



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



کاربرد کودها در گلخانه، سلامت خاک و سلامت محصول

سعید شفیعی

عضو هیات علمی گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

چکیده

کشت گلخانه‌ای محیطی کنترل شده برای تولید خارج از فصل محصولات فراهم می‌کند و در دهه‌های اخیر نقش مهمی در سیستم‌های تولید کشاورزی ایفا کرده است. در کشت گلخانه‌ای به دلیل اینکه رشد در واحد سطح به‌طور قابل توجهی بیشتر از تولید در فضای باز است، لذا تقاضای مواد غذایی بیشتر بوده و اغلب در یک دوره زمانی نسبتاً کوتاه متمرکز می‌شود. اقدامات اخیر نشان داده است که بهبود شرایط گلخانه (تنظیم دما، رطوبت و نور) و تغذیه مناسب (کوددهی مناسب) می‌تواند آزادسازی عناصر غذایی را بهبود بخشد، رشد محصولات را تقویت کرده و منجر به افزایش عملکرد گردد. از طرف مقابل افزایش کاربرد کودهای دامی (مرغی و گاوی) و کودهای شیمیایی منجر به افزایش شوری خاک، افزایش غلظت فسفر و پتاسیم و همچنین افزایش غلظت آنتی بیوتیک‌ها در اثر کاربرد کودهای مرغی و وجود ریزنایلون‌ها در اثر کاربرد پوشش‌های پلاستیکی در بسترهای کاشت می‌گردد.

واژگان کلیدی: سلامت، کود، کیفیت، گلخانه، محصول.

مقدمه

در سال‌های اخیر به کشت گلخانه‌ای در ایران به‌عنوان یکی از شیوه‌های نوین در بخش کشاورزی توجه شده است. شرایط اقلیمی ویژه کشور، به‌ویژه محدودیت منابع آبی و مشکلاتی که کشاورزی سنتی با آن روبه‌رو است، سبب گسترش کشاورزی گلخانه‌ای شده است. طبق اطلاعات سامانه گلخانه ایران (۱۴۰۳) در حال حاضر حدود ۲۰ هزار گلخانه با سطح زیر کشت حدود ۱۵۰ هزار هکتار در کشور فعال است. کشت گلخانه‌ای در مقایسه با کشت در فضای باز، کود بیشتری برای تولید مسمت‌ر نیاز دارد تا عملکرد حفظ و افزایش یابد. با توجه به افزایش جمعیت و فشار ناشی از تأمین مواد غذایی، استفاده از کودهای معدنی مدت‌هاست که ابزاری کلیدی برای جبران خروجی مواد غذایی و در نتیجه دستیابی به افزایش عملکرد بوده است (Amanullah et al., 2016; Wang et al., 2020; Liu et al., 2021). اعتقاد بر این است که کاربرد کود سبب حداقل ۵۰ درصد افزایش عملکرد محصول در قرن بیستم شده است (Yousaf et al., 2017). با این حال، به دلیل استفاده نامناسب از کودهای معدنی که عمدتاً مربوط به نیتروژن و فسفات است، بسیاری از خاک‌های حاصلخیز در توانایی عملکرد خود (شاخص‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی) با مشکل مواجه شده‌اند. بنابراین، کوددهی نامناسب ممکن است تأثیر منفی بر سلامت خاک و خدمات اکوسیستمی مرتبط با خاک داشته باشد. استفاده نامتعادل از کودهای شیمیایی می‌تواند اسیدیته خاک را تغییر دهد، منجر به کاهش کربن آلی خاک و موجودات مفید، توقف رشد و عملکرد گیاه و حتی منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای شود (Ozlu et al., 2018; Pahalvi et al., 2021). بنابراین، کاهش استفاده از کود شیمیایی در کشت محصولات گلخانه‌ای برای توسعه پایدار کشاورزی و ایمنی محیط زیست ضروری است.

