

اثر زئولیت غنی شده با آمونیم بر خصوصیات رشدی گیاه گندم و کارایی مصرف آب در دو نوع بافت خاک

نرگس محراب^{1*}، مصطفی چرم²، سعید حجتی³

¹- نویسنده مسوول: دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (narges_mehrab@yahoo.com)

²- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

³- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: 1392/08/05

تاریخ دریافت: 1391/11/08

چکیده

به منظور بررسی تأثیر زئولیت غنی شده با آمونیم و دو نوع بافت خاک بر خصوصیات رشدی گیاه گندم و کارایی مصرف آب، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشگاه شهید چمران اهواز، در پاییز 1390 اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل 5 درصد و 10 درصد زئولیت خام، 5 درصد و 10 درصد زئولیت غنی شده با آمونیم، تیمار کود شیمیایی (100 کیلوگرم در هکتار) و بافت خاک شامل لوم رسی و لوم شنی بودند. نتایج نشان داد که بافت خاک بر تمام فاکتورهای خصوصیات رشدی گندم و همچنین کارایی مصرف آب در سطح یک درصد اثر معنی داری داشت. درصد نیتروژن گیاه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در خاک لوم شنی نسبت به لوم رسی بالاتر بود. کارایی مصرف آب در بافت لوم رسی بیشتر از لوم شنی اندازه گیری شد. هیچ یک از تیمارهای زئولیتی بر کارایی مصرف آب اثر معنی داری نداشتند. بالاترین درصد نیتروژن گیاه در تیمار کود شیمیایی و 10 درصد زئولیت غنی شده با آمونیم و بالاترین عملکرد دانه در تیمار 10 درصد زئولیت غنی شده با آمونیم مشاهده شد. بیشترین میزان C/N در تیمار 10 درصد زئولیت خام و در بافت لوم شنی اندازه گیری شد. بنابراین با کاربرد بیشتر زئولیت غنی شده با آمونیم و با مصرف کمتر کود شیمیایی، می توان خصوصیات رشدی گیاه گندم را بهبود داد و از این طریق علاوه بر صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی، به کاهش آلودگی های محیط زیست کمک کرد.

واژه های کلیدی: گندم، زئولیت غنی شده با آمونیم، بافت خاک، خصوصیات رشدی، کارایی مصرف آب.

مقدمه

کاربرد سالانه آنها ضروری نیست؛ اما اثر مثبت این مینرالها روی افزایش بهره وری گیاهان تا چند سال آشکار است (آذریور و همکاران¹، 2011). زئولیتها استفاده از مواد غذایی را بهبود می دهند. این عمل از طریق افزایش در دسترس بودن فسفر از سنگ فسفات، بهبود استفاده از $N-NH_4^+$ و $N-NO_3^-$ ، کاهش تلفات

افزایش روزافزون نیاز غذایی مردم در اثر رشد سریع جمعیت، ایجاب می کند که میزان تولید محصولات کشاورزی افزایش یابد. مطالعات انجام شده در قرن گذشته نشان داده است که استفاده از زئولیت مخصوصاً به صورت غنی شده، منجر به افزایش بهره وری محصولات مختلف کشاورزی می شود و دارای اثرات ثانویه است به طوری که بر خلاف کودهای معدنی

محراب و همکاران: اثر زئولیت غنی شده با آمونیم...

مولکولی عمل می کنند و قابلیت تبادل کاتیونی مناسب دارند و از طرفی دارای جذب انتخابی یون آمونیم هستند که در حفرات و کانال های زئولیت ها قرار می گیرد ولی اندازه این حفرات و کانال ها به گونه ای است که مانع از ورود باکتری های نیتریفیکاسیون کننده به داخل ساختمان زئولیت ها می شود، بنابراین در حضور زئولیت ها در خاک نرخ تبدیل آمونیم به نترات کاهش پیدا می کند و این موجب کاهش شستشوی نیتروژن می گردد (مامپتون⁸، 1999).

تولید دانه به صورت مؤثری تحت تأثیر آمونیوم و نترات است (سیلبریا و لیز،⁹ 1992). مطالعات نشان داده است که تعداد جوانه ها با غلظت نیتروژن و نسبت $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ مواد غذایی داده شده به گیاه افزایش می یابد. وزن متوسط دانه و تعداد دانه ها در هر گیاه همبستگی منفی با نسبت $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ مواد غذایی داده شده به گیاه دارد (سیلبریا و لیز، 1992). به عنوان نمونه کاسی و همکاران¹⁰ (2002) بیان کردند که گیاهانی که غلظت NH_4^+ بیشتری دریافت کرده اند، ذخیره کربوهیدرات بیشتری برای جوانه ها دارند. از طرف دیگر گیاهان تغذیه شده با نترات کربوهیدرات ها را در تولید دانه مصرف می کنند. به کارگیری زئولیت همراه با سطوح مختلف نیتروژن، علاوه بر تولید عملکرد بالاتر که ناشی از تأثیر غیر مستقیم این ماده طبیعی از طریق افزایش حفظ و نگهداری برخی عناصر غذایی در محیط ریشه است، مانع از افزایش غلظت نترات در نمونه های زه آب می شود. هر چند با به کاربردن زئولیت از غلظت نیتروژن در توده گیاهی کاسته می شود؛ اما این کاهش باعث افت عملکرد نمی گردد (غلامحسینی و همکاران، 1388).

