



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



بررسی تاثیر اصلاح کننده های آلی و معدنی بر کاهش pH خاک های قلیایی

نیما جشنی^۱، مرضیه جعفری^۱، شیما شهبازی^{۲*} و سمیه قاسمی^۳

^۱دانشجوی کارشناسی، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد.

^۲دانشجوی دکتری، گروه مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه

یزد. sh.shahbazi_m@yahoo.com

^۳دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد.

چکیده

اصلاح pH خاک قلیایی یکی از چالش های اساسی در مدیریت پایدار خاک است، زیرا کاهش pH می تواند باعث بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش فعالیت های میکروبی گردد. در این پژوهش، اثر اصلاحی سرکه ی چوب (Wood Vinegar) با پایه آلی و اسید سولفوریک (Sulfuric Acid) با پایه معدنی، بر کاهش pH خاک قلیایی در سه بازه ی زمانی ۲۴ ساعت، یک هفته و سه هفته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار اسید سولفوریک، pH خاک را در مدت زمان ۲۴ ساعت به ۶/۱۸ رساند در حالی که pH خاک تحت تیمار سرکه چوب بعد از گذشت ۲۴ ساعت، ۶/۱۲ بود. همچنین pH خاک های تحت تیمار اسید سولفوریک و سرکه چوب با گذشت سه هفته، به ترتیب ۷/۳۳ و ۷/۳۲ بود. نتایج نشان می دهد که سرکه چوب به عنوان یک اصلاح کننده با پایه آلی می تواند گزینه ای مناسب برای مدیریت پایدار خاک های قلیایی در شرایط زراعی باشد.

واژگان کلیدی: اسید سولفوریک، اصلاح خاک، خاک قلیایی، سرکه چوب، pH.

مقدمه

pH خاک یکی از شاخص‌های کلیدی در تعیین سلامت، حاصلخیزی و فعالیت بیولوژیکی خاک است که نقش مهمی در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان دارد (Neina, 2019). در خاک‌های قلیایی که بیشتر در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران مشاهده می‌شوند، pH بالا به علت حضور ترکیبات کربناته، موجب کاهش فراهمی عناصر ضروری مانند آهن، روی، فسفر و منگنز می‌شود و رشد گیاه را محدود می‌سازد (تقی زاده و همکاران، ۱۳۹۹). راهکارهای کاهش pH خاک‌های قلیایی و آهکی را می‌توان بر اساس شرایط خاک، نوع محصول و امکانات انتخاب کرد. استفاده از مواد اصلاحی شیمیایی، مواد آلی و اصلاح روش‌های آبیاری در کاهش pH خاک موثر می‌باشد. یکی از روش‌های متداول کاهش pH، استفاده از اسید سولفوریک (H_2SO_4) است که با خنثی‌سازی کربنات‌ها، اثر فوری بر کاهش pH دارد (Abdul Qadir et al., 2022). با این حال، این روش ممکن است پایداری بلندمدت نداشته و باعث کاهش فعالیت میکروبی و تغییرات ناگهانی در شرایط خاک شود. از سوی دیگر، سرکه‌ی چوب که حاوی اسیدهای آلی مانند اسید استیک (CH_3COOH) و اسید فرمیک ($HCOOH$) است، به‌عنوان اصلاح‌کننده‌ی زیست‌سازگار شناخته شده که کاهش تدریجی pH و افزایش فعالیت میکروبی را به همراه دارد (Yang et al, 2024؛ زارع و همکاران، ۱۴۰۰).

طبق بررسی پژوهشگران، اصلاح‌کننده‌های آلی می‌توانند در بلندمدت موجب بهبود پایداری شیمیایی و زیستی خاک شوند و تاثیر بسزایی در اصلاح pH خاک داشته باشند. بنابراین، در این پژوهش، با هدف بررسی و مقایسه‌ی عملکرد اصلاح‌کننده‌های آلی (سرکه چوب) و معدنی (اسید سولفوریک)، روند تغییرات pH خاک قلیایی در سه بازه زمانی (۲۴ ساعت، یک هفته و سه هفته) مورد مطالعه قرار گرفت.

