



دانشگاه گنبد کاووس، دانشکده کشاورزی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک  
جلد بیست و ششم، شماره ششم، ۱۳۹۸  
۲۴۷-۲۶۱

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2019.15799.3102

## اثر بیوچار کلزا، گندم و ترکیب آن‌ها بر جذب و آب‌شویی نیترات از خاک

زهرا کوهی<sup>۱</sup>، \* معصومه فراستی<sup>۲</sup>، سیدمرتضی سیدیان<sup>۳</sup> و عبداللطیف قلی‌زاده<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران،

<sup>۲</sup>دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران،

<sup>۳</sup>استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران،

<sup>۴</sup>استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵

### چکیده

**سابقه و هدف:** شناخت عوامل تأثیرگذار بر حرکت آب و املاح در نیم‌رخ خاک و استفاده از مواد اصلاح‌کننده جدید مانند بیوچار می‌تواند کمک شایانی به مدیریت صحیح برای کاهش آب‌شویی نیترات از منطقه رشد ریشه و جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی نماید. زغال زیستی از حرارت زیست‌توده‌های مختلف تحت شرایط بی‌هوازی (یا شرایط کم اکسیژن) تولید می‌شوند. ظرفیت جذب زغال زیستی به خصوصیات فیزیکی- شیمیایی آن بستگی دارد که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع ماده خام، اندازه ذرات، دمای پیرولیز، نرخ تغییرات دمایی و زمان نگهداشت دما می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** بیوچار گندم و کلزا با آسیاب کردن از کاه و کلش آن‌ها و بعد از خشک شدن آن، با استفاده از کوره در شرایط بدون اکسیژن به مدت ۴ ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد، تهیه شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (ستون خاک بدون بیوچار)، ترکیب خاک و بیوچار (۲ و ۴ درصد) و ستون‌های با ارتفاع‌های ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری بود. ستون‌هایی با ارتفاع ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱۶۰ میلی‌متر تهیه کرده و مخلوطی از بیوچار (۲ و ۴ درصد) و خاک در ستون‌های خاک ریخته شد. قبل از شروع آزمایش‌ها، به منظور آب‌شویی کامل خاک، ده برابر حجم آب تخلخل آب مقطر به هر یک از ستون‌های خاک، خاک و بیوچار ۲ درصد، خاک و زغال ۴ درصد و خاک و بیوچار گندم و کلزا ۴ درصد اضافه شد. سپس روز اول آزمایش یک حجم آب تخلخل آب مقطر در هر یک از ستون‌ها ریخته شد. روز دوم و سوم یک حجم آب تخلخل محلول نیترات با غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، روزهای چهارم، پنجم، ششم و هفتم یک حجم آب تخلخل آب مقطر به هر یک از ستون‌ها اضافه شد. در همه روزهای آزمایش در زمان‌های مختلف از خروجی ستون‌ها نمونه گرفته شد. سپس با استفاده از کاغذ صافی محلول صاف شد و با دستگاه اسپکتوفتومتر غلظت نیترات اندازه‌گیری شد تا بتوان میزان نیترات آب‌شویی شده و جذب شده را تعیین نمود.

\* مسئول مکاتبه: farasati2760@gmail.com

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که افزودن بیوپچار به خاک در هر دو سطح به‌ویژه بیوپچار ترکیبی موجب کاهش معنی‌دار آب‌شویی نیترات نسبت به شاهد در همه روزها شد. به‌طور کلی، میزان آب‌شویی نیترات در تیمارهای ۴ درصد بیوپچار نسبت به تیمار شاهد و بیوپچار ۲ درصد کم‌تر بود. هم‌چنین در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر، میزان آب‌شویی نیترات از ستون خاک کاهش یافت.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از بیوپچار ترکیبی کلزا و گندم باعث کاهش بیش‌تر آب‌شویی نیترات از خاک شد.

**واژه‌های کلیدی:** آب‌شویی نیترات، بیوپچار، سطح ویژه، کلزا، گندم

### مقدمه

بحران چندبعدی تغییر جهانی آب و هوا، انرژی و کمبود آب و هم‌چنین تخریب زمین‌های کشاورزی به‌دلیل تخلیه مواد مغذی چالش‌های اجتماعی، سیاسی، و اقتصادی عمده‌ای از جهان امروز ارائه می‌کنند (۱۸). با توجه به استفاده گسترده از کودهای نیتروژن در کشاورزی، سطح بالایی از یون نیترات در آب آشامیدنی در سراسر جهان مشهود است. مقادیر بالای نیترات به‌طور بالقوه برای انسان سمی است، که باعث بیماری متموگلوبینمیا<sup>۱</sup> در نوزادان و سرطان در دستگاه گوارش انسان می‌شود. حد مجاز نیترات در آب آشامیدنی ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر است (۲۲). زغال زیستی از حرارت دادن<sup>۲</sup> زیست‌توده‌های مختلف تحت شرایط بی‌هوازی (یا شرایط کم اکسیژن) تولید می‌شوند (۱۴). ظرفیت جذب زغال زیستی به خصوصیات فیزیکی- شیمیایی آن بستگی دارد که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع ماده خام، اندازه ذرات، دمای پیرولیز، بازه تغییرات دمایی و زمان در کوره بودن می‌باشد (۳ و ۶). پژوهشگران گزارش کردند که زغال زیستی را می‌توان پس از حذف نیترات از آب‌های آلوده، بدون خطر خاصی برای محیط‌زیست، به‌عنوان اصلاح‌کننده در جهت بهبود

حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی به‌کار برد (۲۴). از اثرات سودمند کاربرد زغال زیستی در خاک‌های کشاورزی به افزایش ماده آلی، بهبود نگهداری آب در خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و تعامل با چرخه مواد غذایی خاک از طریق تعدیل pH خاک و کاهش شستشوی عناصر غذایی می‌توان اشاره کرد (۸).

سیدیان و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی به بررسی انتشارپذیری نیترات در خاک ماسه‌ای و شبیه‌سازی آن با هایدروس دوبعدی پرداختند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، انتشارپذیری خاک مقداری ثابت بوده که در دامنه قابل‌قبولی نوسان داشت و در محدوده نتایج به‌دست آمده از سایر مطالعات بود و هیچ‌گونه وابستگی آن به ارتفاع ستون خاک ملاحظه نگردید (۱۷). فراستی و همکاران (۲۰۱۳) به آزمایش‌های ناپیوسته و پیوسته حذف نیترات توسط نانوذرات نی پرداختند. نتایج نشان داد که نانوذرات نی دارای قابلیت بالایی در حذف نیترات می‌باشد (۸). قربانی و همکاران (۲۰۱۴)، در بررسی تأثیر بیوپچار (زغال زیستی) پوسته شلتوک برنج بر آب‌شویی نیترات در یک خاک رسی نشان دادند که میزان آب‌شویی نیترات در تیمارهای حاوی کمپوست بیش‌تر از تیمارهای بدون کمپوست بود. اندازه بیوپچار تأثیری بر کارکرد آن در جلوگیری از آب‌شویی نیترات نداشت، اما

1- Bluebaby

2- Pyrolysis

نتایج نشان داد که استفاده از پوشال برنج به عنوان یک راهبردی برای آبشویی نیترات از خاک لوم مناسب می باشد. در حالی که باعث افزایش فسفات خاک می گردد (۱۶).

