استفاده از نهاده‌های بوم سازگار بر جذب برخی عناصر غذایی سه ژنوتیپ کینوآ در شرایط آب و هوایی اهواز

امیر نیسی[۱]، اسفندیار فاتح[۲*] و امیر آینه‌بند[۳]

۱، ۲ و ۳) گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

***نویسنده مسئول:e.fateh@scu.ac.ir**

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱۰/۲۶ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰**

چکیده

جهت بررسی جذب برخی عناصر غذایی سه رقم (ژنوتیپ) گیاه کینوا در واکنش به منابع مختلف کودهای آلی در مقایسه با شاهد (کودهای شیمیایی)، آزمایشی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. این آزمایش به‌صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل منابع مختلف نهاده‌های بوم سازگار در شش سطح (۱- شاهد شیمیایی (NPK)، ۲- ورمی‌کمپوست، ۳- کمپوست باگاس نیشکر، ۴- کمپوست کنوکارپوس و ضایعات فضای سبز، ۵- محلول‌پاشی با اسید هیومیک و ۶- بیوچار و فاکتور دوم شامل: سه رقم گیاه کینوا شامل ۱- رقم تی‌تی‌کاکا، ۲- رقم ردکارینا و ۳- ژنوتیپ کیو۲۶ بود. نتایج به دست آمده نشان داد که برهم‌کنش تیمار کود در رقم بر صفات مختلف اختلاف آماری معنی‌دار داشت. بیش‌ترین میزان محتوای نیتروژن بیوماس و دانه به ترتیب (۰/۸ و ۲/۷ درصد) در شرایط کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ تی‌تی‌کاکا و کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ کیو۲۶ مشاهده شد، همچنین کم‌ترین میزان محتوای نیتروژن بیوماس و دانه به ترتیب (۰/۶ و ۲/۵ درصد) در شرایط کاربرد اسید هیومیک و در ژنوتیپ تی تی کاکا و کاربرد اسیدهیومیک و در ژنوتیپ ردکارینا مشاهده گردید . بیش‌ترین میزان محتوای فسفر بیوماس و دانه به ترتیب (۰/۰۹ و ۰/۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک) به کاربرد کمپوست باگاس نیشکر در رقم تی‌تی‌کاکا (و در شرایط کاربرد ورمی کمپوست در رقم ردکارینا) و کاربرد ورمی کمپوست و بیوچار در ژنوتیپ کیو۲۶ تعلق داشت. کم‌ترین میزان محتوای فسفر بیوماس و دانه به ترتیب (۰/۰۴۷ و ۰/۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک) در شرایط کاربرد اسید هیومیک و در ژنوتیپ کیو۲۶ و کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ کیو۲۶ مشاهده گردید. بیش‌ترین میزان محتوای پتاسیم بیوماس و دانه (۶/۷۱ و ۶/۵ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک) در تیمار کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ کیو۲۶ مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، باگاس، بیوچار، کمپوست و ورمی‌کمپوست.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

کینوآ (*Chenopodium quinoa*) گیاه دولپه‌ای، متعلق به خانواده اسفناجیان و بومی منطقه آند، بولیوی، شیلی و پرو می باشد (FAO, 2011). ارزش تغذیه‌ای بی‌شمار این گیاه به‌دلیل محتوای بالای پروتئین (بین ۱۳/۸۱ تا ۲۱/۹ درصد) با کیفیت بسیار خوب است (FAO, 2011). این گیاه دارای تحمل بالایی نسبت به شوری بوده و به دلیل ارزش غذایی بالا می‌تواند در شرایطی که اراضی کشاورزی حاصل‌خیزی کمی داشته و یا دارای محدودیت هستند، قابل کشت بوده و محصول مناسبی را تولید کند (Kammann *et al*., 2011). این گیاه از عملکرد بالایی برخوردار بوده و هزینه‌های تولید این گیاه در واحد سطح در ایران کمتر از گندم است، زیرا کشت این گیاه نیاز به آب، کود و عملیات زراعی بسیار کمتری نسبت به گندم دارد (Yang *et al*., 2012). از جمله راه‌حل‌های افزایش عملکرد، افزایش مقدار مواد آلی خاک‌های زراعی کشور از طریق استفاده از کودهای آلی بوده و یکی از مشکلات اساسی در کاربرد کودهای آلی، سرعت کم آزاد شدن عناصر غذایی در آن‌ها است که در نتیجه ممکن است زمان رهاسازی عناصر غذایی آن‌ها با نیاز گیاه منطبق نباشد. در این شرایط استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار نظیر کمپوست، ورمی‌کمپوست و بیوچار می‌تواند راهکاری مناسب برای افزایش کارایی این کودها باشد (Perner *et al*., 2017). طاوسی و آینه (۱۳۹۶) تأثیر کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه کینوا را در سطح احتمال یک درصد، معنی‌دار گزارش کردند. همچنین گزارش شده است که تیمار کاربرد همزمان کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر موجب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ و عملکرد بیولوژیک کینوا نسبت به تیمار شاهد شد (امیریوسفی و همکاران، ۱۳۹۹). کمپوست عبارت است از بقایای گیاهی و حیوانی، زباله‌های شهری و یا لجن فاضلاب که تحت شرایط ویژه پوسیدگی قرار گرفته باشند و تحت این شرایط مواد سمی آن‌ها از بین رفته، مواد پودر شده و فرم اولیه خود را از دست داده باشند. اثر فیزیکی کمپوست به مقدار ماده آلی آن و اثر شیمیائی کمپوست به ترکیب شیمیائی آن بستگی دارد (براتی و همکاران، ۱۳۹۳). در مطالعه ای در خاکی که با ۹۲ تن کمپوست در هکتار به مدت ۹ سال تیمار شده بود مشخص شد که تا پایان دوره، قابلیت استفاده نیتروژن بالا بوده و اثرهای معنی‌دار نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب تا دومین، سومین و پنجمین کشت در محصول مشاهده شده است(Roppongi, 2013). در مطالعه‌ای، مشخص شد که کاربرد کمپوست در خاک موجب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن خاک و گیاه نسبت به تیمار شاهد می‌شود(Aggelides *et al*., 2016). گزارش شده که در شرایط اختلاط کمپوست با خاک، فراهمی فسفر در خاک افزایش یافت (Raviv *et al*., 2018). همچنین کمپوست، فراهمی فسفر خاک و جذب آن توسط گیاهان تحت تاثیر قرار می‌دهد (Vaz-Moreira *et al*., 2018). ورمی‌کمپوست‌ها نسل جدیدی از کودهای موجود و در حقیقت میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که در تغذیه گیاهان نقش همزیستی داشته و به تثبیت و جذب بهتر عناصر کمک می‌کنند. کرم‌های خاکی در تولید هوموس مورد استفاده قرار می‌گیرند و نوعی کود کمپوست به نام ورمی‌کمپوست را تولید می‌کنند (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۵). استفاده از ورمی‌کمپوست علاوه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