کیفیت و سلامت خاک

خاک خدمات اکولوژیکی مهمی را برای تأمین و بقای حیات انجام می‌دهد. مدیریت سلامت خاک برای حفظ تنوع زیستی و حفاظت از تولید پایدار کشاورزی حیاتی است. سلامت خاک به‌عنوان ظرفیت خاک برای عملکرد در محدوده اکوسیستم و کاربری زمین، برای حفظ بهره‌وری بیولوژیکی، حفظ کیفیت محیط زیست و ارتقای سلامت گیاهان و جانوران تعریف می‌شود (Kibblewhite et al., 2008). سلامت خاک یک ویژگی ذاتی خاک است. برعکس، کیفیت خاک یک ویژگی بیرونی خاک است و با استفاده مطلوب از خاک توسط انسان تغییر می‌کند. محتوای ماده آلی خاک یک شاخص حیاتی برای سلامت خاک است و برای فرآیندهای مختلف اکوسیستم اساسی است و غلظت بالای ماده آلی سبب عملکرد بهتر محصول می‌شود (Kane et al., 2021; Vendig et al., 2023; Mahmood et al., 2023). اما به‌طور کلی مشخص شده است که تغییر در محتوای آن در کوتاه مدت و میان مدت بسیار حساس نیست (Zhu et al., 2015; Bongiorno et al., 2019). بنابراین بخش‌های ناپایدار شامل کربن آلی ذره‌ای (POC)، بخش سبک (LF) و کربن آلی محلول در آب (WSOC) سه بخشی هستند که در چرخه‌های مواد غذایی فعال در نظر گرفته می‌شوند، به راحتی برای تجزیه میکروبی در دسترس هستند و ارتباط نزدیکی با تأمین مواد غذایی برای محصولات دارند (Gosling et al., 2013; Monaci et al., 2017).

کودها

برای رشد بهینه، گیاهان باید در هر مرحله از چرخه رشد، مقدار کافی مواد غذایی دریافت کنند (Ingestad and Agren, 1995). کود یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر عملکرد و کیفیت محصولات گلخانه‌ای است. کودهای مختلف مانند کودهای معدنی (شامل کودهای نیتروژنی، فسفاتی و پتاسیمی)، کودهای آلی (مانند کود دامی، کمپوست، مواد هیومیک و ...) و کودهای زیستی (قارچ میکوریزا، نیتروکسین و ...) با هدف نهایی به حداکثر رساندن بهره‌وری و بازده اقتصادی اعمال می‌شوند، در حالی که عوارض جانبی بر سلامت خاک اغلب نادیده گرفته می‌شوند. **کودهای شیمیایی:** کاربرد کودهای شیمیایی می‌تواند ماده آلی خاک و سلامت خاک را افزایش دهد، مشروط بر اینکه مقدار مورد استفاده بیشتر از نیاز گیاه نباشد (Howe et al., 2024). باید توجه داشت که استفاده بیش از حد از کودهای

شیمیایی منجر به تخریب خاک (Zhao et al., 2021) و خطرات زیست‌محیطی مانند اوتریفیکاسیون آب (Shen et al., 2021)، آلودگی هوا (Wu et al., 2016) و شوری خاک (Resende et al., 2014) می‌شود. در مقایسه با مزارع روباز، روزهای مناسب برای تولید محصولات در سیستم‌های گلخانه‌ای طولانی‌تر است که عموماً به معنای استفاده بیشتر از کود شیمیایی است (Cai, 2019). به دلیل استفاده مداوم از کودهای شیمیایی، تأکید بیشتری بر تأثیر آنها بر کیفیت محیط زیست وجود دارد (Laharia et al., 2013).

