بسمه تعالی

معاونت تحقیقات و فناوری

دانشگاه علوم پزشکی ایلام

خلاصه سیاستی

تأثیر کارایی کمپوست‌سازی از فضولات حیوانی به روش ویندرو در کاهش ریسک رشد علف‌های هرز در مقایسه با کاربرد فضولات حیوانی خام در زمین‌های کشاورزی

فاطمه خواجه‌بار[1]، علیرضا تاب[2]، سجاد مظلومی[3]*

[1]کمیته تحقیقات دانشجوئی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران

[2] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

[3]مرکز تحقیقات زیست فناوری و گیاهان داروئی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران

پیام کلیدی:

استفاده مستقیم از فضولات خام دامی در زمین‌های کشاورزی، یکی از منابع اصلی ورود بذور علف‌های هرز به مزارع است و منجر به افزایش بانک بذر خاک، کاهش عملکرد محصولات و افزایش مصرف علف‌کش‌ها می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد که کمپوست‌سازی فضولات دامی به روش ویندرو توانسته است تراکم کل علف‌های هرز را تا ۹۳/۳ درصد و تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ را تا ۹۲/۸درصد در مقایسه با فضولات خام کاهش دهد. در تیمار کمپوست، هیچ‌گونه علف‌هرز باریک‌برگی جوانه نزد و تفاوت آن با شاهد منفی (خاک استریل) از نظر آماری معنی‌دار نبود. شواهد نشان می‌دهد که کمپوست‌سازی ویندرو می‌تواند به‌عنوان یک راهکار عملیاتی، کم‌هزینه و پایدار برای مدیریت فضولات دامی و کنترل زیستی جمعیت علف‌های هرز در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد.

اهمیت مسئله:

فضولات خام دامی حاوی بذور زنده علف‌های هرز است که پس از عبور از دستگاه گوارش دام، قابلیت حیات خود را حفظ کرده و به مزارع منتقل می‌شوند. این امر منجر به گسترش جمعیت علف‌های هرز، افزایش بانک بذر خاک، کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، افزایش مصرف علف‌کش‌ها و آلودگی محیط زیست می‌شود. علف‌های هرز با رقابت بر سر منابع حیاتی نظیر آب، مواد مغذی، نور و فضا، موجب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شوند. از طرفی، استفاده بی‌رویه از علف‌کش‌ها برای کنترل علف‌های هرز، آلودگی محیط زیست و افزایش جمعیت علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها را به دنبال دارد.

کمپوست‌سازی به روش ویندرو یکی از متداول‌ترین فناوری‌های تولید کمپوست در مزارع و واحدهای دامداری است که به دلیل سادگی اجرا، نیاز محدود به تجهیزات تخصصی، امکان فرآوری حجم زیاد مواد آلی و قابلیت مقیاس‌پذیری، به عنوان گزینه‌ای کارآمد جهت مدیریت فضولات حیوانی شناخته شده است. مطالعه حاضر نشان داد که میانگین تراکم کل علف‌های هرز در فضولات خام ۴۱ بوته در هر تکرار ۳۰۰ گرمی بود که در کمپوست به ۵/۲ بوته کاهش یافت. این یافته فاصله قابل توجهی با کاربرد مستقیم فضولات خام دارد و می‌تواند سلامت خاک، کیفیت محصولات کشاورزی و امنیت غذایی را تحت تأثیر قرار دهد.

شواهد پژوهش

مطالعه حاضر نشان داد که:

- میانگین تراکم کل علف‌های هرز در فضولات خام برابر ۴۱ بوته در هر تکرار ۳۰۰ گرمی.
- میانگین تراکم کل علف‌های هرز در کمپوست برابر ۲/۵ بوته در هر تکرار ۳۰۰ گرمی.
- میزان کاهش تراکم کل علف‌های هرز برابر ۹۳/۳ درصد.
- میزان کاهش تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ برابر ۹۲/۸ درصد.
- در تیمار کمپوست، هیچ‌گونه علف‌هرز باریک‌برگی جوانه نزد.
- تعداد گونه علف هرز در فضولات خام ۴ گونه بود که در کمپوست به ۱/۶ گونه کاهش یافت.
- در شاهد منفی (خاک استریل)، تراکم صفر بود و تفاوت کمپوست با شاهد منفی معنی‌دار نبود ($p > ۰/۰۵$).
- نسبت کربن به نیتروژن (C/N) از ۲۴/۸ به ۱۳ کاهش یافت.
- اسید هیومیک از ۱۰۶/۷ به ۱۳۸/۳ گرم بر کیلوگرم افزایش یافت.

