کاربرد زغال زیستی (بیوچار) به عنوان یک ابزار چند منظوره و پایدار در زراعت برنج

سید مهدی سیدقاسمی[1]* و مهتاب روشنیان[2]

۱- دکتری اگرواکولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۲- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشگاه لرستان، ایران

* نویسنده مسئول: mehdi_seyedghasemi@yahoo.com

چکیده

کشت متمرکز در کشاورزی طی چند دهه گذشته، سرعت زیادی به خود گرفته است. با وجود آن که کشاورزی رایج باعث بهبود قابل توجه عملکرد گیاهان زراعی شده، ولی افزایش شدید مصرف انواع نهاده‌ها (به‌ویژه کود شیمیایی نیتروژن) را نیز به همراه داشته است. این موضوع باعث بوجود آمدن مشکلات اکولوژیکی و زیست‌محیطی نظیر آبشویی نیتروژن می‌شود. اخیرا توجه رو به افزایشی به زغال زیستی به عنوان یک فن‌آوری پایدار برای بهبود حاصلخیزی خاک، کارایی مصرف عناصر غذایی و افزایش رشد و عملکرد گیاه زراعی شده است. علاوه بر برگشت حجم عظیمی از کربن به خاک و جلوگیری از انتشار آن به انمسفر، پایداری زغال زیستی در خاک، که تا هزار سال تخمین زده شده است، از یک سو و بالا بودن ظرفیت نگهداشت عناصر غذایی آن از سوی دیگر باعث شده است تا بتوان از زغال زیستی به عنوان وسیله‌ای برای حفظ عناصر غذایی و کاهش انتشار آن‌ها به محیط سود جست و به این ترتیب گامی به سوی کاهش مصرف نهاده و پایداری سیستم‌های تولید برداشت.