کودهای آلی: کاربرد کودهای آلی علاوه بر افزایش تعداد جانداران مفید، معمولاً باعث کاهش جانداران مضر همانند پاتوژن‌ها و آفات گیاهی نیز می‌گردند (رضایی، ۱۳۹۲). در صورتی که برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان از کودهای آلی استفاده گردد، باید فرآیند معدنی شدن انجام شود تا عناصر غذایی به اشکال قابل دسترس برای جذب گیاه تبدیل شوند. معدنی شدن اساساً یک فرآیند میکروبی است و به عواملی مانند دما، اسیدیته و رطوبت خاک بسیار وابسته است (Agehara and Warncke, 2005). فرآیند معدنی شدن، پیش‌بینی و کنترل در دسترس بودن مواد غذایی را دشوارتر می‌کند، که ممکن است باعث عدم تعادل بین در دسترس بودن مواد غذایی و تقاضای گیاه شود. هماهنگی ناکافی بین در دسترس بودن مواد غذایی و جذب توسط گیاه به عنوان یک محدودیت اصلی برای بهره‌وری سیستم‌های تولید گیاهان شناخته شده است (Bi et al., 2010; Nygaard Sorensen and Thorup-Kristensen, 2011). کودهای آلی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیکی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت آزادسازی تدریجی مواد غذایی، آلودگی کمتری را در محیط زیست ایجاد می‌کنند (Kheiry et al., 2016). با این حال، آلودگی کودهای حیوانی به بقایای آنتی‌بیوتیک می‌تواند باعث تکثیر باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در خاک کشاورزی، آب‌های سطحی و زیرزمینی شود که در نهایت به یک بحران سلامت جهانی منجر می‌شود (Michael et al., 2014; Rossolini et al., 2014). چرا که پس از تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها برای انسان و حیوان، مقدار زیادی از آن بدون تغییر یا به عنوان متابولیت‌های فعال از طریق ادرار و مدفوع دفع می‌شوند (Frade et al., 2014). از سوی دیگر کودهای حاصل از تولیدات طیور (کود مرغ و بوقلمون) حاوی غلظت بالایی از پتاسیم و فسفر است (Pinto et al., 2012). رواناب نیتروژن و فسفر حاصل از کاربرد کودهای حیوانی به عنوان یکی از عوامل آلودگی غیرنقطه‌ای در نظر گرفته می‌شود (Petri Ekholm et al., 2005; Allen et al., 2006). وجود فلزات سنگین (مس، روی، آرسنیک و غیره) که از کود حیوانی، وارد خاک و محیط زیست می‌شوند نیز توسط بسیاری از نویسندگان گزارش شده است (Bolan et al., 2004; Brown et al., 2005; Zhou et al., 2005). عدم توجه به کیفیت و کمیت کودهای دامی می‌تواند منجر به آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی و عدم استفاده از خاک برای اهداف کشاورزی شود (Min et al., 2012).

کودهای زیستی: کودهای زیستی به مواد حاصلخیزکننده‌ای گفته می‌شوند که شامل تعداد کافی از یک یا چند گونه از ریزجانداران مفید خاکزی (شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها) هستند که در بستری از مواد نگهدارنده قرار دارند (Deaker et al., 2012). ریزجانداران موجود در کودهای زیستی از طریق روش‌هایی مانند تثبیت نیتروژن، انحلال فسفات، رهاسازی یون پتاسیم، تأمین آهن و دیگر عناصر به بهبود تغذیه گیاه کمک نموده و علاوه بر آن با کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک و سایر اثرات مفید باعث تحریک بیشتر رشد گیاه شده و افزایش کمیت و کیفیت محصول را به دنبال دارند (ساریخانی و انصاری، ۱۳۹۳). کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در اکثر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی و کودهای دامی می‌توانند پایداری تولید سیستم‌های کشاورزی را تضمین کنند (Povero et al., 2016; کمائی و همکاران، ۱۳۹۵).

سیستم مدیریت یکپارچه مواد غذایی یک جایگزین است و با کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده ترکیبی از کودهای شیمیایی با مواد آلی مانند کودهای حیوانی، بقایای گیاهی، کود سبز و کمپوست مشخص می‌شود. سیستم‌های مدیریتی که به نهاده‌های آلی به عنوان منابع مواد غذایی گیاهی متکی هستند، پویایی متفاوتی از در دسترس بودن مواد غذایی نسبت به سیستم‌هایی که شامل استفاده از کودهای شیمیایی هستند، دارند. بر اساس ارزیابی شاخص‌های کیفیت

