



## اثرات کاربرد پوسال زباله شهری و دو نوع زغال زیستی بر غلظت برخی عناصر غذایی در برنج (*Oryza sativa*)

\* سپیده فلاح طوله کلایی<sup>۱</sup>، محمدعلی بهمنیار<sup>۲</sup>، فردین صادق زاده<sup>۳</sup> و سیدمصطفی عمادی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، آستاد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

و منابع طبیعی ساری، آستادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۴

### چکیده

**سابقه و هدف:** برنج به عنوان یکی از قدیمی ترین گیاهان زراعی در دنیا بوده و نقش چشمگیری در تغذیه مردم جهان و ایران دارد. یک از روش های مدیریت خاک، جبران ضعف حاصل خیزی طبیعی خاک ها با استفاده از پوسال زباله شهری و زغال زیستی است. با توجه به این که استفاده توأم این دو ماده اصلاح کننده خاک در جذب عناصر غذایی از خاک های آهکی کشور گزارش نشده است، هدف از این پژوهش بررسی و ارزیابی کارایی کاربرد آن ها در خاک های شالیزار می باشد.

**مواد و روش ها:** به منظور بررسی اثر پوسال زباله شهری و زغال های زیستی تولید شده از کاه و کلش برنج و تفاله نیشکر تولید شده در دمای ۳۵۰ درجه سانتی گراد بر روی غلظت عناصر غذایی (نیترژن، فسفر، پتاسیم، مس، روی، آهن و منگنز) برگ گیاه برنج آزمایشی گلخانه ای طراحی شد. پوسال زباله شهری در چهار سطح (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم خاک) و تیمار زغال های زیستی متفاوت در سه سطح (۰، ۳ و ۶ گرم زغال زیستی در کیلوگرم خاک) به کار برده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۲ در سه تکرار اجرا گردید.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که بالاترین میزان نیترژن برگ (۴/۰۵ درصد) در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش + ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک و کمترین میزان نیترژن برگ در تیمار شاهد مشاهده شد. میزان فسفر برگ در تیمار ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر + ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک نسبت به تیمار شاهد بیش تر از دو برابر افزایش داشت. هم چنین با افزایش مقدار پوسال در تمام سطوح زغال زیستی، میزان فسفر افزایش یافت. حداکثر و حداقل میزان پتاسیم برگ به ترتیب مربوط به تیمار ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر + ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک و شاهد بود. بیشترین میزان مس برگ در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش در کیلوگرم خاک مشاهده و نسبت به شاهد به میزان ۳ درصد افزایش یافت. بیشترین میزان روی (۲۷/۴۹ میلی گرم بر کیلوگرم گیاه) در تیمار ۲۰ گرم پوسال + ۳ گرم زغال زیستی کاه و کلش در کیلوگرم خاک جذب گردید. هم چنین در تمام سطوح زغال زیستی با

\* مسئول مکاتبه: [sepidehfallah69@gmail.com](mailto:sepidehfallah69@gmail.com)

افزایش سطح پوسال میزان آهن افزایش یافت. حداکثر میزان منگنز برگ نیز در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش در کیلوگرم خاک وجود داشت.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد توأم پوسال زباله شهری و زغال زیستی در افزایش عناصر مغذی گیاه برنج در خاک‌های آهکی شالیزارها تأثیر قابل توجهی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** پوسال شهری، زغال زیستی، برنج، عناصر غذایی، خاک آهکی

### مقدمه

برنج به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی در دنیا مطرح می‌باشد و نقش چشم‌گیری در تغذیه مردم جهان و ایران دارد (۲۵). قابلیت هضم برنج به مراتب بیش‌تر از گندم و سایر محصولات غذایی است و از نظر میزان تولید کالری، بر اکثر مواد غذایی مورد مصرف انسان برتری دارد (۷). هر چند در مقایسه با گندم، سطح زیر کشت برنج در دنیا کم‌تر از گندم است، اما میزان تولید آن معادل با میزان تولید گندم است (۲۳). نگاه یک‌جانبه به تأمین مواد غذایی بدون توجه به مسایل زیست‌محیطی و تأثیر کودهای شیمیایی بر خصوصیات خاک، موجب استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی شده و در نتیجه اثرات مخربی بر خاک داشته و در نهایت کاهش رشد را در پی دارد (۵). کودهای شیمیایی عناصر را به‌میزان سریع‌تر و مؤثرتر در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (۱۶)، در حالی‌که کودهای آلی مناسب دارای اکثر عناصر غذایی لازم برای رشد گیاهان می‌باشند و عناصر غذایی را به‌تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهند. ماندگاری کودهای شیمیایی نیز کم‌تر از کودهای آلی در خاک است (۶). پژوهشگران با بررسی تأثیر کاربرد پوسال بر گیاهان مختلف اثر آن را بر افزایش عملکرد گزارش نموده‌اند (۵). نتایج پژوهش بارتال و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد میزان جذب فسفر و پتاسیم در گیاهان تیمار شده با پوسال بیش‌تر از گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی بود (۳). براساس گزارش شریفی

و همکاران (۲۰۱۱)، کاربرد پوسال موجب افزایش مقدار عناصر فسفر، پتاسیم، منیزیم و روی قابل جذب توسط گیاه شد (۲۶). مصرف شش‌ساله پوسال، در تناوب گندم، ذرت و چغندر قند نشان داد مصرف پوسال مقدار عناصر روی و مس را در دانه گندم افزایش داد (۱۸). هم‌چنین مصرف پوسال سبب افزایش میزان برخی مواد غذایی مورد نیاز گیاهان از جمله فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس در خاک شده و در نهایت سبب افزایش قابلیت جذب عناصر برای گیاه شد (۱۷).

پوسال مواد طبیعی مخلوط در هم با منشأ آلی است که طی فرایند پیوسته‌ای توسط میکروارگانیسم‌ها در محیط گرم و مرطوب و هوادار انجام می‌شود و مواد آلی به مواد پایدار تبدیل می‌شوند که هوموس یا پوسال نامیده می‌شوند. به‌عبارت دیگر تولید پوسال یک فرایند تجزیه بیولوژیکی توده ضایعات تحت شرایط کنترل شده می‌باشد (۱۰).