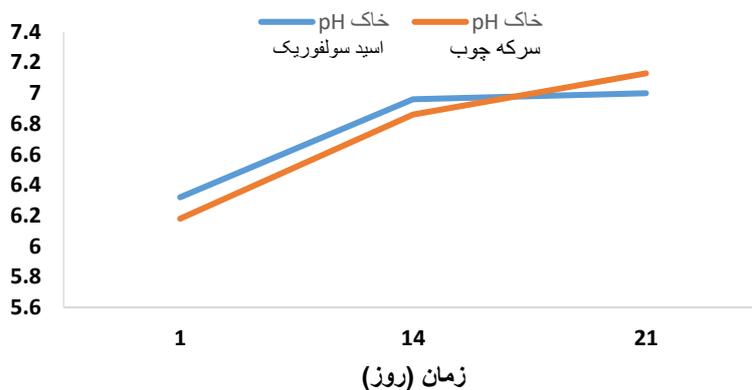
مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت آزمایشگاهی با هدف بررسی تأثیر دو نوع اصلاح‌کننده‌ی آلی و معدنی بر pH خاک قلیایی با سه تکرار انجام شد. خاک مورد استفاده در این پژوهش، دارای بافت لوم‌شنی و pH اولیه‌ی ۷/۵۷ بود. به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا مقدار ۱۵۰ گرم خاک در ظروف پلی‌اتیلنی قرار گرفت. در مرحله بعد، محلول‌های اصلاح‌کننده (اسید سولفوریک و سرکه چوب) رقیق شده و pH آنها به ۶ رسید، سپس ظروف خاک با محلول‌های آلی و معدنی اشباع شد. محلول اصلاح‌کننده معدنی مورد استفاده در این پژوهش، اسید سولفوریک غلیظ بود که به‌عنوان اصلاح‌کننده‌ی معدنی متداول در اصلاح‌های قلیایی (Irin et al, 2022) کاربرد دارد. از سرکه‌ی چوب (Wood Vinegar) که حاوی ترکیباتی نظیر اسید استیک (CH_3COOH) و اسید فرمیک ($HCOOH$) می‌باشد نیز به‌عنوان اصلاح‌کننده‌ی آلی استفاده شد (Yang et al, 2024).

در مرحله بعد و بعد از انکوباسیون نمونه‌ها در دمای محیط، pH نمونه‌ها در سه بازه زمانی مختلف (۲۴ ساعت، یک هفته، و سه هفته) با استفاده از pH متر دیجیتال کالیبره قرائت شد. سپس تجزیه و تحلیل نتایج با هدف بررسی پایداری و روند تغییر pH در بازه‌های زمانی مختلف و مقایسه‌ی عملکرد دو نوع اصلاح‌کننده صورت گرفت.

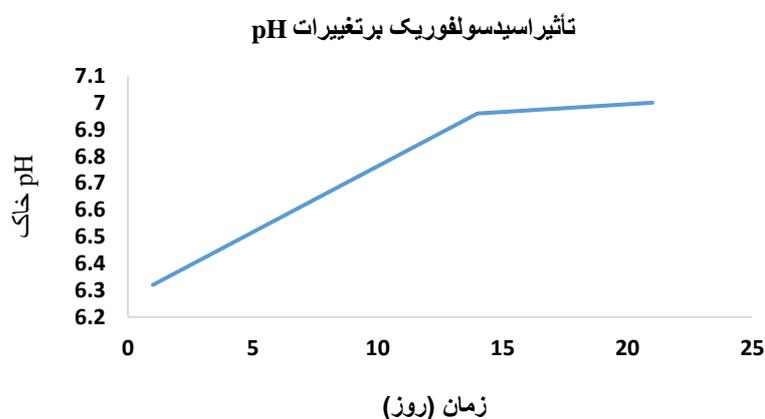
نتایج و بحث

بررسی نتایج حاصل از اعمال دو نوع اصلاح‌کننده‌ی آلی و معدنی بر خاک قلیایی با pH اولیه‌ی ۷/۵۷ نشان داد که هر دو تیمار موجب کاهش معنی‌دار pH خاک در بازه‌های زمانی مختلف شدند، اما در شدت، پایداری و روند کاهش میان این دو تیمار تفاوت معناداری مشاهده نشد (شکل ۱).