خاک، استفاده از کودهای آلی همراه با کودهای شیمیایی، در مقایسه با افزودن کودهای آلی به تنهایی، تأثیر مثبت بیشتری بر زیست توده میکروبی و در نتیجه سلامت خاک دارد (Dutta et al., 2003). گزارش شده است که استفاده از کود آلی در ترکیب با کود شیمیایی، جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط گیاه را در مقایسه با کود شیمیایی به تنهایی، افزایش می‌دهد (Bokhtiar and Sakurai, 2005). سینگ و رایان (۲۰۱۵) پیشنهاد کردند که کودهای آلی و سایر مواد آلی باید با کودهای معدنی ترکیب شوند تا یک کمپلکس آلی-معدنی تشکیل دهند تا تأمین بهینه مواد غذایی برای بهبود سلامت خاک را تسهیل کنند (Deeks et al., 2013; Osunlola and Fawole, 2015; Iren, 2016; Sarioğlu et al., 2017; Smith et al., 2020; Yang et al., 2020; Bhunia et al., 2021). سلامت محصولات تولید شده در سیستم‌های کشاورزی از نظر وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست، توجه ویژه‌ای را به روش‌های تولید و نهاده‌های بکار رفته در تولید معطوف داشته است. لذا استفاده از کودهایی با آزادسازی تدریجی مواد غذایی در طول دوره رشد گیاه، داشتن کمترین مقدار آبشویی، حداقل مقدار آنتی بیوتیک و فلزات سنگین می‌تواند بهترین نتیجه را برای افزایش کیفیت و سلامت محصول و کاهش خطرات زیست محیطی داشته باشد. با توجه به موارد ذکر شده در بالا چالش‌ها و پیشنهادهای در خصوص کشت‌های گلخانه‌ای در زیر ارائه می‌گردد که از جنبه عملکرد محصول، سلامت خاک، سلامت محصول و در نهایت سلامت مصرف کنندگان اهمیت بالایی دارند.

چالش‌ها و مشکلات:

۱- افزایش غلظت فسفر در اثر کاربرد کودهای دامی (مخصوصاً مرغی) به طوری که غلظت‌های فسفر قابل جذب بالاتر از ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک در آنالیزهای خاک گزارش شده است که این مورد باعث بر هم خوردن شدید تعادل عناصر غذایی و جذب پایین فلزات مخصوصاً عناصر کم مصرف مانند روی و آهن می‌گردد. این موارد هم از جنبه عملکردی محصولات و هم از جنبه سلامتی دارای اهمیت می‌باشد.

۲- کاربرد زیاد کودهای شیمیایی جهت افزایش عملکرد منجر به افزایش شوری خاک و بالا رفتن غلظت فلزات سنگین از قبیل سرب و کادمیوم می‌گردد.

۳- کاربرد زیاد کودهای مرغی علاوه بر افزایش شوری و غلظت فسفر می‌تواند منجر به افزایش غلظت آنتی بیوتیک‌ها در خاک و محصول گردد.

۴- استفاده از پوشش‌های نایلونی و هم‌چنین نوارهای آبیاری در بستر کشت و عدم پاکسازی کامل آن‌ها بعد از اتمام کشت باعث می‌شود این ترکیبات در اثر عملیات شخم وارد خاک شوند و تهدیدی برای سلامت خاک باشند.

پیشنهادها:

۱- الزام گلخانه داران به آنالیز خاک و پایش سالیانه فلزاتی مانند فسفر، پتاسیم، آهن، روی و فلزات سنگینی از قبیل سرب و کادمیوم.

۲- پایش و ارزیابی کودهای دامی مخصوصاً مرغی از جنبه مقدار آنتی بیوتیک قبل از ورود به گلخانه.

۳- پژوهش در خصوص نوع و نیمه عمر آنتی بیوتیک‌ها در خاک‌های با خصوصیات شیمیایی متفاوت و هم‌چنین جذب و انتقال آنها به اندام‌های مختلف گیاهی.

۴- پژوهش در خصوص جذب و انتقال فلزات سنگین در تمامی محصولات سبزی و صیفی که در گلخانه کشت می‌شوند. مشاهده شده است که در برخی موارد علی‌رغم این که غلظت فلزات سنگین پایین‌تر از حد استاندارد بوده است اما به دلیل ضریب انتقال بالای برخی فلزات توسط برخی گیاهان، غلظت در اندام‌های هوایی بالاتر از حد استاندارد مشخص شده برای اندام‌های گیاهی می‌باشد.

