تأثیر نیتروژن و منگنز بر قابلیت استفاده برخی عناصر غذایی خاک تحت کشت گیاهان مختلف

یحیی پرویزی و عبدالمجید رونقی[۱]

چکیده

به منظور شناخت اثر مصرف نیتروژن و منگنز بر قابلیت استفاده برخی از عناصر غذایی در سه کشت گندم (Triticum aestivum L.)، ذرت (Zea mays L.) و اسفناج (Spinacia oleracea L.)، آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در چارچوب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت آمونیوم نیترات) و سه سطح منگنز (صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به صورت منگنز سولفات) و در چهار تکرار بود. این آزمایش در سه گیاه عمده زراعی و باغی، یعنی ذرت از رقم سینگل کراس ۷۰۴، گندم از رقم فلات و اسفناج از رقم Spinacea s. انجام پذیرفت. پس از هشت هفته، میزان ازت کل خاک و مقدار منگنز، آهن، روی و مس قابل عصاره‌گیری خاک با عصاره‌گیر DTPA اندازه‌گیری شد.

نتایج نشان داد که کاربرد نیتروژن و منگنز به طرز معنی‌داری غلظت منگنز عصاره‌گیری شده خاک را در هر سه کشت افزایش داد، ولی در مقدار ازت کل خاک تأثیر چندانی نداشت. مصرف ازت باعث افزایش مقدار آهن قابل استفاده خاک در کشت ذرت شد. هم‌چنین، کاربرد منگنز غلظت روی و مس قابل عصاره‌گیری خاک با DTPA را در کشت گندم، و مس خاک را در کشت ذرت کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: *نیتروژن، منگنز، گندم، ذرت، اسفناج، عصاره‌گیر* DTPA

---

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

مقدمه

ازت در خاک تحت تأثیر واکنش‌های شیمیایی، بیولوژیک و بیوشیمیایی قرار می‌گیرد. تغییرات ازت در خاک، بر برخی از ویژگی‌های خاک همچون pH و EC اثر می‌کند. هم‌چنین، می‌تواند حلالیت و رسوب عناصر کم‌مصرف را تغییر دهد. افزایش یون آمونیوم در خاک، افزون بر این که جانشین H^+ در سطح کلوییدهای خاک می‌شود، هنگام جذب شدن توسط گیاه نیز، برای حفظ تعادل یونی محلول خاک و گیاه، باعث آزاد شدن هیدروژن از ریشه می‌گردد (٦، ١٥ و ٢١).

ازت در خاک به صورت ازت عنصری، ازت معدنی و ازت آلی است. ازت مولکولی به شکل N_2 در هوای خاک موجود است، که مورد استفاده میکروارگانیسم‌های تثبیت کننده ازت قرار می‌گیرد. ازت معدنی در خاک به اشکال آمونیوم، نیترات و نیتریت است. آمونیوم به صورت تثبیت شده در ساختار رس‌ها و مواد آلی، قابل تبادل، و محلول وجود دارد. نیترات و نیتریت نیز در فاز محلول خاک هستند. عوامل مؤثر در میزان ازت معدنی خاک شامل رطوبت و دمای خاک، پوشش گیاهی، عملیات زراعی و مقدار مواد آلی خاک می‌باشند (١، ٢ و ٢١). شکل دیگر ازت در خاک ازت آلی است، که ٩٠ تا ٩٥ درصد ازت کل خاک را تشکیل می‌دهد، و به اشکال اسیدهای آمینه، قندهای آمینه، بازهای آلی، لیگنین و غیره است (١ و ٤).

منابع تأمین ازت برای گیاه در خاک شامل مواد آلی خاک، بازمانده‌های محصول و کود دامی، ازت موجود در آب باران و آبیاری، تثبیت بیولوژیک (همزیستی و غیر همزیستی) ازت و کودهای شیمیایی می‌باشند. در اثر معدنی شدن ترکیبات ازت طی فرایندهای آمونیاک‌سازی و نیترات‌سازی، ازت محلول خاک افزایش یافته، و بدین وسیله تعادل دیگر واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌یابد (١، ٥ و ٦).

مصرف کودهای شیمیایی از یک سو باعث تغییر در غلظت املاح خاک می‌شود، و از سوی دیگر به علت خاصیت اسیدزدایی و قلیازایی آنها باعث تغییراتی در pH خاک می‌گردد. این تغییرات نیز منجر به رسوب یا انحلال عناصر کم‌مصرف از طریق تأثیر بر واکنش‌های تعادلی آنها در خاک می‌شود (١، ٦ و ٢١).