گول و همکاران¹¹ (2005) اثر نسبت های متفاوت

پرلیت و زئولیت خام را در بستر هیدروپونیک کاهو

آبشویی کاتیون های تبدالی بویژه پتاسیم حاصل می گردد (آذرپور و همکاران، 2011). زئولیت ها همچنین به عنوان کود کندرها استفاده می شود (بارباریک و همکاران¹، 1990).

زئولیت ها کانی های طبیعی و آلومینوسیلیکاته با بار منفی هستند. مهم ترین ویژگی زئولیت ها ظرفیت تبادل کاتیونی آنها می باشد. این تبادل به طور عمده با آمونیوم و پتاسیم محیط انجام می گیرد و بار منفی ساختار با کاتیون های محیط خنثی می گردد (ایتو و اراکی²، 1987؛ دیکسون و وید³، 1989؛ سیمس⁴، 1983)؛ همچنین زئولیت ها دارای تخلخل بالا برای انتشار گاز و ورود و خروج مایعات بخصوص آب می باشد. به کارگیری ترکیباتی با خصوصیات زئولیت ها از طریق جلوگیری از هدر روی عناصر غذایی باعث افزایش کارایی کودها می گردد و در نهایت موجب بهبود رشد گیاه می شود (پولات و همکاران⁵، 2004).

مطابق با یافته های لیگو⁶ (2000)، با توجه به میل بالای زئولیت ها برای مواد مغذی، این کانی ها ممکن است برای بهبود عملکرد گیاهی به عنوان واسطه عمل کنند. مخلوط زئولیت و کود نیز تا بحال اثرات مثبتی بر روی کاهو و گوجه فرنگی داشته است. زئولیت ها کانی های پر منفذ با ظرفیت تبادل کاتیونی بالا هستند که می توانند به کنترل رهاسازی مواد غذایی در سیستم های کشاورزی کمک کند. زئولیت ها همچنین می توانند استفاده از مواد غذایی محلول در خاک را برای گیاهان آسان تر کنند و ممکن است حاصل خیزی و نگهداشت آب را بهبود بخشند. به دلیل رایج بودن زئولیتها آنها می توانند در مقیاس بزرگ در کشاورزی مفید باشند (ابرل⁷، 2002). زئولیت ها با ساختمان کریستالی خود مانند غربال

1- Barbarick *et al.*

2- Ito and Araki

3- Dixon and Weed

4- Semmens

5- Polat *et al.*

6- Leggo

7- Eberl

8- Mumpton

9- Silberbuh and Lips

10- Cossey *et al.*

11- Gul *et al.*

برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی را افزایش می‌دهد (سامیرونوف⁴، 1998). کلینوپتیلولیت فراوان‌ترین نوع زئولیت طبیعی می‌باشد (کازمیان⁵، 2000). با توجه به این ویژگی‌ها به نظر می‌رسد زئولیت پتانسیل خوبی برای استفاده در بستر کشت در بر داشته باشد؛ بنابراین در این تحقیق اثر زئولیت خام و زئولیت غنی‌شده با آمونیوم در عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم و همچنین کارایی مصرف آب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها بر روی دو نوع بافت خاک نسبتاً سنگین (لوم رسی) و نسبتاً سبک (لوم شنی) انجام شد. برخی از خصوصیات خاک اندازه‌گیری شده در جدول (1) آمده است. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در 3 تکرار در کشت گلخانه‌ای گندم انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل زئولیت خام در مقادیر 5 درصد و 10 درصد، زئولیت غنی‌شده با آمونیوم در مقادیر 5 درصد و 10 درصد و همچنین تیمار بدون استفاده از زئولیت (کود شیمیایی 100 کیلوگرم در هکتار) و تیمارهای بافت خاک شامل دو نوع بافت خاک لوم رسی و لوم شنی بودند. تیمارهای زئولیتی به‌صورت درصد وزنی در خاک مورد استفاده قرار گرفت. قبل از شروع کار گلخانه‌ای، زئولیت غنی‌شده با آمونیوم تهیه شد. بدین منظور از محلول 1 مولار کلرور آمونیوم استفاده گردید. پس از افزودن کلرور آمونیوم به زئولیت و پس از گذشت یک شبانه روز ترکیب ایجاد شده بهم زده و سانتریفیوژ گردید و محلول رویی دور ریخته شد. سه مرتبه این عمل انجام شد و در نهایت شستشو با آب مقطر جهت رفع نمک‌های اضافه صورت گرفت و زئولیت غنی‌شده با آمونیوم خشک و آماده گردید (پارک و همکاران، 1995؛ پارک و کمارننی⁶، 1998). این تیمارهای کودی قبل از کشت گندم در

مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که وزن تولیدی کاهو در بستر زئولیت بیشتر از پرلیت است و با افزایش نسبت زئولیت در بستر کشت، افزایش بیشتری می‌یابد. این محققان افزایش وزن را به افزایش جذب و کاهش مقدار آبشویی عناصر در اثر وجود زئولیت نسبت دادند. لوین¹ (1999) برای رشد گیاه در پروژه‌های فضایی از بستر زئولیت برای گیاه گندم استفاده کردند، به طوری که زئولیت با عناصر ضروری برای رشد گیاه غنی‌شده بود و در طی رشد فقط آب دیونیزه شده به گیاه داده می‌شد. نتایج نشان داد که گندم‌هایی که در بستر زئولیت رشد کرده بودند، نسبت به بستر پیت و ورمی‌کولایت دوره رشد رویشی طولانی‌تری داشتند که منجر به تولید مداوم پنجه‌های جدید شد. مراویک و همکاران² (2005) هشت بستر متفاوت را برای بررسی تأثیر زئولیت بر عملکرد فلفل و گوجه فرنگی آزمایش کردند. بسترها شامل دو نوع پیت، کمپوست، مخلوطی از کمپوست و پیت و مخلوطی از کمپوست و زئولیت غنی‌شده با آمونیوم و کلسیم بودند. نتایج نشان دادند که بالاترین کیفیت دانه‌ها با استفاده از مخلوط بسترهایی مثل پیت و کمپوست به نسبت (2:3) و پیت و زئولیت غنی‌شده به نسبت (1:3) بدست آمد.

تنش‌های محیطی از طریق ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه‌ها، تعداد دانه در خورجین را تحت تأثیر قرار می‌دهد (مندهام و سالیزباری³، 1995). جهت کاهش تنش‌های رطوبتی از زئولیت‌ها در بهره‌وری از آب، با افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و آب در دسترس گیاه استفاده می‌شود (آذرپور و همکاران، 2011). زئولیت در محیط کشت باعث افزایش میزان فتوسنتز، کارایی یاخته‌های مزوفیل و میزان کلروفیل می‌شود. مصرف زئولیت، تعداد، طول، قطر، وزن تر و خشک ریشه همچنین سطح

4- Samironof

5- Kazemian

6- Park and Komarneni

1- Levine

2- Mravec *et al.*

3- Mendham and Salisbury

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو بافت خاک و همچنین آب آبیاری به ترتیب در جدول‌های (1) و (2) آمده است. مطابق با نتایج جدول (1) هر دو نوع خاک دارای pH خنثی تا قلیایی هستند و شوری کمی دارند و از این نظر محدودیتی برای رشد گندم ندارند. میزان پایین نیتروژن کل با مقدار 0/087 درصد برای خاک لوم رسی و 0/064 درصد برای خاک لوم شنی نیاز به کود نیتروژنه را برای رشد مطلوب گیاه گندم تأیید می‌کند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که تیمارهای بافت خاک در سطح یک درصد اثر معنی‌داری بر خصوصیات رشدی گیاه گندم و همچنین کارایی مصرف آب دارند. تیمارهای زئولیتی فقط بر نیتروژن کل گیاه و عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشتند. اثر متقابل بافت و زئولیت در سطح یک درصد بر نسبت C/N گیاه اثر معنی‌داری نشان داد (جدول 3).

1) تأثیر بافت بر خصوصیات رشدی گیاه گندم

جدول (4) نشان می‌دهد که وزن خشک گیاه در بافت لوم رسی به صورت معنی‌داری نسبت به بافت لوم شنی بیشتر است. بررسی‌ها نشان داد که تعداد پنجه‌ها در گیاهان کشت شده در بافت لوم رسی بیشتر از بافت لوم شنی بود (جدول 4). احتمالاً وجود پنجه‌ها و جوانه‌های بیشتر در خاک سنگین‌تر دلیل وزن خشک بیشتر گیاه در این تیمارها می‌باشد. مطابق یافته‌های سیلبربا و لیپز² (1992) با افزایش جوانه در گیاه ماده خشک آن افزایش می‌یابد. نیتروژن جذب شده در گیاه کشت شده در خاک لوم شنی بیشتر از خاک لوم رسی بوده است. این می‌تواند به دلیل وجود نیتروژن محلول بیشتر در خاک سبک‌تر نسبت به خاک سنگین‌تر باشد. خاک لوم رسی نسبت به لوم شنی به دلیل درصد رس بالاتر و قدرت جذب بیشتر قادر است نیتروژن را محبوس کرده و کمتر در دسترس گیاه قرار دهد.