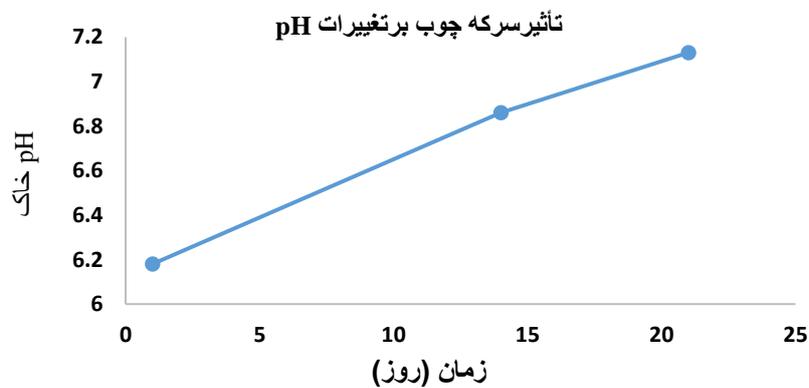
شکل ۱- تأثیر سرکه چوب و اسیدسولفوریک بر تغییرات pH در بازه زمانی مختلف

اصلاح pH خاک‌های قلیایی یکی از راهکارهای کلیدی برای بهبود حاصلخیزی و فراهمی عناصر غذایی در سیستم‌های زراعی نیمه‌خشک و خشک محسوب می‌شود. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد دو نوع اصلاح‌کننده اسید سولفوریک (H_2SO_4) با پایه معدنی و سرکه‌ی چوب با پایه آلی، بر روند کاهش pH در خاک قلیایی تأثیر معنی داری داشتند. در تیمار اسید سولفوریک، بعد از گذشت ۲۴ ساعت، کاهش چشمگیر pH از ۷/۵۷ به ۶/۱۸ مشاهده شد (شکل ۲) که این تغییر نشان‌دهنده‌ی واکنش سریع اسید معدنی با یون‌های کربنات و بی‌کربنات خاک است (Irin et al., 2022). در این تیمار، با گذشت زمان مقدار pH خاک در هفته‌ی اول به ۶/۸۶ و در هفته‌ی سوم به ۷/۳۳ بازگشت که این روند می‌تواند به‌دلیل ظرفیت بالای بافری خاک‌های آهکی و فعالیت مجدد یون‌های بازی در محیط خاک باشد (Wang et al., 2015).



شکل ۲- تأثیر اسید سولفوریک بر تغییرات pH در بازه زمانی مشخص

همچنین نتایج نشان داد، pH نمونه های تیمار شده با سرکه چوب بعد از گذشت ۲۴ ساعت به ۶/۱۲ رسید (شکل ۳). این موضوع احتمالاً به دلیل حضور ترکیباتی مانند اسید استیک، اسید فرمیک، و ترکیبات فنولی در سرکه‌ی چوب است که به آهستگی با کاتیون‌های خاک وارد واکنش می‌شوند و در عین حال فعالیت زیستی و میکروبی خاک را نیز تحریک می‌کنند (Yang et al., 2024). طبق داده های آزمایش، عملکرد سرکه چوب با پایه آلی در کاهش pH خاک موثر بود و نتایج داده ها، تفاوت معنی داری بین اسید سولفوریک (منبع رایج اصلاح pH خاک های قلیایی) و سرکه چوب نشان نداد. در پژوهش بهبهانی نیا و همکاران (۱۳۹۸)، استفاده از اسیدهای آلی در خاک‌های آهکی جنوب ایران باعث بهبود pH و افزایش فعالیت آنزیمی و زیستی خاک شد. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان بیان کرد که سرکه‌ی چوب نه تنها pH را به صورت پایدار کاهش می‌دهد بلکه احتمالاً از طریق افزایش کربن محلول و تحریک جمعیت میکروبی، بر پایداری زیستی خاک نیز اثر مثبتی می‌گذارد (Bailey et al., 2019). از نظر عملی، انتخاب نوع اصلاح کننده باید بر اساس اهداف مدیریتی و زمانی صورت گیرد. در شرایطی که اصلاح سریع مدنظر باشد، اسیدهای معدنی می‌توانند مفید باشند؛ مشروط بر آنکه مدیریت مناسبی برای کنترل اثرات جانبی آن لحاظ شود. اما برای مدیریت بلندمدت و پایدار خاک‌های قلیایی، با در نظر گرفتن سهولت کاربرد، دسترس پذیری و اثرات زیست محیطی، استفاده از اصلاح کننده های آلی مانند سرکه‌ی چوب توصیه می‌شود (Li et al., 2025).