زغال زیستی<sup>۱</sup> به‌عنوان یک کود آلی، محصول دگرگونی حرارتی ضایعات آلی در غیاب اکسیژن (پرولیز) و دمای نسبتاً زیاد (عمدتاً بیش از ۳۰۰ تا ۷۰۰ درجه سلسیوس) است. ترکیب شیمیایی و ساختار زیست‌توده ضایعات آلی اولیه بر ترکیب زغال زیستی حاصله و متعاقباً نوع کاربرد آن نقش مؤثری دارد (۱۴).

## مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۲ به صورت گلدانی در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول مصرف پوسال زباله شهری در چهار سطح به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم خاک، فاکتور دوم مصرف دو نوع زغال زیستی در دو سطح شامل کاه و کلش برنج و تفاله نیشکر تولید شده در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد به میزان ۳ و ۶ گرم در کیلوگرم خاک به اضافه یک تیمار شاهد به خاک اضافه گردید. بدین ترتیب در مجموع این آزمایش شامل ۶۰ گلدان آزمایشی بود و تیمارها شامل: (T<sub>1</sub>): شاهد، (T<sub>2</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار کاه و کلش در کیلوگرم خاک، (T<sub>3</sub>): مصرف ۶ گرم بایوچار کاه و کلش در کیلوگرم خاک، (T<sub>4</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار تفاله نیشکر در کیلوگرم خاک، (T<sub>5</sub>): مصرف ۶ گرم بایوچار تفاله نیشکر در کیلوگرم خاک، (T<sub>6</sub>): مصرف ۱۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>7</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار کاه و کلش و ۱۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>8</sub>): مصرف ۶ گرم بایوچار کاه و کلش و ۱۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>9</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار تفاله نیشکر و ۱۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>10</sub>): مصرف ۶ گرم بایوچار تفاله نیشکر و ۱۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>11</sub>): مصرف ۲۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>12</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار کاه و کلش و ۲۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>13</sub>): مصرف ۶ گرم بایوچار کاه و کلش و ۲۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>14</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار تفاله نیشکر و ۲۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>15</sub>): مصرف ۶ گرم

چان و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند، مصرف زغال زیستی به تنهایی در طی یک سال هیچ اثر قابل توجهی بر وضعیت گیاه نداشت ولی با گذشت ۴ سال، با افزایش مصرف زغال زیستی عملکرد ذرت به تدریج افزایش یافت (۴). از طرفی مصرف زغال زیستی به همراه کود نیتروژنه اثر مثبتی بر مقدار نیتروژن گیاه داشت. زغال زیستی دارای پتانسیل بالایی برای بهبود بهره‌وری مواد معدنی کود نیتروژنه را دارا می‌باشد. علاوه بر این، زغال زیستی از لحاظ اقتصادی قابل توصیه می‌باشد زیرا مصرف کودهای معدنی تجاری را کاهش می‌دهد (۲۹). مصرف زغال زیستی در سطح ۰ تا ۲۰ تن در هکتار طی یک دوره ۴ ساله، منیزیم قابل دسترس گیاه گندم را از ۶۴٪ به ۲۱۷٪ افزایش داد (۲۷). در خاک‌هایی با بافت شنی افزودن زغال زیستی آبشویی فسفر در خاک را کاهش می‌دهد. بنابراین، انتظار می‌رود که با افزایش سطح زغال زیستی میزان فسفر نیز افزایش یابد (۲۱). علاوه بر این، لمان و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند با افزایش مصرف زغال زیستی جذب پتاسیم، فسفر، کلسیم، روی و مس توسط گیاه افزایش یافت و منجر به افزایش رشد گیاه شد (۱۳).

به نظر می‌رسد که استفاده از پوسال زباله شهری<sup>۱</sup> و زغال زیستی می‌تواند به عنوان یک راه‌حل مناسب برای بهبود رشد گیاه برنج باشد. ولی تاکنون پژوهشی در زمینه استفاده توأم از پوسال زباله شهری و زغال زیستی مشاهده نشده است. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر کاربرد سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و زغال زیستی و ارزیابی برهمکنش کاربرد آن‌ها بر میزان جذب برخی عناصر غذایی گیاه برنج می‌باشد.

مقادیر بر حسب وزن خاک هر گلدان معادل‌سازی و مصرف گردید که یک سوم کود اوره، تمام کود فسفر و تمام کود پتاسیمی قبل از کاشت مصرف و یک سوم کود اوره در مرحله پنجه‌زنی و یک سوم باقیمانده کود اوره در مرحله ساقه رفتن به‌صورت کود سرک مصرف شد. نمونه‌های خاک این پژوهش از خاک‌های سطحی شالیزارهای روستای تجن لته منطقه گوهراران شهرستان ساری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، پوسال و زغال زیستی تعیین گردید که نتایج آن‌ها در جدول ۱ آمده است.

بایوچار تفاله نیشکر و ۲۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>16</sub>): مصرف ۳۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>17</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار کاه و کلش ۳۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>18</sub>): مصرف ۶ گرم بایوچار کاه و کلش و ۳۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>19</sub>): مصرف ۳ گرم بایوچار تفاله نیشکر و ۳۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، (T<sub>20</sub>): مصرف ۶ گرم بایوچار تفاله نیشکر و ۳۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک می‌باشد. مصرف کودهای شیمیایی براساس نتیجه آزمون خاک شامل ۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بود که این

جدول ۱- برخی خواص فیزیکی شیمیایی خاک، پوسال و زغال زیستی مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Some properties physical chemical of soil, compost and boichar used in the test.