ستون‌های تهیه شده به ارتفاع 25 سانتیمتر و قطر 20 سانتیمتر اعمال گردید. کودهای فسفر و پتاسیم مورد استفاده در این پژوهش به ترتیب از نوع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم بود که بر اساس نتایج آزمون خاک به ستون‌ها اضافه گردید و از کود اوره نیز برای تأمین نیتروژن استفاده شد. در تیمارهای زئولیت غنی شده به دلیل این که مقداری از نیتروژن مورد نیاز از زئولیت غنی شده با آمونیم تأمین می‌شود از اوره کمتری استفاده گردید. مقدار آمونیم در زئولیت غنی شده با کمک محلول کلرور کلسیم و توسط آنالیز آزمایشگاهی با کمک دستگاه کلدال اندازه‌گیری شد (پارک و کمارنی، 1998). در هر ستون خاک 10 عدد بذر گندم رقم چمران کشت گردید. ستون‌ها طی کشت با توجه به نیاز رطوبتی گیاه و درصد تخلخل کل خاک 8 مرتبه با آب تصفیه گلخانه (جدول 2) آبیاری شدند. پس از مراحل اولیه رشد 5 گیاه قوی‌تر انتخاب و بقیه تنک شدند. در پایان مرحله رشد گیاهان از سطح خاک کف- بر و ویژگی‌های مربوط به عملکرد گیاه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری نیتروژن کل گیاه گندم از دستگاه کلدال استفاده شد؛ بدین جهت گیاه با استفاده از اسید سولفوریک در زیر هود هضم شده و با سود و به روش تقطیر میزان نیتروژن کل گیاه با تیتروسیلر به وسیله اسید کلریدریک 0/01 نرمال اندازه‌گیری شد (غازان شاهی، 1385). میزان کربن آلی گیاه گندم به روش خاکستری در کوره با دمای 550 درجه سانتیگراد به مدت 2 ساعت اندازه‌گیری شد (سولانو و همکاران¹، 2001). کارایی مصرف آب بر اساس نسبت وزن خشک گیاه (کیلوگرم) به میزان آب داده شده (مترمکعب) به دست آمد (خاشعی سیوکی و همکاران، 1387). در نهایت تجزیه واریانس و آزمون مقایسه‌های میانگین تیمارها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و MSTATC انجام شد.

جدول (1): برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو نوع خاک مورد مطالعه.

لوم رسی	لوم شنی	خصوصیات
32/7	19	رس (درصد)
43/3	56/5	سیلت (درصد)
0/087	0/064	نیتروژن کل (درصد)
4/5	3	پتاسیم محلول (میلی اکی والان بر لیتر)
9/4	8/3	کلسیم محلول (میلی اکی والان بر لیتر)
7/3	7/1	منیزیم محلول (میلی اکی والان بر لیتر)
7/75	7/65	pH
2/04	1/9	EC (دسی زیمنس بر متر)
25	18	CEC (سانتی مول بر کیلوگرم)

جدول (2): خصوصیات آب آبیاری

	pH
6/48	
0/17	EC (دسی زیمنس بر متر)
0/334	NO_3^- (میلی اکی والان بر لیتر)
0/117	NH_4^+ (میلی اکی والان بر لیتر)
1	Na^+ (میلی اکی والان بر لیتر)
2	Ca^{2+} (میلی اکی والان بر لیتر)
0/1	Mg^{2+} (میلی اکی والان بر لیتر)
1	HCO_3^- (میلی اکی والان بر لیتر)
1/9	SO_4^{2-} (میلی اکی والان بر لیتر)
2	Cl^- (میلی اکی والان بر لیتر)

از نتایج است. همچنین میرزا خانی و همکاران (1389) با مطالعه بر روی گیاه گلرنگ به این نتیجه رسیدند که گیاهانی که تغذیه بهتری از نظر نیتروژن و فسفر به دلیل شرایط تغذیه‌ای بهتر و رشد رویشی بیشتر دارند دارای ارتفاع بلندتری هستند.

افزایش C/N گیاهان کشت شده در بافت لوم رسی ناشی از کاهش نیتروژن و افزایش کربن در گیاهان کشت شده در این بافت خاک نسبت به بافت لوم شنی است. با توجه به رابطه مربوط به درصد خاکستر و کربن آلی گیاه (سولانو و همکاران، 2001) با کاهش درصد خاکستر گیاه درصد کربن آلی گیاه افزایش می‌یابد. با سوزاندن گیاهان در کوره و اندازه‌گیری درصد خاکستر آنها، دیده شد گیاهانی که در بافت لوم رسی کشت شده

از طرفی در خاک لوم شنی به دلیل تخلخل بیشتر و تهویه بالاتر، میزان رشد ریشه‌های موئین به اعماق بیشتر و در نتیجه جذب عناصر از جمله نیتروژن در این شرایط بیشتر می‌شود. اقبال و همکاران¹ (1999) در مطالعات خود روی دو نوع بافت خاک لوم رسی و لوم رسی شنی به این نتیجه رسیدند که جذب نیتروژن در بافت سبک‌تر بیشتر است. آنها بیان کردند که احتمالاً رشد ریشه در خاک با بافت سبک‌تر بهتر صورت می‌گیرد بنابراین جذب مواد غذایی از جمله نیتروژن در آن توسط گیاه بیشتر است. با افزایش جذب نیتروژن عملکرد دانه و وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه نیز در بافت لوم شنی بیشتر است. نتایج پژوهش کاسی و همکاران (2002) مؤید این بخش

1- Iqball et al.

محراب و همکاران: اثر زئولیت غنی شده با آمونیم...

در خاک لوم رسی، دیده شد که در این تیمارهای بافتی راندمان مصرف آب افزایش یافت.

بودند تولید خاکستر کمتر و در نتیجه کربن آلی بیشتری کردند.