اکسو و همکاران (۲۰۱۶) اثر بیوچار اصلاح شده را بر آبشویی نیترات مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میکرواورگانیزم های موجود در خاک باعث افزایش جذب نیترات و کاهش آبشویی آن شده است. همچنین بیوچار ۲٪، ۴٪ و ترکیب بیوچارها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیوچار ترکیبی باعث کاهش آبشویی نیترات شده است (۲۳).

احمد و همکاران (۲۰۱۶)، نشان دادند که حذف آلاینده های آلی و معدنی با اصلاح بیوچار افزایش یافته است و مدل ایزوتروم لانگمویر بهترین مدل برای جذب فلزات سنگین و آلاینده های آنیونی است (۲). سیزمور و همکاران (۲۰۱۷)، با استفاده از اصلاح بیوچار کامپوزیت به افزایش جذب مواد غیر آلی از آب پرداختند (۱۹).

با توجه به موارد ذکر شده، هدف از این پژوهش بررسی اثر بیوچارهای گندم، کلزا و ترکیب آنها بر جذب و آبشویی نیترات از خاک می باشد.

### مواد و روش ها

در این پژوهش کاه و کلش گیاه گندم را آسیاب کرده و بعد از خشک شدن آن، با استفاده از کوره در شرایط بدون اکسیژن به مدت ۴ ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد، بیوچار گندم و کلزا تهیه شد. آنالیز SEM برای نمایش مورفولوژی بیوچارهای گندم و کلزا انجام شد. خاک سیلتی لوم از مزرعه دانشگاه گنبدکاووس برای آزمایش استفاده شد. نمونه خاک تهیه شده در هوای آزاد خشک شد و از الک دو میلی متری عبور داده شد. خصوصیات خاک مورد

افزایش مصرف آن به طور معنی داری موجب کاهش بیش تر آبشویی شد (۱۱). عادل و همکاران (۲۰۱۵)، با استفاده از بیوچار اصلاح شده کنوکارپوس به حذف نیترات از محلول های آبی پرداختند. نتایج نشان داد که، کنوکارپوس اصلاح شده با اکسید منیزیم نسبت به اکسید آهن میزان جذب بیشتری داشت که ظرفیت جذب آن برابر با ۴۵/۳۶ میلی مول بر کیلوگرم بود. pH بهینه برابر با ۲ به دست آمد که بیش ترین بازدهی حذف یعنی ۸۹٪ حاصل گردید. مدل ایزوترم لانگمویر و مدل سینتیک مرتبه دوم نوع یک به خوبی داده های جذبی را برازش دادند (۱). زانگ و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تأثیر دما و مدت زمان پیرولیز بر روی زغال زیستی به دست آمده از پیرولیز کاه و لیگنوسولفونات نشان دادند که انواع مواد اولیه می توانند بر روی خصوصیات زغال زیستی تأثیر بگذارند و زمان گرمایش و عدم وجود آن اثر معنی داری بر روی زغال زیستی می گذارد (۲۶).

یوان و همکاران (۲۰۱۸)، در بررسی کارایی بیوچار اصلاح شده صنوبر در حذف نیترات و فسفات به این نتایج دست یافتند که، صنوبر اصلاح شده با آلومینیوم بیش ترین کارایی را در حذف نیترات و فسفات داشتند. pH بهینه در جذب نیترات برابر ۶ و در جذب فسفات کم تر از ۶ یعنی محیط اسیدی بود. بیش ترین ظرفیت جذب نیترات و فسفات به ترتیب برابر ۸۹/۵۸ و ۴۹/۵۹ میلی گرم بر گرم به دست آمد و در عرض ۲۴ ساعت به تعادل رسید (۱۹).

یائو و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر بیوچار اصلاح شده بر آبشویی نیترات، آمونیوم و فسفات پرداختند. نتایج نشان داد که اثر بیوچار بر آبشویی املاح خاک یکنواخت نبوده و به نوع بیوچار و آلاینده بستگی دارد (۲۴).

پراتیوی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی اثر پوشال برنج بر آبشویی نیترات و فسفات از خاک پرداختند.

دستگاه لرزاننده به مدت پنج دقیقه قرار داده شد و سپس با دستگاه pH متر اندازه‌گیری pH انجام شد. راندمان حذف نیترات از رابطه زیر به دست آمد (۹):

$$\%R = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100 \quad (1)$$

که در آن،  $C_i$  غلظت اولیه ماده حل‌شونده (میلی‌گرم بر گرم)،  $C_f$  غلظت باقی‌مانده ماده حل‌شونده (میلی‌گرم بر گرم) پس از سپری شدن زمان تعادل،  $m$  مقدار جاذب (گرم) و  $V$  حجم محلول (لیتر) می‌باشد.

برای اندازه‌گیری سطح ویژه جاذب‌ها از روش جذب متیلن بلو استفاده گردید. سطح ویژه جاذب‌ها با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید (۵):

$$S_g = b \frac{N_A}{M_{MB}} \sigma_{MB} \quad (2)$$

که در آن،  $b$  تعداد مولکول‌های جذب‌شده متیلن‌بلو به جاذب بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌گرم،  $N_A$  عدد آووگادرو که برابر  $6.02 \times 10^{23}$  می‌باشد،  $M_{MB}$  وزن مولکولی متیلن‌بلو که برابر با  $319/85$  گرم بر مول،  $\sigma_{MB}$  سطح اشغال‌شده توسط یک مولکول متیلن‌بلو برابر  $1/0.8$  نانومتر مربع و  $S_g$  سطح ویژه جاذب بر حسب مترمربع بر گرم می‌باشد.

چگالی جاذب‌های مورد مطالعه با استفاده از رابطه ۳ تعیین شد (۱۵):

$$\rho = \frac{m_s}{V_t} \quad (3)$$

که در آن،  $m_s$  وزن خشک نمونه (گرم) و  $V_t$  حجم کل نمونه برداشتی (میلی‌لیتر) و  $\rho$  چگالی است. رطوبت جرمی جاذب با استفاده از روش ذکر شده در استاندارد ASTM (D2867-99) تعیین گردید (رابطه ۵):

آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (ستون خاک بدون زغال زیستی)، ترکیب خاک و زغال زیستی گندم ۲ و ۴ درصد و ترکیب خاک و زغال کلزا ۲ و ۴ درصد بود. ارتفاع ستون‌های آزمایش ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر و قطر آن‌ها ۵۰ میلی‌متر بود. قبل از شروع آزمایش‌ها، ده برابر حجم آب تخلخل آب مقطر به هر یک از ستون‌های خاک، خاک و زغال ۲ درصد، خاک و زغال ۴ درصد اضافه شد. سپس روز اول آزمایش یک حجم آب تخلخل آب مقطر در هر یک از ستون‌ها ریخته شد. روز دوم و سوم یک حجم آب تخلخل محلول نیترات با غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و روزهای چهارم، پنجم، ششم و هفتم یک حجم آب تخلخل آب مقطر به هر یک از ستون‌ها اضافه شد. در همه روزهای آزمایش در زمان‌های مختلف از خروجی ستون‌ها نمونه گرفته شد. سپس با استفاده از کاغذ صافی محلول صاف شد و با دستگاه اسپکتوفتومتر غلظت نیترات اندازه‌گیری شد تا بتوان میزان نیترات آب‌شویی شده و جذب‌شده را تعیین نمود. پس از تعیین بازدهی جذب نیترات توسط بیوچارهای ۲ و ۴ درصد، از ترکیب بیوچارهای گندم و کلزا استفاده شد. آزمایش آب‌شویی نیترات در بیوچار ترکیبی با غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات ورودی به ستون‌های جذب با ارتفاع‌های ۱۰ و ۲۰ سانتیمتر مورد آزمایش قرار گرفت و میزان نیترات خروجی از ستون‌ها اندازه‌گیری شد. در همه آزمایش‌ها، علاوه بر تعیین نیترات خروجی، میزان pH محلول با استفاده از دستگاه pH متر و EC آن با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور از مورفولوژی سطح جاذب و ساختار آن، آنالیز SEM از نمونه‌های زغال زیستی قبل از انجام آزمایش‌های آب‌شویی گرفته شد. pH زغال گندم با استفاده از نسبت ۲۰:۱ زغال به آب مقطر ترکیب شده و روی

سپس ۰/۳ گرم از بافت گیاهی کامل خشک شده را به یک بالون ژوزه ۵۰ میلی لیتری انتقال داده شد. سپس ۲/۵ میلی لیتر از مخلوط اسیدهای سولفوریک اسید، سالیسیلیک اسید و آب اکسیژنه به آن اضافه و کامل هم زده شد و این ترکیب ۲۴ ساعت استراحت داده شد، سپس در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد برای یک ساعت حرارت داده شده و بعد مجدداً روی هیتر در دمای ۲۸۰ درجه برای ۴۵ دقیقه قرار گرفت و از این مرحله به بعد هر ۵ دقیقه، ۵ قطره آب اکسیژنه به بالون اضافه می شد و تا زمانی که رنگ نمونه کاملاً سفید شد این عمل تکرار شد. بعد از سرد شدن بالون را به حجم رسانده و پس از هم زدن صاف شد در نهایت این عصاره برای اندازه گیری نیترات به کار برده شد (۱).

هر یک از تیمارهای مورد مطالعه در هر یک از ارتفاع های ۱۰ و ۲۰ سانتی متر به صورت زیر کدگذاری شده اند (جدول ۱):

$$\text{Moisture weight \%} = \frac{(C - D)}{(C - B)} \times 100 \quad (4)$$

که در آن، B وزن ظرف نمونه گیری، C وزن ظرف و نمونه اولیه، D وزن ظرف و نمونه خشک شده درصد خاکستر و درصد مواد آلی با استفاده از رابطه های ۵ و ۶ به دست آمد:

$$\text{Ash \%} = ((M_2 - M_1) \times 100) / M_0 \quad (5)$$

که در آن، M<sub>0</sub> وزن نمونه، M<sub>1</sub> وزن بوته با درب و M<sub>2</sub> وزن بوته با درب به اضافه خاکستر.

$$\text{Organic matter \%} = 100 - \text{Ash \%} \quad (6)$$

که در آن، Organic matter درصد مواد آلی و Ash% درصد خاکستر است.

برای اندازه گیری غلظت عناصر نیترات موجود در زغال زیستی کلزا و گندم، از روش هضم تر استفاده شد. بدین منظور نمونه های گیاهی در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند.

جدول ۱- کدگذاری تیمارهای آزمایش.

Table 1. Coding experimental treatments.

کد اختصاری	جاذب
Soil(20)	خاک در غلظت ۲۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
Soil(50)	خاک در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
Soil(100)	خاک در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
B-2% (20)	خاک + زغال زیستی ۲٪ در غلظت ۲۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
B-2% (50)	خاک + زغال زیستی ۲٪ در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
B-2% (100)	خاک + زغال زیستی ۲٪ در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
B-4% (20)	خاک + زغال زیستی ۴٪ در غلظت ۲۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
B-4% (50)	خاک + زغال زیستی ۴٪ در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر نیترات
B-4% (100)	خاک + زغال زیستی ۴٪ در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر نیترات

## نتایج و بحث

نتایج غلظت اولیه آلاینده نیترات موجود در زغال زیستی کلزا و گندم (جاذب‌های انتخابی برای حذف نیترات) ارائه شده است. با توجه به جدول ۲، جاذب‌های مورد مطالعه به میزان کمی آلاینده نیترات را در خود دارند که ممکن است در غلظت‌های پایین خود جاذب نیز به محلول آبی آلاینده اضافه کرده و راندمان حذف منفی داشته باشد. در پژوهش‌های یائو و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر زغال زیستی بر آب‌شویی نیترات، آمونیوم و فسفات در خاک ماسه‌ای نتایج مشابهی به دست آمد (۲۳).

نتایج خصوصیات فیزیکی جاذب‌ها: در جدول‌های ۲ و ۳ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و زغال‌های زیستی مورد مطالعه ارائه شده است. طبق جدول ۳ زغال زیستی کلزا بیش‌ترین سطح ویژه را دارا می‌باشد. بالا بودن سطح ویژه، این امکان را به جاذب می‌دهد که سایت‌های بیش‌تری برای جذب آلاینده‌ها داشته باشد. همچنین درصد مواد آلی در زغال زیستی کلزا بیش‌تر بوده که می‌تواند بر افزایش جذب نیترات توسط زغال زیستی تأثیر بگذارد. این نتایج با نتایج پژوهش‌های یائو و همکاران (۲۰۱۲) که سطح ویژه جاذب‌ها را در سه دمای مختلف تعیین نموده‌اند و سایر پژوهشگران همخوانی داشته است (۶، ۱۲ و ۲۳).

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی زغال‌های زیستی مورد مطالعه.

Table 2. Chemical properties of different biochars.

درصد مواد آلی Organic Matter (%)	درصد خاکستر Ash (%)	سطح ویژه Surface area ( $\frac{m^2}{g}$ )	اسیدیته pH	شوری EC ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	نیترات Nitrate (mg/L)	زغال زیستی Biochar
69.8	30.2	61.08	10.85	171	3.78	گندم Wheat Biochar
75.6	24.4	67.87	10.58	199	0.734	کلزا Brassica napus

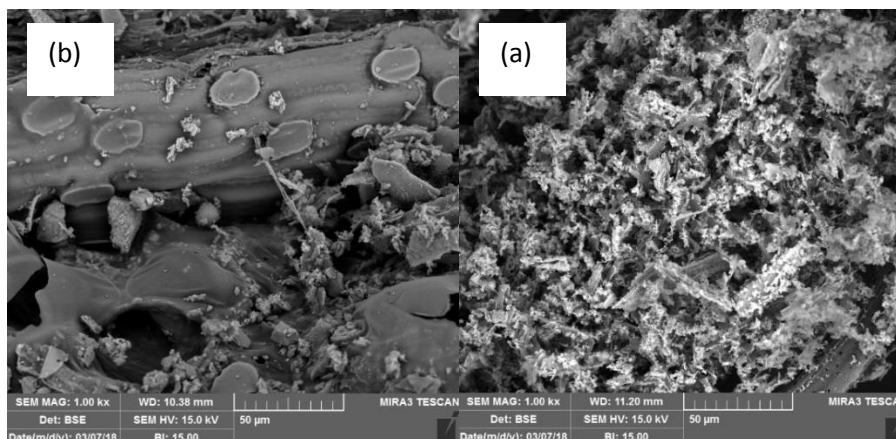
جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 3. Physical and chemical Characteristics of soil.