زغال زیستی کاه و کلش برنج rice straw boichar	پوسال زباله شهری municipal solid waste compost	زغال زیستی تفاله نیشکر sugarcane bagasse boichar	خاک soil	
-	-	-	شنی	کلاس بافت Soil texture
11.81	11.06	2.98	0.2	کربن آلی (%) Organic Carbon (%)
6.76	7.55	8.5	8.11	اسیدیته (pH)
0.168	0.74	3.35	0.841	قابلیت هدایت الکتریکی EC (dS m <sup>-1</sup> )
0.823	1.119	0.298	0.019	نیترژن (N) (%)
-	-	120.28	0.28	فسفر قابل جذب (P) (mg kg <sup>-1</sup> )
6300	18900	4000	40	پتاسیم قابل جذب (K) (mg kg <sup>-1</sup> )

زغال زیستی و پوسال روی نیتروژن برگ در سطح احتمال یک درصد ( $P > 0.01$ ) تفاوت معنی داری داشت (جدول ۲). بیشترین میزان نیتروژن با میانگین  $4/05$  درصد در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش به همراه مصرف ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک و کمترین میزان نیتروژن در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین با افزایش سطح پوسال در تمام سطوح زغال زیستی، میزان نیتروژن افزایش یافت. میزان نیتروژن با افزایش مصرف پوسال به مقدار ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک ( $3/73$  درصد) نسبت به تیمار شاهد ( $1/49$  درصد) به بیش از دو برابر افزایش یافت (شکل ۱). سیکا (۲۰۱۲) نیز مشاهده کرد با افزایش کاربرد زغال زیستی، غلظت نیتروژن گیاه افزایش یافت (۲۷). علاوه بر این، چان و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند در سطوح بالای مصرف زغال زیستی جذب نیتروژن افزایش می‌یابد (۴). لمان (۲۰۰۷) گزارش کرد زغال زیستی موجب تغییرات پویایی نیتروژن در خاک می‌شود (۱۲). سینگ و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که هوازگی زغال زیستی در خاک منجر به تثبیت نیتروژن می‌شود (۲۸). همچنین، بسته به نوع مواد اولیه زغال زیستی و مدت زمان تماس آن با خاک، در سطوح بالای کاربرد زغال زیستی (بین ۱۰ تا ۲۰ درصد وزنی) مشاهده شده که آبشویی آمونیوم کاهش می‌یابد (۲۸). سرور و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند کاربرد پوسال موجب افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن و افزایش جذب نیتروژن شد (۲۴). حاتم و رونقی (۲۰۱۱) دریافتند که با افزایش سطح پوسال غلظت نیتروژن گیاه افزایش یافت (۹). همچنین، با کاربرد پوسال غلظت نیتروژن در جو بهاره نیز نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری یافت (۱۱).

بعد از پیاده کردن نقشه طرح و اعمال تیمارهای کودی در گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی، در مرحله سه الی چهار برگی، ۳ بوته از برنج رقم طارم نشاء شد. عملیات داشت شامل آبیاری، وجین و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به‌طور یکنواخت در همه گلدان‌ها صورت گرفت. در اوایل مرحله گلدهی و در زمان ظهور خوشه از برگ پرچم هر گلدان برای تعیین عناصر Mn, Cu, Zn, Fe, K, P, N نمونه‌برداری شد.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، زغال‌های زیستی و پوسال مورد آزمایش شامل pH در گل اشباع به‌وسیله دستگاه pH متر (۱۹)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع به‌وسیله دستگاه EC متر (۲۰)، کربن آلی به روش والکلی و بلک (۲۰)، نیتروژن به روش کلدال (۳۱)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (۲۲) و میزان پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (۳۱) و همچنین بافت خاک به روش هیدرومتری (۸) اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

مقدار نیتروژن گیاه به روش میکرو-کجلدال (۳۱)، میزان فسفر گیاه، میزان پتاسیم گیاه و میزان عناصر کم مصرف گیاه (Mn, Cu, Zn, Fe) به روش خاکستر خشک (Dry Ashing) (۳۱) اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده، از نرم‌افزارهای SAS و MSTATC و مقایسه میانگین با روش حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (LSD) انجام شد.

### نتایج و بحث

نیتروژن: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف زغال زیستی، پوسال و همچنین برهم‌کنش

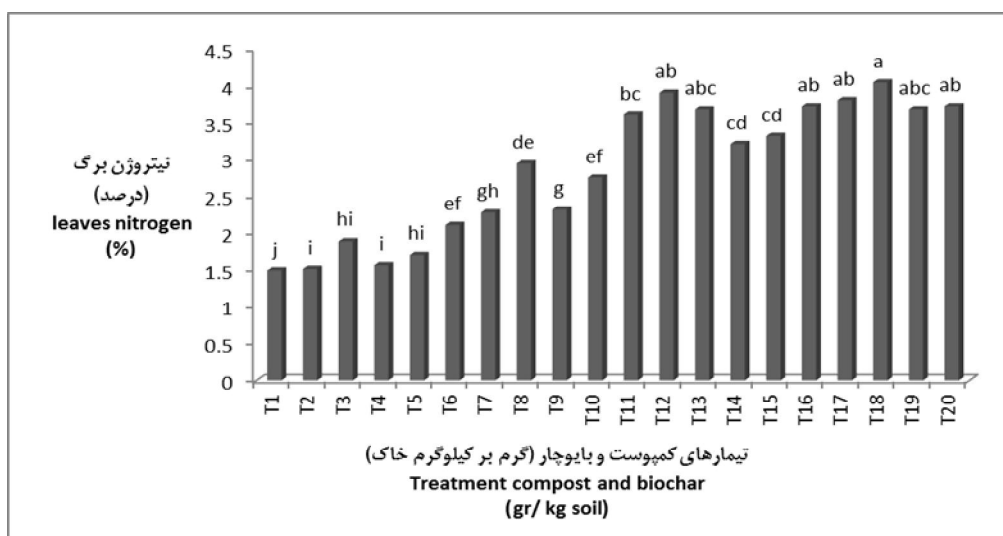
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر زغال زیستی و پوسال بر نیتروژن و پتاسیم و فسفر برگ گیاه برنج.

Table 2. Analysis of variance (mean square) effect of biochar and compost on nitrogen, potassium and phosphorus of rice leaves.