منگنز در سنتز کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها، احیای نیترات و سولفات، تنفس و فتوسنتز در گیاه نقش فعالی دارد. منگنز به شکل Mn^{2+} قابل استفاده گیاه است (٢ و ١٥). منگنز در خاک تحت فرایندهای فیزیکوشیمیایی مختلف همچون اکسایش و کاهش قرار می‌گیرد، که میزان انحلال یا رسوب آن را تعیین می‌کند. pH خاک، میزان آهک، مقدار مواد آلی، رطوبت خاک و فعالیت میکروبی از جمله عوامل تعیین کننده تحرک یا غیر پویا شدن منگنز می‌باشند. منگنز در خاک به شکل‌های گوناگونی مانند منگنز موجود در ساختمان کانی‌ها، هیدروکسی و اکسیدهای بی‌شکل منگنز، منگنز جذب سطحی شده، تبادلی، آلی، کربناتی و محلول وجود دارد. منگنز افزوده شده به خاک، بسته به شرایط، به یکی از این اشکال در می‌آید. غفاری‌نژاد شهربابکی (٣) در آزمایشی نشان داد که قسمت اعظم منگنز افزوده شده به خاک به شکل‌های کربناتی و تتمه (Residual) در خواهد آمد، و قسمت اندکی از آن وارد فاز تبادلی، آلی و جذب سطحی شده می‌گردد. وی هم‌چنین بیان داشت که مهم‌ترین عوامل مؤثر در توزیع شکل‌های مختلف منگنز در خاک، کربنات کلسیم معادل، درصد رس خاک، و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشند. شکل تتمه منگنز، شکلی از منگنز است که در ساختمان سیلیکاتی کانی‌ها وارد می‌شود. نام برده ترتیب زیر را در مقدار اشکال مختلف منگنز بومی خاک بیان می‌دارد:

جذب سطحی < آلی < تبادلی < کربناتی <<< تتمه

منگنز محلول عمدتاً به شکل Mn^{2+} و کلات منگنز با ترکیبات آلی سبک می‌باشد. واکنش‌های اکسایش و کاهش منگنز می‌تواند تحرک دیگر عناصر غذایی، به ویژه عناصری همچون آهن، روی و مس را تحت تأثیر قرار دهد. این تأثیر بیشتر یک تأثیر منفی است (٢، ٥، ١٤ و ١٥). پتانسیل اکسایش و احیای منگنز در خاک بالا و برابر ٠/٤ ولت است. در شرایط کمبود اکسیژن در خاک، اکسید منگنز به Mn^{2+} کاهش می‌یابد (٥ و ٧).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

در ایران سالیانه مقدار زیادی کود ازته مصرف می‌شود. شناخت تأثیر آن بر ویژگی‌های شیمیایی خاک امر مهمی است که کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. از سوی دیگر، هر ساله به دلیل کشاورزی مکانیزه، و نیز شرایط آب و هوایی و خاک، لزوم استفاده از عناصر کم‌مصرف، همچون منگنز، بیش از پیش مورد توجه قرار می‌گیرد. بنابراین، بایستی اثر احتمالی افزودن این عناصر را بر تحرک و قابلیت استفاده عناصر دیگر غذایی در خاک شناخت. در این پژوهش تأثیر ازت و منگنز مصرفی بر قابلیت استفاده این عناصر و نیز عناصر آهن، روی و مس در خاک، برای سه گیاه گندم، ذرت و اسفناج بررسی گردیده است.

مواد وروش‌ها

پس از گردآوری شماری نمونه از خاک‌های زراعی استان فارس، خاکی که دارای میزان ازت و منگنز قابل استفاده کمتری بود برگزیده شد. خاک مورد نظر از سری چیتگر در شهرستان سروستان، و واقع در ۹ کیلومتری جنوب شرقی نظرآباد بود. نام علمی این خاک در سیستم قدیمی طبقه‌بندی Calcic Brown soil ، و در روش جدید طبقه‌بندی خاک , lomy , Fine carbonatic , thermic , Typic Calcixerepts می‌باشد. مقدار کافی خاک از افق سطحی صفر تا ۲۰ سانتی‌متری برداشته شد. پس از خشک کردن خاک در هوا و گذراندن از الک دو میلی‌متری، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن، مانند بافت خاک به روش هیدرومتر (۱۰)، pH در خمیر اشباع، میزان کربن آلی به روش واکلی و بلاک (۲۰)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (۷)، Mn و دیگر عناصر کم‌مصرف با عصاره‌گیری DTPA و اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی(۱۳)، میزان ازت کل به روش کلدال (۹)، مقدار نیترات خاک به روش کلریمتری (۸)، فسفر خاک به روش اولسن (۱۶)، پتاسیم محلول در استات آمونیوم یک نرمال به روش شعله سنجی(۱۸)، و هدایت الکتریکی عصاره اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی تعیین گردید. نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است.

آزمایش در شرایط گلخانه به صورت فاکتوریل ۲ × ۵ با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل پنج سطح ازت (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، از منبع نیترات آمونیوم) و سه سطح منگنز (صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک، از منبع سولفات آمونیوم) بود.

دو کیلوگرم خاک در کیسه‌های پلاستیکی چهار کیلوگرمی ریخته شد. سپس فسفر و آهن به تمامی کیسه‌ها به ترتیب به میزان ۵۰ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منابع پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات و Fe-EDDHA (Fe-Ethylen diamine di-hydroxy-phenylacetic acid)، بر پایه نتایج آزمون خاک، به صورت محلول به خاک افزوده شد، و پس از رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه، خاک موجود در هر کیسه به خوبی مخلوط شده و به گلدان‌های پلاستیکی سه کیلوگرمی منتقل گردید.