۵- پایش وجود ریز نایلون‌ها در خاک گلخانه‌ها مخصوصاً در کشت‌هایی که روی بستر کاشت نایلون استفاده می‌گردد و هم‌چنین ارزیابی گیاهان گلخانه در خصوص جذب و انتقال ریز نایلون‌ها

منابع

- رضایی، ح. (۱۳۹۲). مروری بر تحقیقات کاربرد کودهای دامی در اراضی کشاورزی ایران. نشریه مدیریت اراضی، ۱(۱): ۵۵-۶۸.
- ساریخانی، م. ر. و انصاری، س. (۱۳۹۳). ارزیابی برخی ویژگی‌های کیفی کودهای زیستی رایج در ایران. مجله علوم کشاورزی و تولید پایدار، ۱(۱): ۱-۱۴.
- کمائی، ر.، رجائی شریف‌آبادی، ح.، پارسا، م.، جهان، م. و نصریان، ع.ع. (۱۳۹۵). اثر کاربرد کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر برخی ویژگی‌های کیفی علوفه سورگوم دانه‌ای در شرایط گلخانه‌ای. فناوری تولیدات گیاهی، ۱(۱): ۶۹-۸۰.
- Agehara, S., Warncke, D. D. (2005). Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen sources. *Soil Science Society of America Journal*, 69(6), 1844-1855.
- Allen, S. C., Nair, V. D., Graetz, D. A., Jose, S., Nair, P. R. (2006). Phosphorus loss from organic versus inorganic fertilizers used in alleycropping on a Florida Ultisol. *Agriculture, ecosystems and environment*, 117(4), 290-298.
- Amanullah, A.; Iqbal, A.; Ali, S.; Fahad, S.; Parmar, B. (2016). Nitrogen source and rate management improve maize productivity of smallholders under semiarid climates. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1773.
- Bhunia, S., Bhowmik, A., Mallick, R., Mukherjee, J. (2021). Agronomic Efficiency of Animal-Derived Organic Fertilizers and Their Effects on Biology and Fertility of Soil: A Review. *Agronomy*, 11, 823.
- Bi, G., Evans, W. B., Spiers, J. M., Witcher, A. L. (2010). Effects of organic and inorganic fertilizers on marigold growth and flowering. *HortScience*, 45(9), 1373-1377.
- Blanco-Canqui, H., Shapiro, C.A., Wortmann, C.S., Drijber, R.A., Mamo, M., Shaver, T.M., Ferguson, R.B. (2013). Soil organic carbon: The value to soil properties. *The Journal of Soil and Water Conservation*, 68, A129-A134.
- Bokhtiar, S.M., Sakurai, K. (2005). Effects of organic manure and chemical fertilizer on soil fertility and productivity of plant and ratoon crops of sugarcane. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51: 325-334.
- Bolan, N., Adriano, D., Mahimairaja, S. (2004). Distribution and bioavailability of trace elements in livestock and poultry manure by-products. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 34(3), 291-338.
- Bongiorno, G., Bünemann, E.K., Oguejiofor, C.U., Meier, J., Gort, G., Comans, R., Mäder, P., Brussaard, L., de Goede, R. (2019). Sensitivity of labile carbon fractions to tillage and organic matter management and their potential as comprehensive soil quality indicators across pedoclimatic conditions in Europe. *Ecological Indicators*, 99, 38-50.
- Brown, B. L., Slaughter, A. D., Schreiber, M. E. (2005). Controls on roxarsone transport in agricultural watersheds. *Applied Geochemistry*, 20(1), 123-133.
- Cai, Z. (2019). Scientific and technological issues of nutrient management under greenhouse cultivation in China. *Acta Pedologica Sinica*, 56, 36-43.
- Deaker, R., Hartley, E., Greg, G. (2012). Conditions Affecting Shelf-Life of Inoculated Legume Seed. *Agriculture*, 2(1), 38-51.
- Deeks, L. K., Chaney, K., Murray, C., Sakrabani, R., Gedara, S., Le, M. S., ... Smith, G. H. (2013). A new sludge-derived organo-mineral fertilizer gives similar crop yields as conventional fertilizers. *Agronomy for sustainable development*, 33(3), 539-549.
- Frade, V. M. F., Dias, M., Teixeira, A. C. S. C., Palma, M. S. A. (2014). Environmental contamination by fluoroquinolones. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 50(1), 41-54.
- Howe, J. A., McDonald, M. D., Burke, J., Robertson, I., Coker, H., Gentry, T. J., Lewis, K. L. (2024). Influence of fertilizer and manure inputs on soil health: A review. *Soil Security*, 16, 100155.
- Ingestad, T., Agren, G. I. (1995). Plant nutrition and growth: basic principles. *Plant and Soil*, 168(1), 15-20.
- Iren, O. B., Udoh, D. J., Ufot, U. O., Chukwuemeka, J. N. (2016). Influence of local lime materials and organomineral fertilizer on fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) performance in an Ultisol of Southeastern Nigeria. *International Journal of Sciences*, 5(5), 75-81.
- Kane, D. A., Bradford, M. A., Fuller, E., Oldfield, E. E., Wood, S. A. (2021). Soil organic matter protects US maize yields and lowers crop insurance payouts under drought. *Environmental Research Letters*, 16(4), 044018.