منگنز Mn	آهن Fe	روی Zn	مس Cu	فسفر P	پتاسیم K	نیتروژن N	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Sources of variations
4295.10**	471.58**	63.56**	10.68**	0.0003 <sup>ns</sup>	0.108**	0.53**	4	زغال زیستی (A) biochar
61439.04**	3876.61**	206.52**	11.09**	0.023**	0.03*	13.72**	3	پوسال (B) compost
10596.76**	578.16**	37.08**	3.53**	0.001*	0.05**	0.28**	12	A×B
69.55 <sup>ns</sup>	20.02 <sup>ns</sup>	0.71 <sup>ns</sup>	0.061 <sup>ns</sup>	0.0003*	0.003 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	2	بلوک Block
176.87	31.06	0.68	0.08	0.0007	0.012	0.06	38	خطای آزمایشی (Experiment error)
9.33	5.39	5.35	3.067	15.82	8.105	8.59	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

\*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، <sup>ns</sup> عدم معنی داری.

\*\* and \* means significant at 1% and 5%, <sup>ns</sup> non-meaningful respectively.



شکل ۱- اثر زغال زیستی و پوسال بر درصد نیتروژن برگ گیاه برنج.

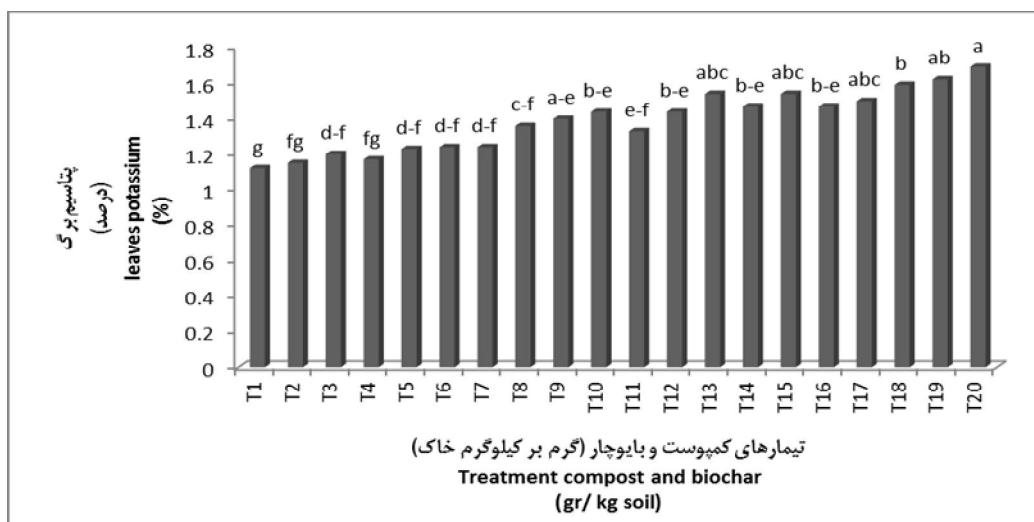
Figure 1. Effect of biochar and compost on nitrogen percent leaves of rice plant.

میانگین (شکل ۲) نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم با میانگین ۱/۶۹ درصد به تیمار ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر به همراه ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک مربوط بود که نسبت به شاهد (۱/۱۲) به میزان ۳۴ درصد افزایش داشت. میزان پتاسیم با مصرف ۶

پتاسیم: اثر ساده زغال زیستی و هم‌چنین برهم‌کنش زغال زیستی و پوسال روی پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد ( $P > 0.01$ ) معنی داری شد. ولی اثر ساده پوسال در سطح احتمال ۵ درصد ( $P > 0.05$ ) تفاوت معنی داری نشان داد (جدول ۲). نتایج مقایسه

همکاران (۲۰۰۷) مشاهده شد با کاربرد زغال زیستی غلظت پتاسیم گیاه افزایش یافت و بیشترین عملکرد مربوط به سطح ۵۰ تن زغال زیستی در هکتار و بدون مصرف کود نیتروژن بود. این افزایش به دلیل غلظت بالای پتاسیم قابل دسترس موجود در زغال زیستی گزارش شد (۴). سرور و همکاران (۲۰۰۹) بیان داشتند کاربرد پوسال موجب افزایش جذب پتاسیم می‌شود (۲۴). هم‌چنین گزارش شد پوسال اثر معنی‌داری روی مقدار جذب پتاسیم دارد (۳۰) که با یافته‌های این پژوهش هم‌خوانی دارد.

گرم زغال زیستی تفاله نیشکر در کیلوگرم خاک به همراه افزایش مقدار پوسال به میزان ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم به ترتیب به مقدار ۱/۲۳، ۱/۴۴، ۱/۵۴ و ۱/۶۹ درصد افزایش یافت. ضمناً زغال زیستی تفاله نیشکر میزان پتاسیم برگ را به مقدار بیش‌تری نسبت به زغال زیستی کاه و کلش افزایش داد. پتاسیم جزء عناصر اصلی مورد نیاز برای رشد گیاه برنج بوده (۲) و نقش بارزی در ساختمان گیاه، انتقال انرژی و موازنه بار الکتریکی در گیاه دارد. جذب این مواد توسط گیاهان به غلظت یون در سطح ریشه، ظرفیت جذب ریشه و نیاز گیاه بستگی دارد (۱). در پژوهشی توسط چان و



شکل ۲- اثر زغال زیستی و پوسال بر درصد پتاسیم برگ گیاه برنج.

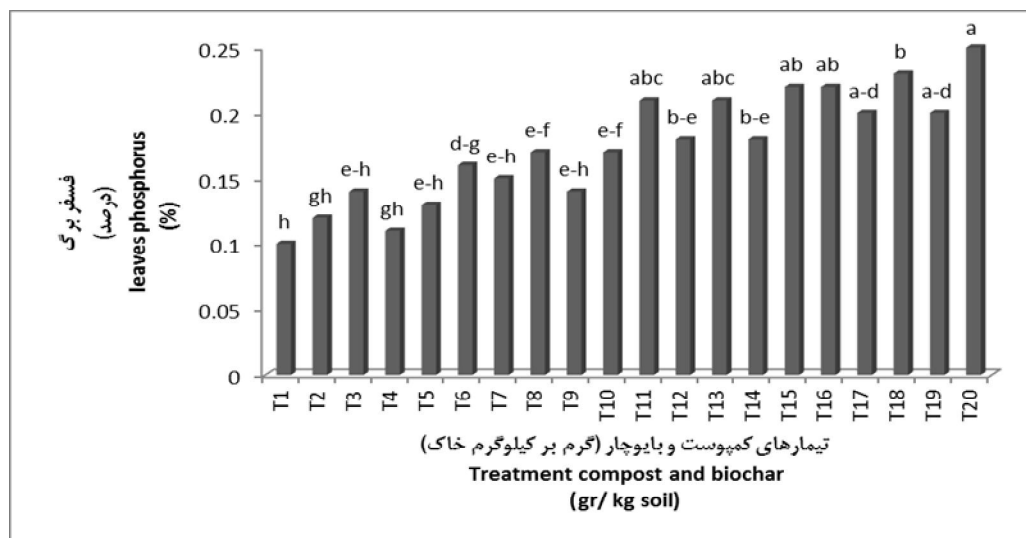
Figure 2. Effect of biochar and compost on potassium percent leaves of rice plant.