3) تأثیر زئولیت بر خصوصیات رشدی گیاه

گندم

تیمارهای زئولیتی بر وزن خشک، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه اثر معنی داری نداشت؛ ولی نتایج نشان داد که میزان هر یک از این فاکتورها در تیمارهای زئولیت غنی شده با آمونیم نسبت به تیمارهای زئولیت خام بیشتر بود. با افزایش مقدار زئولیت غنی شده با آمونیم به دلیل مهیا بودن بیشتر نیتروژن و رهاسازی کنترل شده آن، میزان نیتروژن بیشتری در دسترس گیاه قرار می گیرد و در مورد زئولیت خام شرایط برعکس است و زئولیت با جذب بیشتر آمونیم در ساختار خود سبب کمبود موقت نیتروژن مورد نیاز رشد گیاه می شود. در ادامه خصوصیات رشدی که زئولیت بر آنها اثر معنی داری داشته است ذکر شده است.

2) تأثیر بافت بر کارایی مصرف آب گیاه

گندم

کارایی مصرف آب بر اساس نسبت وزن خشک گیاه (کیلوگرم) به میزان آب داده شده (متر مکعب) به دست می آید (خاشعی سیوکی و همکاران، 1387). نتایج نشان داد که راندمان مصرف آب در خاک لوم رسی نسبت به لوم شنی به صورت معنی داری افزایش یافت. این افزایش راندمان مصرف آب ناشی از وزن خشک بیشتر گیاهان کشت شده در خاک لوم رسی بوده است. همان طور که قبلاً گفته شد، بافت لوم رسی به دلیل جذب سریع نیتروژن در ابتدای رشد و هنگام جوانه زنی، تولید پنجه های بیشتر و در نتیجه وزن خشک بیشتری کرد. با وجود مصرف آب بالاتر جهت آبیاری گیاهان

جدول (3): تجزیه واریانس خصوصیات رشدی گیاه گندم و کارایی مصرف آب

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن خشک	وزن هزاردانه	ارتفاع گیاه	تعداد پنجه	نیتروژن کل	عملکرد دانه	C/N
بافت	1	78/142**	228/004**	66/892*	2/1 ^{ns}	0/015**	2002323/4**	16/382**
زئولیت	4	1/028 ^{ns}	3/214 ^{ns}	1/720 ^{ns}	1/5 ^{ns}	0/010**	740416**	1/375 ^{ns}
بافت × زئولیت	4	0/147 ^{ns}	3/428 ^{ns}	3/176 ^{ns}	7/8 ^{ns}	0/003 ^{ns}	28762/9 ^{ns}	4/290**
خطا	20	0/462	6/725	11/075	1/2	0/002	407	0/560
کل	30							

^{ns} فاقد تفاوت معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 5 درصد و 1 درصد است

جدول (4): اثر بافت خاک بر شاخص های رشدی و کارایی مصرف آب در گیاه گندم

بافت خاک	میانگین						
	وزن خشک (گرم)	وزن هزاردانه (گرم)	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	تعداد پنجه	نیتروژن کل (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	C/N (درصد)
لوم رسی	13/04a	23/72 b	69/418 b	2/9 a	0/53 b	3/157 b	9/4 a
لوم شنی	9/81 b	29/23 a	72/4 a	2/1 a	0/7 a	3/674 a	7/9 b

* در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف با یکدیگر مشترک هستند در سطح 5 درصد آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

الف) تأثیر زئولیت بر درصد نیتروژن گیاه

استفاده می‌شود، زئولیت توانایی آزادسازی آمونیم را در طول دوره رشد گیاه، به عنوان جایگزین نیتروژن محلول که از طریق آب‌شویی و یا از طریق راه‌های دیگر از دست رفته است را دارد؛ ضمن اینکه ریشه به خوبی می‌تواند در ساختار متخلخل آن توسعه یافته و کاتیون‌های آزاد شده را جذب نماید. این در حالی است که زئولیت خام مقدار زیادی از آمونیم خاک را در ساختمان خود محبوس کرده و از دسترس گیاه خارج ساخته است که با افزایش زئولیت خام این فرآیند تشدید می‌شود؛ ولی در تیمارهای حاوی زئولیت غنی‌شده با آمونیم به دلیل پر بودن مکان‌های تبدالی از یون آمونیم، بیشتر آمونیم به صورت محلول در خاک باقی خواهد ماند و موقع نیاز گیاه و نبود نیتروژن محلول، آمونیم آزاد می‌کند. اسفندیاری و همکاران (1388) مطالعاتی را روی گیاه گوجه فرنگی انجام دادند و افزایش عملکرد گیاه ناشی از افزایش جذب نیتروژن در تیمارهای زئولیت غنی‌شده با آمونیم نسبت به زئولیت خام را مشاهده کردند.