گندم از رقم فلات، ذرت از رقم سینگل کراس۷۰۴، و اسفناج از رقم *Spinacea* s.، به ترتیب به تعداد ۱۴ عدد (در عمق ۱-۲ سانتی‌متری)، شش عدد (در عمق ۲-۳ سانتی‌متری) و هشت عدد (در عمق یک سانتی‌متری) در هر گلدان کاشته شد. دو هفته پس از کاشت، شمار بوتهٔ ذرت و اسفناج در هر گلدان به سه عدد، و گندم به هشت عدد کاهش یافت. دمای گلخانه برای کشت گندم و اسفناج بین ۱۵ تا ۱۸ درجه، و برای ذرت بین ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. طول روز برای گندم و اسفناج، طول روز کوتاه پاییز در نظر گرفته شد، و برای ذرت با نور مصنوعی به ۱۵ تا ۱۶ ساعت در شبانه روز افزایش یافت. در طول دورهٔ رشد، با توزین گلدان‌ها، رطوبت خاک توسط آب مقطر در حدود ظرفیت مزرعه نگهداری شد. پس از گذشت حدود هشت هفته، گیاهان برداشت گردیدند.

پس از خارج کردن خاک گلدان‌ها و جدا کردن ریشه‌ها، خاک در برابر هوا خشک، و پس از خرد کردن کلوخ‌ها و گذراندن از الک دو میلی‌متری، مقدار کافی از خاک برای انجام تجزیه‌های شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. ازت کل خاک به روش کلدال (۹)، و مقادیر منگنز، آهن، روی و مس

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

ویژگی خاک	مقدار
شن (٪)	۳۰
سیلت (٪)	٤٦
رس (٪)	۲٤
بافت خاک	لوم
پ هاش	۷/٦
ماده آلی (٪)	۱/۰
هدایت الکتریکی(دسی‌زیمنس بر متر)	۰/۹
ظرفیت تبادل کاتیونی(سانتی‌مول(+) در کیلوگرم خاک)	۱۰/۱
کربنات کلسیم معادل (٪)	٥٦/٥
ازت کل (٪)	۰/۰۸
فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	٥/٥
پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۲٥۰
نیترات (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۱۲
منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۳/٦
آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۲/۲
روی (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۰/۹٦
مس (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	۰/۸۷

خاک با عصاره‌گیری توسط عصاره‌گیر DTPA (۱۳) و اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی تعیین، و نتایج حاصل به کمک نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت، و میانگین‌های مربوط به اثر تیمارها با آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ازت خاک

نتایج حاصله در جدول ۲ نشان می‌دهد که مصرف ازت در سطح ٤۰۰ میلی‌گرم ازت در کیلوگرم خاک در کشت گندم، ۲۹/۲ درصد ازت خاک را نسبت به شاهد افزایش داده است. در کشت ذرت و اسفناج، تأثیر ازت مصرفی بر افزایش ازت کل خاک معنی‌دار نیست. با کاربرد ٤۰۰ میلی‌گرم ازت در کیلوگرم خاک، مقدار ناچیزی بر درصد ازت کل خاک افزوده شده (حدود ۰/۰۰۸ درصد)، که معنی‌دار نیست. دلیل آن احتمالاً این است که ازت در خاک به سرعت مانور داده و تحت مکانیزم‌هایی نظیر آب‌شویی، جذب و غیره در خاک مصرف می‌شود. هم‌چنین، مشاهده می‌شود که میانگین ازت خاک در کشت ذرت کمتر از دو کشت دیگر است. دلیل احتمالی این امر تولید ماده خشک بیشتر در ذرت است، که نتیجه آن استحصال ازت بیشتری از خاک می‌باشد. کاربرد منگنز و برهمکنش آن با ازت تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد ازت خاک نداشته است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