رطوبت وزنی Moisture weight (%)	درصد رس Clay	درصد سیلت Silt	درصد شن Sand	چگالی ظاهری Density( $\frac{kg}{m^3}$ )	پتاسیم Potassium (mg/l)	فسفر p(mg/l)	درصد نیتروژن N(%)	اسیدیته pH	شوری EC (ds/cm)
0.14	15	64	21	1.3	356	13.4	0.07	7.5	0.23

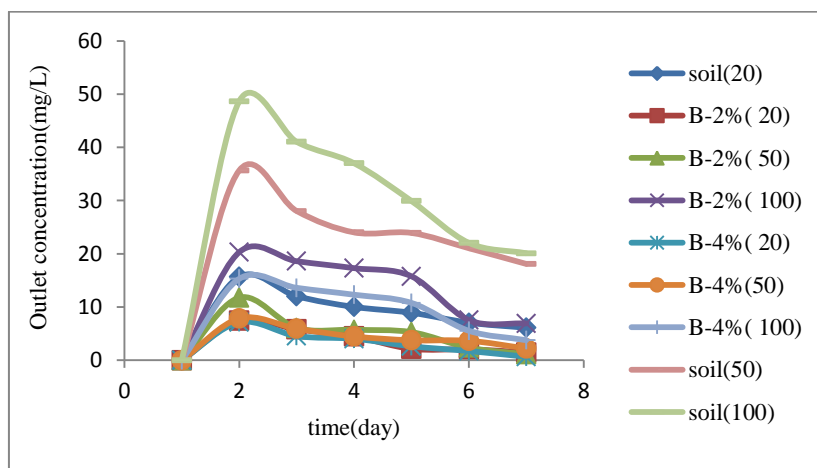
است. در نتیجه بیوچارهای گندم و کلزا پتانسیل قابل توجهی برای حذف آلاینده‌ها خواهند داشت. نتایج تغییرات میزان نیترات خروجی از ستون‌های جذب با افزایش درصد بیوچار در شکل‌های ۲، ۳، ۴، ۵ نشان داده شده است.

نتایج آنالیز SEM (مورفولوژی): در شکل ۱، آنالیز SEM برای نمایش مورفولوژی بیوچارهای گندم و کلزا انجام شد. با توجه به شکل ۱، سطح بالا و ساختار متخلخل از عوامل ضروری یک جاذب هستند. مورفولوژی سطح بیوچارهای اصلاح شده زیر و متخلخل



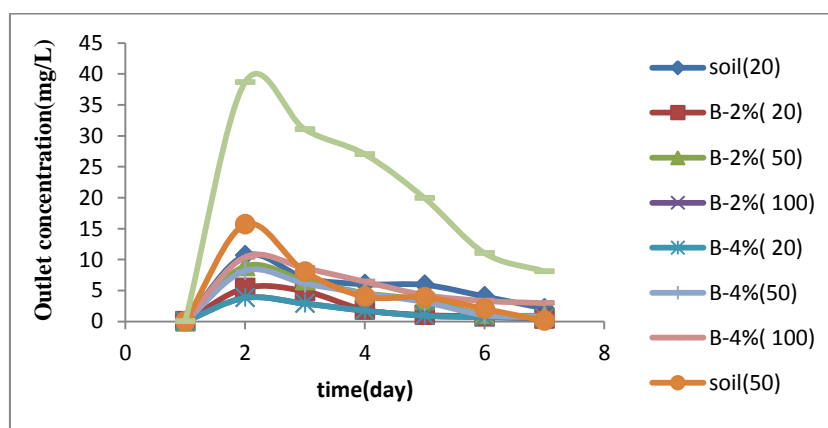
شکل ۱- آنالیز SEM بیوچارهای مختلف (الف) گندم (ب) کلزا.

Figure 1. SEM images of different biochars, (a) Wheat, (b) Brassica napus.



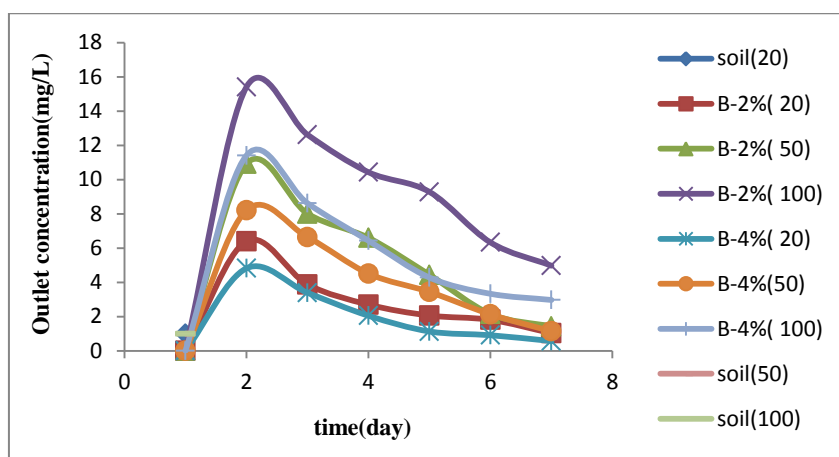
شکل ۲- تغییرات نیترات خروجی با زمان در بیوچارهای گندم ۲ و ۴ درصد با غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات ورودی به ستون جذب در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر ستون خاک.

Figure 2. Change of output Nitrate in time for wheat biochr 2%, 4%, 20, 50 and 100 mg/lit inlet  $\text{NO}_3$  solution, 10 cm height of column.



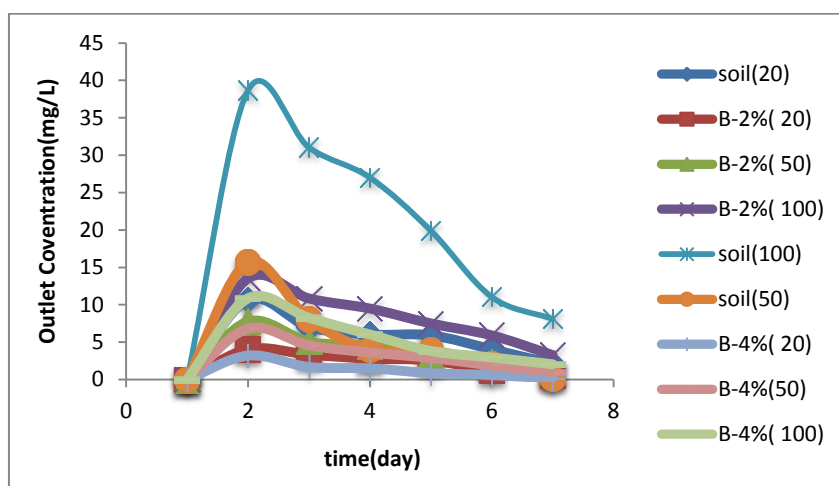
شکل ۳- تغییرات نیترات خروجی با زمان در بیوچارهای گندم ۲ و ۴ درصد با غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات ورودی به ستون جذب در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر ستون خاک.