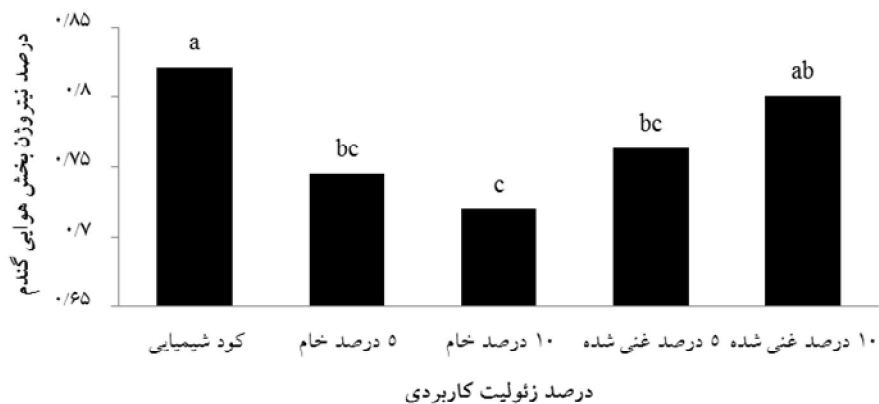
ب) تأثیر زئولیت بر عملکرد دانه گیاه

نمودار (2) نشان می‌دهد که تیمار 10 درصد زئولیت غنی‌شده با آمونیم مقدار عملکرد دانه را به صورت معنی‌داری بیش از تیمارهای دیگر نشان داد که علت آن سهولت دسترسی به نیتروژن در این تیمارها است. با وجود آبیاری‌های مکرر، گیاهان کشت شده در حضور 10 درصد زئولیت غنی‌شده با آمونیم، از یک سو به دلیل وجود غلظت بالاتر آمونیم در محیط ریزوسفر و از طرفی به علت وجود زئولیت که وقوع نیتریفیکاسیون و تولید نترات را به تعویق می‌اندازد، قادر به جذب مقدار بیشتری نیتروژن بوده و در نتیجه دانه‌های بیشتر و با کیفیت بهتر تولید می‌کنند. این نتایج با یافته‌های سیلبربا و لپیز (1992) مطابقت دارد. آنها دریافتند که با افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه، وزن متوسط دانه و تعداد دانه افزایش می‌یابد.

بررسی نمودار (1) نشان می‌دهد که میزان نیتروژن گیاه در تیمار کود شیمیایی و تیمار 10 درصد زئولیت غنی‌شده با آمونیم نسبت به تیمار 10 درصد زئولیت خام بصورت معنی‌داری بیشتر است. در تیمار کود شیمیایی فراهمی قابل توجهی از نیتروژن در خاک حاصل شده و گیاه نیز مقدار زیادی نیتروژن جذب نموده است. در حالی که در تیمارهای حاوی زئولیت و به طور مشخص کاربرد 10 درصد زئولیت خام، مقداری از نیتروژن توسط زئولیت جذب و از دسترس گیاه موقتاً خارج شده است؛ لذا درصد نیتروژن گیاه در این تیمار کاهش پیدا کرده است. احتمالاً به کارگیری موادی با خصوصیات زئولیت، یک آزادسازی کند و کنترل شده از نیتروژن را باعث می‌شود. هر چند این ویژگی باعث کاهش درصد نیتروژن توده گیاهی می‌گردد ولی از طرفی مانع از هدر رفت نیتروژن نیز می‌شود. نتایج تحقیقات ربهاکوا و همکاران¹ (2004) نیز مشخص کرد که در اثر ترکیب کود شیمیایی نیتروژنه با زئولیت، غلظت نیتروژن در توده گیاهی جو کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان داد. به نظر می‌رسد علت اصلی این امر جذب نیتروژن در هنگام فراهمی این ماده غذایی توسط زئولیت و سپس آزادسازی کند آن در طول دوره رشد گیاه باشد؛ هر چند که این آزادسازی کنترل شده نباید به حدی آهسته گردد که تأثیر نامطلوب در اثر کمبود ماده غذایی برای گیاه ایجاد شود. بنابراین چنین استنباط می‌شود که افزایش بی‌رویه غلظت نیتروژن در توده گیاهی و در ادامه افزایش میزان کلروفیل برگ، احتمالاً نمی‌تواند تولید عملکرد بیشتر را تضمین کند. این یافته‌ها با تحقیقات غلامحسینی و همکاران (1388) مطابقت دارد. دلیل وجود نیتروژن بیشتر گیاه در تیمارهای زئولیت غنی‌شده با آمونیم نسبت به تیمارهای زئولیت خام، مهیا بودن نیتروژن بیشتر برای جذب است. زمانی که زئولیت غنی‌شده با آمونیم

1- Rehakova, et al.

محراب و همکاران: اثر زئولیت غنی شده با آمونیم...



