



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



مطالعه‌ی برخی ویژگی‌های شیمیایی و فعالیت آنزیمی یک خاک شور و سدیمی تیمار شده با ترکیبات آلی و معدنی پس از آبخوئی

واحد قهری*^۱، محبوبه ضرابی^۲، زهرا وارسته خانلری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

* (vahedehghahry@gmail.com)

چکیده:

در دهه‌های اخیر افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و بحران شور و سدیمی شدن خاک‌ها به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران، چالش‌های جدی بر سر راه کشاورزی ایجاد کرده است. پژوهش فوق با هدف بررسی اثر اصلاح کننده‌های آلی و معدنی به صورت ساده و ترکیبی (گچ، گوگرد، ورمی کمپوست و ضایعات انگور) به میزان نیم درصد وزنی، به تعداد ۸ تیمار ساده و تلفیقی و در سه تکرار تحت فرآیند آبخوئی به مدت ۴ ماه با فواصل زمانی یک ماه بر برخی ویژگی‌های شیمیایی و فعالیت آنزیمی یک خاک شور و سدیمی رسی انجام گرفت. در پایان فرآیند آبخوئی کاهش پارامترهای pH (به جزء تیمار ورمی کمپوست+ ضایعات انگور)، EC و SAR مشاهده شد. آبخوئی خاک شاهد و تیمارهای ساده‌ی آلی سبب سدیمی شدن خاک شد. نتایج نشان داد افزودن تیمارهای معدنی و آلی موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های اینورتاز و فسفاتاز اسیدی و قلیایی در ماه آخر نسبت به ماه اول شد. این تغییرات به ترتیب همسو با تغییرات کربن آلی، فسفر قابل جذب و pH در خاک‌ها بود و بیشترین کاهش پارامترهای فوق در ماه آخر نسبت به ماه اول در تیمارهای گوگرد+ضایعات انگور (۳۳/۳٪)، ورمی کمپوست (۱۴/۱٪) و شاهد (۲۳/۴٪) مشاهده شد.

واژگان کلیدی: آبخوئی، فعالیت آنزیمی، خاک شور و سدیمی، ضایعات انگور، ورمی کمپوست

مقدمه:

در چندین دهه اخیر با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، تغییرات اقلیمی و کمبود زمین‌های مناسب جهت کشاورزی و افزایش سطح زمین‌های شور و سدیمی در سطح جهان، اصلاح خاک‌های مشکل‌دار از اهمیت بالایی برخوردار هستند. این نوع خاک‌ها معمولاً دارای سطح بالایی از نمک‌های محلول نظیر یون سدیم هستند که به طور مستقیم بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین بر فعالیت میکروبی و آنزیمی تأثیر می‌گذارد (Kumar et al., 2020). در کل افزایش شوری و یون سدیم در خاک سبب کاهش شاخص‌های بیولوژیکی و محیطی مانند تنفس و بیومس میکروبی و همچنین مواد آلی و در امتداد آن فعالیت میکروبی در خاک می‌شوند (Datta et al., 2016). بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی حدود ۱/۱۳ میلیارد هکتار از اراضی زراعی در جهان تحت تأثیر شور و سدیمی شدن، هستند که تقریباً ۲۰ درصد از اراضی قابل کشت را شامل می‌شود (Zhang et al., 2022). این مسئله به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران یک چالش اساسی تلقی می‌شود، در کل برآوردها نشان می‌دهد که حداقل ۱۵ و حداکثر ۲۶ میلیون هکتار از اراضی زراعی کشور با مسئله شوری و سدیمی شدن، مواجه می‌باشند (Mahmoudinejad et al., 2024). اصلاح این گونه خاک‌های مشکل‌دار مستلزم حذف سدیم از فاز تبادلی به واسطه کاتیون‌های دو ظرفیتی نظیر یون کلسیم و منیزیم حاصل از مواد اصلاح کننده و منابع بومی خاک نظیر آهک، گچ و دولومیت و در نهایت خروج یون سدیم با انجام دوره‌های معین آبخوئی



