



19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



کاربرد تلفیقی کود دامی با نسبت های مختلف کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه گندم، شوری و کربن آلی خاک

علیرضا جعفرنژادی^{*}، فرهاد مشیری^۲، فاطمه مسکینی ویشکایی^۳

- ۱- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. * ایمیل نویسنده مسئول: arjafarnejadi@gmail.com
- ۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۳- استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. fatemeh.meskini@yahoo.com

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی کود دامی و کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه گندم، شوری و کربن آلی خاک در شرایط خاک‌های آهکی و شور استان خوزستان انجام شد. آزمایش به صورت مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی (۱۳۹۸-۱۳۹۶) اجرا گردید. تیمارهای مورد مطالعه شامل شاهد (بدون کود)، کاربرد تلفیقی کود دامی با مقادیر مختلف کودهای شیمیایی (نیترژن، فسفر و پتاسیم) و کاربرد انحصاری کود دامی بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای تلفیقی به ویژه تیمار ترکیبی کود دامی با مصرف ۷۵ درصد کود نیترژن و ۵۰ درصد کودهای فسفر و پتاسیم توصیه شده براساس آزمون خاک، بیشترین عملکرد دانه گندم (۴/۵۲ تن در هکتار) را داشت. همچنین، کاربرد کود دامی به تنهایی منجر به افزایش معنی دار کربن آلی خاک (۰/۲۲ درصد) نسبت به شاهد شد، اما شوری خاک در تیمارهای حاوی کود دامی افزایش یافت (۲۴ تا ۳۴ درصد افزایش). این مطالعه نشان می‌دهد که با وجود اینکه استفاده توأم کود دامی و شیمیایی موجب بهبود عملکرد گندم و حاصلخیزی خاک شده است اما در استفاده از کودهای دامی به عنوان راهکاری پایدار در مدیریت تغذیه گیاه در خاک‌های شور آهکی باید به ویژگی‌های آن همچون شوری و درجه پوسیدگی کود توجه نمود.

واژگان کلیدی: حاصلخیزی خاک، کشاورزی پایدار، کیفیت خاک، گندم.

مقدمه

میزان نیاز جهانی به غذا در طی سال‌های ۲۰۳۰-۱۹۹۰ دو برابر شده و انتظار می‌رود در کشورهای جهان سوم حدود ۲/۵ تا ۳ برابر افزایش یابد (Daily et al., 1998). کودهای شیمیایی منبع اصلی عناصر غذایی ضروری در تولید محصولات کشاورزی هستند، با این وجود، گیاهان می‌توانند عناصر غذایی مورد نیاز خود را از منابع دیگری همچون مواد آلی خاک، بقایای گیاهی، پسماندهای تر و خشک و تثبیت بیولوژیک نیترژن تأمین نمایند (Aryal et al., 2021). کودهای آلی توانایی تأمین تمام و یا بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را دارند. سهم کودهای آلی در فراهم نمودن عناصر غذایی برای گیاه به نوع سیستم زراعی (تناوب زراعی)، شرایط خاکی، اقلیمی، نوع کود آلی و عملکرد محصول وابسته بوده و می‌توان با کاربرد کودهای آلی از مصرف کودهای شیمیایی کاست. پژوهش Schlegel و همکاران (2014) نشان داد که کاربرد طولانی مدت کود دامی موجب افزایش عملکرد و جذب عناصر غذایی دانه