نمودار (1): تأثیر کاربرد سطوح مختلف زئولیت بر درصد نیتروژن بخش هوایی گیاه گندم

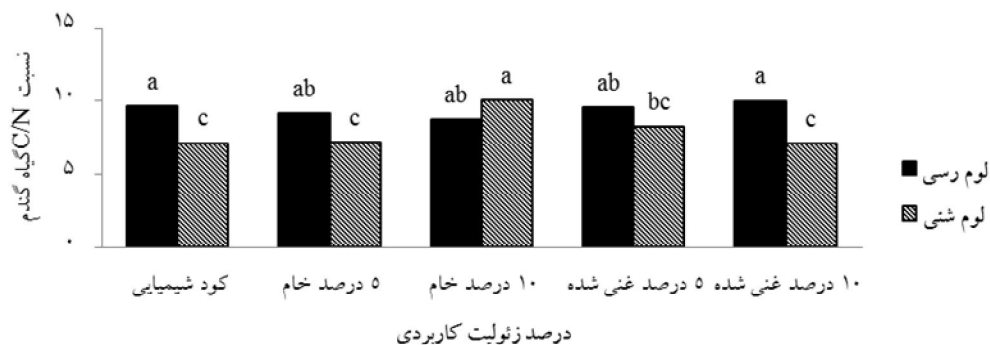


نمودار (2): تأثیر کاربرد سطوح مختلف زئولیت بر عملکرد دانه گیاه گندم

شنی را می توان به توانایی زئولیت در جذب انتخابی یون آمونیوم نسبت داد (مامپتون، 1999؛ پولات و همکاران، 2004). زئولیت خام با توجه به CEC بالا و جذب انتخابی آمونیوم سبب می شود تا میزان جذب نیتروژن توسط گیاه کاهش یابد ولی در تیمار 10 درصد زئولیت غنی شده با آمونیوم به دلیل اشباع بودن آن از یون آمونیوم این اتفاق نمی افتد. همان طور که در بخش نیتروژن کل گیاه گفته شد، کم ترین درصد نیتروژن در گیاه در تیمار 10 درصد زئولیت خام مشاهده شد که این تیمار درصد نیتروژن را به صورت معنی داری نسبت به تیمار کود شیمیایی و 10 درصد زئولیت غنی شده کمتر نشان داد (نمودار 1).

ج) اثر متقابل تیمارهای بافت خاک و زئولیت بر C/N گیاه گندم

در نمودار (3) مشاهده می شود که تعامل بین تیمارهای زئولیتی و بافت خاک بر نسبت C/N گیاه اثر معنی داری دارد. تیمارهای زئولیتی در بافت لوم رسی با یکدیگر اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند؛ ولی در بافت لوم شنی تیمار 10 درصد زئولیت خام نسبت به تیمارهای زئولیتی دیگر در این بافت نسبت C/N را به صورت معنی داری افزایش داد؛ ولی نسبت به همین تیمار در بافت لوم رسی اختلاف معنی داری دیده نشد. دلیل افزایش معنی دار میزان C/N در تیمار 10 درصد زئولیت خام در بافت لوم



نمودار (3): تأثیر متقابل سطوح مختلف زئولیت و بافت خاک بر نسبت C/N گیاه گندم

خاک لوم شنی نسبت به لوم رسی کاهش نشان داد؛ ولی از آنجایی که کاهش کارایی مصرف آب در بافت لوم شنی با اقدامات مدیریتی در بخش آبیاری قابل رفع است، بهترین تیمار در این پژوهش تیمار استفاده از 10 درصد وزنی زئولیت غنی شده با آمونیوم در خاک لوم شنی شناخته شد. با استفاده از این تیمار، خصوصیات بالندگی گیاه گندم بهبود یافته و بهترین عملکرد دانه به دست آمد. با این وجود به منظور استفاده از کانی زئولیت به عنوان یک کود کندرها تحقیقات بیشتر در زمینه بررسی اثر اندازه ذرات کانی زئولیت و کاربرد توأم آن با کودهای آلی بر خصوصیات رشدی گیاه گندم پیشنهاد می گردد.

بنابراین افزایش C/N در تیمار 10 درصد زئولیت خام در بافت لوم شنی مشاهده شد؛ ولی در بافت لوم رسی به دلیل کمتر بودن میزان کربن در این تیمار زئولیتی، میزان C/N نسبت به خاک لوم شنی کاهش یافته است.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که با استفاده از تیمار 10 درصد وزنی زئولیت غنی شده با آمونیوم در خاک نسبت به تیمارهای زئولیتی دیگر، میزان نیتروژن گیاه و عملکرد دانه به صورت معنی داری افزایش یافت. نتایج اثر بافت خاک بر خصوصیات رشدی گیاه گندم نشان داد که وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه، درصد نیتروژن گیاه و عملکرد دانه در بافت لوم شنی نسبت به لوم رسی به صورت معنی داری بیشتر است. کارایی مصرف آب در

منابع

- 1- اسفندیاری، آ. تقوی، ت. بابالار، م. و دلشاد، م. 1388. تأثیر استفاده از زئولیت خام و زئولیت غنی شده با NH_4^+ بر عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی در شرایط کاهش نیتروژن و کشت بدون خاک، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، 23 (2): 41-51.
- 2- خاشعی سیوکی، ع. کوچک زاده، م. و شهابی فر، م. 1387. تأثیر کاربرد زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت و رطوبت خاک بر اجزای عملکرد ذرت. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، 22 (2): 235-241.
- 3- غازان شاهی، ج. 1385. آنالیز خاک و گیاه، انتشارات آبیژ. تهران. 29-32.

محراب و همکاران: اثر زئولیت غنی شده با آمونیم...