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



از پروفیل خاک است (Qadir et al., 2003). در سال‌های اخیر اصلاح این گونه از خاک‌ها به کمک مواد اصلاح کننده آلی و معدنی مختلف (Chaganti et al., 2015; Piri et al., 2024) و همچنین بررسی فعالیت بیولوژیکی در این خاک‌ها (محمودی نژاد و همکاران، ۱۴۰۲) تحت فرآیند آبشویی به یک رویکرد پایدار مؤثر جهت بهبود خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی تبدیل شده است. تاکنون در تحقیقات انجام شده توسط پژوهشگران، مقایسه اثر ضایعات انگور و ورمی کمپوست به عنوان دو ماده اصلاح کننده آلی به همراه اصلاح کننده‌های معدنی بر خصوصیات شیمیایی و فعالیت آنزیم اینورتاز، فسفاتاز اسیدی و قلیایی در خاک شور و سدیمی انجام نشده است. با توجه به این امر که در شهرستان ملایر، به عنوان یکی از مهمترین تولیدکنندگان انگور در کشور، مقدار قابل توجهی ضایعات و پسماند انگور تولید می‌شود و همچنین به دلیل ویژگی‌های مطلوب ورمی کمپوست نظیر pH و EC مطلوب این پژوهش با هدف بررسی مواد اصلاح کننده آلی و معدنی به صورت ساده و تلفیقی بر تغییرات خصوصیات شیمیایی و فعالیت آنزیمی یک خاک شور و سدیمی انجام شد.

مواد و روش‌ها:

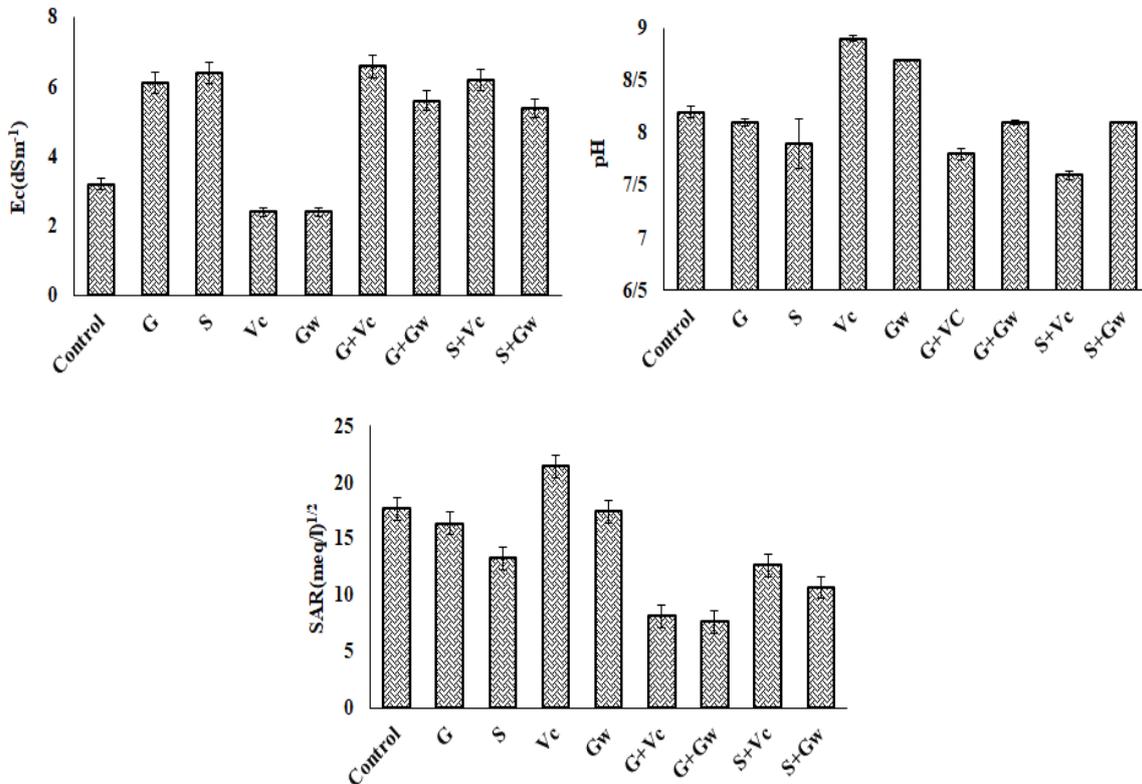
جهت انجام پژوهش یک نمونه خاک از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری از منطقه نوشیجان واقع در شهرستان ملایر، استان همدان در سال ۱۴۰۲ تهیه شد. خاک در آزمایشگاه دانشگاه ملایر هوا خشک گردید و جهت آنالیز خاک از الک ۲ میلی‌متری و برای مطالعات آبشویی از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد. قبل و بعد از انجام مطالعات آبشویی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک نمونه برداری شده با روش‌های معمول اندازه‌گیری شد (Sparks et al., 2020). خاک مورد مطالعه با توجه به مقادیر pH (۸/۳)، EC ($4/8 \text{ dSm}^{-1}$) در عصاره اشباع و SAR ($(44/4 \text{ meq l}^{-1})^{1/2}$) در دسته خاک‌های شور و سدیمی با بافت رسی قرار گرفت، همچنین میزان کربن آلی و وزن مخصوص ظاهری در خاک مورد مطالعه به ترتیب برابر با ۱/۱۷ درصد و ۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب به دست آمد. جهت اصلاح خاک از تیمارهای ساده معدنی، شامل گچ (G)، گوگرد عنصری به همراه ۰/۵ درصد وزنی باکتری تیوباسیلوس (S) و تیمارهای ساده آلی شامل ضایعات انگور (GW)، ورمی کمپوست (Vc) و تلفیقی شامل تیمارهای گچ+ورمی کمپوست (G+Vc)، گچ+ضایعات انگور (G+GW)، گوگرد+ورمی کمپوست (S+Vc) و گوگرد+ضایعات انگور (S+GW) به میزان ۰/۵ درصد وزنی در سه تکرار استفاده شد. تعداد تیمارهای استفاده شده هشت تیمار بود. همچنین ستون خاک شاهد (Control) نیز جهت بررسی فرآیند آبشویی تهیه شد. ویژگی‌های تیمارهای اصلاحی با روش‌های معمول اندازه‌گیری شد (Sparks et al., 1996). مقادیر پارامترهای pH، EC و C/N در تیمار اصلاح کننده ضایعات انگور به ترتیب برابر ۵۲/۴، ۴، ۵/۱ و ۴/۵۲ و در ورمی کمپوست ۳۲/۹، ۷/۶، ۱/۱ و ۲۱/۳ بود. جهت انجام مطالعات آبشویی از ستون‌های پلاستیکی با طول ۲۴ سانتی متر و قطر داخلی ۶/۸ سانتی متر استفاده و ستون‌ها تا ارتفاع ۱۰ سانتی متری با خاک پر و به مدت چهار ماه با یک پورالیوم آب شهری (جدول ۱) آبشویی شد. همچنین میزان فعالیت آنزیم‌های اینورتاز، فسفاتاز اسیدی و قلیایی در خاک، در ماه اول و آخر آبشویی اندازه‌گیری شد (Schinner et al., 2012).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های آب شهری