- Kibblewhite, M.G., Ritz, K., Swift, M.J. (2008). Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363, 685-701.
- Komatsuzaki, M., Ohta, H. (2007). Soil management practices for sustainable agro-ecosystems. *Sustainability Science*, 2, 103–120.
- Laharia, G.S., Patil, D.U., Damre, P.R. (2013). Effect of organic sources on soil fertility, nutrient uptake and yield of soybean. *Crop Research*, 45, 155-159.
- Liu, Q., Xu, H., Yi, H. (2021). Impact of Fertilizer on Crop Yield and C:N:P Stoichiometry in Arid and Semi-Arid Soil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 4341.
- Mahmood, S., Nunes, M. R., Kane, D. A., Lin, Y. (2023). Soil health explains the yield-stabilizing effects of soil organic matter under drought. *Soil and Environmental Health*, 1(4), 100048.
- Michael, C. A., Dominey-Howes, D., Labbate, M. (2014). The antimicrobial resistance crisis: causes, consequences, and management. *Frontiers in public health*, 2, 145.
- Min, J., Zhang, H., Shi, W. (2012). Optimizing nitrogen input to reduce nitrate leaching loss in greenhouse vegetable production. *Agricultural water management*, 111, 53-59.
- Nygaard Sorensen, J., Thorup-Kristensen, K. (2011). Plant-based fertilizers for organic vegetable production. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174(2), 321-332.
- Osunlola, O. S., Fawole, B. (2015). Evaluation of animal dungs and organomineral fertilizer for the control of *Meloidogyne incognita* on sweet potato. *International Journal of Agronomy*, 1, 725363.
- Ozlu, E., Kumar, S. (2018). Response of Soil Organic Carbon, pH, Electrical Conductivity, and Water Stable Aggregates to Long-Term Annual Manure and Inorganic Fertilizer. *Soil Science Society of America Journal*, 82, 1243.
- Pahalvi, H.N., Rafiyya, L., Rashid, S., Nisar, B., Kamili, A.N. (2021). Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health. In *Microbiota and Biofertilizers*; Dar, G.H., Bhat, R.A., Mehmood, M.A., Hakeem, K.R., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2, 1-20.
- Pinto, F. A., Santos, F. L. D., Terra, F. D., Ribeiro, D. O., Sousa, R. R. J., Souza, E. D. D., ... Paulino, H. B. (2012). Atributos de solo sob pastejo rotacionado em função da aplicação de cama de peru. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42, 254-262.
- Povero, G., Mejia, J. F., Tommaso, D. D., Piaggese, A., Warrior, P. (2016). A Systematic Approach to Discover and Characterize Natural Plant Bio stimulants. *Frontiers in Plant Science*, 7(435), 1-9.
- Resende, R. S., Amorim, J. R., Cruz, M. A., Meneses, T. N. (2014). Distribuição espacial e lixiviação natural de sais em solos do Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 46-52.
- Rossolini, G. M., Arena, F., Pecile, P., Pollini, S. (2014). Update on the antibiotic resistance crisis. *Current opinion in pharmacology*, 18, 56-60.
- Sarioğlu, A., Doğan, K., Kızıltuğ, T., Coşkan, A. (2017). Organo-mineral fertilizer applications for sustainable agriculture, 161-166.
- Shen, J.Y., Zhang, P.P., Chang, Y., Zhang, L.X., Hao, Y., Tang, S.J., Xiong, X. (2021). The environmental performance of greenhouse versus open-field cherry production systems in China. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 736-748.
- Singh, B., Ryan, J. (2015). Managing fertilizers to enhance soil health. *International Fertilizer Industry Association*, Paris, France, 1, 1-24.
- Smith, W. B., Wilson, M., Pagliari, P. (2020). Organomineral fertilizers and their application to field crops. *Animal manure: Production, characteristics, environmental concerns, and management*, 67, 229-243.
- Vendig, I., Guzman, A., De La Cerda, G., Esquivel, K., Mayer, A. C., Ponisio, L., Bowles, T. M. (2023). Quantifying direct yield benefits of soil carbon increases from cover cropping. *Nature Sustainability*, 6(9), 1125-1134.
- Wang, Z., Hassan, M.U., Nadeem, F., Wu, L., Zhang, F., Li, X. (2020). Magnesium Fertilization Improves Crop Yield in Most Production Systems: A Meta-Analysis. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1727.
- Wu, Y., Gu, B., Erisman, J.W., Reis, S., Fang, Y., Lu, X., Zhang, X. (2016). PM_{2.5} pollution is substantially affected by ammonia emissions in China. *Environment Pollution*, 218, 86-94.
- Yousaf, M., Li, J., Lu, J., Ren, T., Cong, R., Fahad, S., Li, X. (2017). Effects of fertilization on crop production and nutrient-supplying capacity under rice-oilseed rape rotation system. *Scientific Reports*, 7, 1270.