بیش‌ترین میزان فسفر برگ را دارا می‌باشد. اثر ساده زغال زیستی روی فسفر برگ تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی در تیمار کودی پوسال و هم‌چنین برهم کنش زغال زیستی و پوسال به ترتیب در سطح احتمال یک درصد ( $P > 0.01$ ) و در سطح احتمال ۵ درصد ( $P > 0.05$ ) تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). در خاک‌هایی با بافت شنی افزودن زغال زیستی آبشویی فسفر در خاک را کاهش می‌دهد، بنابراین، انتظار می‌رود که با افزایش سطح زغال زیستی میزان فسفر

فسفر: نتایج مقایسه میانگین (شکل ۳) نشان داد که بیش‌ترین میزان فسفر با میانگین ۰/۲۳ درصد به تیمار ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر به همراه مصرف ۳۰ گرم پوسال بر کیلوگرم خاک اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد (۰/۱۱ درصد) بیش از دو برابر افزایش یافت. هم‌چنین همه سطوح زغال زیستی به همراه مصرف ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک نسبت به مصرف ۰، ۱۰ و ۲۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک موجب حداکثر مقدار جذب فسفر در برگ شد.

زیستی می‌باشد (۴). در گزارش حاتم و رونقی (۲۰۱۱) آمده است با افزایش پوسال جذب فسفر جو افزایش یافت (۹)، هم‌چنین مفتون و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند کاربرد پوسال سبب افزایش غلظت فسفر در اسفناج شد (۱۵).

نیز افزایش یابد (۲۱). در پژوهشی روی درصد ماده خشک تربچه مشاهده شد با کاربرد زغال زیستی غلظت فسفر افزایش یافت و بیش‌ترین عملکرد مربوط به سطح ۵۰ تن در هکتار زغال زیستی و بدون مصرف کود نیتروژن می‌باشد. این افزایش به دلیل غلظت بالای فسفر قابل دسترس موجود در زغال



شکل ۳- اثر زغال زیستی و پوسال بر درصد فسفر برگ گیاه برنج.

Figure 3. Effect of boi-char and compost on phosphorus percent leaves of rice plant.

زغال زیستی کاه و کلش بر کیلوگرم خاک کم‌ترین میزان مس را نسبت به شاهد دارا بود (جدول ۳). بررسی نواک و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که افزایش میزان زغال زیستی تأثیر قابل‌توجهی روی غلظت مس نداشته است. ضمناً، دامنه تغییرات مس با افزودن زغال زیستی در سه سطح ۰، ۰/۵ و ۲۰ درصد به میزان ۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم نوسان داشت (۲۱). در پژوهشی گزارش شد که با افزودن پوسال میزان مس جذب شده توسط گیاه کاهش یافت زیرا مس در خاک با ماده آلی، ایجاد کمپلکس می‌کند و از دسترس گیاه خارج می‌شود (۹).

روی: اثر ساده زغال زیستی، پوسال و هم‌چنین برهم‌کنش زغال زیستی و پوسال بر میزان روی برگ در سطح احتمال یک درصد ( $P > 0.01$ ) تفاوت

مس: نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد اثر زغال زیستی، پوسال و هم‌چنین برهم‌کنش زغال زیستی و پوسال بر مقدار مس برگ در سطح احتمال یک درصد ( $P > 0.01$ ) معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳)، نشان داد که بیش‌ترین میزان مس مربوط به تیمار شاهد و تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش بر کیلوگرم خاک بدون پوسال و کم‌ترین میزان مس مربوط به تمام سطوح اثر ساده پوسال می‌باشد. هم‌چنین با افزایش سطح پوسال در تمام سطوح زغال زیستی، میزان مس کاهش یافت و افزایش کاربرد پوسال و زغال زیستی اثر قابل‌توجهی روی میزان مس نداشته است. میزان مس در بین تیمارهای ۳ و ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر و زغال زیستی کاه و کلش بر کیلوگرم خاک، تیمار ۳ گرم



معنی داری داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین میزان روی به ترتیب با میانگین ۲۷/۴۹ و ۸/۹۷ میلی گرم بر کیلوگرم گیاه مربوط به تیمار ۲۰ گرم پوسال به همراه ۳ گرم زغال زیستی کاه و کلش در کیلوگرم خاک و تیمار ۲۰ گرم پوسال به همراه ۳ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر بر کیلوگرم خاک می باشد. میزان روی با افزایش مصرف پوسال به مقدار ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک (۲۱/۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم گیاه) نسبت به تیمار شاهد (۹/۵۵ میلی گرم بر کیلوگرم گیاه) به بیش از دو برابر افزایش یافت. لمان و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند با افزایش مصرف زغال زیستی جذب روی توسط گیاه افزایش یافت و منجر به افزایش رشد گیاه شد (۱۳). شریفی و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود نشان دادند که با اضافه نمودن پوسال به خاک، غلظت روی در ذرت افزایش یافت (۲۶). حاتم و رونقی (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند با افزایش میزان پوسال مقدار روی در اندام هوایی جو بهاره در خاک شنی نسبت به شاهد افزایش یافت (۹).