SAR	pH	EC	آب شهری
$(\text{meq l}^{-1})^{1/2}$		(dSm^{-1})	
۳/۱	۷/۵	۰/۶۵	

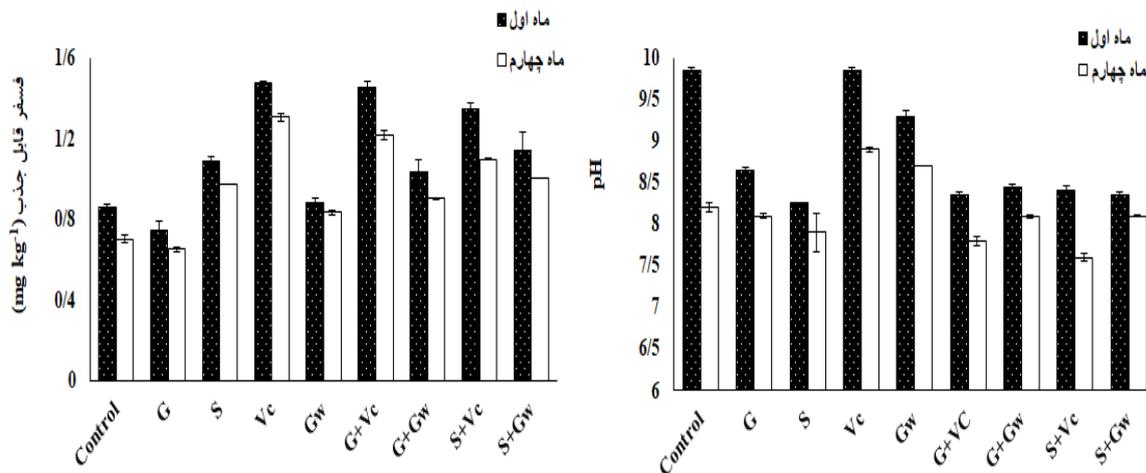
نتایج و بحث:

با توجه به شکل (۱) در پایان آبخویی میزان پارامترهای pH (به جزء در خاک حاوی تیمارهای ساده ورمی کمپوست و ضایعات انگور)، EC و SAR در خاک‌های آبخویی شده نسبت به خاک آبخویی نشده (pH=۸/۳) کاهش یافت و بیشترین کاهش pH، EC و SAR به ترتیب در خاک‌های حاوی تیمار گوگرد+ورمی کمپوست (۷/۶)، تیمارهای ساده آلی (۲/۴dSm⁻¹) گچ+ضایعات انگور (۷/۶۶(meq/l)^{1/2}) مشاهده شد. در این میان میزان EC در خاک شاهد و خاک‌های تیمار شده با تیمارهای ساده آلی بیش از ۶۰ درصد و میزان SAR در تمام خاک‌های آبخویی شده بیش از ۵۰ درصد کاهش یافت. از دلایل کاهش SAR در محیط خاک، افزایش کاتیون‌های دو ظرفیتی نظیر کلسیم و جایگزینی آن با یون سدیم در خاک، در نتیجه کاهش میزان یون سدیم و قلیابیت در خاک‌های آبخویی شده می‌باشد. همچنین با توجه به پارامترهای pH، EC و SAR در خاک‌های حاوی تیمارهای ساده آلی و خاک شاهد، آبخویی خاک سبب سدیک شدن خاک شور و سدیمی شد که می‌تواند حاصل افزایش نسبت یون سدیم به کلسیم و منیزیم و در نتیجه افزایش pH و SAR در خاک باشد. اثر کاهشی تیمارهای معدنی و ترکیب آنان با تیمارهای آلی بر pH، EC و SAR توسط بسیاری از پژوهشگران نظیر رضایپور (۱۴۰۱) و Jesus و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است.