بر افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (Arankon *et al*., 2014). گزارش شده که جذب عناصر مغذی مانند N و P در گیاهان با استفاده از ورمی کمپوست به طور قابل توجهی بهبود یافت، بنابراین در محتوای نیتروژن و فسفر در برگ‌های گیاه افزایش قابل توجهی وجود داشت (Adhikari *et al*., 2012). کاربرد ورمی‌کمپوست سبب بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه از جمله عملکرد بیوماس و ارتفاع می‌شود و جذب برخی از عناصر میکرو (آهن، روی و غیره) را افزایش می‌دهد (Hosseinzadeh *et al*., 2018). مطالعات نشان دادند که غالباً ورمی‌کمپوست عناصر غذایی بیشتری نسبت به کودهای شیمیایی دارند و کمپوست‌ها مواد غذایی را به تدریج به شکل‌های موجود آزاد می‌کنند که به راحتی توسط گیاهان قابل جذب هستند (Edvards *et al*., 2018). بیوچار ماده‌ی متخلخی غنی از کربن و ریزدانه است که از گرمادهی (دماهای ۲۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد) بقایای آلی مانند ضایعات گیاهی، کودهای دامی و سایر ضایعات در یک محیط بدون اکسیژن یا با میزان اکسیژن محدود به دست می‌آید (Lehmann *et al*., 2003). بیوچار و زغال هر دو عمدتاً از اشکال آروماتیک کربن آلی تشکیل شده و در مقایسه با کربن موجود در مواد اولیه در شرایط مساعد و مناسب مانند آنچه در خاک وجود دارد به راحتی به‌صورت دی اکسید کربن به اتمسفر بر نمی‌گردد (Yang and Sheng, 2012). گزارش‌هایی مبنی بر افزایش و کاهش در فراهمی عناصر غذایی با افزودن بیوچار به خاک گزارش شده است (Lehman *et al*., 2011). کاهش نیتروژن در خاک به علت نسبت کربن به نیتروژن زیاد به ویژه در بیوچار چوب بیان شده است (Gundale *et al*., 2017). گزارش شده که با گذشت زمان از اختلاط بیوچار با خاک، محتوای نیتروژن کاهش و فراهمی سایر عناصر غذایی همانند فسفر و پتاسیم افزایش می‌یابد(Yao *et al*., 2009). با افزودن بیوچار به خاک قلیایی جذب فسفر افزایش یافته و فراهمی فسفر کاهش می‌یابد (Chintala *et al*., 2013). افزودن بیوچار قابلیت افزایش سطوح پتاسیم قابل تبادل در خاک از طریق افزودن پتاسیم موجود در بخش خاکستر بیوچار و نیز از طریق کاهش تلفات پتاسیم به واسطه شستشو را دارد (Larid *et al*., 2010). افزایش غلظت فسفر، پتاسیم و نیتروژن اندام هوایی ذرت در اثر کاربرد ۱۰ تن در هکتار بیوچار تهیه شده از منابع مختلف شامل بقایای گندم، ذرت، پنبه، سویا و کود دامی (Lee *et al*., 2014) و افزایش فراهمی کلسیم، پتاسیم، مس و فسفر و کاهش فراهمی نیتروژن، منیزیم، گوگرد، منگنز و روی در اثر کاربرد ۴۰ تن بیوچار پوست گردو در یک خاک ساحلی نیز گزارش شده است (Novac *et al*., 2009). اسید هیومیک مخلوطی از مولکول‌های بسیار بزرگ با قابلیت کلات‌کنندگی عناصر می‌باشد که به همراه اسید فولیک از مهم‌ترین اجزاء هوموس خاک هستند و برای گیاهان، حیوانات و انسان غیرسمی است (Marchetti and Castelli, 2013). اسید هیومیک قابل اختلاط با اکثر کودهای شیمیایی و با آن‌ها سازگار است، در آب به خوبی حل شده و با کودهای دیگر مایع، قابل اختلاط می‌باشد (برکتی و همکاران،۱۳۹۶ و نصیری و همکاران۱۳۹۸).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

این هورمون را می‌توان از طریق محلول‌پاشی، مصرف خاکی و سیستم‌های آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار داد (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). در گزارشی مشخص شد که اسید هیومیک موجب افزایش قابل توجه نیتروژن برگ در مقایسه با سایر تیمارها و شاهد شد. همچنین سایر عناصر ماکرو از جمله فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در واکنش به اسیدهیومیک قرار گرفتند و میزان جذب آن‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافت(Dastyaran, 2015). اسید هیومیک سبب افزایش جذب نیتروژن (۳۶ درصد نسبت به شاهد)، فسفر، کلسیم و منیزیم و آهن در گیاه ژربرا شد، اما جذب پتاسیم در واکنش به اسید هیومیک اثر قرار نگرفت(Haghighi *et al*., 2015). کینوا به شرایط محیطی نامساعد محیطی متحمل است و می‌توان آن را در مناطق با شرایط نامساعد کشور مانند مناطق با خاک‌های شور و خشک کشت کرد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که این گیاه در شرایط اهواز نیز عملکرد مناسبی دارد. از سوی دیگر به دلیل اهمیت استفاده از کودهای زیستی جهت کاهش اثرهای مخرب کودهای شیمیایی بر محیط زیست، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر نهاده‌های بوم سازگار بر جذب برخی عناصر غذایی در سه ژنوتیپ کینوآ در شرایط آب و هوایی اهواز انجام شد و همچنین با توجه به اینکه مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست، کمپوست باگاس، کمپوست کنوکارپوس و ضایعات فضای سبز، اسید هیومیک و بیوچار و کودهای شیمیایی در زراعت کینوا کمتر مورد بررسی قرار گرفته، لذا این تحقیق با هدف امکان جایگزینی بخشی از کود شیمیایی مصرفی در زراعت کینوا با کودهای آلی مورد اشاره و اثر آن بر کمیت و کیفیت کینوا انجام گردید.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی جذب عناصرغذایی سه رقم (ژنوتیپ) گیاه کینوا در واکنش به منابع مختلف کودهای آلی در مقایسه با شاهد (کودهای شیمیایی)، آزمایشی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی شماره یک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه طول شرقی، با ارتفاع متوسط ۲۲ متر از سطح دریا انجام شد. شهر اهواز در جنوب استان خوزستان واقع شده است. این آزمایش به‌صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بدین منظور کرت‌هایی با طول سه و عرض دو متر در نظر گرفته شد. فاکتور اول شامل: منابع مختلف نهاده‌های بوم سازگار در شش سطح (۱- شاهد شیمیایی (شامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کودهای نیتروژن و فسفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم)، ۲- ورمی‌کمپوست، ۳- کمپوست باگاس نیشکر، ۴- کمپوست کنوکارپوس و ضایعات فضای سبز، ۵- محلول‌پاشی با اسید هیومیک و ۶- بیوچار)، فاکتور دوم شامل: سه رقم (ژنوتیپ) گیاه کینوا شامل ۱- رقم تی‌تی‌کاکا[1]، ۲- رقم ردکارینا[2] و ۳- ژنوتیپ کیو۲۶[3] می‌باشد. بذور مورد نیاز از موسسه تحقیقات نهال و بذر کرج

1 Titicaca
2 Red carina
3 Q26

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

تهیه شدند. به‌منظور اجرای این آزمایش، پس از انجام آنالیز خاک و اجرای مراحل آماده سازی زمین (شامل شخم، دیسک، ماله، دوبار دیسک، حفر نهرها و پشته‌بندی و کرت‌بندی به‌صورت دستی)، کشت در آبان ماه سال ۱۳۹۸ صورت گرفت (جدول ۲).

جدول ۱: حداقل، حداکثر و میانگین دمای هوا و میانگین رطوبت نسبی در طول دوره آزمایشی و میانگین ده سال قبل

ماه	میانگین ده سال قبل					سال ۹۹-۱۳۹۸			
	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	دما (درجه سلسیوس)				میانگین رطوبت نسبی (درصد)	دما (درجه سلسیوس)		
		میانگین	حداقل	حداکثر			میانگین	حداقل	حداکثر
آبان	۵۸/۷	۱۹	۱۲	۲۶		۷۵/۳	۱۸/۴۵	۱۱/۲	۲۵/۷
آذر	۶۰/۳	۱۶/۵	۱۰	۲۳		۸۰/۲	۱۵/۴	۹/۸	۲۱
دی	۶۴/۷	۱۴	۸	۲۰		۷۷/۶	۱۱/۴	۵/۳	۱۷/۶
بهمن	۵۹	۱۶	۹/۵	۲۲		۶۷/۶	۱۳/۷	۷	۲۰/۴
اسفند	۴۸/۸	۲۰	۱۳	۲۷		۵۹/۲	۱۴/۷	۶/۷	۲۲/۷
فروردین	۴۴	۲۵/۵	۱۷/۲	۳۲/۵		۵۶/۳	۲۱/۸	۱۴/۳	۲۹/۴

جدول ۲: نتایج آزمون خاک مزرعه پیش از اعمال تیمارهای آزمایشی.