- 4- غلامحسینی، م. آقاعلیخانی، م. و ملکوتی، م.ج. 1388. تأثیر زئولیت در کاهش آبشویی نیتروژن در یک خاک شنی تحت کشت کلزای علوفه‌ای. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، 23 (1): 49-60.
- 5- میرزاخانی، م. اردکانی، م. ر. رجالی، ف. شیرانی‌راد، ا.ح. و آینه‌بند، ا. 1389. ارزیابی تلقیح دوگانه بذر با قارچ میکوریزا و باکتر ازتوباکتر با مصرف سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر عملکرد روغن و برخی از صفات زراعی در گلرنگ. مجله زراعت و اصلاح نباتات، 6 (1): 75-87.
- 6- Azarpour, E., Motamed, M.K., Moraditochae, M., and Bozorgi, H. R. 2011. Effects of zeolite application and nitrogen fertilization on yield components of cowpea (*Vigna unguiculata L.*). World Applied Science Journal, 14 (5): 687-692.
- 7- Barbarick, K.A., Lal, T.M., and Eberl, D.D. 1990. Exchange fertilizer (phosphate rock plus ammonium-zeolite) effects on sorghum-sudangrass. Soil Science Society of America Journal, 54: 911-916.
- 8- Cossey, D.A. Thomason, W.E., Mullen, R.W., Wynn, K.J., Woolfolk, C.W., Johnson, G.V., and Raun, W.R. 2002. Relationship between ammonium and nitrate in wheat plant tissue and estimated nitrogen loss. Journal of Plant Nutrition, 25 (7): 1429-1442.
- 9- Dixon, J.B., and Weed, S.B. 1989. Zeolites in soils. Soli. In: Weed S.B. (Eds.), Minerals in soil environments. Science Society of America, Madison, WI, pp. 873-911.
- 10- Eberl, D.D. 2002. Controlled-release fertilizers using zeolites. U.S. Geological Survey, Technology transfer. <http://internal.usgs.gov/tech-transfer/factsheets/94-066b.html> (visited 5 November 2012).
- 11- Eberl, D.D., Barbarick, K.A., and Lai, T.M. 1995. Influence of NH_4^+ -exchanged clinoptilolite on nutrient concentration in sorghum-sudangrass. In: Ming D.M. and Mumpton, F.A. (Eds.), Natural zeolites. pp. 491-504.
- 12- Gul, A., Erogul, D., and Ongun. A.R. 2005. Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. Elsevier. Scientia Horticulturae, 106: 464-471.
- 13- Iqbal, M.S., Hassan, A., Abid, M. 1999. Effect of soil texture and compaction on nutrient uptake and growth of maize (*Zea mays L.*). Pakistan Journal Agriculture Science, 36 (3-4): 154-160.
- 14- Ito H., and Araki, K. 1987. The effect of different N-sources in greenhouse tomato cultivation. Acta Horticulturae, 57: 126-132.
- 15- Kazemian, H. 2000. Recent research on the Iranian natural zeolite resource (A review). Access in Nanoporous Materials-II. Banff, Alberta, Canada. May. pp: 25-28.
- 16- Leggo, P.J., 2000. An investigation of plant growth in an organozeolitic substrate and its ecological significance. Plant and Soil, 219: 135-146.

- 17-Levine H.G. 1999. The growth of wheat in tree nutrient providing substrates under consideration for spaceflights application. Abstract in International Symposium on Growing Media and Hydroponics, pp: 596-600.
- 18-Mendham, N.J., and P. A Salisbury. 1995. Physiology-crop development growth and yield. In: Kimbers D. and Mc Greagor. D. I (Eds.), Production and Utilization of Brassica Oilseeds, CAB international. pp: 11-67.
- 19-Mravec, D., Hudec, J., and Janotka, I. 2005. Some possibilities of catalytic and noncatalytic utilization of zeolites. Chemical Papers, 59 (1): 62-69
- 20-Mumpton, F. 1999. La roca magica: Uses of natural zeolite in agriculture and industry. National Academic Science, 96: 3467-3470.
- 21-Park, M. and Komarneni, S. 1998. Ammonium nitrate occlusion vs. nitrate ion exchange in natural zeolites. Soil Science Society of America Journal, 62: 1455-1459.
- 22-Polat, E., Karaca, M., Demir, H., and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agric ulture. Journal of Fruit Ornamental Plant Research, 12: 183-189.
- 23-Rehakova, M., S. Cuvanova, M. Dzivak, J. Rimar, and Z. Gavalova. 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Current Opinion in Solid State and Materials Science, 8: 397-404.
- 24-Samironof, N. 1998. Drought influences the activity of enzymes of the chloroplast hydrogenproside system. Journal of Experimental Botany, 39: 1097-1108.
- 25-Semmens, J.M. 1983. Zeo-agriculture: cation exchange properties of natural zeolites. Department of Civil and Mineral Engineering, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, 55455.
- 26-Silberbuh, M. and Lips, S.H. 1992. Potassium, nitrogen, ammonium: nitrate ratio, and sodium chloride effects on wheat growth. II. Tillering and grain yield. Journal of Plant Nutrition, 14: 765-773.
- 27-Solano, M.L., Iriarte, F., Ciria, P., Negro, M.J. 2001. Performance characteristics of three aeration systems in the composting of sheep manure and straw. Journal of Agricultural Engineering Research, 79 (3): 317-329.