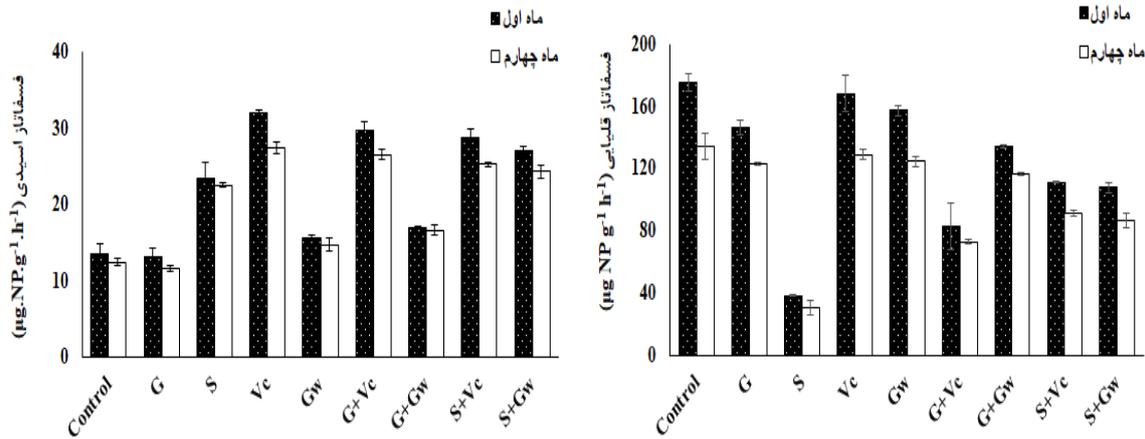
شکل ۱- تغییرات pH، EC و SAR در خاک‌های شاهد و تیمار شده پس از آبخویی شاهد (Control)، گچ (G)، گوگرد (S)، ضایعات انگور (Gw)، ورمی کمپوست (Vc)

با توجه به شکل (۲) میزان فسفر قابل جذب و pH خاک‌های آبخوبی شده در ماه آخر نسبت به ماه اول کاهش یافته است که با یافته‌های Qadir و همکاران (1998) مطابقت دارد، آنها گزارش کردند که افزودن ترکیبات معدنی به خاک، تحت فرآیند آبخوبی سبب کاهش میزان فسفر قابل جذب در خاک می‌شود. کمترین پارامترهای فوق در ماه اول به ترتیب در خاک‌های حاوی گچ (0.74 mg Kg^{-1}) و گوگرد ($8/25$) و در ماه آخر در خاک‌های حاوی حای گچ (0.65 mg Kg^{-1}) و گوگرد+ورمی کمپوست (۷/۶) مشاهده شد.



شکل ۲- غلظت فسفر قابل جذب و pH در ماه اول و آخر پس از آبخوبی شاهد (Control)، گچ (G)، گوگرد (S)، ضایعات انگور (Gw)، ورمی کمپوست (Vc)

آنزیم‌ها نقش بسیار مهمی در کاتالیز واکنش‌های مورد نیاز جهت تجزیه مواد آلی و چرخه‌ی عناصر غذایی دارند (Johansson et al., 2000). در شکل ۳ تغییرات فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و قلیایی در ماه اول و آخر آبخوبی آمده است. در ماه آخر نسبت به ماه اول روند تغییرات فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی تحت فرآیند آبخوبی در خاک شاهد و خاک‌های تیمار شده کاهش بود. در این بین روند تغییرات غلظت آنزیم فسفاتاز اسیدی همسو با تغییرات غلظت فسفر قابل جذب در خاک است. همچنین بنا بر جدول ۳ بین تغییرات غلظت آنزیم فسفاتاز اسیدی با میزان فسفر قابل جذب و درصد کربن آلی خاک همبستگی مثبتی وجود داشت. Wilczewski و Piotrowska- Długosz (۲۰۱۴) و شهبایی فر و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقات خود بر تغییرات آنزیم فسفاتاز تحت تغییرات اسیدیته خاک تأکید کرده‌اند در حالی که میزان آنزیم فسفاتاز اسیدی در نتایج فوق از تغییرات غلظت فسفر قابل جذب خاک پیروی می‌کند. در ماه آخر بیشترین میزان فسفاتاز اسیدی در تیمار ساده ورمی کمپوست با مقادیر $27/45 \text{ (}\mu\text{g.NP.g}^{-1} \text{ h}^{-1}\text{)}$ و کمترین میزان در تیمار گچ با مقدار $11/56 \text{ (}\mu\text{g.NP.g}^{-1} \text{ h}^{-1}\text{)}$ مشاهده شد. همچنین بین تغییرات غلظت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک‌های آبخوبی شده و میزان pH خاک‌های آبخوبی شده همبستگی مثبتی وجود دارد، بدین شرح که با کاهش میزان pH در خاک از میزان قابلیت و فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی کاسته می‌شود.