Figure 3. Change of output Nitrate in time for wheat biochr 2%, 4%, 20, 50 and 100 mg/lit inlet  $\text{NO}_3$  solution, 20 cm height of column.



شکل ۴- تغییرات نیتрат خروجی با زمان در بیوچارهای کلزا ۲ و ۴ درصد با غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات ورودی به ستون جذب در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر ستون خاک.

Figure 4. Change of output Nitrate in time for Brassica napus Biochar 2%, 4%, 20, 50 and 100 mg/lit inlet  $\text{NO}_3$  solution, 10 cm height of column.



شکل ۵- تغییرات نیترات خروجی با زمان در بیوچارهای کلزا ۲ و ۴ درصد با غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات ورودی به ستون جذب در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر ستون خاک.

Figure 5. Change of output Nitrate in time for Brassica napus Biochar 2%, 4%, 20, 50 and 100 mg/lit inlet  $\text{NO}_3$  solution, 20 cm height of column.

یافته است. با افزایش درصد بیوچار گندم از ۲ به ۴ درصد، میزان نیترات آب‌شویی شده از ستون ۱۰ سانتی‌متری در روز هفتم برای غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب ۰/۶۵، ۲/۷۲ و ۲/۰۵ شده است که نشان‌دهنده کاهش نیترات آب‌شویی شده نسبت به بیوچار ۲ درصد می‌باشد. با توجه به شکل ۲، در تیمار شاهد (خاک)، زغال ۲ درصد و

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود با توجه به این‌که در روز اول آب مقطر وارد ستون گردیده است خروجی نیترات ستون در روز اول صفر می‌باشد. در روزهای دوم و سوم نیترات وارد ستون گردید. غلظت نیترات خروجی در روز دوم زیاد بوده و به دلیل پر شدن جایگاه‌های جذب روی جاذب، با گذشت زمان میزان نیترات آب‌شویی شده کاهش

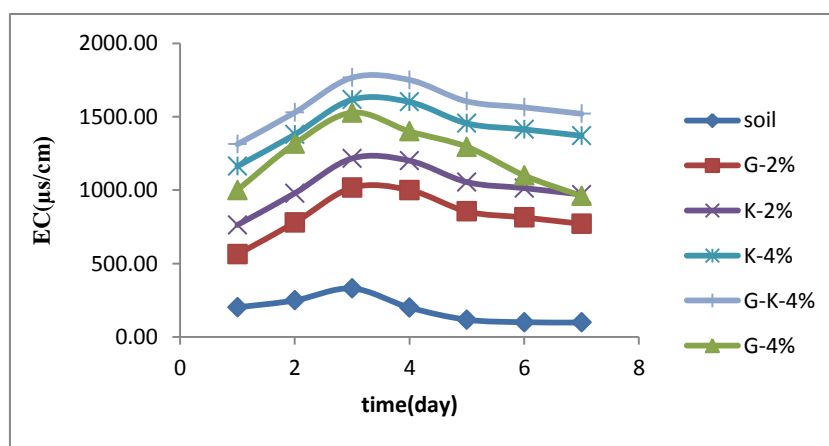


است که نشان‌دهنده کاهش نیترات آب‌شویی شده نسبت به زغال ۲ درصد است. در تیمار شاهد (خاک)، زغال ۲ درصد و زغال ۴ درصد، با افزایش غلظت نیترات ورودی به ستون از ۲۰ به ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، به‌ترتیب ۱۰، ۱۲ و ۲۸ درصد افزایش آب‌شویی نیترات مشاهده شد. اما با افزایش غلظت از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، میزان آب‌شویی نیترات توسط زغال گندم ۲۰، ۱۰ و ۲۶ درصد کاهش یافته است. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های یائو و همکاران (۲۰۱۲) که اثر بیوجار بر جذب و آب‌شویی نیترات، آمونیوم و فسفات در خاک ماسه‌ای بررسی کردند مطابقت داشته است (۲۴). با توجه به شکل ۴، غلظت نیترات خروجی در روز دوم زیاد بوده و با گذشت زمان میزان نیترات آب‌شویی شده کاهش یافته است. با افزایش درصد زغال زیستی کلزا از ۲ به ۴ درصد، میزان نیترات آب‌شویی شده از ستون ۱۰ سانتی‌متری در روز هفتم برای غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بازدهی جذب نیترات نسبت به شاهد، به‌ترتیب ۹۰، ۸۲ و ۸۰ درصد به‌دست آمد که نشان‌دهنده کاهش نیترات آب‌شویی شده نسبت به زغال ۲ درصد است. با توجه به شکل ۵، با افزایش ارتفاع ستون جذب، میزان آب‌شویی نیترات کاهش یافته است. با افزایش درصد زغال نسبت به تیمار شاهد، میزان آب‌شویی نیترات بیش‌تر کاهش یافته است که نشان‌دهنده افزایش کارایی زغال زیستی با افزایش درصد آن است. نتایج به‌دست آمده با نتایج پراتیوی (۲۰۱۶) که اثر پوشال برنج بر آب‌شویی نیترات، آمونیوم و فسفات را بررسی کردند همخوانی داشته است (۱۶). با توجه به شکل ۲، تیمار خاک نیز خود دارای قابلیت حذف نیترات بوده است که احتمال به‌دلیل باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در خاک است. همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد با افزایش روزهای آزمایش تا روز هفتم غلظت نیترات کاهش

زغال ۴ درصد گندم، با افزایش غلظت نیترات ورودی به ستون از ۲۰ به ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، به‌ترتیب ۱۰، ۳۰ و ۱۰ درصد افزایش آب‌شویی نیترات مشاهده شد. اما با افزایش غلظت از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، میزان آب‌شویی نیترات توسط زغال گندم ۲۰، ۳۰، ۱۰ درصد کاهش یافته است. با توجه به نتایج شکل ۲، با افزایش درصد زغال نسبت به تیمار شاهد، میزان آب‌شویی نیترات بیش‌تر کاهش یافته است که نشان‌دهنده افزایش کارایی زغال زیستی با افزایش درصد آن است. هم‌چنین تیمار خاک نیز خود دارای قابلیت حذف نیترات بوده است که احتمال به‌دلیل باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در خاک است. همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد با افزایش روزهای آزمایش تا روز هفتم غلظت نیترات کاهش یافته است. با توجه به شکل‌های ۲ و ۳، با افزایش ارتفاع ستون جذب، راندمان جذب نیترات افزایش و آب‌شویی آن کاهش یافته است. در مقایسه با ستون خاک بدون بیوجار، بعد از شش روز، غلظت نیترات در بیوجار گندم دو و چهار درصد به‌ترتیب به ۱/۱۹، ۰/۶۱ برای غلظت ۲۰، ۳/۶۵ و ۲/۳۷ برای غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۷/۵۳ و ۵/۵۳ برای غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر رسیده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده با افزایش غلظت اولیه نیترات، جایگاه‌های جذب سریع‌تر پر شده و میزان نیترات جذب‌شده کاهش یافته است. هم‌چنین با افزایش درصد بیوجار نسبت به ستون خاک بدون بیوجار میزان نیترات خروجی از ستون کاهش یافته است. با توجه به شکل ۳، غلظت نیترات خروجی در روز دوم زیاد بوده و با گذشت زمان میزان نیترات آب‌شویی شده کاهش یافته است. با افزایش درصد زغال زیستی گندم از ۲ به ۴ درصد، میزان نیترات آب‌شویی شده از ستون ۱۰ سانتی‌متری در روز هفتم برای غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌ترتیب ۱/۱۳، ۱۵/۲۱ و ۳/۷۷ شده