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



ذرت شد. Zhao همکاران (2014) نیز در پژوهشی افزایش ماده آلی خاک، عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی خاک و همچنین pH و شوری را در یک خاک آهکی در اثر استفاده از کود دامی گزارش کردند. Simek و همکاران (1999) اثر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی را بر ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های کشاورزی ارزیابی نمودند. وجود اطلاعات ارزشمند از اثر مثبت کاربرد توأم کودهای شیمیایی و آلی در تولید محصولات کشاورزی و حفظ حاصلخیزی خاک می‌تواند نوید بخش دستیابی به رهیافتی کارا و اقتصادی در مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه باشد که علاوه بر تضمین پایداری تولید، سلامت غذایی و حفظ محیط زیست از جمله اثرات مثبت آن محسوب می‌گردد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مدیریت‌های مختلف کاربرد تلفیقی کود دامی و کودهای شیمیایی در خاک‌های آهکی و شور استان خوزستان بر عملکرد دانه گندم و شوری و کربن آلی خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلستان اهواز در استان خوزستان (طول جغرافیایی ۴۰° ۴۸' و عرض جغرافیایی ۲۰° ۳۱') به صورت مزرعه‌ای و در دو سال زراعی (۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۷-۱۳۹۸) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. اقلیم منطقه خشک و میانگین طولانی‌مدت بارندگی سالانه ۲۲۴ میلی‌متر است. برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) شامل بافت به روش هیدرومتر، pH با استفاده از pH متر، هدایت الکتریکی خاک با استفاده از EC متر، کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر، محتوای آهک خاک (TNV) به روش خنثی‌سازی با اسید، فسفر قابل دسترس خاک به روش اولسن و با دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم قابل دسترس خاک با دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱ - ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه

عمق (cm)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	پ‌هاش خاک	کربن آلی (%)	فسفر (mg Kg ⁻¹)	پتاسیم (mg Kg ⁻¹)	آهک (%)
0-30	8	46	46	8.8	7.8	0.59	9.2	250	45

پس آماده‌سازی بستر مزرعه (خاک‌ورزی به روش معمول با اجرای عملیات شخم، دیسک و تسطیح زمین)، برای هر تیمار کرت‌هایی به مساحت ۱۵۰ متر مربع (۱۰متر × ۵ متر) در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد مطالعه در پژوهش حاضر شامل تیمار اول: شاهد بدون کاربرد کود شیمیایی، تیمار ۲: کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده فقط در سال اول + ۷۵ درصد مقدار نیتروژن + ۵۰ درصد مقدار فسفر و پتاسیم توصیه شده، تیمار ۳: کاربرد سالانه ۲۰ تن کود گاوی پوسیده + ۷۵ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده، تیمار ۴: کاربرد سالانه ۲۰ تن کود گاوی پوسیده بدون مصرف کودهای شیمیایی بودند. کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز به ترتیب از منبع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم تأمین گردید. کود گاوی پوسیده از مجتمع گاوداری صنعتی کارون تهیه شد. ویژگی‌های کود دامی مورد استفاده شامل pH برابر با ۷/۸، هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۱ برابر با ۵/۹ dS m⁻¹، ۲۳/۴ درصد کربن آلی، ۱/۱ درصد نیتروژن، ۱/۳ درصد فسفر کل، ۰/۴۶ درصد پتاسیم کل و نسبت کربن به نیتروژن برابر با ۲۱/۳ بود. کود دامی به‌طور یکنواخت در سطح خاک پخش شده و قبل از کشت با دیسک تا عمق ۲۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. در این پژوهش کشت گندم به صورت تک کشتی و با بذرکارآمدانی با فواصل ردیف کشت ۲۰ سانتی‌متری انجام شد و در هر سال پس از برداشت گندم، مزرعه در فصل تابستان به صورت آیش رها می‌شد. در هر سال در انتهای فصل کشت و بعد از برداشت گندم از خاک هر کرت در هر



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



تیمار به صورت مجزا نمونه برداری انجام شد و ویژگی‌های شوری و کربن آلی خاک مجدداً در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SAS v.9.3 تجزیه و میانگین تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده تیمارهای مورد مطالعه بر عملکرد دانه گندم، شوری و محتوای کربن آلی خاک معنی‌دار بود ($p < 0.01$). همچنین اثر ساده سال بر محتوای کربن آلی خاک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار به دست آمد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای تلفیقی کود دامی و شیمیایی بر عملکرد دانه گندم، شوری و کربن آلی خاک (شهرستان اهواز، سال ۱۳۹۶-۱۳۹۸)

میانگین مربعات		درجه آزادی	منبع تغییرات
کربن آلی خاک	شوری خاک		
۰/۵۲۲ **	۰/۰۱۵	۱	سال
۰/۰۷۷ *	۳/۵۳۸ **	۳	تیمار
۰/۰۱۲	۰/۰۰۵	۲	تکرار
۰/۰۳۷	۰/۴۸۲	۳	سال × تیمار
۰/۰۲۲	۰/۵۱۸	۱۴	خطا

نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای مورد مطالعه بر عملکرد دانه گندم نشان داد که کمترین و بیشترین عملکرد دانه گندم به ترتیب در تیمار شاهد (۲/۰۳ تن در هکتار) و تیمار دوم (۴/۵۲ تن در هکتار) مشاهده شد (جدول ۳). یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد کود دامی به تنهایی یا به صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم نسبت به شرایط عدم مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. همچنین، یافته‌ها حاکی از افزایش بیشتر عملکرد دانه گندم در صورت مصرف نسبتی از سه کود شیمیایی پایه (۱۲۳٪)، مصرف کود نیتروژن (۸۳٪) یا عدم مصرف کودهای شیمیایی (۵۳٪) به همراه مصرف کود دامی نسبت به تیمار شاهد بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای تلفیقی کود دامی و کود شیمیایی بر عملکرد دانه گندم، شوری و کربن آلی خاک (شهرستان اهواز، سال ۱۳۹۶-۱۳۹۸)

تیمار شاهد	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
۲/۰۳ c	۴/۵۲ a	۳/۷۲ ab	۳/۱۱ b
۵/۳ b	۶/۶ a	۶/۲ ab	۷/۱ a
۰/۵۸ b	۰/۷۶ ab	۰/۶۰ b	۰/۸۰ a

مصرف کود دامی و کودهای شیمیایی در تمامی تیمارهای مورد مطالعه موجب افزایش معنی‌دار شوری خاک ($6/2 - 7/7 \text{ dS m}^{-1}$) نسبت به تیمار شاهد ($5/3 \text{ dS m}^{-1}$) شد (جدول ۴). البته لازم به ذکر است که علت کاهش میزان شوری خاک در انتهای فصل کشت در تمام تیمارهای مورد مطالعه نسبت به شوری اولیه خاک ($8/8 \text{ dS m}^{-1}$)، آبشویی املاح خاک در اثر آبیاری در طی مراحل کاشت



19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



گندم بود. Tang و همکاران (2020) گزارش کردند که کاربرد بقایای گیاهی روشی مؤثر در افزایش آبشویی نمک‌ها و جلوگیری از تجمع نمک در خاک‌های شور آهکی است. نتایج این پژوهشگران به دلیل تفاوت در نوع، مقدار، شدت پوسیدگی بقایای گیاهی مورد استفاده و نوع گیاه کشت شده، با نتایج مطالعه حاضر متفاوت است. یافته‌ها نشان داد که کاربرد کود دامی در تیمارهای مختلف مورد مطالعه موجب افزایش شوری خاک نسبت به تیمار شاهد شد. علت افزایش شوری خاک در مدیریت‌های مورد مطالعه می‌تواند تا حدی ناشی از انتقال نمک موجود در این کودها (شوری کود دامی در نسبت ۱:۱ برابر با $5/9 \text{ dSm}^{-1}$) بعد از استفاده در خاک باشد. بر این اساس مصرف هرساله کودهای دامی می‌تواند منجر به افزایش شوری و کاهش عملکرد محصول گردد. هرچند، در صورتی که منابع کودهای دامی از وضعیت مناسبی از نظر پوسیدگی برخوردار باشند در مقایسه با غلظت املاح در کودهای آلی تازه، احتمالاً تغییرات شوری معنی‌داری در خاک ایجاد نخواهد شد.