واژگان کلیدی: پوسته، کارایی مصرف نیتروژن، کشاورزی پایدار

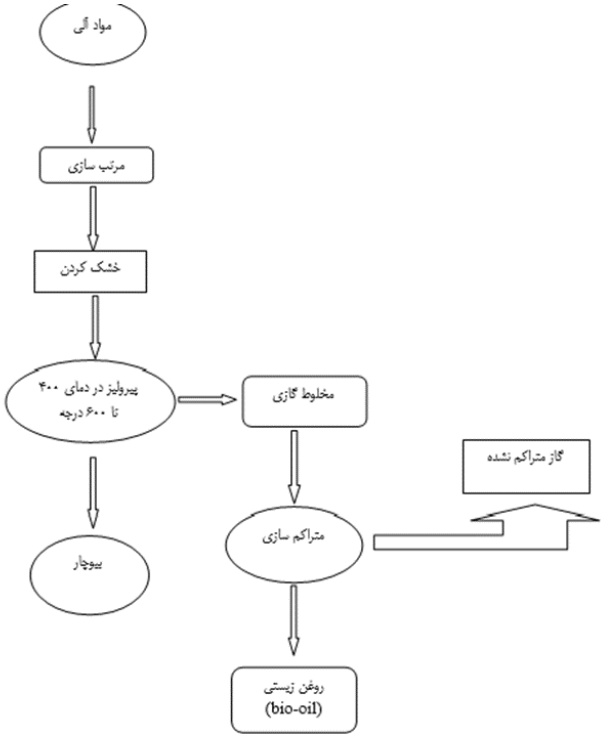
بیان مساله

پایداری در کشاورزی زمانی حاصل می‌شود که به تمام ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی زندگی بشر توجه شود. متاسفانه کشاورزی رایج، بیشتر منفعت اقتصادی را مدنظر قرار می‌دهد. غافل از این‌که این دیدگاه صنعتی و صرفا اقتصادی به کشاورزی به عنوان یک سیستم تولید کننده غذا، تبعات جبران ناپذیری به سلامتی انسان و محیط‌زیست، به عنوان بستر این سیستم، وارد کرده است. مصرف بی‌رویه کود شیمیایی نیتروژن به ویژه اوره در شالیزارهای مناطق برنج‌خیز کشور، خصوصا مناطق مجاور دریای خزر، باعث شسته شدن مقادیر زیادی نیتروژن از خاک و ورود و آسیب جدی به اکوسیستم دریا شده است. به طوری‌که سالیانه یک میلیارد و ۱۰۰ میلیون متر مکعب پساب خطرناک وارد دریای خزر می‌شود (سالاریان، ۱۳۸٤).نود درصد از سرطان‌های گوارشی کشور در مناطقی وجود دارد که ۵۰ درصد کودهای شیمیایی را به مصرف می‌رسانند که استان‌های مازندران و گلستان از آن جمله هستند (جلیلی کناری و صالحی، ۱۳۹۲). برای دستیابی به پایداری در کشاورزی، انتقال از کشاورزی رایج به کشاورزی پایدار باید با قدم‌های آهسته صورت پذیرد. اولین گام برای عبور از کشاورزی رایج به کشاورزی پایدار، افزایش کارایی عملیات رایج می‌باشد (گلیسمن و رزمایر، ۲۰۰۹). از آن‌جا که پایداری و توسعه بسیاری از نظام‌های تولیدی به صورت مستقیم و غیرمستقیم وابسته به نیتروژن موجود در خاک است، بهبود کارآیی مصرف نیتروژن یک راهکار کلیدی است که منجر به رسیدن به حداکثر عملکرد در ازای مصرف حداقل نهاده‌ها و کاهش هدررفت نیتروژن می‌شود. بنابراین بکارگیری ابزارهایی که باعث حفظ بیشتر نیتروژن در خاک و ارایه تدریجی این نیتروژن به گیاه زراعی می‌شوند، در افزایش کارایی استفاده از کود و جلوگیری از هدر-

رفت نیتروژن به آب‌های سطحی و زیرسطحی بسیار سودمند خواهد بود. یکی از این ابزارها زغال زیستی است که توجه بسیاری را به خود معطوف داشته است.

معرفی دستاورد

زغال زیستی را می‌توان از سوخت ناقص هر ماده آلی تولید کرد. در واقع بیوچار نوعی زغال تهیه شده از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است. شمای کلی تولید زغال زیستی در شکل ۱ نشان داده شده است. انواع مواد آلی که می‌توان از آن‌ها برای تولید زغال زیستی استفاده کرد عبارت از کاه و کلش گیاهان زراعی مثل گندم و برنج، پوسته برنج، طبق آفتابگردان، برگ و سرشاخه درختان و غیره می‌باشد.



شکل ۱- نمایی کلی از فرایند تولید زغال زیستی (اسلام و دیگران، ۲۰۱۱)

پیرولیز یا آذرکافت فرایند تجزیه ترموشیمیایی مواد آلی در دمای بالا و در غیاب اکسیژن است. این فرایند دو خروجی خواهد داشت، توده سیاه غنی از کربن که همان زغال زیستی است و مخلوطی از گازهای فرار. به عبارت دیگر چنانچه هر زیست‌توده‌ای در غیاب اکسیژن به مدت معینی در دمای ٤٠٠ تا ٦٠٠ درجه سلسیوس قرار گیرد، به یک توده سیاه غنی از کربن به نام بیوچار یا زغال زیستی تبدیل می‌شود و همراه با آن مقداری گازهای فرار نیز تولید می‌شود. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با متراکم سازی مخلوط گازی فرار می‌توان درصد خیلی بالایی از آن را به مایعی قابل اشتعال و استفاده تبدیل کرد.

متاسفانه نه تنها از ضایعات کشاورزی به نحو مطلوبی استفاده نمی‌شود بلکه گاهی اوقات استفاده نادرست از آن‌ها به مشکلات اقلیمی موجود دامن می‌زند. با تبدیل ضایعات کشاورزی به زغال زیستی مشکل مدیریت ضایعات کشاورزی حل خواهد شد. یکی دیگر از کارکردهای زغال زیستی این است که با برگشت کربن به خاک از انتشار آن به صورت دی‌اکسید کربن

و آلودگی اتمسفر جلوگیری می‌کند و در کاهش پدیده گرمایش جهانی موثر واقع می‌شود. به عبارت دیگر با تبدیل ضایعات کشاورزی به زغال زیستی و کاربرد آن در خاک، دی اکسید کربنی که گیاه در طول دوره رشد خود جذب کرده و در خود ذخیره کرده است را به صورت کربن فعال و پایدار به خاک بر می‌گردانیم. از طرفی پایداری بالای کربن زغال زیستی در خاک، باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، مانند متان و دی‌اکسید نیتروژن، از سطح شالیزار و تثبیت کربن در خاک‌های تحت کشت برنج غرقابی خواهد شد (هفله و دیگران، ۲۰۱۱).