آهن: نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری در سطوح مختلف اثر ساده زغال زیستی، پوسال و هم‌چنین برهم‌کنش زغال زیستی و پوسال روی منگنز برگ در سطح احتمال یک درصد ( $P > 0/01$ ) معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که بیشترین میزان منگنز به تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش بر کیلوگرم خاک اختصاص یافت. کمترین میزان منگنز در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش بر کیلوگرم خاک به همراه ۳۰ گرم پوسال بر کیلوگرم خاک مشاهده شد. هم‌چنین تیمارهای ۳ گرم زغال زیستی کاه و کلش و زغال زیستی تفاله نیشکر بر کیلوگرم خاک نسبت به تیمارهای ۶ گرم بر کیلوگرم زغال زیستی کاه و کلش و زغال زیستی تفاله نیشکر میزان منگنز بیش‌تری را دارا بودند. با افزایش میزان پوسال از ۱۰ به ۳۰ گرم بر کیلوگرم در تمام تیمارهای زغال زیستی میزان منگنز کاهش یافت. به‌طور کلی عناصر کم‌مصرف ضروری مانند منگنز در محلول خاک توسط سیستم ریشه گیاه کم‌تر قابل دسترس می‌باشد زیرا این یونها با افزایش pH خاک به‌طور فزاینده‌ای روی ذرات خاک جذب می‌شوند. افزودن زغال زیستی موجب رسوب منگنز در خاک شده و تحرک منگنز برای رسیدن به سلول‌های آبکشی گیاه کاهش یافته و منگنز از دسترس گیاه خارج می‌شود (۲۷). هم‌چنین در پژوهشی گزارش شد که با افزودن پوسال میزان منگنز جذب‌شده توسط گیاه کاهش یافت زیرا منگنز در خاک با ماده آلی، ایجاد کمپلکس می‌کند و از دسترس گیاه خارج می‌شود (۹).

آهن: نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری در سطوح مختلف اثر ساده زغال زیستی، پوسال و هم‌چنین برهم‌کنش زغال زیستی و پوسال روی آهن برگ در سطح احتمال یک درصد ( $P > 0/01$ ) وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که بیشترین میزان آهن به تیمار ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر به همراه ۳۰ گرم پوسال بر کیلوگرم خاک اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد ۴۱/۵۹ درصد افزایش یافت. کمترین میزان آهن در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش بر کیلوگرم خاک مشاهده شد. هم‌چنین در تمام سطوح زغال زیستی با افزایش سطح پوسال میزان آهن افزایش یافت. در پژوهشی توسط مرجوی و جهاد اکبر (۲۰۱۱) مشاهده شد با کاربرد پوسال بالاترین جذب آهن مربوط به

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر زغال زیستی و پوسال بر میزان مس، روی، آهن و منگنز برگ گیاه برنج.

Table 3. Mean comparisons of effect boichar and compost on amount copper, zinc, iron and manganese leaves of rice plant.

منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم) Mn (gr/kg)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم) Fe (gr/kg)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم) Zn (gr/kg)	مس (میلی گرم بر کیلوگرم) Cu (gr/kg)	تیمار	
				زغال زیستی (گرم بر کیلوگرم) Boichar (gr/kg)	پوسال (گرم بر کیلوگرم) Compost (gr/kg)
253.40 <sup>b</sup>	83.33 <sup>kl</sup>	9.55 <sup>ij</sup>	12.15 <sup>a</sup>	0	0
252.51 <sup>b</sup>	79.30 <sup>l</sup>	12.15 <sup>h</sup>	9.26 <sup>d</sup>	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)
288.19 <sup>a</sup>	77.00 <sup>l</sup>	10.42 <sup>i</sup>	12.44 <sup>a</sup>	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)
250/00 <sup>b</sup>	77.56 <sup>l</sup>	10.42 <sup>i</sup>	10.42 <sup>c</sup>	۳ (تفاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)	۳ (تفاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)
145.83 <sup>f</sup>	99.50 <sup>ghi</sup>	9.26 <sup>ij</sup>	10.71 <sup>e</sup>	۶ (تفاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)	۶ (تفاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)
152.19 <sup>ef</sup>	96.40 <sup>hig</sup>	16.59 <sup>de</sup>	8.10 <sup>f</sup>	0	0
143.51 <sup>f</sup>	100.60 <sup>ghi</sup>	14.76 <sup>fg</sup>	8.48 <sup>ef</sup>	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)
68.76 <sup>jk</sup>	97.76 <sup>efj</sup>	17.94 <sup>cd</sup>	10.71 <sup>e</sup>	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)
137.15 <sup>fg</sup>	102.43 <sup>fgh</sup>	14.27 <sup>g</sup>	8.68 <sup>e</sup>	۳ (تفاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)	۳ (تفاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)
100.11 <sup>hi</sup>	94.70 <sup>hij</sup>	12.63 <sup>h</sup>	9.26 <sup>ad</sup>	۶ (تفاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)	۶ (تفاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)

## ادامه جدول ۳-

Continue Table 3.