- Zhao, Y.M., Lv, H.F., Qasim, W., Wan, L., Wang, Y.F., Lian, X.J., Liu, Y.N., Hu, J., Wang, Z.X., Li, G.Y., (2021). Drip fertigation with straw incorporation significantly reduces N₂O emission and N leaching while maintaining high vegetable yields in solar greenhouse production. *Environmental Pollution*, 273, 116521.
- Zhou, D. M., Hao, X. Z., Wang, Y. J., Dong, Y. H., Cang, L. (2005). Copper and Zn uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures. *Chemosphere*, 59(2), 167-175.
- Zhu, L., Hu, N., Zhang, Z., Xu, J., Tao, B., Meng, Y. (2015). Short-term responses of soil organic carbon and carbon pool management index to different annual straw return rates in a rice-wheat cropping system. *Catena*, 135, 283–289.

Fertilizer Use in Greenhouses: Soil Health and Crop Health

Saeid Shafiei

Associate Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Jiroft. Jiroft. Iran.

Abstract

Greenhouse cultivation provides a controlled environment for off-season crop production and has played a significant role in agricultural production systems in recent decades. In greenhouse farming, crop growth per unit area is considerably higher than in open-field cultivation, leading to greater nutrient demand, often concentrated within a relatively short period. Recent studies have shown that improving greenhouse conditions (such as optimizing temperature, humidity, and light) as well as providing proper nutrition (through appropriate fertilization), can enhance nutrient availability, stimulate plant growth, and ultimately increase crop yield. On the other hand, excessive use of organic fertilizers (such as poultry and cattle manure) and chemical fertilizers can result in increased soil salinity, elevated levels of phosphorus and potassium, and higher concentrations of antibiotics due to poultry manure. Additionally, the use of plastic mulches and coverings in growing beds can lead to the accumulation of microplastics, such as nylon residues, in the soil.

Keywords: Health, Fertilizer, Quality, Greenhouse, Crop.