شکل ۳- فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و قلیایی در ماه اول و آخر پس از آبیاری شاهد (Control)، گچ (G)، گوگرد (S)، ضایعات انگور (GW)، ورمی کمپوست (Vc)

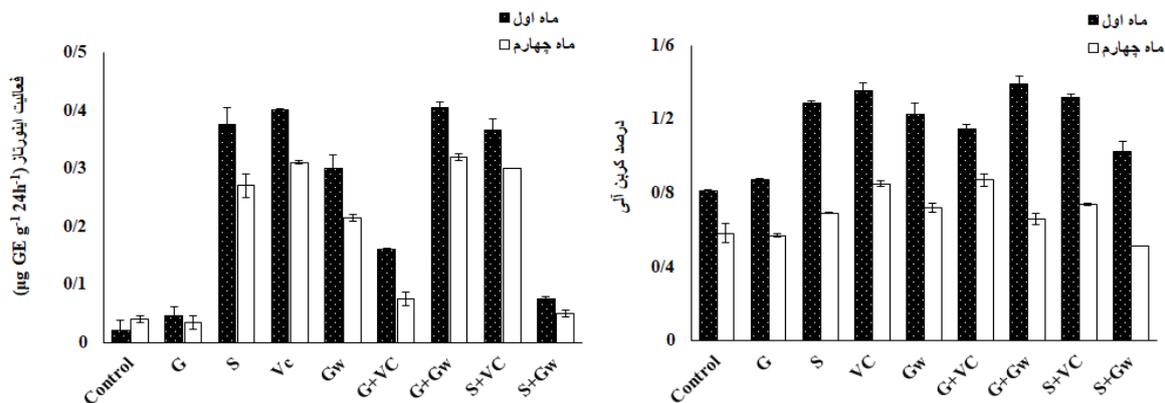
محمودی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۲) نیز بر تأثیر اسیدیته خاک بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی اشاره کرده‌اند و چنین گزارش کرده‌اند که با افزودن ترکیبات آلی نظیر بیوجار و افزایش pH سطح فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی افزایش و با کاهش pH از میزان فعالیت آن کاسته شد. در ماه آخر بیشترین میزان فسفاتاز قلیایی در خاک شاهد با مقدار $۱۳۴/۴$ ($\mu\text{g.NP.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$) و کمترین میزان در خاک حاوی گوگرد با مقدار $۳۰/۷$ ($\mu\text{g.NP.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$) مشاهده شد. در کل فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک‌های آبیاری شده ره دلیل pH بالا، بیشتر از آنزیم فسفاتاز اسیدی می‌باشد که با یافته‌ی دیگر پژوهشگران نظیر Piotrowska-Dłozug و Wilczewsk (۲۰۱۴) و رستمی (۱۴۰۳) مطابقت دارد. به طور کلی بیشترین کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در ماه آخر نسبت به ماه اول به ترتیب در خاک حاوی ورمی کمپوست (۱۴/۱٪) و خاک شاهد (۲۳/۴٪) مشاهده شد.

جدول ۳- همبستگی بین غلظت آنزیم‌ها و برخی پارامترهای شیمیایی در خاک آبیاری شده

آنزیم اینورتاز	آنزیم فسفاتاز قلیایی	آنزیم فسفاتاز اسیدی	آنزیم‌ها پارامترها
		۰/۹۱**	فسفر قابل جذب
	۰/۹۴**	- ۰/۲۵ ^{n.s}	pH
۰/۵۴*	-۰/۰۹ ^{n.s}	۰/۵۳*	کربن آلی
*معنی‌دار در سطح ۰/۰۵٪			**معنی‌دار در سطح ۰/۰۱٪
n.s غیر معنی‌دار			

آنزیم اینورتاز مسئول آزادسازی کربن مورد نیاز برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکی و آنزیم‌های تولید شده توسط آنان است. فعالیت آنزیم‌ها بیشتر متأثر از مقادیر کربن آلی در خاک است بدین منظور که با کاهش کربن آلی در خاک از فعالیت آنزیم اینورتاز کاسته می‌شود (Antonios, 2018). بنا بر شکل ۳ روند تغییرات غلظت کربن آلی و فعالیت آنزیم اینورتاز در