تیمار Treatment	مگنیز (میلی گرم بر کیلوگرم) Mn (gr/kg)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم) Fe (gr/kg)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم) Zn (gr/kg)	مس (میلی گرم بر کیلوگرم) Cu (gr/kg)	پوسال (گرم بر کیلوگرم) Compost (gr/kg)	
					زغال زیستی (گرم بر کیلوگرم) Boichart (gr/kg)	زغال زیستی (گرم بر کیلوگرم) Compost (gr/kg)
0	75.60 <sup>j</sup>	140.46 <sup>a</sup>	18.13 <sup>c</sup>	8.10 <sup>f</sup>	0	0
۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)	62.50 <sup>kl</sup>	118.46 <sup>bcd</sup>	27.49 <sup>a</sup>	7.52 <sup>g</sup>	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)
۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)	50.35 <sup>kl</sup>	120.40 <sup>bc</sup>	15.43 <sup>efg</sup>	10.80 <sup>c</sup>	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)
۳ (تغاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)	174.77 <sup>d</sup>	110.20 <sup>def</sup>	8.97 <sup>j</sup>	11.43 <sup>b</sup>	۳ (تغاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)	۳ (تغاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)
۶ (تغاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)	168.40 <sup>de</sup>	113.00 <sup>cde</sup>	15.91 <sup>ef</sup>	9.26 <sup>ad</sup>	۶ (تغاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)	۶ (تغاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)
0	119.21 <sup>gh</sup>	91.43 <sup>ijk</sup>	21.60 <sup>b</sup>	8.10 <sup>f</sup>	0	0
۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)	78.70 <sup>ij</sup>	106.50 <sup>efg</sup>	19.10 <sup>c</sup>	9.55 <sup>d</sup>	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)	۳ (کاه و کلش) 3 (rice straw)
۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)	45.72 <sup>l</sup>	123.26 <sup>b</sup>	17.94 <sup>cd</sup>	10.71 <sup>c</sup>	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)	۶ (کاه و کلش) 6 (rice straw)
۳ (تغاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)	71.37 <sup>ijk</sup>	90.26 <sup>kl</sup>	14.76 <sup>fg</sup>	8.39 <sup>ef</sup>	۳ (تغاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)	۳ (تغاله نیشکر) 3 (sugarcane bagasse)
۶ (تغاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)	212.38 <sup>c</sup>	142.66 <sup>a</sup>	21.41 <sup>b</sup>	10.71 <sup>c</sup>	۶ (تغاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)	۶ (تغاله نیشکر) 6 (sugarcane bagasse)

در هر ستون تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشابه باشند نشان دهنده عدم تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می باشد. In each column are the same treatments that contain at least one letter indicating no significant difference in the level of 5% is based on the LSD test.

## نتیجه‌گیری کلی

گرم پوسال در کیلوگرم خاک اختصاص یافت. بیش‌ترین میزان مس در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش در کیلوگرم خاک مشاهده شد. هم‌چنین با افزایش سطح پوسال در تمام سطوح زغال زیستی، میزان مس برگ کاهش یافت. بیش‌ترین میزان روی در برگ (۲۷/۴۹ میلی گرم بر کیلوگرم گیاه) در تیمار ۲۰ گرم پوسال به همراه ۳ گرم زغال زیستی کاه و کلش در کیلوگرم خاک تجمع یافت. حداکثر میزان منگنز برگ در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش در کیلوگرم خاک وجود داشت. به‌طورکلی مصرف پوسال به همراه زغال زیستی تأثیر بهتری روی غلظت عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، فسفر و آهن برگ گیاه برنج داشته و مصرف ۶ گرم بر کیلوگرم زغال زیستی به همراه تیمار ۳۰ گرم بر کیلوگرم پوسال، عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، فسفر و آهن را بیش‌تر در دسترس گیاه قرار داد.

پسماندهای آلی مورد مطالعه (زغال زیستی‌ها و پوسال زباله شهری) حاوی مقادیر قابل‌توجه‌ای از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه هستند که کاربرد این مواد در زمین‌های کشاورزی می‌تواند در تأمین نیاز گیاهان زراعی مفید باشد. در بررسی انجام شده کاربرد این مواد سبب افزایش معنی‌دار در نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی شد. نتایج نشان داد بالاترین میزان نیتروژن برگ (۴/۰۵ درصد) در تیمار ۶ گرم زغال زیستی کاه و کلش به همراه ۳۰ گرم پوسال در کیلوگرم خاک و کم‌ترین میزان نیتروژن برگ در تیمار شاهد مشاهده شد. حداکثر میزان فسفر برگ در تیمار ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر در کیلوگرم خاک به همراه ۳۰ پوسال گرم در کیلوگرم خاک به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد بیش‌تر از دو برابر افزایش داشت. بیش‌ترین میزان پتاسیم با میانگین ۱/۶۹ درصد به تیمار ۶ گرم زغال زیستی تفاله نیشکر به همراه ۳۰

## منابع

1. Akhgari, H. 2004. Rice (Farming, Reproduction and Nutrition). Rasht Islamic Azad University Press, 481p. (In Persian)
2. Amiri Larijani, B., Ramzanpor, Y., Kargaran, M., and Shokri, A. 2005. Rice farming in the tropics. Ministry of Jihad-e-Agriculture Press, 114p. (In Persian)
3. Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V., and Fine, P. 2004. Nitrogen, phosphorus and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. Environ. Qual. J. 33: 1855-1865.
4. Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. Austral. Soil Res. J. 45: 629-634.
5. Dadi, A., Memari, GH., Akbari, A., and Lotphiphar, A. 2011. The effect of different amounts of municipal solid waste compost application on soil properties, nutrient concentrations, growth and yield of maize. J. Plant Prod. Technol. 11: 1. 83-97. (In Persian)
6. Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J.E. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agron. J. 96: 442-447.
7. Emadzadeh, M., and Deliri Cholabi, H. 2007. Investigation of the relative advantages of the production and the estimation of the rice importation in Iran. J. Qual. Econ. Rev. 3: 23-44. (In Persian)
8. Gee, G.W., and Bauder, J. 1982. Particle size analysis, P 384-412. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), method of soil analysis, Part 1. Madison, Wisconsin. Amer. Soc. Agron.