مطالعات بین‌المللی نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند؛ به‌عنوان مثال، Liu و همکاران (۲۰۲۰) کاهش بیش از ۹۵ درصدی زنده‌مانی بذر علف‌های هرز را طی ۴۵ روز کمپوست‌سازی گزارش کردند. همچنین Eghball و همکاران (۲۰۰۰) نقش رطوبت در حفظ دمای بالاتر و کاهش زنده‌مانی بذر را تأیید کردند. مطالعه Li و همکاران (۲۰۲۵) نشان داد که رطوبت ۶۲/۵ درصد باعث بهبود بلوغ و هوموسی‌سازی کمپوست می‌شود.

پیامدهای ادامه وضعیت موجود

در صورت عدم مداخله و ادامه کاربرد فضولات خام دامی، آلودگی بذر علف‌های هرز می‌تواند منجر به:

- افزایش بانک بذر خاک و گسترش جمعیت علف‌های هرز
- کاهش عملکرد محصولات کشاورزی
- افزایش مصرف علف‌کش‌ها و آلودگی محیط زیست

- افزایش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها
- کاهش کیفیت و امنیت غذایی
- افزایش هزینه‌های تولید برای کشاورزان
- تهدید سلامت خاک و پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی

توصیه‌های سیاستی

۱. تدوین برنامه جامع مدیریت فضولات دامی و کنترل علف‌های هرز

- تدوین دستورالعمل ملی کمپوست‌سازی فضولات دامی به روش ویندرو
- تعیین شاخص‌های کیفیت کمپوست از نظر آلودگی بذر علف هرز
- تشویق کشاورزان به استفاده از کمپوست به جای فضولات خام

شواهد: Kasirivu و همکاران (۲۰۱۱)، مطالعه حاضر

۲. توسعه زیرساخت‌های کمپوست‌سازی در واحدهای دامداری

- ایجاد واحدهای کمپوست‌سازی ویندرو در دامداری‌های بزرگ
- آموزش بهره‌برداران در زمینه اصول کمپوست‌سازی
- ارائه تسهیلات و مشوق‌های اقتصادی برای تولید کمپوست

شواهد: Li و همکاران (۲۰۲۵)، مطالعه حاضر

۳. بهینه‌سازی شرایط فرآیند کمپوست‌سازی

- کنترل دما در محدوده ترموفیلیک (۷۰-۵۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۳-۲ روز
- حفظ رطوبت توده در محدوده ۶۵-۶۰ درصد
- برگرداندن منظم توده برای هوادهی مناسب
- پایش دوره‌ای پارامترهای فیزیکوشیمیایی (C/N، pH، اسید هیومیک)

شواهد: Eghball و همکاران (۲۰۰۰)، Liu و همکاران (۲۰۲۰)، Li و همکاران (۲۰۲۵)

۴. آموزش و فرهنگ‌سازی در بهره‌برداران کشاورزی

- آموزش کشاورزان در زمینه خطرات کاربرد فضولات خام

- فرهنگ‌سازی استفاده از کمپوست به عنوان نهاده بهداشتی
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی در مناطق روستایی

شواهد: مطالعه حاضر، Rezaei (۲۰۱۳)

۵. پایش مستمر و اعتباربخشی

- اندازه‌گیری دوره‌ای آلودگی بذر علف هرز در کمپوست تولیدی
- گزارش‌دهی به مراجع ذی‌ربط (جهاد کشاورزی، محیط زیست)
- استقرار شاخص کنترل علف هرز در اعتباربخشی واحدهای دامداری

