# پیامد کاربرد دو نوع بیوچار بر برخی ویژگی‌های زیستی خاک لوم شنی

سمیرا محمدی[۱]،مهشید ماه صفت[۱]، اکبر فرقانی[۲]، نسرین قربان‌زاده[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

**چکیده**

بیوچار به عنوان اصلاح کننده‌ی خاک در بسیاری از نقاط جهان به کار می‌رود. هدف از انجام این تحقیق بررسی پیامد دو نوع بیوچار بر برخی از ویژگی‌های زیستی خاک لومی شنی بود. این مطالعه با دو نوع بیوچار کاه و کلش گندم و ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی، هر کدام در سه سطح (۱، ۲ و ۳٪) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در مدت‌زمان انکوباسیون ۶ ماه انجام شد و سطح صفر بیوچار نیز به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که مقدار ماده آلی در تیمار بیوچار کاه و کلش گندم در سطح ۳ درصد نسبت به تیمار شاهد دو برابر افزایش داشت. تنفس پایه میکروبی و تنفس برانگیخته با سوبسترا نیز تنها در تیمار بیوچار کاه و کلش گندم در سطح ۳ درصد اختلاف افزایشی معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند. در مقایسه‌های اورتوگونال نیز تفاوت معنی‌داری در متغیرهای ماده آلی، تنفس پایه میکروبی و تنفس برانگیخته با سوبسترا بین دو نوع بیوچار مشاهده شد.

واژه های کلیدی: کاه و کلش گندم، گوجه‌فرنگی، تنفس پایه، ماده آلی.

**مقدمه**

خاک یک زیست‌بوم زنده و پویا است که متشکل از گروه‌های ذره‌بینی و جانوران خاکزی است، این موجودات نقش تجزیه و تخریب زیستی مواد آلی افزوده شده به خاک را بر عهده دارند. نقش این موجودات در تغییر و تبدیل شکل‌های مواد معدنی و آماده‌سازی آن‌ها برای جذب به وسیله گیاهان، نیز قابل انکار نیست. فعالیت این موجودات بستگی به تجدید مواد آلی خاک دارد، ساخت و تخریب زیستی این مواد در خاک بر روی ساختمان خاک، تخلخل، نفوذپذیری و نگهداری آب، تنوع زیستی و شدت فعالیت ریزجانداران خاک و بالاخره قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاهان تأثیرگذار است (Sergio et al., 2010) تنفس خاک که به آن تنفس پایه نیز گفته می‌شود، نشان دهنده‌ی فعالیت زیستی خاک است ولی نمی‌تواند شاخصی مناسب برای بررسی فراوانی نوع موجودات خاک باشد، بزرگی داد و ستد گازی (اکسیژن و دی‌اکسید کربن) در خاک به مقدار و نوع ماده‌ی آلی افزوده شده در خاک، فراوانی و کارکرد ریزجانداران و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی دارد (میر احمدی و صفری، ۱۳۸۳). پژوهشگران بیان داشتند که تنفس برانگیخته با سوبسترا می‌تواند شاخصی بسیار مناسب از زیست توده‌ی ریزجانداران در خاک باشد (Lewandowski and Zumwinkle, 1999).

بیوچار پتانسیل قابل توجهی در جهت بهبود خاک به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد فیزیکی، شیمیایی، زیستی و پیامدهای متقابل با خاک و جامعه گیاهی دارد. ویژگی‌های بیوچار ممکن است باعث بهبود در جمعیت میکروبی خاک و ایجاد محیطی مناسب برای توسعه توده‌ی میکروبی شود. منافذ بیوچار و سطوح داخلی بالای آن، و همچنین افزایش توانایی جذب مواد آلی سبب ایجاد یک زیستگاه مناسب برای حمایت از ریزجاندارانی است که فرایندهای افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان را بر عهده دارند (Winsley, 2007).

منافذ موجود در بیوچار به عنوان پناهگاهی برای حفاظت ریزجانداران از شکار عنوان شده است و هنگامی‌که مواد آلی جذب بیوچار شود، کربن و عناصر معدنی مورد نیاز خود را تامین می‌کنند(Lehmannand Joseph, 2009). بیوچار بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند pH، تخلخل، توانایی جذب کاتیون و افزایش نسبت C/N تاثیر دارد

(Gul et al., 2015). افزون بر تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با کاربرد بیوچار، ریزجانداران خاک نیز به افزودن بیوچار به خاک واکنش نشان می‌دهند (Xu et al., 2016). تنوع و فعالیت جامعه میکروبی خاک در انتقال مواد مغذی به گیاهان و حفظ مواد مغذی بیشتر در خاک تاثیر گذارند (Gul et al., 2015).