عمق (سانتیمتر)	مواد آلی (درصد)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	اسیدیته -	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	بافت -
۳۰-۰	۰/۴۲	۱۵۶	۱۲/۲	۰/۰۶	۶/۹۳	۱/۹۷	لوم

کود نیتروژن در سه مرحله در زمان کشت (۱۰۰ کیلوگرم به‌صورت پایه، ۵۰ درصد) و رشد ساقه و گل‌دهی (به‌صورت سرک، دو تا قسط ۲۵ درصد معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار) به گیاه داده شد. کودهای فسفر (۱۰۰ کیلوگرم از منبع سوپر فسفات تریپل) و پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم از منبع سولفات پتاسیم) پیش از کاشت اعمال شدند. ورمی‌کمپوست به میزان پنج تن در هکتار (سه کیلوگرم در هر کرت) پیش از کاشت به‌صورت مخلوط با خاک مزرعه، کمپوست باگاس نیشکر تهیه شده از کشت و صنعت امام خمینی، به میزان ۱۰ تن در هکتار (شش کیلوگرم در کرت) پیش از کاشت به‌صورت مخلوط با خاک مزرعه، کمپوست کنوکارپوس و ضایعات فضای سبز تهیه شده از محیط دانشگاه شهید چمران اهواز، به میزان ۱۰ تن در هکتار (شش کیلوگرم در هر کرت)، پیش از کاشت به‌صورت مخلوط با خاک، بیوچار تهیه شده از شرکت نوآوران زیست بنیان آویسا، به میزان پنج تن در هکتار (سه کیلو در هر کرت) پیش از کاشت به‌صورت مخلوط با خاک مزرعه و کاربرد هیومیک اسید (با غلظت ۱/۵ کیلوگرم در هکتار) در دو مرحله گل‌دهی و ساقه‌دهی به‌صورت محلول‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی و پس از کالیبره کردن با آب در اوایل صبح صورت گرفت. منبع کود اسید هیومیک (مارک سیتی مکس از شرکت پارس شیمی) که شامل ۸۰ درصد اسید هیومیک و ۱۰ اسید فولیک بود. بدین منظور در مجموع سه تکرار و ۵۴ واحد آزمایشی (کرت) در نظر گرفته شد. این آزمایش در شرایط عدم محدودیت آب و کنترل کامل آفات، علف‌های هرز و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

بیماری‌ها (از ابتدا تا پایان فصل رشد) و وجین در طول مراحل رشد گیاه به‌صورت دستی انجام شد. تنک نیز به‌صورت دستی پس از استقرار کامل گیاه و آبیاری با توجه به نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی (با استفاده از سیفون به‌صورت غرقابی) صورت گرفت. با توجه به تراکم مطلوب این گیاه، کشت این گیاه به‌صورت خطی به فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر انجام شد (باقری، ۱۳۹۷). طول و عرض کرت‌ها به ترتیب سه در دو متر و یک خط حاشیه در هر طرف کرت در نظر گرفته شد. در این آزمایش برخی عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) گیاه (دانه و بیوماس) بعد از برداشت گیاه مورد آزمایش قرار گرفتند. جهت اندازه‌گیری میزان نیتروژن، از روش کجلدال، برای فسفر گیاه از روش اولسن و جهت اندازه گیری پتاسیم گیاه از روش فلیم فوتومتری استفاده شد(Bremner and Mulvaney, 1982) . به‌منظور تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات از نرم‌افزار آماری SAS 9.2 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

محتوای نیتروژن بیوماس و دانه

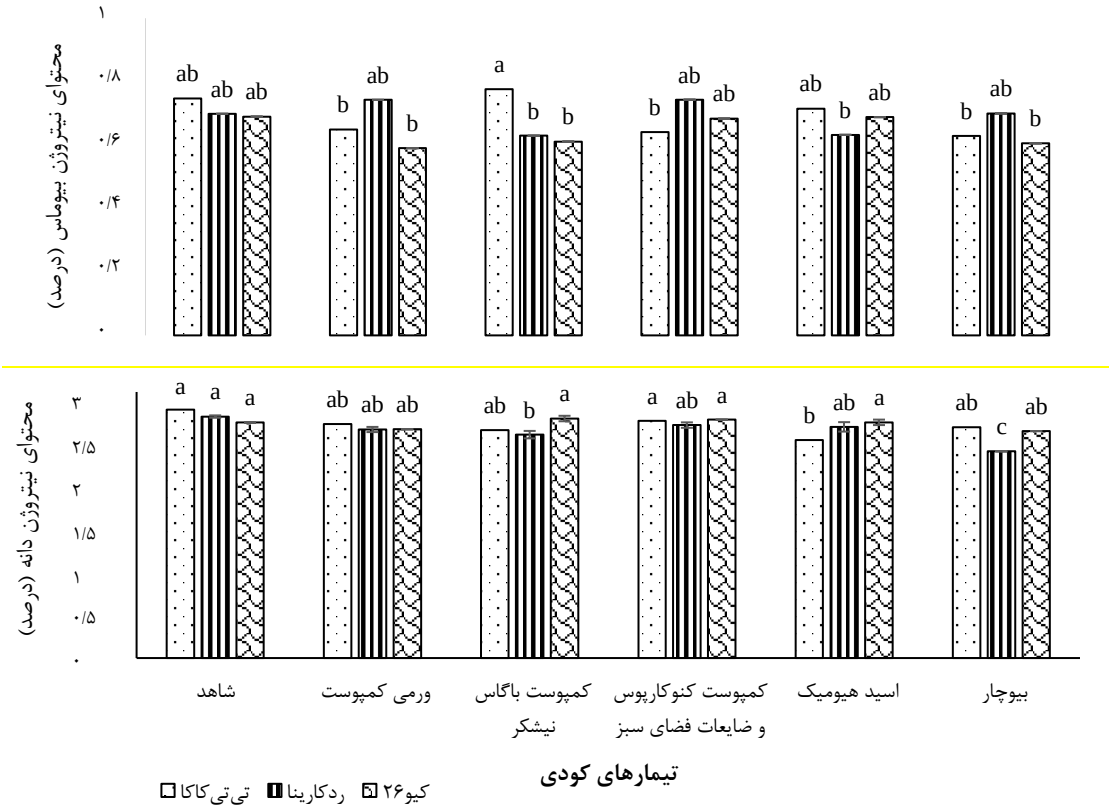
با توجه به جدول تجزیه واریانس صفات در صفات محتوای نیتروژن دانه و بیوماس، ژنوتیپ، تیمار نوع کود و برهم‌کنش ژنوتیپ در نوع کود ($P\leq ۰/۰۱$) اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۳). محتوای نیتروژن از کاربرد کودهای زیستی متأثر شد (شکل ۱). بیش‌ترین میزان محتوای نیتروژن بیوماس در شرایط کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ تی‌تی‌کاکا با میزان ۰/۸ درصد مشاهده شد همچنین کمترین میزان محتوای نیتروژن بیوماس و دانه به ترتیب (۰/۶ و ۲/۵ درصد) در شرایط کاربرد اسید هیومیک و در ژنوتیپ تی تی کاکا و کاربرد اسیدهیومیک و در ژنوتیپ ردکارینا مشاهده گردید (شکل ۱).

