود، Fe1 ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، Fe2 ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن)

(حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد)



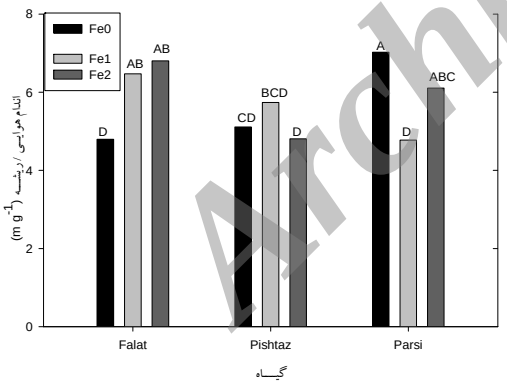
شکل ٤- تغییرات جذب آهن بخش‌هوایی در سه سطح مختلف آهن برای سه رقم گندم

(Fe0 بدون کود، Fe1 ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، Fe2 ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن)

(حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد)

نسبت ریشه به بخش هوایی

چون جذب آهن در بخش هوایی مورد ارزیابی قرار گرفتـه اسـت، برای بررسی اثر طول ریشه در جذب آهن از نسبت ریـشه بـه بخـش هوایی استفاده شد. بهادوریا و همکـاران (۵) بیـان کردنـد کـه نـسبت ریشه به بخش هوایی برای مقایسه‌ی کارایی عناصـر قابـل دسـترس برای تغذیه گیاه، بهتر از پارامتر طول ریـشه اسـت (نتـایج مربـوط بـه نسبت ریشه به اندام هوایی نیز کم و بیش بیانگر همان روند مربوط به طول ریشه است که با توجه به تعداد زیاد شکل ها و طولانی شـدن از آوردن آن اجتناب شده است). برای این منظور نسبت طول ریشه *(m)* به وزن خشک بخش هوایی*(g)* محاسبه شد. بررسی نسبت ریـشه بـه بخش هوایی نشان داد که در رقم فلات با افزایش سطح آهن نـسبت ریشه به بخش هوایی افزایش یافت به‌طوری‌که از مقـدار ۴/۷ متـر در هر گرم گیاه به ۶/۸ افزایش یافت (شکل۵). در ایـن رقـم بـین تیمـار بدون کود با دو سطح آهن تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و مـشخص شد که نسبت ریشه به بخش هوایی در تیمار بدون کود کم‌ترین مقدار را دارد. تغییرات نسبت ریشه بـه بخـش هـوایی در تیمارهـای کـودی تقریبا مشابه تغییرات غلظت است. در رقم پارسی، بـیش‌تـرین میـزان نسبت ریشه به بخش هوایی در تیمار بدون کود مشاهده شد که شاید بتوان بر این اساس جذب زیاد آهن را در این تیمار توجیه کـرد. یعنـی می‌توان بیان کرد در این رقم گـسترده بـودن ریـشه بـا ایجـاد سـطح تماس بیش‌تر، باعث جذب بیش‌تر آهن شده اسـت. کریـشنا سـامی و همکاران (۱۴) به مطالعه ارقام سورگوم در کارایی آهن پرداخت و بیان کرد که ریشه گیاه (عمدتاً بخش رایزوسفر) نقش مهمی در کسب آهن در گیاه سورگوم دارد و استفاده از ارقام مقاوم به کمبود آهن در خاک-های دارای آهن کم، می‌تواند مصرف کـود را کـاهش دهـد. در رقـم پیشتاز بین سطوح مختلف آهن تفـاوت معنـی‌دار مـشاهده نـشد پـس می‌توان گفت جذب زیاد آهن در تیمار بدون کود در این رقم نمی‌تواند مربوط به تفاوت در نسبت ریشه به بخش هوایی باشد و بـرای توجیـه آن باید به دنبال عامل دیگری بود.



شکل ۵- تغییرات نسبت ریشه به بخش هوایی در سه سطح مختلف آهن برای سه رقم گندم

(Fe0 بدون کود، Fe1 ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، Fe2 ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن)

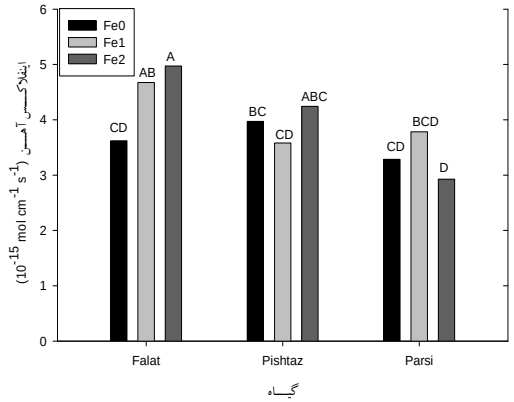
(حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد)