جدول ۲. تأثیر سطح ازت و منگنز بر مقدار ازت کل خاک در سه کشت ذرت، گندم و اسفناج

سطح منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	سطح ازت (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)					
	صفر	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	میانگین
	مقدار ازت کل خاک (درصد)					
			ذرت			
۰	۰/۰۷۴^{bc}	۰/۰۷۲^{bc}	۰/۰۸۲^{abc}	۰/۰۸۴^{abc}	۰/۰۸۴^{abc}	۰/۰۷۶^{A}
۱۵	۰/۰۸۲^{abc}	۰/۰۸۰^{abc}	۰/۰۸۷^{abc}	۰/۰۷۷^{abc}	۰/۰۹۱^{abc}	۰/۰۸۳^{A}
۳۰	۰/۰۹۲^{ab}	۰/۰۸۵^{abc}	۰/۰۷۱^{c}	۰/۰۸۹^{abc}	۰/۰۹۷^{a}	۰/۰۸۷^{A}
میانگین	۰/۰۸۳^{AB}	۰/۰۷۹^{B}	۰/۰۸۰^{AB}	۰/۰۸۳^{AB}	۰/۰۶۱^{A}	---
			گندم			
۰	۰/۰۸۳^{bcd}	۰/۰۸۹^{bcd}	۰/۰۹۰^{bcd}	۰/۰۷۸^{cd}	۰/۰۹۴^{bcd}	۰/۰۸۷^{A}
۱۵	۰/۰۸۹^{bcd}	۰/۰۹۰^{bcd}	۰/۰۸۵^{bcd}	۰/۰۹۸^{abc}	۰/۱۰۴^{ab}	۰/۰۹۳^{A}
۳۰	۰/۰۷۱^{d}	۰/۰۷۷^{cd}	۰/۰۸۶^{bcd}	۰/۰۸۸^{bcd}	۰/۱۲۰^{a}	۰/۰۸۸^{A}
میانگین	۰/۰۸۱^{B}	۰/۰۸۶^{B}	۰/۰۸۷^{B}	۰/۰۸۸^{B}	۰/۱۰۶^{A}	---
			اسفناج			
۰	۰/۰۸۶^{b}	۰/۰۸۵^{b}	۰/۰۷۸^{b}	۰/۰۸۴^{b}	۰/۰۹۴^{b}	۰/۰۸۵^{A}
۱۵	۰/۰۹۱^{b}	۰/۰۷۶^{b}	۰/۱۷۶^{a}	۰/۰۹۹^{b}	۰/۰۹۵^{b}	۰/۱۰۷^{A}
۳۰	۰/۰۸۵^{b}	۰/۰۷۸^{b}	۰/۰۸۵^{b}	۰/۰۸۳^{b}	۰/۱۰۲^{b}	۰/۰۸۷^{A}
میانگین	۰/۰۸۷^{A}	۰/۰۸۰^{A}	۰/۱۱۳^{A}	۰/۰۸۹^{A}	۰/۰۹۷^{A}	---

در هر گیاه، تفاوت میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ یا کوچک مشترک می‌باشند با آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست.

منگنز خاک

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که کاربرد ازت میزان منگنز عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیر DTPA را در هر سه کشت به‌طور معنی‌داری افزایش داده است. به عنوان مثال، کاربرد ۴۰۰ میلی‌گرم ازت در هر کیلوگرم خاک میزان منگنز عصاره‌گیری شده را در کشت گندم، ذرت و اسفناج به ترتیب ۲۲/۱، ۱۹/۲ و ۱۶/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. این امر می‌تواند ناشی از افزایش گسترش ریشه و ترشحات آن در اثر مصرف ازت، و تشدید فعالیت‌های ریزوسفری و فعالیت‌های موجودات ذره‌بینی خاک باشد، که حلالیت منگنز را زیاد می‌کند (۱۷، ۱۹ و ۲۱). به دلیل مقدار زیاد آهک در خاک مورد آزمایش، خاصیت تامپونی آن زیاد بوده، در نتیجه نیتریفیکاسیون

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

جدول ۳. تأثیر ازت و منگنز بر مقدار منگنز عصاره‌گیری شده خاک با عصاره‌گیر DTPA در سه کشت ذرت، گندم و اسفناج

سطح منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	سطح ازت (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)					
	صفر	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	میانگین
	غلظت منگنز خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم‌خاک)					
	ذرت					
۰	$۳/۷۲^{g}$	$۳/۹۸^{fg}$	$۴/۳۸^{efg}$	$۴/۴۳^{defg}$	$۴/۷۵^{cdef}$	$۴/۲۵^{C}$
۱۵	$۵/۰۹^{cde}$	$۵/۰۹^{cde}$	$۵/۰۰^{cde}$	$۵/۰۸^{cde}$	$۵/۲۸^{bc}$	$۵/۱۵^{B}$
۳۰	$۵/۳۸^{bcd}$	$۵/۳۸^{bcd}$	$۵/۵۵^{cd}$	$۶/۱۵^{ab}$	$۶/۵۶^{a}$	$۵/۸۰A$
میانگین	$۴/۷۲^{B}$	$۴/۸۲^{B}$	$۴/۹۸^{B}$	$۵/۲۲^{AB}$	$۵/۵۹^{A}$	---
	گندم					
۰	$۳/۵۳^{e}$	$۳/۷۵^{de}$	$۳/۶۷^{de}$	$۴/۰۹^{cde}$	$۴/۳۱^{cde}$	$۴/۸۷^{C}$
۱۵	$۴/۴۹^{bcd}$	$۴/۳۹^{bcd}$	$۴/۱۹^{cde}$	$۴/۹۱^{bc}$	$۵/۲۴^{ab}$	$۴/۶۴^{B}$
۳۰	$۴/۶۴^{bc}$	$۴/۵۲^{bcd}$	$۴/۷۷^{bc}$	$۵/۲۵^{ab}$	$۵/۸۸^{a}$	$۵/۵^{A}$
میانگین	$۴/۲۲^{B}$	$۴/۲۲^{B}$	$۴/۲۱^{B}$	$۴/۷۵^{A}$	$۵/۱۴^{A}$	---
	اسفناج					
۰	$۴/۳۱^{e}$	$۴/۳۹^{e}$	$۴/۵۵^{de}$	$۴/۸۴^{cde}$	$۴/۵۳^{de}$	$۴/۵۲^{B}$
۱۵	$۴/۷۸^{cde}$	$۵/۴۴^{abcd}$	$۴/۷۴^{cde}$	$۵/۸۷^{ab}$	$۵/۶۳^{abc}$	$۵/۲۹^{A}$
۳۰	$۴/۸۴^{cde}$	$۵/۱۶^{bcde}$	$۶/۴^{a}$	$۵/۶۳^{abc}$	$۶/۰۹^{ab}$	$۵/۶۲^{A}$
میانگین	$۴/۶۴^{B}$	$۴/۹۹^{AB}$	$۵/۲۳^{A}$	$۵/۴۶^{A}$	$۵/۴۱^{A}$	---

در هر گیاه، تفاوت میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ یا کوچک مشترک می‌باشند با آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست.