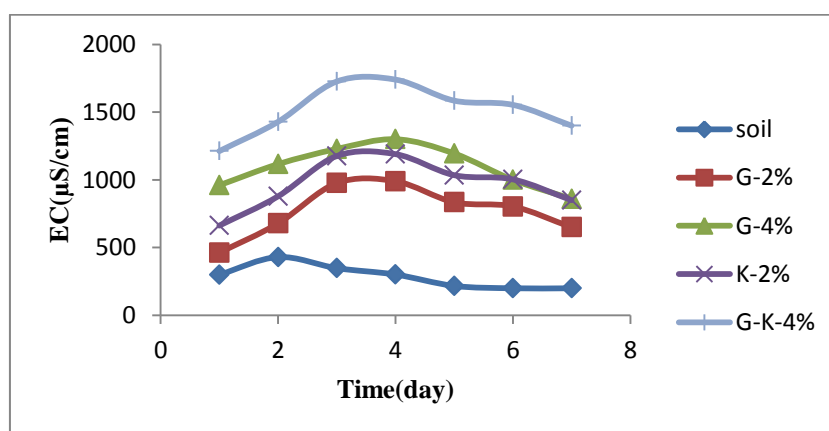
افزایش مواد مغذی در خاک اصلاح شده با بیوپچار باشد (۲۰). چندین مطالعه اخیر وقتی بیوپچار به خاک اضافه می‌شود بیوپچار تنها بر ظرفیت تبادل یونی خاک تأثیری ندارد اما جایگاهی را برای میکرواورگانیزم‌های خاک فراهم کرده تا بر اتصال کاتیون‌ها یا آنیون‌ها به خاک تأثیر بگذارند (۳ و ۱۴). پژوهش‌های بیشتری نیاز است که مکانیزم‌های کنترل‌کننده جذب و آب‌شویی مواد مغذی در خاک‌های اصلاح شده آشکار شود. شکل‌های ۶ و ۷، اثرات دو بیوپچار گندم و کلزا ۲ و ۴ درصد و ترکیب بیوپچارها را بر میزان EC خروجی از ستون جذب نشان می‌دهد.

یافته است. با توجه به نتایج به دست آمده بیوپچار با اصلاح خاک باعث بهبود و حاصلخیزی خاک شده است. بعضی از پژوهش‌ها هم نشان دادند که افزودن بیوپچار به خاک باعث بیش‌تر شدن مواد مغذی در خاک می‌شود (۴، ۱۲ و ۲۱). نتایج آزمایش‌های جذب در این پژوهش نشان داد که قابلیت بیوپچار در حذف مواد مغذی همگانی نیست؛ اما بستگی به نوع بیوپچار و ماده مغذی دارد (۲۴). با افزایش ارتفاع ستون خاک جذب نیترات توسط خاک، بیوپچار گندم و بیوپچار کلزا افزایش یافت. نتایج به دست آمده با نتایج آزمایش‌های ناپیوسته مطابقت داشته است. اگرچه مکانیزم‌های زیادی می‌تواند پاسخگوی کاهش یا



شکل ۶- اثر بیوپچارهای مختلف بر میزان EC خروجی ستون جذب ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر خاک.

Figure 6. Effect of different biochars on output EC of adsorption column 10 cm height.

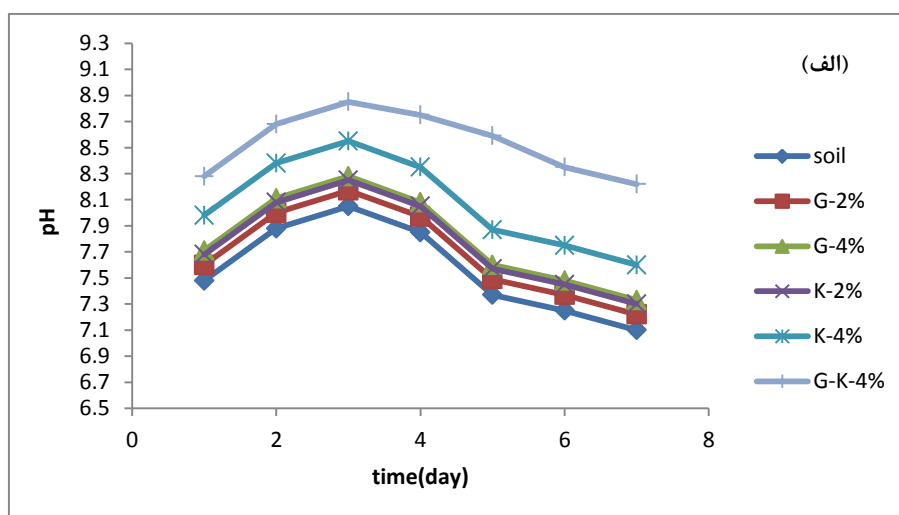


شکل ۷- اثر بیوپچارهای مختلف بر میزان EC خروجی ستون جذب ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر ستون خاک.

Figure 7. Effect of different biochars on output EC of adsorption column 20 cm height.

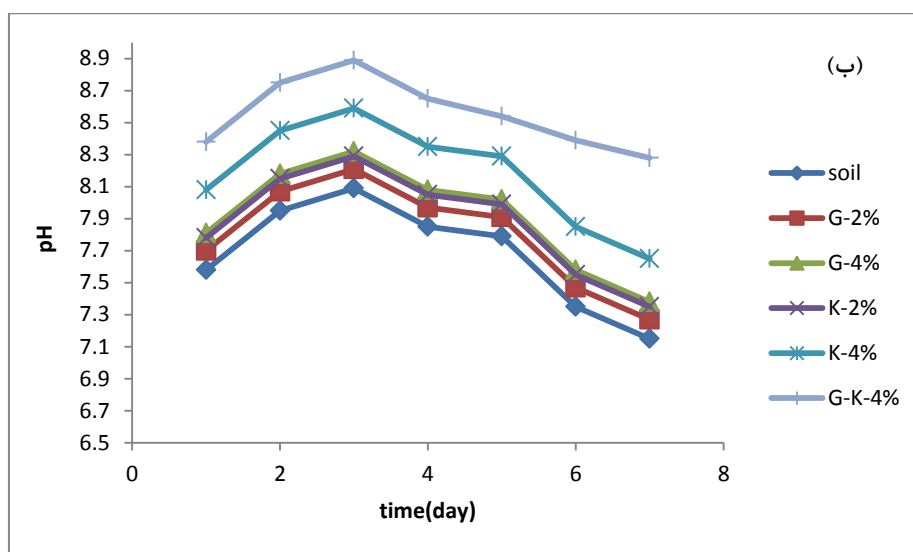
و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت داشته است (۲۳). با توجه به شکل‌های ۶ و ۷، بیوپچارها به شدت EC خاک را تحت تأثیر قرار داده و EC زیادی در تیمارهای شاهد، بیوپچار ۲ و ۴ درصد و بیوپچار ترکیبی آبشویی شده است و تا روز چهارم بیش‌تر املاح از خاک خارج شده است. از روز چهارم به بعد تغییرات EC ناچیز بوده و نمودارها تقریباً ثابت شده‌اند. در تیمار بیوپچار ترکیبی، میزان EC تا روز افزایش یافته و پس از آن کاهش یافته است. در پایان ۷ روز، میزان EC این تیمار تقریباً ۷ برابر EC ستون شاهد بود که نشان‌دهنده باقی ماندن املاح در ستون خاک پس از هفت روز می‌باشد. منشأ املاح موجود در بیوپچارها را می‌توان به درصد خاکستر آن‌ها نسبت داد. میزان خاکستر گندم و کلزا به ترتیب ۳۰/۲ و ۲۵/۴ بود (۲۵). شکل‌های ۸ و ۹، اثر بیوپچارهای مختلف بر میزان pH خروجی ستون جذب را نشان می‌دهد.