Archive of SID

www.SID.ir

جریان به داخل (اینفلاکس[1]) آهن

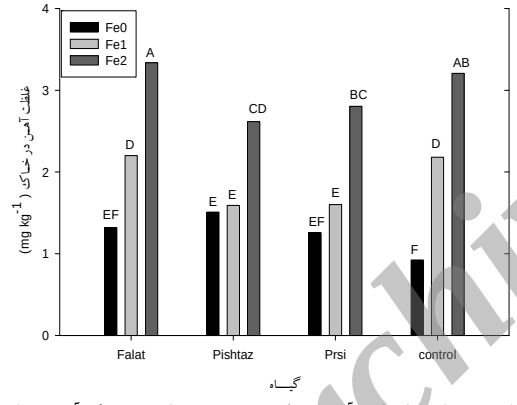
با استفاده از فرمول ویلیامز (۱۳)، میزان اینفلاکس محاسبه و گراف مربوط رسم گردید. مقدار اینفلاکس بین ۳×۱۰^{-۱۵} تا ۵×۱۰^{-۱۵} مول بر سانتی‌متر در ثانیه متفاوت بود (شکل ۶). در رقم فلات با افزودن کود، میزان اینفلاکس افزایش یافت و بین سطح صفر پی‌پی‌ام آهن با دو سطح دیگر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در رقم فلات اینفلاکس مطابق با افزودن کود، افزایش پیدا کرد. در دو رقم پیشتاز و پارسی تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف در اینفلاکس آهن مشاهده نشد. یعنی در این دو رقم میزان اینفلاکس آهن در تیمار بدون مصرف کود به اندازه تیمارهای مصرف کود بود. مطالعات نشان داده است که یکی از دلایل اصلی در افزایش اینفلاکس، افزایش غلظت آهن در فاز محلول خاک است (۶). در دو رقم پیشتاز و پارسی می‌توان زیاد بودن اینفلاکس آهن را در تیمار صفر به افزایش غلظت آهن در محلول خاک نسبت داد. یعنی باید عامل دیگری به غیر از کود باعث زیاد شدن غلظت آهن در محلول خاک شده باشد. مثلاً ریشه گیاه با تراوش ترکیبات خاصی می‌تواند سبب حلالیت عنصر آهن شده و آهن از شکل غیرقابل‌استفاده به شکل قابل استفاده تبدیل شود و غلظت آهن در فاز محلول خاک بدون مصرف کود افزایش یابد (البته اثبات این مطلب مستلزم انجام آزمایشات مستقیم بر روی تراوشات ریشه است). به این فرآیند "تحرک شیمیایی[2]" عنصر می‌گویند. بنابراین با توجه به نتایج شکل ۷ می‌توان گفت که رقم‌های پیشتاز و پارسی قادر به انجام تحرک شیمیایی آهن در مقادیر کم آهن قابل استفاده خاک می‌باشند. با این توضیح که این توانایی در رقم پیشتاز بیش‌تر است. در رقم فلات در سطح بدون کود، اینفلاکس نسبت به سطوح کود داده شده کم‌تر بود که نتیجه آن مقدار جذب کم‌تر آهن است (شکل۴). نهایتاً با توجه به مطالب فوق می‌توان بیان کرد که علت کارایی بیش‌تر در جذب آهن در مقادیر کم آهن خاک در دو رقم پیشتاز و پارسی می‌تواند مربوط به اینفلاکس زیاد آهن باشد. همچنین بررسی طول ریشه نشان داد که رقم پارسی دارای طول ریشه بیش‌تری بود (شکل ۵). بنابراین احتمالا علاوه بر اینفلاکس، طول ریشه نیز در جذب آهن و کارا بودن این رقم مؤثر بوده است. استفاده از رقم گندم کارا به عنوان روش صحیح اقتصادی برای مدیریت مشکل کمبود آهن در گیاه گندم در خاک‌های آهکی مؤثر است (۱۰). فوزه و همکاران (۸) نشان دادند که اینفلاکس فسفر در واحد طول ریشه، در هفت گیاه رشد یافته در سطوح کم فسفر خاک تغییر می‌کند. او بیان کرد که کارایی جذب فسفر در گونه‌های گیاهی، متفاوت است. در گونه‌های دارای کارایی زیاد مانند اسفناج، اینفلاکس عامل اصلی کارا بودن این گیاه در جذب فسفر بود، در حالی که در گیاهانی با جذب فسفر متوسط مثل گندم اندازه سیستم ریشه و سطح تماس با خاک مهم‌تر بود.