شواهد: مطالعه حاضر، Cordeau و همکاران (۲۰۲۱)

اقدامات پیشنهادی برای دانشگاه علوم پزشکی ایلام

ر	اقدام
لا	تدوین دستورالعمل ملی کمپوست‌سازی فضولات دامی به روش ویندرو
لا	پایش دوره‌ای آلودگی بذر علف هرز در کمپوست تولیدی
	توسعه واحدهای کمپوست‌سازی در دامداری‌های استان ایلام
	آموزش کشاورزان در زمینه خطرات فضولات خام و مزایای کمپوست
	بهینه‌سازی شرایط فرآیند کمپوست‌سازی (دما، رطوبت، زمان)
	تشویق کشاورزان به استفاده از کمپوست به جای فضولات خام
لا	استقرار شاخص کنترل علف هرز در اعتباربخشی واحدهای دامداری

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که کمپوست‌سازی فضولات دامی به روش ویندرو، به‌طور مؤثری تراکم علف‌های هرز را تا ۹۳/۳درصد در مقایسه با فضولات خام کاهش می‌دهد. این کاهش ناشی از حرارت طولانی‌مدت در فاز ترموفیلیک (۷۰-۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ تا ۳ روز) همراه با تغییرات شیمیایی شامل کاهش نسبت کربن به نیتروژن و افزایش اسید هیومیک طی فرآیند کمپوست‌سازی می‌باشد. کمپوست تولیدشده به روش ویندرو می‌تواند به‌عنوان یک نهاده بهداشتی با حداقل آلودگی بذر علف هرز، در کشاورزی پایدار مورد استفاده قرار گیرد. بر شواهد می‌تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی بذر علف هرز، ارتقای امنیت غذایی،

افزایش کیفیت خدمات کشاورزی و بهبود شرایط کاری کشاورزان ایفا کند. با این حال، بهینه‌سازی شرایط فرآیند (دما، رطوبت و زمان) برای حذف گونه‌های مقاوم علف هرز نیازمند مطالعات تکمیلی است.

منابع

1. Waldron A, Garrity D, Malhi Y, Girardin C, Miller DC, Seddon N. Agroforestry Can Enhance Food Security While Meeting Other Sustainable Development Goals. Tropical Conservation Science. 2017;10:1940082917720667.
2. Cadavid L, Arulnathan V, Pelletier N. Food Security and Food Sovereignty: A Review of Commonly Used Indicators and Consideration of Environmental Sustainability Aspects. Sustainability. 2024;16(24):11034.
3. Mazloomi S, Zarei A, Alasvand S, Farhadi A, Nourmoradi H, Bonyadi Z. Analysis of quality and quantity of health-care wastes in clinical laboratories: a case study of Ilam city. Environmental monitoring and assessment. 2019;191(4):207.
4. Damani N, Koolivand A, Sadat M, Mahvi AH, Mazloomi S. Hospital waste generation and management in some provinces of Iran. Toxicological & Environmental Chemistry. 2013;95(6):962-9.
5. Dianat M, Abbasi M, Salimi H. Effects of adding humidity and straw to manure for reducing weed seed viability. Agronomy Journal 2015;28(3):137-42