شکل ۲- پوسته برنج (تصویر سمت چپ) و زغال زیستی پوسته برنج (تصویر سمت راست)

کاربرد زغال زیستی در خاک فواید دیگری از جمله بهبود ساختمان و حاصلخیزی خاک، حفظ آب و رطوبت خاک، جلوگیری از آبشویی عناصر غذایی و بهبود شرایط برای میکروارگانیزم‌های مفید در خاک خواهد داشت. سطح ویژه زغال زیستی که عموما از شن و رس بالاتر است، منجر به افزایش سطح ویژه کل خاک در نتیجه افزودن آن به خاک می‌شود. زغال زیستی می‌تواند ساختمان و تهویه خاک را در خاک‌های ریزبافت بهبود دهد (کلب، ۲۰۰۷). لایرد و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که با افزودن زغال زیستی به میزان ۲۰ گرم در کیلوگرم در یک خاک رسی سطح ویژه خاک از ۱۳۰ به ۱۵۰ مترمربع در یک گرم خاک افزایش یافته است. یکی از مزیت‌های زغال زیستی، سطح ویژه و خلل و فرج زیاد آن است که برای باکتری‌ها و قارچ‌هایی که گیاه برای جذب عناصر غذایی از خاک به آن‌ها نیاز دارد، مناسب است (آتکینسون و دیگران، ۲۰۱۰). افزودن زغال زیستی به خاک باعث افزایش زیست‌توده و فعالیت میکروبی خاک می‌شود (ورهیجن و دیگران، ۲۰۰٤). زغال زیستی یک ساختار متخلخل دارد که باعث بهبود نگهداشت آب و عناصر غذایی (بویژه نیتروژن و فسفر) می‌شود (لایرد و دیگران، ۲۰۱۰).

ثابت شده است که کاربرد ۲۰ تن در هکتار زغال زیستی قبل از کاشت برنج تاثیر مثبتی بر عملکرد برنج و کارایی مصرف نیتروژن در زراعت برنج داشته است (سیدقاسمی و دیگران، ۲۰۲۱). زغال زیستی در زمان شخم دوم به طور یکنواخت در سطح خاک پخش شده و با شخم تا عمق ۲۵ سانتی‌متری خاک مخلوط می‌شود. زغال زیستی بکار رفته در پژوهش یاد شده در یک کوره زغال چوب تولید شده است. به این ترتیب که ابتدا پوسته برنج در ظروف حلبی ۱۷ کیلویی ریخته و در کوره قرار داده شده است. دمای کوره هم ٤۰۰ درجه سلسیوس بوده. نیم ساعت بعد از رسیدن به این دما کوره خاموش و دو ساعت کوره به حال خود رها شده تا خنک‌سازی انجام شود و سپس در کوره باز و بیوچار تولیدی خارج شده است. شکل‌های ۳، ٤ و ۵ مراحل تولید زغال زیستی از پوسته برنج را نشان می‌دهند. محتوی کربن، نیتروژن و اکسیژن زغال زیستی مورد مطالعه به ترتیب ٤۷/٦، ۰/۳ و ۹/۳ درصد و همچنین دارای نسبت کربن به نیتروژن ۱٤۷/۵، ظرفیت تبادل کاتیونی ٤۱/۷ و اسیدیته ۸/۳ بوده است. هزینه

تولید بیوچار در سال آزمایش (۱۳۹۷) با احتساب خرید پوسته برنج و گازوئیل و کارگری، ۱۵۰۰ تومان به ازای هر کیلو زغال زیستی بوده است.