شکل ٦- تغییرات اینفلاکس در سه سطح مختلف آهن برای سه رقم گندم

(Fe0 بدون کود، Fe1 ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، Fe2 ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن)

(حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد)



شکل ۷- تغییرات غلظت آهن خاک در سه سطح مختلف آهن برای سه رقم گندم

(Fe0 بدون کود، Fe1 ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن، Fe2 ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن)

(حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد)

نتیجه گیری

توجه به استفاده از کارایی آهن در ارقام مختلف گندم به عنوان روش صحیح اقتصادی برای مدیریت مشکل کمبود آهن در خاک‌های آهکی می تواند راه کار مناسبی باشد. با توجه نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان گفت که رقم فلات به مصرف کود سکوسترین پاسخ نشان داده و با افزایش مقادیر کود، میزان جذب، وزن خشک نسبی اندام هوایی، اینفلاکس و نسبت ریشه به بخش هوایی آن

1- Influx
2- Chemical mobilization

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش یافت. بنابراین در این پژوهش گلخانه‌ای، رقم فلات را به عنوان رقم کارا نمی‌توان در نظر گرفت. ولی بررسی میزان جذب آهن در دو رقم پارسی و پیشتاز در تیمار بدون مصرف کود، نشان داد که آن‌ها کارایی بیش‌تری نسبت به رقم فلات در جذب آهن در مقادیر کم آهن قابل استفاده خاک دارند. در این دو رقم افزایش اینفلاکس در بالا بودن کارایی جذب آهن مؤثر بوده ولی در رقم پارسی علاوه بر اینفلاکس، طول ریشه نیز در کارایی جذب آهن نقش داشته است. بنابراین دو رقم پارسی و پیشتاز در این پژوهش از نظر مقایسه کارایی جذب بین سه رقم گندم به عنوان واریته کارا شناخته شدند. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش گلخانه‌ای می‌توان بیان کرد که رقم های پارسی و پیشتاز به عنوان رقم های کارا قادر به تأمین آهن مورد نیاز خود از طریق افزایش تحرک شیمیایی آهن مثل تراوشات ریشه و تولید سیدروفورها، حتی در خاک‌های حاوی مقادیر کم آهن قابل استفاده هستند. (البته این امر مستلزم تحقیقات تکمیلی دیگر می‌باشد). اگر نتایج پژوهش‌های مزرعه ای نیز مؤید این مطلب باشد شاید بتوان کشت این رقم‌ها را در خاک‌های حاوی مقادیر کم آهن قابل استفاده، بدون استفاده از کود (یا مقادیر خیلی کمتر کود) توصیه کرد که این هم از نظر اقتصادی و هم از نظر کشاورزی پایدار و جنبه های زیست محیطی مفید می‌باشد.

همچنین در ادامه این تحقیق برای بررسی اثر تراوشات ریشه در جذب آهن و بررسی سازوکار تحرک شیمیایی آهن در خاک می‌توان دو رقم پیشتاز و پارسی را انتخاب کرد.

منابع

۱- خراسانی ر. ۱۳۸۹. کارایی جذب فسفر در ذرت، چغندرقند و بادام زمینی. نشریه‌ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد۱. شماره ۲۴.

۲- ملکوتی م. ۱۳۷۷. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش تولید محصولات کشاورزی. مجله زیتون . ویژه نامه کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودها. وزارت کشاورزی.

۳- ملکوتی م.، مشیری ف.، و نبی غیبی م. ۱۳۸۴ . حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی ازمحصولات زراعی و باغی .نشریه فنی شماره ۴۰۵. انتشارات سنا.

4- Bremner J.M. 1970. Nitrogen total, regular kjeldahl method. Methods of soil analysis, part 2: Chemical and microbiological properties.2nd ed. Agronomy 9(1) ASA. SSSA. Madison Publisher, Wisconsin, USA. Briat, j.F., I. Fobis-Loisy, N.Grignon, S. Lobreaux, N. Pascal, G. Savino, S. Thoiron, N. Von Wiren and O. V. Wuytswinkel. 1995. Cellular and molecular aspects of iron metabolism in plants. Biology of The Cell, 84:69-81.

5- Bhadoria P.B.S., Singh S. and Claassen N. 2001. Phosphorus efficiency of wheat, maize and groundnut grown in low phosphorus supplying soil. In plant nutrition- food security and sustainability of agro-ecosystems. Horst, W. J, M. K. Schenk, A. Burkert, N. Claassen, H. Flessa, W.B. Frommer, H. Goldbach, V. Romheld, B. Sattelmacher, U. Schmidhalter, S. Schubert, N. V. Wireen and L. Wittenmayer. (Eds) , 530–531. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

6- Bhadoria P.B.S., Steingrobe B., Claassen N., Liebersbach H. 2002. Phosphorus efficiency of wheat and sugar beet seedlings grown in soils with mainly calcium, or iron and aluminium phosphate. Plant and Soil, 264: 41-52.

7- FAO. 1990. Management of gypsiferous soils. Soil Bulletin, 62, Feed and Agriculture Organization, Rome, Italy.