6. Kaya Altop E, Altop A, GÜZel O. Weed Seed Dissemination through Livestock Manure in the Middle Black Sea Region of Türkiye. ISPEC Journal of Agricultural Sciences. 2025;9(4):1114-24.
7. Rahimi S, Mashhadi HR, Banadaky MD, Mesgaran MB. Variation in Weed Seed Fate Fed to Different Holstein Cattle Groups. PLoS One. 2016;11(4):e0154057.
8. Cordeau S, Wayman S, Ketterings QM, Pelzer CJ, Sadeghpour A, Ryan MR. Long-Term Soil Nutrient Management Affects Taxonomic and Functional Weed Community Composition and Structure. Frontiers in Agronomy. 2021;Volume 3 - 2021.
9. Kasirivu JBK, Materechera S, Dire MM. Composting ruminant animal manure reduces emergence and species diversity of weed seedlings in a semi-arid environment of South Africa. South African Journal of Plant and Soil. 2011;28:228-335.
10. Vasileiou M, Kyriakos LS, Kleisiari C, Kleftodimos G, Vlontzos G, Belhouchette H, et al. Transforming weed management in sustainable agriculture with artificial intelligence: a systematic literature review towards weed identification and deep learning. Crop Protection. 2023:106522.
11. MacLaren C, Storkey J, Menegat A, Metcalfe H, Dehnen-Schmutz K. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review. Agronomy for Sustainable Development. 2020;40(4):24.
12. Mwangi O, Mucheru-Muna M, Kinyua M, Bolo P, Kihara J. Organic farming practices increase weed density and diversity over conventional practices: A meta-analysis. Heliyon.

2024;10(12):e32761.
13. Rezaei H. A Review of Research on Application of Livestock Manure in Agricultural Land of Iran. Land management. 2013;1(1):55-68.
14. Moradi A, Shahbazi K. Effects of Compost and Sheep Manure on Yield and Yield Components of Wheat. Iranian Journal of Field Crop Science. 2023;54(4):105-17.
15. Pleasant JM, Schlather KJ. Incidence of Weed Seed in Cow (Bos sp.) Manure and its Importance as a Weed Source for Cropland. Weed Technology. 1994;8(2):304-10.
16. Neher DA, Weicht TR, Dunseith P. Compost for Management of Weed Seeds, Pathogen, and Early Blight on Brassicas in Organic Farmer Fields. Agroecology and Sustainable Food Systems. 2015;39(1):3-18.
17. Ayilara MS, Olanrewaju OS, Babalola OO, Odeyemi O. Waste management through composting: Challenges and potentials. Sustainability. 2020;12(11):4456.
18. Reza R, Simin N, Hossein MA, Ali J, Sajad M, Abdola G, et al. Estimation of gas emission released from a municipal solid waste landfill site through a modeling approach: A case study, Sanandaj, Iran. Journal of Advances in Environmental Health Research. 2014;2:13-21.
19. Grundy AC, Green JM, Lennartsson M. The Effect of Temperature on the Viability Of Weed Seeds in Compost. Compost Science & Utilization. 1998;6(3):26-33.
20. Liu T, Wang M, Awasthi MK, Chen H, Awasthi SK, Duan Y, et al. Measurement of cow manure compost toxicity and maturity based on weed seed germination. Journal of Cleaner Production. 2020;245:118894.
21. Arriaga H, Viguria M, López DM, Merino P. Ammonia and greenhouse gases losses from mechanically turned cattle manure windrows: A regional composting network. Journal of Environmental Management. 2017;203:557-63.
22. Larney FJ, Blackshaw RE. Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. Journal of Environmental Quality. 2003;32(3):1105-13.
23. Mokhtari M, Salehi Vaziri A, Zareyi T, Jalili M. An Investigation on Feasibility of Composting of Yazd WWT Dewatered Sludge with Windrow Method Using Different Treatments. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;9(4):493-502.
24. Yavari A, Moradi Nazar M, Sharafi SM, Nafez AH, Pirsaheb M. Evaluation of stability and maturity indices during composting process from a mixture of poultry waste and sawdust by windrow method. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;15(1):1-16.
25. Michel F, O'Neill T, Rynk R, Gilbert J, Wisbaum S, Halbach T. Chapter 5 - Passively aerated composting methods, including turned windrows. In: Rynk R, editor. The Composting Handbook: Academic Press; 2022. p. 159-96.
26. Sadef Y, Poulsen TG, Bester K. Optimized sampling strategy for measurement of biomass properties during full-scale composting. Waste Management & Research. 2013;31(8):775-82.
27. Brinton WF, Bonhotal J, Fiesinger T. Compost sampling for nutrient and quality parameters: variability of sampler, timing and pile depth. Compost Science & Utilization. 2012;20(3):141-9.
28. Shah GA, Ali S, Hussain M, Tahir N, Ahmed I, Sarwar M. A Comparative Study of Soil Weed Seed Bank Determination in Pothwar Region by using Different Methodologies. Pakistan Journal of Agricultural Research. 2017;30.