جدول ۳: جدول تجزیه واریانس صفات محتوای نیتروژن بیوماس و دانه، محتوای فسفر بیوماس و دانه و محتوای پتاسیم بیوماس و دانه سه ژنوتیپ کینوا در شرایط کاربرد تیمارهای کودی مختلف

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نیتروژن بیوماس	محتوای نیتروژن دانه	محتوای فسفر بیوماس	محتوای فسفر دانه	محتوای پتاسیم بیوماس	محتوای پتاسیم دانه
تکرار	۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۲۲۰ ns	۵۲۸ ns
ژنوتیپ	۲	۰/۰۰۵۷۷**	۰/۰۴۲۵۲**	۰/۰۰۰۴*	۰/۰۰۰۸۲**	۶۴۰۰۴**	۲۸۴۸۸**
نوع کود	۵	۰/۰۱۰۹۱**	۰/۰۱۵۳۵**	۰/۰۰۰۲۸**	۰/۰۰۰۵۵**	۳۹۳۹۷**	۱۳۹۳۶**
ژنوتیپ× نوع کود	۱۰	۰/۰۰۴۶۱**	۰/۰۳۳۰۴**	۰/۰۰۰۴۵**	۰/۰۰۰۵۴**	۲۹۳۰۸**	۳۱۷۴۸**
خطا	۳۴	۰/۰۰۰۲۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۳۸۸	۵۵۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۸/۶۳	۱/۸۶	۶/۹۵	۱۰/۳۸	۳/۶۰	۱۷/۴۷

* و **: به ترتیب سطح معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد می‌باشد. ns: فاقد اختلاف معنی‌دار.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]



شکل ۱: مقایسه میانگین برهم‌کنش کاربرد تیمارهای کودی و ژنوتیپ‌های کینوا بر محتوای نیتروژن بیوماس و دانه

حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

بیش‌ترین میزان محتوای نیتروژن دانه در شرایط کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ کیو۲۶ با میزان ۲/۷ درصد مشاهده شد (شکل ۱). افزایش نیتروژن خاک، احتمالا ناشی از وجود نیـتروژن در ساختار بیوچار است. بدیهی است که با افزایش مقدار بیوچار در خاک، این پارامتر نیز افزایش خواهد یافت. ظرفیت تبادل آنیونی خاک در واقع شاخصی است که میزان توانایی خاک در نگهداشت و جذب آنیون‌ها را نشان می‌دهد. این پارامتر با اسیدیته خاک رابطه عکس دارد و آبشویی آنیون‌های مورد نیاز گیاه از زمین های کشاورزی به علت پایین بودن این خصوصیت خاک می‌باشد. بیوچار دارای قابلیت جذب آنیونی بوده و سطح ویژه‌ی بالایی داشته که قادر به جذب یون‌های نیترات بوده و موجب نگهداری آن در خاک و کاهش آبشویی نیترات و افزایش نیتروژن در محدوده‌ی ریشه می‌شود، در نتیجه قابلیت بالای جذب رطوبتی بیوچار و بالا بودن تخلخل در آن این امکان را برای باکتری‌ها و سایر فرآیندهای نیتراتساز تسهیل می‌کند (Xang *et al*., 2015). از سوی دیگر، با افزایش توسعه ریشه و فراهم کردن سطح جذب، سبب بهبود جذب عناصر معدنی، نظیر نیتروژن در گیاه می‌شود. بیوچار همانند یک منبع حاصلخیزکننده و همچنین نگهدارنده تعادل غذایی در اکوسیستم خاکی با فراهم آوردن و نگهداری عناصر مغذی از جمله نیتروژن سبب افزایش جذب این عنصر توسط گیاه و رشد گیاهان و بازدهی محصول خواهد شد (Farrell *et al*., 2014). با توجه به نتایج، کاربرد بیوچار جذب مواد مغذی در بیوماس و دانه را نسبت به تیمار شاهد کاهش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

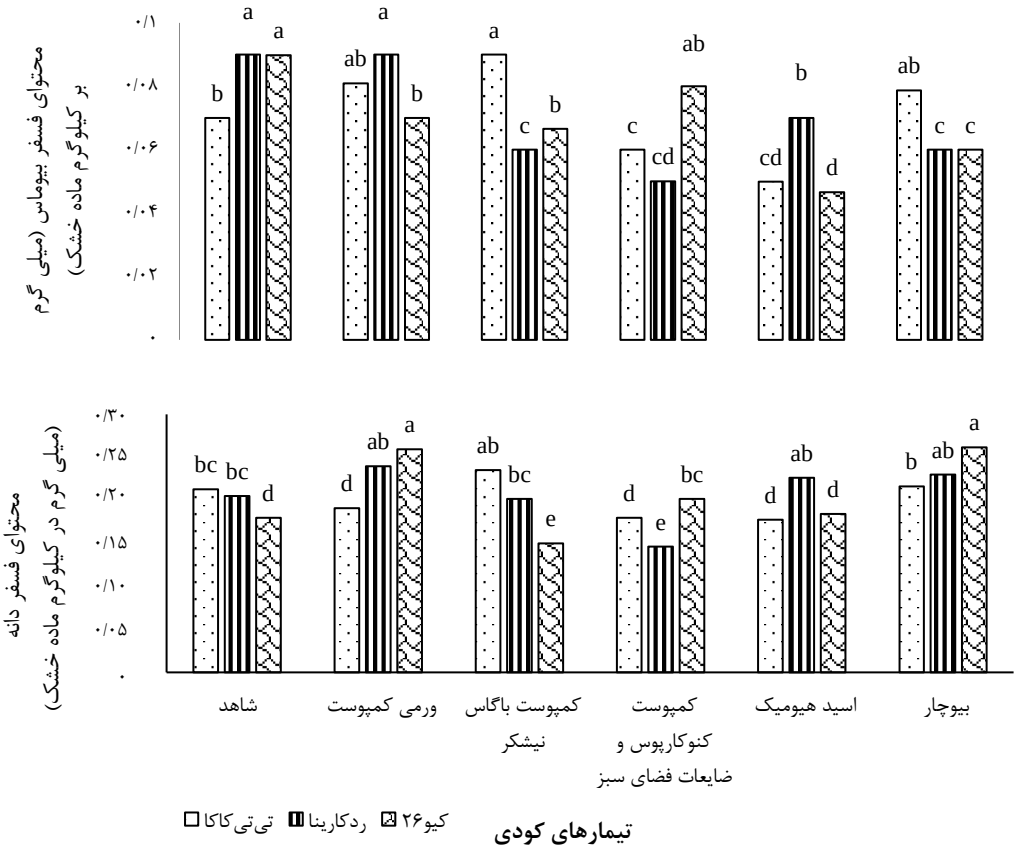
داد. ممکن است دو دلیل برای کاهش جذب نیتروژن توسط گیاه در تیمار بیوچار وجود داشته باشد: ۱- ممکن است به دلیل جذب نیترات بر سطح بیوچار باشد که سبب کاهش دسترسی گیاه به نیتروژن می‌شود. ۲- اینکه ممکن است به علت افزایش نسبت کربن به نیتروژن خاک با افزودن بیوچار، معدنی شدن نیتروژن افزایش یافته و کاهش جذب نیتروژن خاک توسط گیاه را موجب شده است(Lehman *et al*., 2003). کاهش محتوای نیتروژن در گیاه در شرایط اعمال کود بیوچار در خاک در برخی مطالعه‌ها عنوان شده است (Kammann *et al*., 2011). در حالی که برخی محققین بیان کردند که ظرفیت تبادل کاتیونی بالای بیوچار و تخلخل بالای آن می‌تواند جذب مواد مغذی گیاه و در دسترس بودن آن برای گیاه را افزایش دهد(Lehman *et al*., 2003). با وجود کاهش محتوای نیتروژن بیوماس، محتوای نیتروژن دانه کمتر در واکنش به بیوچار مشاهده شد که ممکن است به دلیل افزایش جذب آب و بهبود فیزیولوژی گیاه با افزودن بیوچار باشد. کمپوست حاصل از تجزیه مواد آلی توسط ریزجانداران و حاوی مقادیر فراوانی عناصر معدنی از جمله فسفر، پتاسیم، نیتروژن، منیزیم و گوگرد بوده که بخشی از آن‌ها به تدریج و پیوسته در خاک، آزاد و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. افزودن کمپوست در خاک به تأمین بیشتر انرژی، کربن و عناصر غذایی و در نهایت فعالیت میکروبی بیشتر منجر می‌شود (Larid *et al*., 2010). افزودن کمپوست به خاک سبب افزایش فعالیت و مقدار آنزیم ATPآز غشاء پلاسما در ریشه شده و این امر سبب افزایش جذب نیترات توسط گیاه می‌شود (Lee *et al*., 2014). به نظر می‌رسد این عوامل سبب افزایش جزئی محتوای نیتروژن در برخی تیمارها شده و عدم افزایش نیتروژن در برخی تیمارها در مقایسه با شاهد احتمالا بدین دلیل است که در کاربرد کودهای شیمیایی عناصر به سرعت در اختیار گیاه قرار گرفته و جذب می‌شود، در حالی که در تیمار کاربرد کمپوست آزادسازی عناصر به آرامی صورت گرفته و جذب آهسته صورت می‌گیرد. استفاده از ورمی‌کمپوست نیز سبب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک شده که آن‌ها در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب افزایش جذب توسط گیاه و بهبود عملکرد گیاه می‌شوند. کاربرد ورمی کمپوست در رقم ردکارینا سبب افزایش محتوای نیتروژن بیوماس شد. این افزایش ممکن است به افزایش محتوای نسبی آب برگ در شرایط کاربرد ورمی کمپوست نیز مرتبط باشد. نتایج به دست آمده با یافته های برخی محققان مطابقت داشت (Arancon *et al*., 2011). ورمی کمپوست موجب افزایش تجمع پرولین می‌شود و شاید در سایر تیمارها تبدیل نیتروژن به شکل پرولین موجب کاهش مقدار محتوای نیتروژن در مقایسه با شاهد کاربرد کودهای شیمیایی شده است (Kazeminasab *et al*., 2016). کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش نیتروژن برگ می‌شود (Dastyaran, 2015). در پژوهشی، اسید هیومیک سبب افزایش جذب نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم و آهن شد، اما جذب نیتروژن در واکنش به اسید هیومیک قرار نگرفت (Haghighi *et al*., 2015). در حالی که نتایج آزمایش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