آمونیوم نمی‌تواند برpH خاک تأثیر گذاشته و حلالیت و قابلیت استفاده عناصر غذایی را تغییر دهد.

استعمال منگنز به طور معنی‌داری مقدار منگنز عصاره‌گیری شده با دی تی پی ا را در هر سه کشت افزایش داده است (جدول ۳). حداکثر مقدار منگنز خاک در کشت گندم و ذرت، در سطوح ۴۰۰ میلی‌گرم ازت و ۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک حاصل شده است، که به ترتیب افزایشی برابر ۷۶/۱ و ۶۷/۱ درصد را نسبت به شاهد در پی داشته است. هم‌چنین، حداکثر غلظت منگنز در خاک در کشت اسفناج، در سطوح ۱۰۰ میلی‌گرم ازت و ۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک حاصل شد، و افزایشی برابر ۴۹ درصد را نسبت به شاهد سبب شده است. شایان ذکر است که تأثیر سطوح منگنز در افزایش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

مقدار منگنز عصاره‌گیری شده در سطوح بالای ازت تشدید شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش در مقدار منگنز عصاره‌گیری شده در خاک به تناسب مصرف منگنز نبوده است. به عنوان مثال، مصرف ۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک مقدار متوسط منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA را حداکثر در کشت گندم، ذرت و اسفناج به ترتیب ۲/۲، ۱/٦ و ۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بهبود بخشیده است. این امر می‌تواند به دلیل آهک زیاد خاک باشد، که باعث می‌شود منگنز افزوده شده به شکل کربناتی رسوب نماید (۳). هم‌چنین، تأثیر آهک در کشت‌های گوناگون، خود می‌تواند موضوع پژوهش جداگانه‌ای باشد.

سلیمان و همکاران (۱۹) دریافتند که با مصرف ٤۰۰ میلی‌گرم ازت و ٦ گرم گوگرد در کیلوگرم خاک، غلظت فسفر و نیز منگنز، آهن و روی قابل عصاره‌گیری در خاک با DTPA به حداکثر رسید. پولیانسکایا و آرناتورا (۱۷) نشان دادند که با کاربرد ازت در کشت گندم و ذرت، میزان منگنز قابل عصاره‌گیری خاک افزایش یافت. آنان دلیل این امر را به افزایش فعالیت میکروبی خاک و کاهش pH خاک در اثر مصرف کود ازته نسبت می‌دهند. یانایی و همکاران (۲۱) گزارش کردند که در پی کاربرد ازت در خاک، غلظت یون‌هایی مانند کلسیم، منیزیم، پتاسیم، نیترات، منگنز، آهن و روی در محلول خاک، و EC خاک افزایش، ولی غلظت فسفر کاهش یافته است. آنها مشاهده کردند که با کشت ذرت در خاک مورد نظر، غلظت بیشتر یون‌های غذایی به مرور کم شد، و به این نتیجه رسیدند که ازت با سرعت بخشیدن به رشد ریشه، قدرت جذب عناصر را در آن افزایش می‌دهد.

غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۱) گزارش کردند که با افزودن منگنز به خاک، مقدار منگنز قابل استفاده خاک افزایش یافته است. آنان نشان دادند که مهم‌ترین ویژگی خاک که در میزان منگنز قابل استفاده در خاک تأثیر دارد، ظرفیت تبادل کاتیونی، و نیز کربنات کلسیم معادل خاک می‌باشد. کریمیان و غلامعلی‌زاده آهنگر (۱۲) گزارش دادند که بین منگنز نگهداری شده در خاک و ویژگی‌های خاک نظیر ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان مواد آلی خاک و کربنات کلسیم معادل رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. آنها دلیل عدم افزایش منگنز قابل عصاره‌گیری خاک به تناسب منگنز مصرفی را، pH بالای خاک و وجود مقدار زیادآهک در خاک می‌دانند، که باعث می‌شود منگنز افزوده شده به خاک به شکل منگنز کربناتی رسوب نموده و از دسترس خارج شود.