با وجود پژوهش‌های زیاد در مورد پیامد بیوچارهای حاصل از ضایعات مختلف بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، ویژگی‌های زیستی خاک کمتر در این رابطه مورد توجه قرار گرفته‌اند. این مطالعه با هدف بررسی پیامد دو نوع بیوچار حاصل از ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی که برای اولین بار در این مطالعه تولید شد و بیوچار کاه و کلش گندم بر برخی از ویژگی‌های زیستی یک خاک لوم شنی انجام گرفت. در این راستا فرض شد که پیامد بیوچارها بر ویژگی‌های زیستی درخاک به مقدار مصرف آن‌ها بستگی دارد.

## مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه‌ی تاثیر دو نوع بیوچار کاه و کلش گندم و ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی بر ویژگی‌های زیستی یک خاک لومی شنی آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. نمونه‌ی خاک از استان گیلان شهرستان رودبار از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید. نمونه خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک و پی‌اچ در نسبت عصاره‌ی ۲/۵ :۱، هدایت الکتریکی در عصاره‌ی گل اشباع، بافت خاک به روش هیدرومتری (Page et al., 1982)، گنجایش تبادل کاتیونی با روش استات آمونیوم (Sparks et al., 1996) و مقدار نیتروژن کل به روش کجلدال (Bremnerand Mulvaney, 1982) اندازه‌گیری شد، و همچنین نمونه‌های هوا خشک شده، از الک ۹ میلی‌متری گذرانده شدند. گلدان‌های سه کیلوگرمی خاک برای اعمال سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد بیوچار آماده گردید و نمونه شاهد نیز خاک بدون بیوچار بود. بیوچارها در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت و شرایط نبود اکسیژن به وسیله‌ی کوره‌ی الکتریکی تهیه شدند (Novak et al., 2009). در این آزمایش خاک‌های گلدان‌های تیمار شده با بیوچار به مدت ۶ ماه انکوباسیون و رطوبت نمونه‌ها در حد ظرفیت زراعی نگهداری شد. در پایان زمان انکوباسیون از گلدان‌ها نمونه‌برداری انجام شد و تنفس پایه میکروبی (Anderson, 1982) و تنفس برانگیخته با سوبسترا (Anderson and Domasch,1990) اندازه‌گیری شد. برای تعیین مواد آلی خاک از روش والکلی و بلاک (Page et al., 1982) استفاده شد. هدایت الکتریکی و پی‌اچ بیوچارها در سوسپانسیونی با نسبت ۱ به۱۰ بیوچار به آب با دستگاهEC سنج و پی‌اچ متر اندازه گیری شد. برای اندازه گیری کربن، نیتروژن و هیدروژن بیوچارها از روش سوزاندن با دستگاه CHN Elemental Analyzer (Carlo-Erba NA-1500) استفاده شد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا مفروضات تجزیه واریانس شامل نرمال بودن و یکنواختی خطاهای آزمایشی آزمون شدند و پس از اطمینان از برقراری مفروضات تجزیه واریانس طرح کاملا تصادفی، مقایسه میانگین به روش توکی و مقایسات اورتوگونال با استفاده از نرم‌افزار SAS (V 9.1) انجام شد.

## نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. خاک مورد مطالعه دارای بافت لوم شنی با گنجایش تبادل کاتیونی ۱۹/۲۶ $cmolc\ Kg^{-1}$ بود.

**جدول۱- برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک موردمطالعه**

| ویژگی خاک | شن | سیلت | رس | ماده آلی | پی‌اچ (pH) | هدایت الکتریکی (EC) | گنجایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) | C/N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٪ | | | | | (dS/m) | (cmol/kg) | |
| | ۵۶/۸ | ۲۴/۷ | ۱۸/۵ | ۱/۳۲ | ۷/۶۹ | ۰/۶۳ | ۱۹/۲۶ | ۵/۴۶ |

ویژگی‌های دو نوع بیوچار تولید شده از دو نوع بقایای گیاهی در جدول ۲ نشان داده شده است.