حاضر مخالف نتایج این آزمایش‌ها بود. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه برخی محققان مطابقت نشان داد(Kazeminasab *et al*., 2016).

محتوای فسفر بیوماس و دانه

محتوای فسفر در هر سه ژنوتیپ مورد بررسی از کاربرد کودهای زیستی متأثر گشت (شکل ۲). با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس صفات در صفات محتوای فسفر بیوماس و دانه، ژنوتیپ، تیمار نوع کود و برهم‌کنش ژنوتیپ در نوع کود اختلاف معنی‌دار نشان دادند. بیش‌ترین میزان محتوای فسفر دانه با میزان ۰/۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک در شرایط کاربرد ورمی کمپوست و بیوچار در ژنوتیپ کیو۲۶ مشاهده شد و کمترین میزان محتوای فسفر بیوماس و دانه به ترتیب (۰/۰۴۷ و ۰/۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک) در شرایط کاربرد اسید هیومیک و در ژنوتیپ کیو۲۶ و کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ کیو۲۶ مشاهده گردید (شکل ۲ و جدول ۳).



شکل ۲: مقایسه میانگین برهم‌کنش کاربرد تیمارهای کودی و ژنوتیپ‌های کینوا بر محتوای فسفر بیوماس و دانه

حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

افزودن مواد کمپوست شده منجر به تحریک باکتری‌های مسئول معدنی کردن فسفر آلی و باکتری‌های حل کننده فسفر معدنی و افزودن بیوچار سبب تحریک قارچ‌های میکوریزایی می‌شود که برای چرخه عناصر غذایی به ویژه فسفر بسیار مهم هستند (Lambers *et al*., 2011). کاربرد کمپوست باگاس نیشکر توانست تا حدی به اندازه کودهای شیمیایی در افزایش جذب فسفر مؤثر باشد. دلیل احتمالی این امر می‌تواند افزایش فعالیت میکروبی پس از کاربرد کمپوست و در نتیجه آزادسازی فسفر در طول معدنی شدن مواد آلی باشد. همچنین این افزایش را می‌توان ناشی از اسیدهای آزاد شده از مواد آلی عنوان کرد. این اسیدها تثبیت فسفر در خاک را کاهش داده و آن را به صورت قابل جذب گیاه تبدیل می‌نمایند. پس از آن بیوچار به علت داشتن ظرفیت تبادلی بالا، موجب نگهداشت این عناصر در خاک خواهد شد.

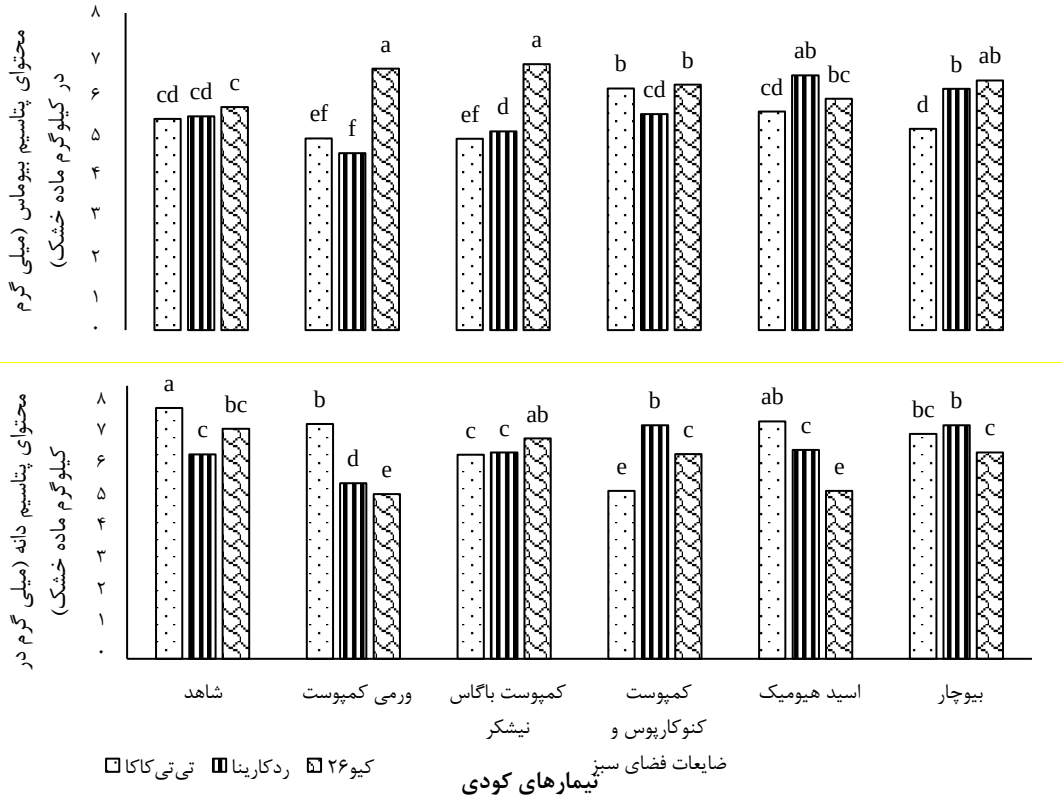
با تغییر یا ترشح آنزیم‌ها، شرایط را برای تبدیل فسفر نامحلول به شکل قابل استفاده فراهم می‌سازند. از طرفی، قارچ میکوریزاکه میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات با استقرار در منطقه ریزوسفر از ترشحات ریشه استفاده نموده و آربوسکولار در حالی‌که به درون پوست ریشه گیاه نفوذ می‌کند، از گیاه میزبان خود کربن دریافت می‌کند و در مقابل فسفر و سایر عناصر معدنی را به وسیله هیف‌های گسترده خود در خاک جذب و در اختیار گیاه قرار می‌دهد. این امر می‌تواند سبب افزایش محتوای نیتروژن در گیاه گردد (Koide and Mosse, 2014). البته در تیمار کمپوست کنوکارپوس و ضایعات فضای سبز، این افزایش در محتوای نیتروژن مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل تکمیل نشدن فرآیند تشکیل کمپوست در آن‌ها باشد. تیمار بیوچار باعث افزایش مقدار فسفر قابل استفاده خاک می‌شود. کمتر بودن مقدار فسفر گیاه در تیمار کاربرد بیوچار نسبت به تیمار کمپوست شاید به دلیل میزان فسفر قابل جذب کمتر در خاک در این تیمار باشد. از سوی دیگر احتمالاً فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز در تیمار کمپوست بالا بوده که این امر اثر بسزایی در افزایش غلظت فسفر گیاه دارد. به طور کلی غلظت عناصر در گیاه به غلظت عناصر در خاک واکنش نشان می‌دهد و انتظار می‌رود که با افزایش غلظت عناصر در خاک، غلظت آن‌ها در گیاه نیز بیشتر شود یا با کاهش غلظت عناصر در خاک جذب بیشتری توسط گیاه انجام گرفته باشد. نتایج به دست آمده با پژوهش برخی محققان مطابقت نشان داد (Mengel and Kirkby, 2010). کاهش محتوای فسفر در برخی از تیمارها در شرایط کاربرد کمپوست ممکن است به حضور فسفر زیاد در کمپوست و تشکیل کمپلکس‌های فسفوهومیک باشد که سبب کند شدن فرآیند تثبیت فسفر در خاک شده است. افزایش محتوای دانه در تیمار بیوچار شاید بدین دلیل است که بیوچار توانسته مقدار بیشتری از فسفر قابل استفاده خاک را از طریق ریشه جذب و به بخش هوایی گیاه منتقل کند که منجر به افزایش غلظت فسفر در دانه گردید. بیوچار با فراهم کردن زیستگاه و تأمین کربن برای باکتری‌های حل کننده فسفات می‌تواند ترکیبات کم محلول فسفر را حل کرده و به بهبود فراهمی فسفر در خاک کمک کند (Mkhabella and Warman, 2005; Marchetti and Castelli, 2013). یافته های این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک نتوانسته در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