آهن خاک

با مصرف ازت، میزان آهن عصاره‌گیری شده با DTPA در کشت ذرت افزایش معنی‌داری داشت (جدول ٤). حداکثر غلظت آهن در این کشت در سطوح صفر میلی‌گرم منگنز و ۵۰ میلی‌گرم ازت در کیلوگرم خاک به دست آمد، که افزایشی برابر ۲۰ درصد را نسبت به شاهد در پی داشت. دلیل این امر می‌تواند تأثیر ازت در افزایش حجم و ترشحات ریشه، از قبیل مواد احیا کننده و اسیدهای عالی باشد، که باعث انحلال آهن غیر محلول خاک می‌شود. در ذرت حجم و ترشحات ریشه و نیز فعالیت ریزوسفری بسیار شدیدتر کاربرد ازت در کشت گندم و اسفناج تأثیر معنی‌داری در افزایش آهن خاک نداشته است (جدول ضمیمه ۱). یانایی و همکاران (۲۱) بر این باورند که با مصرف ازت مقدار آهن عصاره‌گیری شده با DTPA در خاک افزایش می‌یابد. نتایج این آزمایش در جداول ٤ و ضمیمه ۱ نشان می‌دهد مصرف منگنز تأثیر معنی‌داری در مقدار آهن قابل عصاره‌گیری خاک با DTPA در هر سه کشت ندارد. هم‌چنین، برهمکنش ازت و منگنز نیز در مقدار آهن خاک معنی‌دار نیست.

روی و مس خاک

کاربرد ازت تأثیر معنی‌داری بر مقدار مس و روی قابل عصاره‌گیری خاک با DTPA نداشت. مصرف منگنز، به‌ویژه در کشت گندم و ذرت، مقدار مس قابل استفاده خاک را به طور معنی‌داری کاهش داده است (شکل‌های ۱ و ۲)، هم‌چنین،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

جدول ٤. تأثیر ازت و منگنز بر مقدار آهن عصاره‌گیری شده خاک با عصاره‌گیر DTPA در سه کشت ذرت، گندم و اسفناج

سطح منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	سطح ازت (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)					
	صفر	٥٠	١٠٠	٢٠٠	٤٠٠	میانگین
	غلظت آهن خاک(میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)					
			ذرت			
٠	٥/٩٢^{abc}	٦/٦٢^{abc}	٧/٠٦^{a}	٦/٢٢^{abc}	٥/٦٠^{c}	٦/٢٨^{A}
١٥	٥/٨٩^{abc}	٦/٨٣^{ab}	٥/٩٩^{abc}	٥/٥٦^{c}	٦/٤٢^{abc}	٦/١٤^{A}
٣٠	٥/٦٨^{bc}	٦/٨١^{ab}	٦/٣٨^{abc}	٦/٦٤^{abc}	٦/٣٣^{abc}	٦/٣٧^{A}
میانگین	٥/٨٣^{B}	٦/٧٥^{A}	٦/٤٨^{A}	٦/١١^{AB}	٦/١٢^{AB}	---
			گندم			
٠	٦/٦٩^{a}	٦/٧٢^{a}	٦/٢٥^{a}	٧/١٩^{a}	٦/٩٩^{a}	٦/٧٧^{A}
١٥	٧/٠٣^{a}	٧/٩٢^{a}	٦/٢٠^{a}	٦/٨٩^{a}	٦/٣١^{a}	٧/٠٤^{A}
٣٠	٧/٤٢^{a}	٦/٧٢^{a}	٧/١٩^{a}	٥/٤٢^{a}	٧/١٢^{a}	٦/٥٧^{A}
میانگین	٧/٠٥^{A}	٧/١٢^{A}	٦/٤٩^{A}	٦/٤٠^{A}	٦/٨١^{A}	---
			اسفناج			
٠	٦/٧٤^{ab}	٦/٧٧^{ab}	٦/٣٦^{ab}	٧/٢٩^{a}	٦/٧٢^{ab}	٦/٧٩^{A}
١٥	٧/٥٤^{a}	٧/٥٧^{a}	٦/٨٦^{ab}	٥/٤٨^{b}	٦/٩٥^{ab}	٦/٨٨^{A}
٣٠	٦/٧٩^{ab}	٦/٣٣^{ab}	٧/١٦^{a}	٦/٢٧^{ab}	٦/٣١^{ab}	٦/٥٧^{A}
میانگین	٧/٠٦^{A}	٦/٨٩^{A}	٦/٧٩^{A}	٦/٣٥^{A}	٦/٦٦^{A}	---

در هر گیاه، تفاوت میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ یا کوچک مشترک می‌باشند با آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست.

مصرف منگنز باعث کاهش معنی‌دار در مقدار روی قابل استفاده خاک در کشت گندم گردید (جدول ضمیمه ۱). به عنوان مثال، مصرف ۳۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم خاک، مقدار مس و روی قابل عصاره‌گیری خاک را در کشت گندم به ترتیب از ۳/۲ و ۰/۷۹ در تیمار شاهد به ۲/۸ و ۰/۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک رسانیده است (شکل۲). تأثیر برهمکنش ازت و منگنز بر مقدار مس خاک نیز در کشت گندم معنی‌دار می‌باشد (جدول ضمیمه ۱). تأثیر کاربرد منگنز در کاهش مس و روی قابل عصاره‌گیری خاک در منابع دیگر اشاره نشده است، و دلیل آن به خوبی روشن نیست. این کاهش، به خصوص در کشت گندم و ذرت، به خوبی معنی‌دار است. مسلماً روشن نمودن دلیل این تأثیرها مستلزم آزمایش‌های جداگانه‌ای به صورت