شکل ۳- ریختن پوسته برنج در ظروف حلبی

شکل ٤- قرار دادن ظروف حلبی پر از پوسته برنج در کوره زغال

شکل ٥- خروج زغال تولیدی پس از خنک‌سازی از کوره

توصیه‌های ترویجی جهت کاهش عوامل خسارت‌زا

با توجه به خواص فیزیکی زغال زیستی نظیر تخلخل و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و اثرمثبت کاربرد آن در خاک بر کارایی مصرف نیتروژن، می‌توان از بیوچار (زغال زیستی) به عنوان وسیله‌ای برای نگهداشت عناصر غذایی مثل آمونیوم (شکل غالب نیتروژن برای استفاده برنج غرقابی) سود جست. از طرفی شبدر برسیم به عنوان کشت دوم بعد از برداشت برنج در اراضی شمال کشور مناسب تشخیص داده شده است. با توجه به اثرات مثبت زغال زیستی بر فعالیت میکروارگانیزم‌های خاک، می‌توان در یک روش به‌زراعی، با کاربرد زغال زیستی در زراعت برنج و کاشت شبدر برسیم بعد از برداشت برنج، هم از قابلیت نگهداشت نیتروژن در خاک توسط زغال زیستی سود جست و هم با افزایش باکتری‌های همزیست با شبدر، میزان تثبیت نیتروژن ناشی از کشت شبدر را افزایش داد و نیاز به نیتروژن برای کشت بعدی برنج را فراهم کرد. به نظر می‌رسد با این روش به‌زراعی می‌توان میزان مصرف کود اوره را کاهش داد و مانع آلودگی زیست محیطی شد.

فهرست منابع

سالاریان، محسن. ۱۳۸۹. آلودگی دریای خزر، مشکلات زیست‌محیطی، کاهش جمعیت و افت کیفی ماهیان، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی تی تی ال.

جلیلی کناری، م و صالحی، ص. ۱۳۹۳. ارزیابی پیامدهای اجتماعی-زیست محیطی استفاده از مواد شیمیایی در فعالیت کشاورزی. فصلنامه راهبرد اجتماعی، فرهنگی. ۱۰ (۳). ۱٤۱-۱٦۰.

Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D., Hipps, N.A.J.P., soil, 2010b. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and Soil, 337: 1-18.*

Chen, S., Rotaru, AE., Shrestha, P. *et al.* Promoting Interspecies Electron Transfer with Biochar. *Sci Rep* **4,** 5019 (2014). https://doi.org/10.1038/srep05019

Gliessman, S.R., Rosemeyer, M., 2009. *The conversion to sustainable agriculture: principles, processes, and practices, CRC Press.*

Haefele, S., Konboon, Y., Wongboon, W., Amarante, S., Maarifat, A., Pfeiffer, E., Knoblauch, C.J.F.C.R., 2011b. Effects and fate of biochar from rice residues in rice-based systems. *Field Crop Research, 121: 430-440.*

Islam, M.S., Jamal, M.S., Sujan, S.M.A., Ismail, M., Miah, M.Y. and Saha, M., 2011. Bio-oil from pyrolysis of rice husk. Journal of Biofuels, 2: 1-7.

Kolb, S., 2007. Understanding the mechanisms by which a manure-based charcoal product affects microbial biomass and activity. *University of Wisconsin, Green Bay, USA.*

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

Laird, D.A., Fleming, P., Davis, D.D., Horton, R., Wang, B., Karlen, D.L., 2010b. Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. Geoderma, 158: 443-449.

Seyedghasemi, S.M, Rezvani Moghaddam, P and Esfahani, M., 2021. Optimization of biochar and nitrogen fertilizer in rice cultivation, Journal of Plant Nutrition, 44:12, 1705-1718, DOI: 10.1080/01904167.2021.1881542.

Tasim, B., Masood, T., Shah, Z. A., Arif, M., Ullah, A., Miraj, G., & Samiullah, M. (2019). Quality Evaluation of Biochar Prepared from Different Agricultural Residues. *Sarhad Journal of Agriculture*, *35*(1).