**جدول ۲- ویژگی‌های بیوچار تولیدشده از دو نوع بقایایی گیاهی مختلف**

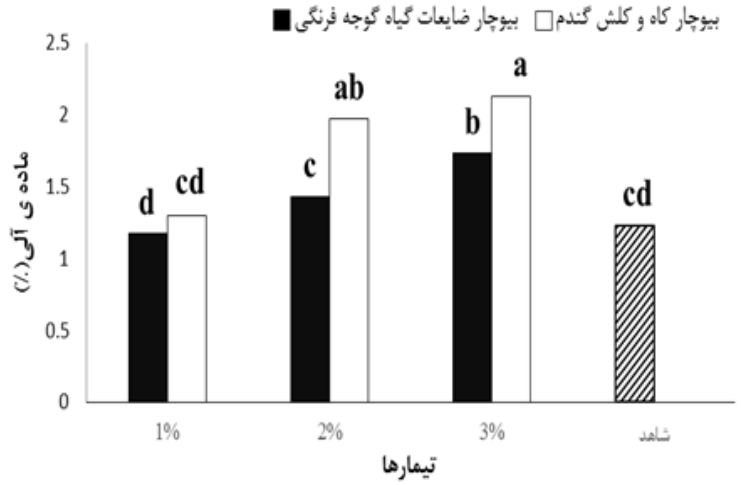
| نوع بیوچار | هدایت الکتریکی(EC) | pH | کربن (C) | هیدروژن (H) | نیتروژن (N) |
|---|---|---|---|---|---|
| | (dS/m) | | ٪ | | |
| کاه و کلش گندم | ۰/۹۶ | ۸/۶۵ | ۵۸/۷۱ | ۲/۷۳ | ۰/۷۹ |
| ضایعات گیاه گوجه فرنگی | ۰/۵۸ | ۸/۱۰ | ۴۱/۱ | ۰/۸۱ | ۰/۵۳ |

بیوچار کاه و کلش گندم و ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی به ترتیب دارای پی‌اچ ۸/۶۵ و۸/۱۰ بودند (جدول ۲). قلیایی بودن پی‌اچ بیوچارها مربوط به دمای تولید بیوچار و نوع ماده‌ی اولیه‌ی آن‌ها است. بیوچارها می‌توانند دارای پی‌اچ بین ۴ تا ۱۲ باشند که بستگی به ماده اولیه و دمای تولید آن‌ها دارد. هدایت الکتریکی مربوط به بیوچار کاه و کلش گندم نسبت به بیوچار گیاه گوجه‌فرنگی بیشتر بود که به دلیل مقدار بالای $K^+$ در خاکستر بیوچار کاه و کلش گندم است که به علت تحرک زیاد سبب افزایش هدایت الکتریکی شده است (Josef et al., 2007). چان و همکاران (۲۰۰۷) مقدار واقعی کربن آلی را در بیوچار ضایعات سبزی بین ۱۷۲ تا ۹۰۵ گرم بر کیلوگرم و مقدار نیتروژن را بین ۱/۸ تا ۵۶/۴ گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (Chan et al., 2007) که در این مطالعه مقدار کربن بیوچار کاه و کلش گندم و ضایعات گیاه گوجه فرنگی به ترتیب ۵۸/۷۱ و ۴۱/۱ درصد بود.

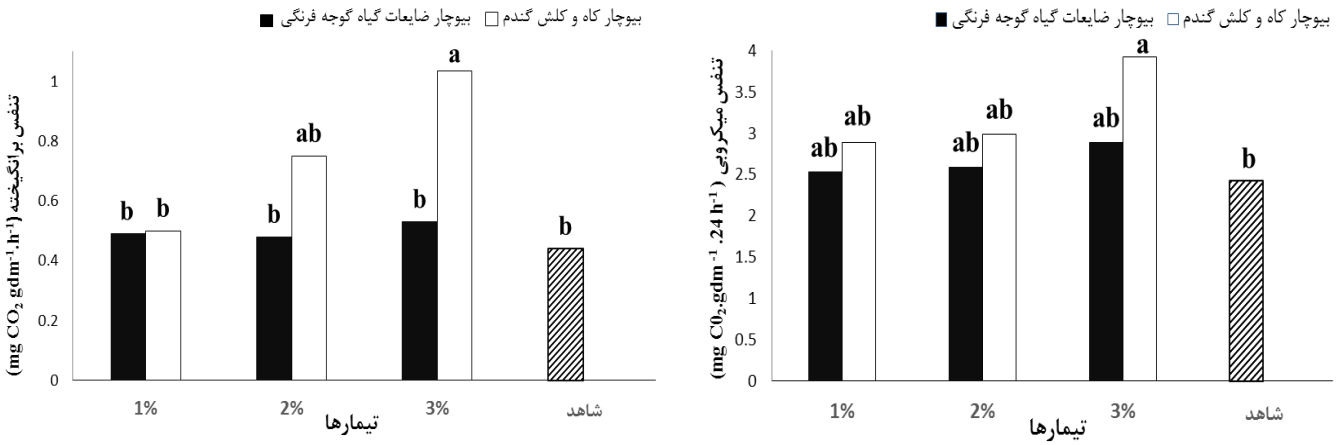
نتایج مقایسه میانگین پیامدهای بیوچار کاه و کلش گندم و ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی بر ماده آلی خاک در شکل ۱ و تنفس پایه میکروبی و برانگیخته با سوبسترا در شکل ۲ آورده شده است. نتایج مطالعه حاکی از آن بود که مقدار ماده آلی خاک در سطوح ۲ و۳ درصد بیوچار کاه و کلش گندم اختلاف افزایشی معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد. مقدار ماده آلی در سطح ۳ درصد بیوچار ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی نیز با شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود (شکل۱). ون‌زیتون و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش در مقدار کربن آلی خاک را با افزودن بیوچار ضایعات کارخانه کاغذ در یک خاک آهکی گزارش نمودند (Van Zwieten et al., 2010).