29. Iqbal MK, Shafiq T, Ahmed K. Effect of different techniques of composting on stability and maturity of municipal solid waste compost. Environmental Technology. 2010;31(2):205-14.
30. Shan YN, Chen JH, Wang L, Li F, Fu XH, Le YQ. Influences of adding easily degradable organic waste on the minimization and humification of organic matter during straw composting. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 2013;48(5):384-92.
31. Lanno M, Klavins M, Purmalis O, Shanskiy M, Kisand A, Kriipsalu M. Properties of Humic Substances in Composts Comprised of Different Organic Source Material. Agriculture. 2022;12(11):1797.
32. Nemet F, Perić K, Lončarić Z. Microbiological activities in the composting process – A review. COLUMELLA – Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 2021;8(2):41-53.
33. Kulikowska D, Bernat K. Composting of Municipal Sewage Sludge and Lignocellulosic Waste: Nitrogen Transformations and Humic Substances Molecular Weight. Energies. 2023;16(1):376.
34. Bazrafshan EU, Zarei AU, Kord Mostafapour FU, Poormollae NU, Mahmoodi SU, Zazouli MAU. Maturity and Stability Evaluation of Composted Municipal Solid Wastes. Health Scope. 2016:e33202.
35. Zhang Z, Liu D, Qiao Y, Li S, Chen Y, Hu C. Mitigation of carbon and nitrogen losses during pig manure composting: A meta-analysis. Science of The Total Environment. 2021;783:147103.
36. Ji Z, Zhang L, Liu Y, Li X, Li Z. Evaluation of composting parameters, technologies and maturity indexes for aerobic manure composting: A meta-analysis. Science of The Total Environment. 2023;886:163929.
37. Tomati U, Madejon E, Galli E. Evolution of Humic Acid Molecular Weight As an Index of Compost Stability. Compost Science & Utilization. 2000;8(2):108-15.
38. Madrid F, López R, Cabrera F, Murillo JM. NITROGEN MINERALIZATION OF IMMATURE MUNICIPAL SOLID WASTE COMPOST. Journal of Plant Nutrition. 2011;34(3):324-36.
39. Eghball B, Lesoing GW. Viability of Weed Seeds Following Manure Windrow Composting. Compost Science & Utilization. 2000;8(1):46-53.
40. Li X, Lin J, Tang R, Liu Y, Wang J, Li G, et al. Response of maturity, humification, and gaseous emissions to initial moisture content in collaborative composting of multiple organic solid wastes. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2025;13(5):118883.
41. Yang Y, Wang G, Li G, Ma R, Kong Y, Yuan J. Selection of sensitive seeds for evaluation of compost maturity with the seed germination index. Waste Management. 2021;136:238-43.
42. Devi KO, Devi AS, Singh AP. Variation in physicochemical characteristics during co-composting of vegetable waste with animal manure using different composting techniques. Cleaner Waste Systems. 2025;12:100398.
43. Sinha S, Maturi KC, Khwairakpam M. Microbial-assisted attenuation of allelochemicals and humification of invasive weed biomass through in-vessel composting. Bioresource Technology Reports. 2025;32:102383.
44. Pan M, Hui LC, Law CMY, Auyeung SM. Effects of Composting Yard Waste Temperature on Seed Germination of a Major Tropical Invasive Weed, Leucaena leucocephala. Sustainability. 2022;14(20):13638.

45. Yaacoby T, Goldwasser Y, Paporish A, Rubin B. Germination of Phelipanche aegyptiaca and Cuscuta campestris seeds in composted farm manure. Crop Protection. 2015;72:76-82.
46. Menalled FD, Kohler KA, Buhler DD, Liebman M. Effects of composted swine manure on weed seedbank. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2005;111(1):63-9.