در روز هفتم مقدار EC خروجی از خاک بدون بیوپچار، بیوپچار گندم ۴٪، کلزا ۴٪ و ترکیب دو بیوپچار به ترتیب ۹۸، ۹۶۰، ۱۳۷۰ و ۱۵۲۰ میلی‌متر بر سانتی‌متر شد. هم‌چنین در ستون ۲۰ سانتی‌متری، این مقادیر به ترتیب ۲۰۰، ۸۶۰، ۱۲۵۰ و ۱۴۰۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر به دست آمد. با توجه به شکل ۳، در روز اول مقدار EC مشخص بوده و با گذشت زمان تا روز سوم، EC افزایش یافته و پس از آن مقدار EC خروجی کاهش یافته و در روز هفتم کم‌ترین مقدار را داشت. نتایج بیوپچارهای مورد مطالعه نشان داد که با افزایش میزان بیوپچار، EC افزایش یافته است هم‌چنین ترکیب دو بیوپچار میزان EC را بیش‌تر افزایش داده است. هم‌چنین با افزایش ارتفاع ستون خاک میزان آبشویی EC کاهش یافته است. EC آبشویی با افزایش درصد بیوپچار از ۲ به ۴ درصد افزایش یافته است. بین بیوپچارهای مورد مطالعه، بیوپچار ترکیبی بیش‌ترین درصد افزایش EC را داشته است. این نتایج با نتایج پژوهش‌های اکسو



شکل ۸- تغییرات pH با زمان ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر.

Figure 8. Change of pH in time 10 cm height.



شکل ۹- تغییرات pH با زمان ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر.

Figure 9. Change of pH in 20 cm height.

می‌باشد. از روز چهارم به بعد، میزان اسیدیته pH کاهش یافته که می‌توان به معدنی شدن مواد آلی و واکنش‌های رخ داده در ستون خاک دانست که می‌تواند منجر به اسیدزدایی خالص شود (۱۳). در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری خاک، مقدار اسیدیته در تیمار ترکیبی (۹/۲۲)، ۴ درصد گندم (۸/۸۳) و ۴ درصد کلزا (۹/۱) بیش‌تر از اسیدیته تیمار کنترل (۸/۶) و ۲ درصد گندم (۸/۷۲) و ۲ درصد کلزا (۸/۸) می‌باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

معمولاً استفاده از برنامه زراعی استفاده از بیوچار برای جداسازی کربن و بهبود باروری خاک با کاهش اشباع مواد مغذی مؤثر است. در پژوهش حاضر اثر افزودن ۲ و ۴ درصد بیوچار گندم و کلزا بر آب‌شویی نیترات از نمونه خاک لوم سیلتی با دو ارتفاع ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر و سه غلظت ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات مورد بررسی قرار گرفت. افزودن بیوچار به خاک در هر دو سطح موجب کاهش معنی‌دار آب‌شویی نیترات گردید. بر این اساس و به‌طور قطعی می‌توان دریافت که افزودن بیوچار به خاک موجب

با توجه به شکل‌های ۸ و ۹، اسیدیته آب‌شویی با افزایش درصد بیوچار از ۲ به ۴ درصد افزایش یافته است. در انتهای آزمایش (روز هفتم)، pH آب‌شویی در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر، در بیوچار گندم ۲٪، بیوچار گندم ۴٪، بیوچار کلزا ۲٪، بیوچار کلزا ۴٪، ترکیب دو بیوچار ۴٪ به ترتیب برابر ۲، ۳، ۳، ۷ و ۱۵ درصد به‌دست آمد. در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر برای بیوچار گندم ۲٪، بیوچار گندم ۴٪، بیوچار کلزا ۲٪، بیوچار کلزا ۴٪، ترکیب دو بیوچار ۴٪ مقدار افزایش اسیدیته به ترتیب برابر ۱/۷، ۳/۲۲، ۲/۸، ۶/۹۹ و ۱۵/۸ درصد به‌دست آمد. با افزایش ارتفاع ستون خاک افزایش اسیدیته ناچیز بوده است. بین بیوچارهای مورد مطالعه، بیوچار ترکیبی بیش‌ترین درصد افزایش اسیدیته را داشته است. احتمال افزایش اسیدیته با افزایش درصد بیوچار به ستون خاک، به دلیل افزایش مواد آلی است که بر میزان اسیدیته تأثیر گذاشته و در صورتی که محیط قلیایی باشد اسیدیته را افزایش می‌دهد. افزایش درصد بیوچار باعث افزایش اسیدیته شده است. افزایش اسیدیته آب‌شویی شده از روز اول تا سوم به دلیل خارج شدن املاح از ستون خاک

ستون خاک میزان آب‌شویی شوری کاهش یافته است. شوری آب‌شویی با افزایش درصد بیوچار از ۲ به ۴ درصد افزایش یافته است. بین بیوچارهای مورد مطالعه، بیوچار ترکیبی بیش‌ترین درصد افزایش شوری را داشته است. هم‌چنین با افزایش درصد بیوچار، میزان pH خاک افزایش یافته است.