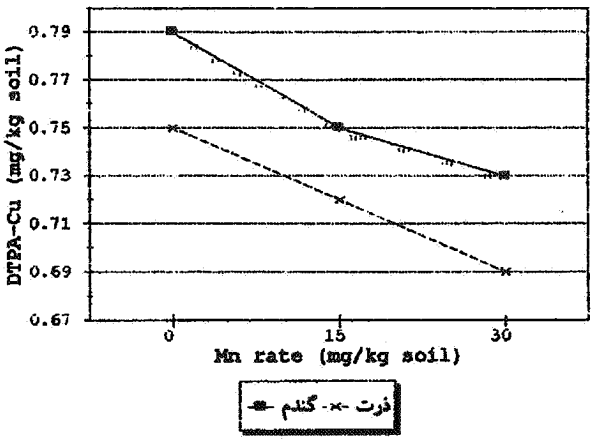
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

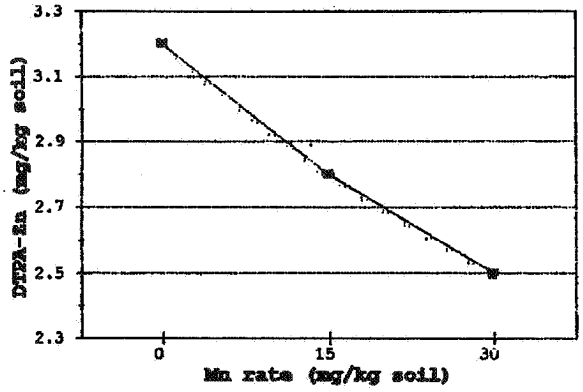
جدول ضمیمه ۱. تجزیه واریانس پاسخ‌های خاک و گیاه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ازت خاک	غلظت منگنز	غلظت آهن	غلظت روی	غلظت مس	خوشه‌دهی	پنجه‌دهی
				ذرت				
ازت	٤	۰/۰۰۰۲۵^{ns}	۱/٤٥**	۱/٥۲٥*	۰/٥٥۹^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}		
منگنز	۲	۰/۰۰۰٥^{ns}	۱۲/۰۸۲**	۰/۲۷۲^{ns}	۰/۳۷٥^{ns}	۰/۰۰۳٥*		
ازت و منگنز	۸	۰/۰۰۰۲٥^{ns}	۰/۲۲۳^{ns}	۰/۷٦۰^{ns}	۰/٦۸۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}		
خطا	٤٥	۰/۰۰۰۱٦	۰/۳٤	۰/٥۱۰	۰/٤٦۳	۰/۰۰۱		
				گندم				
ازت	٤	۰/۰۰٤**	۲/۱٦۱**	۱/۰٥۸^{ns}	۰/۱۳۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۲/۷۹۲**	۱۱۰/۱۹۲**
منگنز	۲	۰/۰۰۰۱^{ns}	٦/۷۷۳**	۱/۰۷۷^{ns}	۲/۰۳۱**	۰/۰۱۷**	۱/۰۱۷*	۱٦/۰۱۷**
ازت و منگنز	۸	۰/۰۰۰۳۸^{ns}	۰/۱۱۳^{ns}	۱/٦٥۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۰٤**	۰/۰۱۷^{ns}	۱۱/٤٥٤**
خطا	٤٥	۰/۰۰۰۲٤	۰/۲۷٥	۲/۲۱٤	۰/۱۹۲	۰/۰۱	۰/۲٥	۲/۱٦۷
				اسفناج				
ازت	٤	۰/۰۰۲^{ns}	۱/۳۳٦*	۰/۸٦۱^{ns}	۰/۳۷٥^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}		
منگنز	۲	۰/۰۰۳^{ns}	٦/۳۷٥**	۰/٥۰۸^{ns}	۰/۱۸٦^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}		
ازت و منگنز	۸	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۷٥٦^{ns}	۱/٥۹^{ns}	۰/۲۷۸^{ns}	۰/۰۰٥**		
خطا	٤٥	۰/۰۰۲	۰/۳۹۸	۰/۸٥۹	۰/۱۸۳	۰/۰۰۱		

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و غیرمعنی‌دار



شکل ۱. تأثیر منگنز بر مقدار مس عصاره‌گیری شده از خاک در کشت گندم و ذرت



شکل ۲. تأثیر منگنز بر مقدار روی عصاره‌گیری شده از خاک در کشت گندم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

انکوباسیون در آزمایشگاه و کشت گلخانه‌ای می‌باشد.

نتیجه‌گیری

۱. تأثیر ازت و منگنز مصرفی در فاکتورهای خاکی اندازه‌گیری شده، بسته به نوع گیاه کشت شده تا اندازه‌ای متفاوت است، که می‌تواند معلول ویژگی‌های ریشه هر گیاه همچون میزان حجم ریشه و ترشحات مواد مختلف از آنها در ناحیه ریزوسفر ریشه باشد. در این آزمایش کشت گندم و ذرت تأثیر منگنز و ازت مصرفی را تشدید کرده‌اند. دلیل این امر احتمالاً توانایی بیشتر آنها در تولید مواد احیا کننده از ریشه و حجم بیشتر ریشه‌های آنها است.