مقایسه با تیمار شاهد سبب محتوای بیشتر فسفر در بیوماس و دانه گردد. در حالی که در تیمار ورمی کمپوست، محتوای فسفر افزایش پیدا کرد و این افزایش احتمالاً به دلیل افزایش حضور فسفر قابل جذب در خاک در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست بوده است. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه برخی محققان مشابهت نشان داد (Kazeminasab *et al*., 2016).

محتوای پتاسیم بیوماس و دانه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس صفات در صفات محتوای پتاسیم دانه و بیوماس، ژنوتیپ، تیمار نوع کود و برهم‌کنش ژنوتیپ در نوع کود ($P\leq ۰/۰۱$) اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۳). محتوای پتاسیم از کاربرد کودهای زیستی متأثر شد (شکل ۳). بیش‌ترین میزان محتوای پتاسیم بیوماس در شرایط کاربرد کمپوست باگاس نیشکر و در ژنوتیپ کیو۲۶ با میزان ۶/۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مشاهده شد، همچنین کمترین میزان محتوای پتاسیم بیوماس و دانه (۴/۴۶ و ۴/۸ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک) در تیمار کاربرد ورمی کمپوست و در ژنوتیپ ردکارینا و تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست در ژنوتیپ کیو۲۶ مشاهده گردید (شکل ۳). بیش‌ترین میزان محتوای پتاسیم دانه در رقم تی‌تی‌کاکا در شرایط شاهد و در شرایط کاربرد اسید هیومیک (با میزان ۷ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) مشاهده شد (شکل ۳).

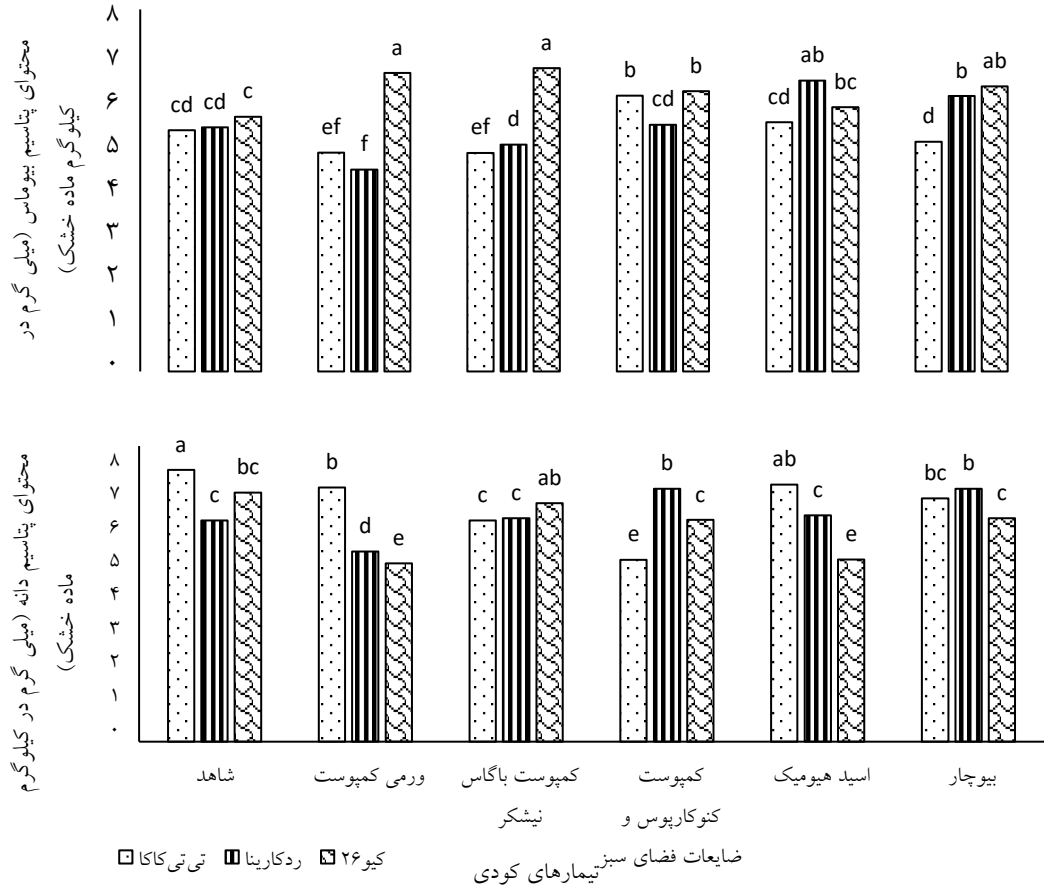


شکل ۳: مقایسه میانگین برهم‌کنش کاربرد تیمارهای کودی و ژنوتیپ‌های کینوا بر محتوای پتاسیم بیوماس و دانه

حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

نتایج نشان داد با افزایش در محتوای پتاسیم دانه، محتوای پتاسیم بیوماس کاهش می‌یابد. این امر نشان از انتقال این عنصر از اندام هوایی به دانه است. ورمی کمپوست، کمپوست و بیوچار، د روضعیت فیزیکی مناسب خاک سبب بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی شده و آنزیم‌هایی که توسط این باکتری‌ها تولید می‌شود، باعث انحلال پتاسیم در خاک و افزایش جذب آن توسط گیاه می‌شوند. مواد آلی همانند کمپوست با بهبود ویژگی‌های فیزیکی بستر ریشه به‌صورت غیرمستقیم بر افزایش رهاسازی پتاسیم مؤثر هستند. بیوچار نیز همانند کمپوست در افزایش قابلیت دسترسی پتاسیم در خاک مؤثر است. بیوچار به دلیل دارا بودن غلظت عناصر بالا و خاکستر، سطح ویژه بالا، تخلخل و ایجاد محیطی برای باکتری‌ها سبب افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود.