کاهش آب‌شویی نیترات از خاک می‌شود قابلیت جذب آنیونی و سطح ویژه بالای بیوچار از جمله دلایل احتمالی جذب یون‌های نیترات و نگهداری آن در خاک می‌باشند. نتایج بیوچارهای مورد مطالعه نشان داد که با افزایش میزان بیوچار، شوری افزایش یافته است هم‌چنین ترکیب دو بیوچار میزان شوری را بیش‌تر افزایش داده است. هم‌چنین با افزایش ارتفاع

### منابع

1. Adel, R., Usman, A., and Ahmad, M. 2016. Mohamed El-Mahrouky. Abdulrasoul Al-Omran. Yong Sik Ok. Abdelazeem Sh. Sallam. Ahmed H. El-Naggar. Mohammad I. Al-Wabel. Chemically modified biochar produced from conocarpus waste increases  $\text{NO}_3^-$  Removal from Aqueous Solutions. Environ Geochem Health.
2. Ahmad, M., Rajapaksha, A.U., Lim, J.E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S.S., and Ok, Y.S. 2014. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review. Chemosphere. 99: 19-23.
3. Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D., and Hips, N.A. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant Soil. 337: 1-18.
4. Beesley, L., Moreno-Jimenez, E., Gomez-Eyles, J.L., Harris, E., Robinson, B., and Sizmur, T. 2011. A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils. Environ. Pollut. 159: 12. 3269-3282.
5. Bestai, B., Benderdouche, N., Benstaali, B., Belhakem, M., and Addou, A. 2008. Methylene blue and iodine adsorption onto an activated desert plan. Bioresource Technology. 99: 17. 8441-8444.
6. Brown, R.A., Kercher, A.K., Nguyen, T.H., Nagle, D.C., and Ball, W.P. 2006. Production and characterization of synthetic wood chars for use as surrogates for natural sorbents. Org. Geochem. 37: 3. 321-333.
7. Chan, K.Y., and Xu, Z. 2009. Biochar: nutrient properties and their enhancement. In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan, London, Pp: 67-84.
8. Farasati, M., Seyedian, S.M., Boroomandnasab, S., Jaafarzadeh, N., Moazed, H., and Ghamarnia, H. 2013. Batch and column studies on the evaluation of micrometer and nanometer Phragmites australis for nitrate removal. Desalination and Water Treatment, 51: 3. 5863-5872.
9. Farzi, S., Farasati, M., Farhadi Bansouleh, B., and Pirsaeheb, M. 2018. Evaluation of batch and continuous adsorption kinetic models of cadmium from aqueous solutions using sugarcane straw nano-structure absorbent. 115: 7. 135-144.
10. Glaser, B., Lehmann, J., and Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. Biol. Fert. Soils. 35: 4. 219-230.
11. Ghorbani, M., Asadi, H., and Abrishamkesh, S. 2014. Effect of RHC Biochar on Nitrate Leaching in Caly Soil. Soil Research. 29: 4. 201-300.
12. Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C., and Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota - a review. Soil Biol. Biochem. 43: 9. 1812-1836.
13. Li, Z., Katsumi, T., and Inui, T. 2011. Application of grass char for Cd (II) treatment in column leaching test. J. Hazard Mater. 185: 2-3. 768-775.

14. Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizao, F.J., Petersen, J., and Neves, E.G. 2006. Black Carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 5. 1719-1730.
15. Miller, R.W., and Donahue, R.L. 1990. *Soils, An introduction to Soils and Plant Growth*. Page 60. Sixth Edition. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 100: 2. 147p.
16. Pratiwi, E.P.A., and Shinogi, Y. 2016. Rice husk biochar application to paddy soil and its effects on soil physical properties, plant growth and methane emission. *Paddy Water Environ.* 14: 4. 1-12.
17. Seyedian, S.M., Farasati, M., Heshmatpoor, A., and Rasooli, A. 2014. Evaluation of Nitrate Dispersivity in Sandy Soil and Simulation by Hydrus 2-D. *Water Irrig. J.* 6: 22. (In Persian)
18. Sika, M.P., and Hardie, A.G. 2014. Effect of pine wood biochar on ammonium nitrate leaching and availability in a South African sandy soil. *Eur. J. Soil Sci.* 65: 1. 113-119.
19. Sizmur, T., Fresno, T., Akgül, G., Frost, H., and Moreno-Jiménez, E. 2017. Biochar modification to enhance sorption of inorganics from water. *Bioresour. Technol.* 246: 34-47.
20. Sposito, G. 1989. *The Chemistry of Soils*. Oxford University, New York. 27p.
21. 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. *J. Plant Nutr. Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde.* 171: 6. 893-899.
22. WHO. 2011. *Guidelines for Drinking Water Quality*. World Health Organization, Geneva.
23. Xu, N., Tan, G., Wang, H., and Gai, X. 2016. Effect of Biochar Additions to Soil on Nitrogen Leaching, Microbial Biomass and Bacterial Community Structure. *Europ. J. Soil Biol.* 74: 6. 1-8.
24. Yao, Y., Gao, B., Zhang, M., Inyang, M., and Zimmerman, R. 2012. Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium and phosphate in a sandy soil. *Chemosphere* 89: 11. 1467-1471.
25. Yuan, J., Xu, R., and Zhang, H. 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. *Bioresour. Technol.* 102: 3. 3488-3497.
26. 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. *J. Agro-Environ. Sci.* 11: 11. e0152061.



## The effect of Brassica napus, wheat and their composition biochar on nitrate adsorption and leaching from soil

Z. Koochi<sup>1</sup>, \*M. Farasati<sup>2</sup>, S.M. Seyedian<sup>3</sup> and A. Gholizadeh<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Gonbad University, Gonbad, Iran, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Gonbad University, Gonbad, Iran, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Gonbad University, Gonbad, Iran, <sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Plant Production, Faculty of Agriculture, Gonbad University, Gonbad, Iran

Received: 10.28.2018; Accepted: 03.06.2019

### Abstract

**Background and Objectives:** Knowing the factors affecting the movement of water and salts in the soil profile and the use of new modifiers such as biodegradable can help to manage the proper management of nitrate leaching from the root zone and prevent the pollution of groundwater. Biochar is produced from pyrolysis of various biomasses under anaerobic conditions (or low oxygen conditions). The adsorption capacity depends on its physical and chemical properties, which is influenced by various factors such as raw material, particle size, pyrolysis temperature, temperature variation rate and temperature keeping time.

**Materials and Methods:** In this research, the straw of the wheat and brassica napus have grinded and after its drying, by using a furnace for 4 hours at 600 °C, wheat and napus biochar have prepared. The treatments test included the control (soil), soil + wheat biochar 2%, soil + wheat biochar 4%, soil + Brassica napus biochar 2%, soil + Brassica napus biochar 4%. Columns with the height of 10 and 20 cm and a diameter of 160 mm have prepared and a mixture of biochars (2% ,4%) and soil have poured into the soils columns. In order to leaching, before experiments, 10 pore volume of distilled water has poured into each of the columns. In the first day, one pore volume of water, distilled water has poured into each of the columns. The second and third days one pore volume of nitrate solution at concentrations of 20, 50 and 100 mg/L and on days 4, 5, 6 and 7 a distilled water pore volume have added to each columns. Then the solution was filtered using paper and the concentration of nitrate was measured with a spectrophotometer to determine the amount of leached and absorbed nitrate.

**Results:** The results showed that the addition of biochar to soil on both levels, especially the combinational biochar, caused a significant decrease in nitrate leaching relative to the control in all days. In general, nitrate leaching in biochar 4% less than control and biochar 2%. Also, at a height of 20 cm, the nitrate leaching rate decreased from the soil column.

**Conclusion:** Regarding the results, the use of untreated combination of brassica napus and wheat biochar resulted in lower nitrate leaching from the soil.

**Keywords:** Biochar, Brassica napus, Nitrate leaching, Special surface, Wheat

---

\* Corresponding Author; Email: farasati2760@gmail.com

*Arc*