9. Hatam, Z., and Ronaghi, A. 2011. The effect of compost and compost leachate on growth and chemical composition of barley and bioavailability of nutrients in calcareous soil and sandy clay loam. *J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. Soil and Water Sciences*. 58: 109-122. (In Persian)
10. Haimi, J., and Huhta, V. 1987. Comparison of compost produced from identical wastes by "vermistabilization" and conventional composting. *J. Pedobiologia*. 30: 2. 137-144.
11. Horst, W.J., Schenk, M.K., Burkert, A., Classen, N., Flassa, H., Frommer, W.B., and Goldbach, H. 2006. The effect of bio-compost application on crop yield and nitrogen dynamic in soil. *Plant Nut. J.* 92: 986-989.
12. Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. *Germany front Ecol. Environ.* 5: 381-387.
13. Lehmann, J., daSilva, 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 Soil*. 249: 343-357.
14. Lehmann, J., and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management. Science and Technology. Earthscan Publishes, 416p.
15. Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N., and Ronaghi, A. 2004. Effect of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. *Plant Nut. J.* 27: 9. 1635-1651.
16. Mallanagouda, B. 1995. Effects of N, P, K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. *Med. Aroma Plant Sci. J.* 4: 916-918.
17. Marjavi, A., and Jahadakbar, R. 2002. Effects of municipal compost on soil chemical properties and quantity and quality characteristics of sugar beet. *J. Sugar Beet*. 18: 1-14. (In Persian)
18. Marjavi, A., and Jahadakbar, R. 2011. Effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on soil chemical characteristics and quality of sugar beet in Rodasht region, Esfahan. *J. Sugar Beet*. 27: 1. 67-83. (In Persian)
19. McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. In method of soil analysis, P 99-244. In: A.L. Page (Ed.), Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2<sup>nd</sup> ed Madison, Wisconsin. Am. Soc. Agron.
20. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter, P 539-579. In: A.L. Page (Ed.), Method of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2<sup>nd</sup> ed. Madison, Wisconsin. Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Society Amer. 539-579.
21. Novak, J.M., Busscher, W.J., Laird, D.L., Ahmedna, M., Watts, D.W., and Niandou, M.A.S. 2009. Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal Plain soil. *Soil Sci.* 174: 105-112.
22. Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1990. Phosphorus, P 403-431. In: A.L. Page (Ed.), Method of soil analysis. Part 2. Znd agron monoger. ASA Mad WI.
23. Pharahder, P.H., Valadabadi, A., Daneshian, J., Razavipor, T., and Amiri, A. 2011. Evaluation of irrigation and amount of Azolla compost on agronomic traits in rice (*Oryza sativa*). *J. Biol. Sci.* 1: 4. 99-111. (In Persian)
24. Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., Muhammad, S., Tahir, M.A., and Saleem, U. 2009. Variations in nutrient concentrations of wheat and paddy as affected by different levels of compost and chemical fertilizer in normal soil. *Pak Bot.* 41: 5. 2403-2410.
25. Sedaghat, M., Pirdashti, H., Asadi, R., and Mosavi Taghani, Y. 2013. Reaction yield and yield components of two rice varieties (native and modified) to different irrigation management. *J. Soil and Water (Agricultural Sciences and Technology)*. 27: 2. 415-421. (In Persian)
26. Sharifi, M., Aphyoni, M., and Khoshgophtar, A. 2011. Application effects of sewage sludge, municipal waste compost and cow manure on soil Fe and Zn and their uptake by corn, alfalfa and parsley flowers in a greenhouse condition. *J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. Soil and Water Sciences*. 56: 141-153. (In Persian)

27. Sika, M. 2012. Effect of biochar on chemistry, nutrient uptake and fertilizer mobility in sandy soil. University of Stellenbosch. Thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree Master of Science in Agriculture at the University of Stellenbosch, 139p.
28. Singh, B.P., Hatton, B.J., Singh, B., Cowie, A., and Kathuria, A. 2010. Influence of biochars on nitrous oxide emission and nitrogen leaching from two contrasting soils. *Environ. Qual. J.* 39: 1224-1235.
29. Steiner, C., Glaser, B., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Blum, W.E.H., and Zech, W. 2008. Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal. *Plant Nut. Soil Sci. J.* 171: 893-899.
30. Valadabadi, A., Pharahder, P.H., Amiri, A., and Razavipor, T. 2011. Effects of Azolla compost on yield and uptake of nitrogen, phosphorus and potassium in rice. *Agophysiological Qual. J. Crop Plants.* 3: 4. 378-387. (In Persian)
31. Westerman, R.E.L. 1990. Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, USA.



## Effects of municipal solid waste compost and two boichar type's application on the concentration of some nutrients in rice (*Oryza sativa*)

\*S. Fallah Tolekolaei<sup>1</sup>, M.A. Bahmanyar<sup>2</sup>, F. Sadeghzadeh<sup>3</sup> and S.M. Emadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Soil Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Soil Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 03/08/2014; Accepted: 01/24/2015

### Abstract

**Background and Objectives:** Rice is one of the oldest cultivated plants in the world and plays a significant role in feeding the people in world as in Iran. One of the soil management approaches in improving the low native soil fertility of soils is the application of municipal solid waste compost and biochar. As, the application of these two amendments in Iranian calcareous soil is not yet studied, the main objective of this research is to test the performance of concurrent application of biochar and compost in paddy field on rice leaves nutrient.

**Materials and Methods:** The effects of different application rates of municipal solid waste compost (MSWC) and biochars derived from rice straw (RSB) and biochars derived from sugarcane bagasse (SBB) at 350 °C on the nutrients concentration (N, P, K, Cu, Zn, Fe and Mn) of rice leaves was investigated in a greenhouse experiment. The MSWC at four levels (0, 10, 20 and 30 g per kg soil) and biochars at three levels (0, 3 and 6 g biochars per kg soil) were incorporated to the soil. The experiment was conducted as factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications.

**Results:** The highest amount of nitrogen (4.05%) was observed in the treatment of 6 gr RSB + 30 gr MSWC per kg soil, while the minimum amount of nitrogen was obtained in the control treatment. The P concentration in 6 gr SSB + 30 gr MSWC per kg soil treatment was two times more than P in the control treatment. The P concentration of leaves increased with increasing the MSWC application in all applied biochar levels. The maximum and minimum concentrations of K were observed in the 6 gr RSB + 30 gr MSWC per kg soil treatment and control treatment, respectively. The maximum concentration of Cu was observed in the treatment of 6 gr RSB per kg soil. The maximum concentration of Zn (27.49 mg kg<sup>-1</sup> plant) was observed in the treatment of 20 gr MSWC + 3 gr RSB per kg soil. The Fe concentration of rice leaves increased with increasing the biochar application in all applied MSWC levels. There was also maximum manganese in the treatment of 6 gr RSB per kg soil.

**Conclusion:** Overall, this study showed that the co-application of MSWC and biochar (RSB and SBB) has a great impact on improvement of the rice leaves nutrients in the paddy calcareous soils.

**Keywords:** Municipal solid waste compost, Biochar, Rice, Nutrient, Calcareous soils

\* Corresponding Authors; Email: sepidehfallah69@gmail.com