نتایج مقایسه‌ی میانگین حاصل از تنفس پایه میکروبی نشان داد که بیشترین مقدار تنفس پایه مربوط به سطح ۳ درصد بیوچار کاه و کلش گندم بود ($mg\ CO_2.gdm^{-1}.24h^{-1}$ ۳/۹۱)که اختلاف معنی‌دار را با تیمار شاهد ( $mg\ CO_2.gdm^{-1}.24h^{-1}$ ۲/۴۲) نشان داد. در سطوح مختلف بیوچار گوجه‌فرنگی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد (شکل۲– الف). بیوچار عمدتا متشکل از کربن آلی پلیمری است و در برابر تجزیه میکروبی مقاوم می‌باشد. زیمرمن و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که مقدار تصاعد $CO_2$ در حضور بیوچار نسبت به سایر اصلاح کننده‌های آلی کمتر بود (Zimmerman et al., 2011). مقدار تصاعد $CO_2$ در همه‌ی تیمارها به جز تیمار ۳ درصد بیوچار کاه و کش گندم تقریبا یکسان و به مقدار کم می‌باشد که نشان دهنده‌ی تجزیه‌ی کند و آزادسازی آهسته $CO_2$ در طول زمان است.

نتایج مقایسه‌ی میانگین مربوط به تنفس برانگیخته با سوبسترا در اثر اعمال تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار تنفس برانگیخته در سطح ۳ درصد بیوچار کاه و کلش گندم مشاهده شد ($mg\ CO_2.gdm^{-1}.\ h^{-1}$ ۱/۰۳)که دارای اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد ($mg\ CO_2.gdm^{-1}.\ h^{-1}$ ۰/۴۴) بود. ولی در بیوچار گوجه‌فرنگی اختلاف قابل توجهی بین تیمارها و تیمار شاهد مشاهده نشد (شکل۲-ب).




**شکل۱- پیامد دو نوع بیوچار بر ماده آلی خاک**




**شکل ۲- پیامد دو بیوچار بر تنفس میکروبی پایه(الف) و تنفس برانگیخته با سوبسترا (ب)**

در این مطالعه به منظور مقایسه میانگین بین دو بیوچار کاه و کلش گندم و ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی در رابطه با برخی ویژگی‌های زیستی خاک از مقایسه‌ی اورتوگونال استفاده شد. نتایج حاصل از این مقایسه‌ها حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بین آن‌ها به لحاظ متغیرهای ماده آلی، تنفس پایه و تنفس برانگیخته با سوبسترا بود (جدول ۳).

**جدول ۳- نتایج مقایسه اوتوگونال در بررسی پیامد کاربرد دو بیوچار مختلف بر برخی ویژگی‌های زیستی خاک**

| مقایسات+ | ماده آلی | تنفس پایه میکروبی | تنفس برانگیخته با سوبسترا |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۳۹ ** | ۰/۸۰ ns | ۰/۰۸۹ ** |
| ۲ | ۰/۵۶ ** | ۱/۶۹ * | ۰/۳۱ ** |

+ : ۱- مقایسه شاهد در مقابل بیوچار کاه و کلش گندم و بیوچار ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی.۲- مقایسه بیوچار کاه و کلش گندم در مقابل ضایعات گیاه گوجه‌فرنگی. * و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱درصد.

روتیگلیانو و همکاران (۲۰۱۴) افزایش تنفس ناشی از ۱۶ سوبسترای مختلف را با مصرف بیوچار مشاهده نمودند. این پژوهشگران عنوان نمودند که که مواد فرار جذب سطحی شده روی سطح بیوچار بعد از گرماکافت ممکن است به عنوان سوبسترای قابل دسترس عمل نموده و موجب افزایش رشد و فعالیت میکروبی پس از مصرف بیوچار گردد (Rutigliano et al.,2014). به طور کلی مصرف بیوچار بر ویژگی‌های زیستی خاک مورد مطالعه پیامد مثبت داشت. با این وجود، پیامد بیوچار به مقدار مصرف آن بستگی دارد. بالاترین پیامد بیوچار در سطح مصرف ۳ درصد بیوچار کاه و کلش گندم به دست آمد. مقدار ماده آلی خاک نیز در سطوح ۲ و ۳ درصد مصرف بیوچارکاه و کلش گندم افزایش داشت، و لذا می‌تواند به عنوان ماده اصلاحی جهت اصلاح و بهبود وضعیت کیفیت خاک از آن استفاده کرد.

## منابع

میر احمدی، ح و صفری، ا. ۱۳۸۳. اثر آلودگی سرب بر تنفس پایه و برانگیخته در خاک. مجموعه مقالات کنگره خاک و محیط زیست پایدار ، دانشگاه بو علی سینا، همدان.

Anderson J.P.E. 1982. Soil respiration, 831-871, In: Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Propertiese, Page A.L. and Miller, R.H. (Eds.), American Society of Agronomy, Madison, 831-871.

Anderson T.H. and Domsch K.H. 1990. Application of eco-physiological quociente ($qCO_2$ and Dq) on microbial biomasses from soils of different cropping histories, Soil Biology and Biochemistry. 22: 251–255.

Bremner J. M., and Mulvaney C. S. 1982. Nitrogen—total. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, methodsofsoilan2, 595-624.

Chan K. Y., Van Zwieten L., Meszaros, I., Downie A., and Joseph S. 2008. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. Soil Research, 45: 629-634.

Gul S., Whalen J.K., Thomas B.W., Sachdeva V., and Deng H. 2015. Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: mechanisms and future directions. Agriculture, Ecosystems and Environment. 206: 46-59.

Joseph S. D., Downie A., Munroe, P., Crosky A., and Lehmann J., 2007. Biochar for carbon sequestration, reduction of greenhouse gas emissions and enhancement of soil fertility; A review of the materials science. In Proceedings of the Australian Combustion Symposium, 130-133

Lewandowski A. and Zumwinkle M. 1999. Assessing the soil system a review of soil quality litrature, Minnesota Department of Agriculture, Energy and Sustainable Agriculture Program.

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

Olsen S.R., Sommers L.E., and Page A.L. 1990. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties of Phosphorus. ASA Monograph. 9: 403-430.

Rutigliano F.A., Romano M., Marzaioli R., Baglivo I., Baronti S., Miglietta F., and Castaldi S. 2014. Effect of biochar addition on soil microbial community in a wheat crop. European Journal of Soil Biology, 60: 9–15.

Van Zwieten L., Kimber S., Morris S., Chan K.Y., Downie A., Rust J, and Cowie A. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant and soil, 327: 235-246.

Winsley P. 2007. Biochar and bioenergy production for climate change mitigation. New Zealand Science Review, 64: 5-10.

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. European Journal of Soil Biology, 74: 1-8.

Zheng J., Stewart C. E., and Cotrufo M. F. 2012. Biochar and nitrogen fertilizer alters soil nitrogen dynamics and greenhouse gas fluxes from two temperate soils. Journal of environmental quality, 41: 1361-1370.

Zimmerman A.R., Gao B. and Ahn M.Y. 2011. Positive and negative carbon mineralization priming effects among a variety of biochar-amended soils. Soil Biology and Biochemistry, 43: 1169-1179.

# The effects of two types of biochars on some biological properties in sandy loam soil

S. Mohammadi[1], M. M. Sefat[1], A. Forghani[2], N. Ghorbanzade[3]

1- MSc. Student, Dept of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan,
2- Associated Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan,
3- Associated Prof., Dept. of of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan

**Abstract**

Biochar is used as a soil amendment in many parts of the world. The goal of this research was to investigate the effect of two types of biochars on some biological properties in sandy loam soil. The study was done with 2 types of wheat straw and tomato plant waste biochar, in three levels (1, 2 and 3%) in a completely randomized design with three replications in 6 months incubation period. The results showed that the amount of organic matter in the wheat straw biochar in 3% level was twofold in comparison with the control treatment. The wheat straw biochar in 3% level showed significant difference with control treatment in microbial basal respiration and substrate induced respiration. Orthogonal comparisons also showed significant difference between two types of biochars in terms of organic matter, basal respiration and substrate induced respiration.

**Keywords:** wheat straw, tomato, basal respiration, organic matter.