8- Fohse D., Claassen N. and Jungk A. 1988. Phosphorus efficiency of plants, Plant and Soil, 110: 101-109.

9- Ghasemi-Fasaei R., Ronaghi A., Maftoun M., Karimian N., and Soltanpour P.N. 2003. Influence of FeEDDHA on iron-manganese interaction in soybean genotypes in a calcareous soil. Journal of Plant Nutrition, 26: 1815–1823.

10- Ghasemi-Fasaei R. and Ronaghi A. 2008. Interaction of iron with copper, zinc, and manganese in wheat as affected by iron and manganese in a calcareous soil, Journal of Plant Nutrition, 31:5, 839-848.

11- Gee G.W. and Bauder T.W. 1986. Particle-size analysis. Methods of soil analysis, part 1: Physical and mineralogical methods 2nd ed. Agronomy Journal, 9(1) ASA. SSSA. Madison Publisher, Wisconsin, USA.

12- Kaspar T.C. and Ewing R.P. 1977. Root EDGE: Soft ware for measuring root length from desktop scanner images. Agronomy Journal, 89: 932-940.

13- Klute A. 1986. Methods of soil analysis, part 1: Physical and mineralogical methods 2nd ed.ASA. Soil Science Society of America Madison Wisconsin, USA.

14- Krishnasam, R., Jegadeeswari D., Surendran U. and Sudhalakshmi C. 2005. Screening of sorghum (*sorghum bicolor*) genotypes for their iron efficiency, Journal of Agricultural Sciences, 1 (1): 98-100.

15- Lindsay W.L. and Norwell W.A. 1960. Development of a DTPA micronutrient soil test, Agronomy Abstracts, 1969: 84.

16- Marschner H. 1998. Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. Field Crops Research, 56: 203-207.

17- Mclean E.D. 1982. Soil pH and lime measurement. Methods of soil analysis part 2: Chemical and microbial properties. 2nd ed. Agronomy Journal, 9(1). ASA. SSSA. Madison Publisher. Wisconsin. USA.

18- Nye P.H. and Tinker P.B. 1977. Solute movement in the soil-root system. Blackwell Oxford, UK.

Archive of SID

www.SID.ir

19- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., and Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular. Gov. Printing Office Washington D.C., 939:1-19.
20- Richards B.K., Steenhuis T. S., Poverly J.H. and Mcbride M.B. 1998. Metal mobility at and old, heavily loaded sludge application site, Environmental Pollution, 99: 365-377.
21- Walkley A. and Black I.A. 1934. Method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Science, 63:251-263.
22- Welch R.M., Allaway W.H., House W.A. and Kubota J. 1991. Geographic distribution of trace element problems. In: Mortvedt, J.J., F.R. Cox, L.M. Shuman, R.M. Welch. (Eds), Micronutrients in agriculture, 2nd ed. Soil Science Society of America, Madison, WI, 31–57.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 3, Jul.-Agu. 2014, p. 556-564

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۳، ص. ۵۶۴-۵۵۶

Uptake Efficiency of Iron in Different Wheat Varieties

S. Rahemi[1*]- R. Khorassani[2]- A. Halajnia[3]

Received:22-04-2013
Accepted:23-06-2014

Abstract

With due attention to the low availability of iron in calcareous soils and different ability of plant species in iron acquisition, the study and identification of iron-efficient plants is necessary to reduce the use of chemical fertilizers. A greenhouse experiment was conducted to study iron uptake efficiency in different wheat varieties, as a randomized complete blocks design with factorial arrangement. Treatments consisted of three levels of Fe (0, 2 and 6 mg kg^{-1}) and three varieties of wheat (Falat ,Parsi ,Pishtaz) with three replications. The results showed that iron application had no effect on shoot dry weight and iron uptake in Parsi and Pishtaz varieties, but increased those in the Falat variety. The study of influx and root-shoot ratio, which are two important factors in the iron uptake by plant, showed that the Parsi and Pishtaz varieties had higher influx than the Falat variety. In the Parsi variety as well as influx, the root length had an important role in iron uptake efficiency. In the Falat variety with increasing amounts of iron uptake, relative shoot dry weight, influx and root-shoot ratio were increased. Therefore, the Falat variety in comparison to two other varieties was not an iron efficient plant. No response to Fe fertilizer was observed in the Pishtaz and Parsi varieties which indicated some other specific uptake mechanisms were involved at low Fe levels in soil. Finally, the results showed that the Pishtaz and Parsi varieties were more efficient in iron uptake than Falat variety.

Keywords: Fertilizer, Influx, Iron efficiency, Efficient plants, Wheat varieties

Archive of SID

1,2,3- Former MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Ferdowsi university of Mashhad, Respectively
(*-Corresponding Author Email: salime_rahemi@yahoo.com)

www.SID.ir