شکل ۳: مقایسه میانگین برهم‌کنش کاربرد تیمارهای کودی و ژنوتیپ‌های کینوا بر محتوای پتاسیم بیوماس و دانه

حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

در تیمار کاربرد ورمی کمپوست، کمپوست و بیوچار، وضعیت فیزیکی مناسب خاک سبب بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی شده و آنزیم‌هایی که توسط این باکتری‌ها تولید می‌شود، باعث انحلال پتاسیم در خاک و افزایش جذب آن توسط گیاه می‌شوند (Basak and Biswas 2009). مواد آلی همانند کمپوست با بهبود ویژگی‌های فیزیکی بستر ریشه به‌صورت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

غیرمستقیم بر افزایش رهاسازی پتاسیم مؤثر هستند. بیوچار نیز همانند کمپوست در افزایش قابلیت دسترسی پتاسیم در خاک مؤثر است. بیوچار به دلیل دارا بودن غلظت عناصر بالا و خاکستر، سطح ویژه بالا، تخلخل و ایجاد محیطی برای باکتری‌ها سبب افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود. افزایش غلظت عناصر در گیاه در واکنش به غلظت عناصر در خاک است. به گونه‌ای که انتظار می‌رود با افزایش غلظت عناصر در خاک، غلظت آن‌ها در گیاه نیز بیشتر شود، یا با کاهش غلظت عناصر در خاک، جذب بیشتری توسط گیاه انجام گرفته باشد. در شرایط کاربرد بیوچار، محتوای پتاسیم در بیوماس بیشتر از شاهد بود. یافته‌های برخی محققان با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت (Lehman *et al*., 2012). در تیمار کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست نیز در برخی تیمارها افزایش در محتوای پتاسیم مشاهده شد. به نظر می‌رسد تخلخل بالا در این ترکیبات و در نتیجه افزایش محل‌های تبادل و تجمع عناصر بالا در آن‌ها، قابلیت جذب پتاسیم توسط گیاه را در این تیمارها افزایش داده است. از سوی دیگر ورمی‌کمپوست حاوی هورمون‌های رشد گیاه مانند سیتوکینین است و تحقیقات نشان داده است که هورمون سیتوکینین باعث افزایش جذب پتاسیم می‌شود (Ilan, 2017). احتمالا جذب پتاسیم از ریزوسفر توسط گیاه منجر به کاهش پتاسیم در خاک می‌شود. نتایج مشابهی توسط برخی محققان گزارش شده است (Osuagwu *et al*., 2010).

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعه‌های موجود، فواید کاربرد کودهای بوم سازگار در بهبود رشد گیاهان مختلف به خوبی نمایان گردیده است. البته قابل ذکر است که زمان و میزان کاربرد آن‌ها بر میزان اثرگذاری آن‌ها بسیار مؤثر خواهد بود. به طور کلی به نظر می‌رسد در میان ارقام و تیمارهای کودی مختلف، ژنوتیپ کیو۲۶ و کاربرد کمپوست باگاس نیشکر به دلیل بهبود جذب عناصر در بیوماس و دانه در مقایسه با شاهد گزینه‌ی مناسبی جهت کشت در شرایط آب و هوایی اهواز و شرایط مشابه باشند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهش و فنآوری دانشگاه شهید چمران اهواز جهت تأمین هزینه این پژوهش که قسمتی از قرارداد پژوهانه شماره SCU.AA1400.309 می‌باشد سپاسگزاری می‌شود.

منابع

امیر یوسفی، م.، تدین، م.ر.، و ابراهیمی، ر.۱۳۹۹.اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی صفات بیوشیمیایی و عملکردی دو رقم کینوا. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی.۹(۳۶):۲۹۹-۳۱۴.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

باقری، م. ۱۳۹۱. کشت کینوآ. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر. ۱۴۳ صفحه.

براتی، ف.، فراوانی، م. و اصغری، ح. ۱۳۹۳. بررسی اثر مصرف نیتروژن و کودهای آلی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی بالنگو، همایش ملی فرآورده‌های طبیعی و گیاهان دارویی. دانشگاه فردوسی مشهد. صفحات ۴۵-۵۰.

برکتی، ف.، مجیدی هروان، ا.، شیرانی‌راد ، ا.ح. و نورمحمدی، ق. ۱۳۹۸. پاسخ‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا به کاشت تأخیری و محلول‌پاشی هیومیک اسید. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۱(۴۴):۵۹-۷۶.

سماوات، س. و ملکوتی، م. ۱۳۸۴. ضرورت تولید و استفاده از اسیدهای آلی برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۴۶۳. انتشارت سنا، تهران، ایران. ۸۹ صفحه.

نصیری، آ.، سامدلیری، م.، شیرانی راد، ا.م.، موسوی، ا.م و جباری، ح.۱۳۹۶. ارزیابی صفات زراعی و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی در شرایط کاربرد هیومیک اسید و تراکم‌های مختلف بوته در برخی ارقام زمستانه کلزا. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۹(۳۵):۵۵-۷۲.

نوروزی، م.، طباطبائی، س.ح.، نوری، م.ر. و متقیان، ح.ر. ۱۳۹۵. اثرات کوتاه مدت بیوچـــــار حاصل از برگ خرما بر حفظ رطوبت در خاک لوم شنی. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۲(۲): ۱۳۷-۱۵۰.

Adhikary, S. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: a review. Agricultural Sciences, 37: 905–917.

Aggelides, S.M. and Londra, P. A. 2016. Effect of compost produced from town waste and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource Technology, 71: 253-259.

Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J. D. 2014. Influence of vermicomposts on field strawberries. I: Effects on growth and yields. Bioresearch Technology, 93:145-153.

Basak, B. B. and Biswas, D.R. 2009. Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bacillus mucilaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by Sudan grass (*Sorghum vulgare Pers.*) grown under two Alfisols. Plant and Soil, 317: 235-255.

Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen-Total. In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D. R. Eds., American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 595-624.

Chintala, R., Mollinedo, J., Schumacher, T. E., Malo, D.D. and Julson, J.L. 2013. Effect of biochars on chemical properties of acidic soil. Archives of Agronomy and Soil Science, 60: 393-404.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

Dastyaran, M. 2015. Effect of humic acid and exogenous putrescine on vase life and leaf macro elements status of hydroponic cultured Rose (*Rosa hybrida* cv. 'Dolce Vita'). Agricultural Communications, 3: 43-49.

Edwards, C. A. and Burrows, I. 2018. The Potential of Earthworm Composts as Plant Growth Media. In: Edwards, C.A. and Neuhauser, E. F., Eds., Earthworms in Environmental and Waste Management, SPB Academic Publishing, The Hague, 211-220.

FAO. 2011. Quinoa; an ancient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean, 63 p.

Farrell, M., Macdonald, L.M., Butler, G., Chirino-Valle, I. and Condron, L. M. 2014. Biochar and fertiliser applications influence phosphorus fractionation and wheat yield. Biology and Fertility of Soils, 50: 169–178.

Gundale, M. J. and DeLuca, T. H. 2017. Charcoal effects on soil solution chemistry and growth of *Koeleria macrantha* in the ponderosa pine/douglas fir ecosystem. Biology and Fertility of Soils, 43: 303-311.

Gupta, P. K. 2004. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Published by Agrobios (India), Agro House, Behind Nasrani Cinema, Chopasani Road, Jodhpur 342002.