۲. تیمارهای ازت و منگنز در هر سه کشت تأثیر معنی‌داری در درصد ازت کل خاک نداشته‌اند. در کشت ذرت، به دلیل استحصال بیشتر ازت از خاک، میانگین مقدار ازت کل خاک در پایان کمتر از دو کشت دیگر است. دلیل آن احتمالاً رشد بیشتر و تولید ماده خشک بیشتر می‌باشد، که مستلزم جذب ازت بیشتری از خاک است.

۳. تیمار ازت و منگنز باعث افزایش معنی‌داری در مقدار منگنز خاک در هر سه کشت شده است. از سوی دیگر، کاربرد منگنز خود مستقیماً باعث افزایش منگنز قابل عصاره‌گیری خاک می‌شود. ضمناً، برهمکنش میزان آهک و نوع کشت در قابلیت استفاده منگنز خاک، خود می‌تواند موضوع پژوهش جداگانه‌ای باشد.

٤. مصرف ازت مقدار آهن قابل عصاره‌گیری خاک با DTPA را در کشت ذرت افزایش داد. ولی در کشت‌های گندم و اسفناج تأثیر نداشت.

۵. کاربرد ازت تأثیر معنی‌داری در مقدار روی و مس قابل عصاره‌گیری خاک با عصاره‌گیر DTPA نداشت. ولی مصرف منگنز در کشت گندم باعث کاهش مقادیر روی و مس قابل عصاره‌گیری خاک شد. دلیل این امر روشن نیست، و خود سرفصل موضوع پژوهشی دیگری در این زمینه است.

٦. چنانچه نتایج حاصل از این پژوهش در شرایط مزرعه نیز بررسی و تأیید گردد، می‌تواند توصیه کودی مناسبی برای مصرف ازت و منگنز نمود.

منابع مورد استفاده

۱. سالاردینی، ع. ا. ۱۳٦٦. *حاصلخیزی خاک*. انتشارات دانشگاه تهران.

۲. سالاردینی، ع. ا. و م. مجتهدی (مترجمان). ۱۳٦۷. *اصول تغذیه گیاه*. جلد دوم. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

۳. غفاری‌نژاد شهربابکی، س. ع. ۱۳۷۷. توزیع شکل‌های مختلف شیمیایی منگنز در خاک‌های آهکی استان فارس و رابطه آنها با رشد سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

٤. کوچکی، ع. ، م. حسینی و ح. ر. خزایی (مترجمان). ۱۳۷٦. *بوم‌شناسی خاک*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۵. مجللی، ح. (مترجم). ۱۳۷۳. *شیمی خاک*. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

٦. ملکوتی، م. ج. و م. نفیسی(مترجمان). ۱۳۷۳. *مصرف کود در اراضی دیم و فاریاب*. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

7. Alison, L. E. and C. D. Moodi. 1965. Carbonate. PP. 1379-1396. *In*: C. A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Monograph No. 9, Am. Soc. Agron. , Madison, WI.

8. Bremner, J. M. 1965. Inorganic forms of nitrogen. PP. 1179-1232. *In*: C. A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Monograph No. 9, Am. Soc. Agron. , Madison, WI.

9. Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. PP. 1148-1158. *In*: C. A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Monograph No. 9, Am. Soc. Agron. , Madison, WI.

10. Day, P. R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis. PP. 545-565. *In*: C. A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1, Monograph No. 9, Am. Soc. Agron. , Madison, WI.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]

11. Gholamalizadeh Ahangar, A. , N. Karimian and A. Abtahi. 1995. Growth and manganese uptake by soybean in highly calcareous soil as affected by nine different extractants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29: 1441-1454.
12. Karimian, N. and A. Gholamalizadeh Ahangar. 1998. Manganese retention by selected calcareous soils as related to soil properties. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29: 1061-1070.
13. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
14. Magomedaliev, Z. G. and M. A. Babaeva. 1990. Effect of manganese fertilizer on changes in mineral nutrients and maize yield and quality on irrigated chestnut soil. Agrokhimiya 10: 98-102
15. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
16. Olsen, S. R. , C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U. S. D. A. Circ. 939, U. S. Gover. , Prin. Office, Washington, DC.
17. Polyanskaya, N. and N. I. Arnautora. 1980. Effect of long-term application of mineral fertilizers on Mn contents in soil and plants. Agrokhimiya 2: 82-88.
18. Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Importance of Saline and Alkali Soil. U. S. D. A. Handbook No. 60, Washington, DC.
19. Soliman, M. F. , S. F. Kostandi and M. L. Beusichem. 1992. The influence of sulfur and nitrogen fertilizer on the uptake of iron, manganese and zinc by corn plant growth in calcareous soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 23: 1289-1300.
20. Walkley, A. and T. A. Black. 1934. An examination of the deligaref method for determining organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
21. Yanai, J. , D. J. Lineham, D. Babaeva, I. M. Young, C. A. Hackett, K. Kyuman and T. Kosaki. 1996. Effect of inorganic nitrogen application on the dynamics of the soil solution composition in the root zone. Plant Soil. 180: 1-9.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.1.20.2]