میانگین دوساله کربن آلی خاک در تیمارهای مختلف مورد مطالعه از $0/58$ تا $0/8$ درصد متغیر بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای کودی بر محتوای کربن آلی خاک نشان داد که تنها تیمار چهارم (مصرف کود دامی بدون مصرف کود شیمیایی) موجب افزایش معنی‌دار ($0/22$ درصد) کربن آلی خاک نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). افزایش میانگین کربن آلی خاک در اثر مصرف کود دامی را می‌توان به وجود بیشتر ترکیبات آلی مقاوم در کودهای آلی نسبت به کود شیمیایی و اشباع کم کربن در خاک‌های شور آهکی نسبت داد (Tang et al., 2020). همچنین معنی‌دار بودن اثر سال بر محتوای کربن آلی خاک حاکی از تأثیر زمان‌بر فرآیند تجزیه کودهای آلی و در نتیجه بهبود ویژگی‌های خاک همچون محتوای کربن آلی خاک است. میانگین کربن آلی خاک در سال دوم اجرای پژوهش ($0/83$ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار اولیه کربن آلی خاک قبل از اعمال تیمارهای مختلف ($0/59$ درصد) به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد تلفیقی کود دامی و کودهای شیمیایی (ضمن کاهش مقدار مصرف کودهای شیمیایی پایه) می‌تواند عملکرد دانه گندم را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. همچنین، استفاده از کود دامی به‌تنهایی موجب بهبود کربن آلی خاک شد که نشان‌دهنده نقش مثبت آن در حاصلخیزی بلندمدت خاک است. با این حال، افزایش شوری خاک در تیمارهای حاوی کود دامی نیاز به مدیریت دقیق منابع کودی و نظارت بر تجمع املاح دارد. به‌طور کلی، ترکیب کودهای آلی و شیمیایی به‌عنوان یک راهکار پایدار، هم برای افزایش تولید محصول و هم برای حفظ سلامت خاک در مناطق شور و آهکی مانند خوزستان توصیه می‌شود.

فهرست منابع

- Aryal, J.P., Sapkota, T.B., Krupnik, T.J., Rahut, D.B., Jat, M.L., and Stirling, C.M. 2021. Factors affecting farmer's use of organic and inorganic fertilizers in South Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28: 51480-51496.
- Daily, G.C., Dasgupta, P., Bolin, B., Crosson, P. and du Gurny, J. 1998. Food production, population growth, and the environment. *Science*, 281: 1291-1292.
- Simek, M., Hopkins, D.W., Kalcik, J., Picek, T., Santruckova, H., Stana, J., Travník, K. 1999. Biological and chemical properties of arable soils affected by long-term organic and inorganic fertilizer applications. *Biology and Fertility of Soils*, 29: 300-308.
- Schlegel, A.J., Assefa, Y., Bond, H.D., Wetter, S.M. and Stone, L.R. 2015. Corn response to long-term applications of cattle manure, swine effluent, and inorganic nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 107(5): 700-710.



19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۲۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



Tang, H., Li, C., Xiao, X., Pan, X., Cheng, K., Shi, L., Li, W., Wen, L. and Wang, K. 2020. Effects of long-term fertilizer regime on soil organic carbon and its labile fractions under double cropping rice system of southern China. *ACTA Agricultura Scandinavica*, 70(5): 409-418.

Zhao, Y., Yan, Z., Qin, J. and Xiao, Z. 2014. Effects of long-term cattle manure application on soil properties and soil heavy metals in corn seed production in Northwest China. *Environmental Science and Pollution Research*, 21: 7586-7595.

Integrated application of cattle manure with different ratios of chemical fertilizers on wheat grain yield, salinity and soil organic carbon

Ali Reza Jafarnejadi ^{1*}, Farhad Moshiri ², Fatemeh Meskini-Vishkaee³

¹ Associate Professor, Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran. *Corresponding author email: arjafarnejady@gmail.com

² Associate Professor, Soil fertility and plant nutrition, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

³ Assistant professor, Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.

Fatemeh.meskini@yahoo.com

Abstract

This study aimed to investigate the effects of integrated application of organic manure and chemical fertilizers on wheat grain yield, soil salinity, and organic carbon in calcareous and saline soils of Khuzestan province. The experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications over two cropping seasons. Treatments included a control (no fertilizer), integrated application of manure with varying rates of chemical fertilizers (nitrogen, phosphorus, and potassium), and exclusive use of manure. Results indicated that integrated treatments, particularly the combination of manure with 75% of recommended nitrogen and 50% of recommended phosphorus and potassium based on soil tests, achieved the highest grain yield (4.52 t ha⁻¹). Additionally, manure application alone significantly increased soil organic carbon (0.22%) compared to the control but also elevated soil salinity (24–34% increase). The study demonstrates that while combined organic and chemical fertilization enhances wheat yield and soil fertility, sustainable nutrient management in saline-calcareous soils requires careful consideration of manure characteristics, including salinity level and decomposition stage.

Keywords: Soil fertility, Sustainable agriculture, Soil quality, Wheat.