شکل ۳- تأثیر سرکه چوب بر تغییرات pH در بازه زمانی مشخص

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که اسید سولفوریک موجب کاهش سریع pH خاک قلیایی شد، در حالی که سرکه چوب اثر کاهش تدریجی و پایداری در pH ایجاد کرد. بنابراین، استفاده از سرکه‌ی چوب به عنوان یک منبع آلی، می‌تواند گزینه‌ای مؤثرتر برای اصلاح بلندمدت خاک‌های قلیایی در مدیریت پایدار خاک باشد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش های بعدی از سایر اصلاح کننده های آلی و تاثیر آن بر کاهش pH خاک استفاده شود.

فهرست منابع

بهبهانی نیا، آ.، قربانی، آ. و محمدی، ج. (۱۳۹۸). بررسی اثر اسیدهای آلی و معدنی بر pH خاک های آهکی جنوب غرب ایران. نشریه علوم خاک ایران، ۳۸ (۳)، ۵۷-۷۰.

تقی زاده، ح. جعفری نژاد، م. عیوضی، خ. (۱۳۹۹). "تأثیر کاربرد اسیدهای معدنی بر و عناصر غذایی در pH بر خاک های آهکی." نشریه علوم و فنون کشاورزی "

زارع، پ. غلامی، ف. کریمی، ر. (۱۴۰۰). "اثر سرکه چوب بر ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک‌های شور و قلیایی." مجله علوم خاک ایران "

Abdul Qadir, A., Murtaza, G., Zia-ur-Rehman, M., & Waraich, E. A. (2022). Application of gypsum or sulfuric acid improves physiological traits and nutritional status of rice in calcareous saline-sodic soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(2), 1846-1858.

Bailey, V. L., Pries, C. H., & Lajtha, K. (2019). What do we know about soil carbon destabilization?. *Environmental Research Letters*, 14(8), 083004.

Irin, S., Rahman, M., & Ahmed, T. (2022). Effects of sulfuric acid application on alkaline soil properties and crop growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(3), 1567–1579. <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00589-3>.

Li, Z., Kekeli, M. A., Jiang, Y., & Rui, Y. (2025). Progress and prospect of saline-alkaline soil management technology: A review. *Applied Sciences*, 15(8), 4567.

Neina, D. (2019). The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and environmental soil science*, 2019(1), 5794869.

Wang, X., Tang, C., Mahony, S., Baldock, J. A., & Butterly, C. R. (2015). Factors affecting the measurement of soil pH buffer capacity: approaches to optimize the methods. *European Journal of soil science*, 66(1), 53-64.

Yang, H., Li, Y., & Zhou, J United States Department of Agriculture. (2024). Application of wood vinegar as an organic acid amendment to improve saline-alkaline soils. *Soil and Tillage Research*, 236, 105566. <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105566>

Investigating the effect of organic and inorganic amendments on reducing the pH of alkaline soils

Nima Jashni¹, Marziyeh Jafari¹, Shima Shahbazi^{2*}, Somayeh Ghasemi³

¹Bachelor's student in Soil Science and Engineering, Department of soil science, faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran.

²ph.D. student, Department of Desert Management, faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran. Email: Sh.shahbazi_m@yahoo.com

³Associate Professor, Department of soil science, faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran.

Abstract:

Amendment of alkaline soil pH is one of the fundamental challenges in sustainable soil management, as lowering pH can improve nutrient uptake and increase microbial activity (FAO, 2021). In this study, the corrective effect of organic-based wood vinegar and inorganic-based sulfuric acid on reducing the pH of alkaline soil was investigated over three time periods of 24 hours, one week, and three weeks. The results showed that sulfuric acid treatment brought the soil pH to 6.18 within 24 hours, while the pH of the soil treated with wood vinegar after 24 hours was 6.12. Also, the pH of the soils treated with sulfuric acid and wood vinegar after three weeks was 7.33

and 7.32, respectively. The results indicate that wood vinegar as an organic-based amendment can be a suitable option for the sustainable management of alkaline soils in agricultural conditions.

Keywords: Alkaline soils, pH, Soil Amendment, Sulfuric Acid, Wood vinegar.