Gutierrez, F. A., Santiago, J., Molina, J. A. M., Nafate, C. C., Abud, M., Llaven, M. A. O., Haghighi, M., Nikbakhat, A. and Pessarakli, M. 2015. Effects of humic acid on remediation of the nutritional deficiency of gerbera in hydroponic culture. Journal of Plant Nutrition, 39: 702-713.

Hosseinzadeh, S. R., Amiri, H. and Ismaili, A. 2018. Evaluation of photosynthesis, physiological, and biochemical responses of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Pirouz) under water deficit stress and use of vermicompost fertilizer. Journal of Integrated Agriculture, 17: 23-38.

Ilan, I. 2017. Evidence for hormonal regulation of the selectivity of ion uptake by plant cells. Physiologia Plantarum, 25: 230–233.

Kammann, C. I., Sebastian, L., Johannes, W.G. and Hans-Werner, K. 2011. Influence of biochar on drought tolerance of *Chenopodium quinoa* Wild and on soil–plant relations. Plant Soil, 345:195–210.

Kammann, S. I., Sebastian, L., Johannes, W.G. and Hans-Werner, K. 2011. Influence of biochar on drought tolerance of *Chenopodium quinoa* Willd and soil-plant relations. Plant Soil, 345: 195-210.

Kazeminasab, A., Yarnia, M., Lebaschy, M. H., Mirshekari, B. and Rejali, F., 2016. The effect of vermicompost and PGPR on physiological traits of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) plant under drought stress. Journal of Medicinal Plants By-products, 2: 135–144.

Koide, R. T. and Mosse, B. 2014. A history of research on arbuscular mycorrhiza. Mycorrhiza, 14:145–163.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

Kumawat, P. D., Jat, N. L. and Yadavi, S.S. 2016. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley (*Hordeum vulgare*). Indian Journal Agriculture Science, 76: 226-229.

Laird, D., Fleming, P., Wang, B. Q., Horton, R. and Karlen, D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma, 158: 436-442.

Lambers, H., Raven, J. A., Shaver, G. R. and Smith, S. E. 2008. Plant nutrient acquisition strategies change with soil age. Trends in Ecology and Evolution, 23:95-103.

Lee, J. J., Park, R. D. and Kim, Y. W. 2014. Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth. Bioresource Technology, 93:21-28.

Lehmann, J., da Silva Jr, J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. and Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil, 249: 343-357.

Liu, T., Liu, B. and Zhang, W. 2014. Nutrients and heavy metals in biochar produced by sewage sludge pyrolysis: its application in soil amendment. Polish Journal of Environmental Studies, 23(1): 271-275.

Marchetti, R. and Castelli, F. 2013. Biochar from swine solids and digestate influence nutrient dynamics and carbon dioxide release in soil. Journal of Environmental Quality, 42:893-901.

Mengel, K. and Kirkby, E. 2010. Principles of plant nutrition. 5th Ed., International Potash Institute, Bern, Switzerland. 324 p.

Mkhabela, M. and Warman, P. R. 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops, grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. Agriculture, Ecosystems and Environment, 106(1): 57-67.

Nigussie, A., Kissi, E., Misganaw, M. and Ambaw, G. 2012. Effect of biochar application on soil Properties and nutrient uptake of Lettuces (*Lactuca sativa*) grown in chromium polluted soils. Am-Euras. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental, 12(3): 369-376.

Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W. and Niando M.A.S. 2009. Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. Soil Science, 174: 105–112.

Osuagwu, G. G. E., Edeoga, H. O. and Osuagwu, A. N. 2010. The influence of water stress (drought) on the mineral and vitamin potential of the leaves of *Ocimum gratissimum* L. Recent Research in Science and Technology, 2: 27–33.

Perner, H., Schwarz, D., Bruns, C., Mader, P. and George, E. 2017. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. Mycorrhiza, 17: 469474.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

Raviv, M., Zaidman, B. Z. and Kapulnik, Y. 2018. The use of compost as a peat substitute for organic vegetable transplants production. Compost Science and Utilization, 6: 46-52.

Roppongi, K. 2013. Residual effects of rice straw compost after continuous application to upland alluvial soil. Japanese Soil Science Plant Nutrition, 64:417-422.

Vaz-Moreira, I., Maria, E., Silva, C.M., Manaia, D. and Olga, C. 2018. Diversity of Bacterial Isolates from Commercial and Homemade Composts. Microbial Ecology, 55:714–722.

Yang, H. and Sheng, K. 2012. Characterization of biochar properties affected by different pyrolysis temperatures using visible near infrared spectroscopy. International Scholarly Research Network Spectroscopy, 15: 177-190.

Yang, Y. C., Zhang, M., Zheng, L., Cheng, D. D., Liu, M. and Geng, Y.Q. 2011. Controlled release urea improved nitrogen use efficiency, yield, and quality of wheat. Agronomy Journal, 103(2): 479-485.

Yao, F. X., Arbestain, M. C., Virgel, S., Blanco, F., Arostegui, J., Macia-Agullo, J. A. and Macias, F. 2009. Simulated geochemical weathering of a mineral ash-rich biochar in a modified Soxhlet reactor. Chemosphere, 80: 724-732.

Zhang, A. P., Liu, R. L., Gao, J., Zhang, Q. W., Xiao, J. N., Chen, Z., Yang, S. Q., Hui, J. Z. and Yang, L. Z. 2015. Effects of biochar on nitrogen losses and rice yield in anthropogenicalluvial soil irrigated with yellow river water. Journal of Agro-Environment Science, 10: 116-54.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]

Application of eco-friendly inputs on some elements uptake of three quinoa cultivars in Ahvaz climatic conditions

A. Neisi[1], E. Fateh[2*] and A. Aynehband[3]

1, 2 & 3) Department of Production Engineering and Plant Genetics, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

***Corresponding author: e.fateh@scu.ac.ir**

This article is an excerpt from a master's thesis.

Received date: 2023.01.16 **Accepted date: 2023.04.30**

Abstract

In order to study some elements uptake of three cultivars (genotype) of quinoa under the influence of different sources of organic fertilizers in comparison with the control (chemical fertilizers), an experiment was conducted in 2009-2010 crop season in Research farm of Shahid Chamran University of Ahvaz. This experiment was performed as a factorial design in the form of randomized complete blocks design with three replications. The first factor includes different sources of compatible ecosystem inputs at six levels (1- Chemical control (NPK), 2- Vermicompost, 3- Sugarcane bagasse compost, 4- Conocarpus and green space waste compost, 5- Foliar application of acid Humic and 6- Biochar. The second factor included three cultivars of quinoa including 1- Titicaca, 2- Redcarina and 3- Q26. The results showed that the interaction effect of fertilizer treatment in cultivar on different traits was statistically significant. The highest nitrogen content of biomass and grain (0.8% and 2.7%) were observed in application of sugarcane bagasse compost and in Titicaca genotype and sugarcane bagasse compost application in Q26 genotype, respectively. Also, the lowest amount of biomass and seed nitrogen content was observed (0.6% and 2.5% respectively) in the condition of humic acid application in Tt kaka genotype and humic acid application in Redcarina genotype.The highest content of biomass and grain phosphorus (0.09 and 0.26 mg/kg dry matter) belonged to the application of sugarcane bagasse compost in Titicaca cultivar (and in vermicompost in Redcarina cultivar) and the application of vermicompost and biochar in Q26 genotype, respectively. Also, the lowest amount of phosphorus content of biomass and seed (0.047 and 0.15 mg/kg of dry matter), respectively, was observed under conditions of application of humic acid and in genotype Q26 and application of sugarcane bagasse compost in genotype Q26. The highest content of potassium biomass and grain (6.71 and 6. 5 mg/kg of dry matter) was observed in the application of sugarcane bagasse compost in Q26 genotype.

Key words: Humic acid, Bagasse, Biochar, Compost and Vermicompost.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-28]