ماه آخر نسبت به ماه اول در تمام خاک‌های آبشویی شده‌ی حاوی مواد اصلاح کننده، نزولی است. تغییرات فعالیت آنزیم اینورتاز در خاک‌های آبشویی شده همسو با تغییرات غلظت کربن آلی می‌باشد. بنا بر جدول ۳ بین تغییرات غلظت آنزیم اینورتاز و تغییرات غلظت کربن آلی (در سطح ۰/۰۵ درصد) همبستگی مثبتی وجود دارد، بدین شرح که با کاهش میزان کربن آلی در خاک میزان فعالیت آنزیم اینورتاز نیز کاهش می‌یابد. بیشترین غلظت آنزیم اینورتاز و کربن آلی در ماه چهارم به ترتیب در خاک حاوی گچ+ ضایعات انگور و گچ+ ورمی کمپوست با مقادیر 0.32 ($\mu\text{g.GE.g}^{-1}.24\text{h}^{-1}$) و 0.87 درصد و کمترین میزان در تیمار ساده گچ با مقادیر 0.35 ($\mu\text{g.GE.g}^{-1}.24\text{h}^{-1}$) و 0.57 درصدی مشاهده شد. در کل بیشترین کاهش پارامترهای فوق در ماه آخر نسبت به ماه اول در خاک‌های حاوی تیمارهای گوگرد+ضایعات انگور (۳۳/۳٪) و گچ+ضایعات انگور (۵/۵۲٪) مشاهده شد. Du و همکاران (2014) فعالیت آنزیم اینورتاز را در نتیجه‌ی افزایش کربن قابل دسترس به عنوان نتیجه‌ای از میزان مواد اصلاحی آلی گزارش کرده اند. در این باب Hu و همکاران (2011) و Elzobair و همکاران (2016) کاهش فعالیت آنزیم اینورتاز در نتیجه‌ی کاهش کربن آلی و مواد اصلاح کننده آلی را گزارش کرده اند. همچنین Huang و همکاران (2017) گزارش کردند وجود اسیدیته بالا در خاک سبب کاهش فعالیت آنزیم اینورتاز می‌گردد.



شکل ۲- فعالیت آنزیم اینورتاز و کربن آلی در ماه اول و آخر پس از آبشویی شاهد (Control)، گچ (G)، گوگرد (S)، ضایعات انگور (Gw)، ورمی کمپوست (Vc)

نتیجه‌گیری:

بنا بر نتایج بدست آمده میزان pH، EC و SAR در خاک‌های آبشویی شده نسبت به خاک اولیه کاهش یافت و استفاده از تیمارهای گچ+ضایعات انگور، گوگرد+ضایعات انگور و گچ+ورمی کمپوست+ضایعات انگور در خاک شور و سدیمی پس از فرآیند آبشویی بیشترین تأثیر را در اصلاح خاک داشته‌اند و باعث تبدیل شدن خاک شور و سدیمی به خاک شور شد. آبشویی خاک شاهد و خاک‌های حاوی تیمارهای ساده آلی سبب سدیک شدن خاک گردید. همچنین در پایان آبشویی میزان فعالیت آنزیم‌های اینورتاز، فسفاتاز اسیدی و قلیایی کاهش یافت. پس از فرآیند آبشویی بیشترین فعالیت آنزیم‌های اینورتاز، فسفاتاز اسیدی و قلیایی به ترتیب در خاک‌های حاوی گچ+ضایعات انگور، ورمی کمپوست و خاک شاهد مشاهده شد.



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



فهرست منابع

۱. رستمی، خ. وارسته خانلری، ز. ضرابی، م. (۱۴۰۳). تأثیر استفاده از بیوجار پسماند انگور، پوسته قهوه‌ای گردو و کودمرغی بر رفتار آنزیمی یک خاک لوم رسی. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار ۱۴(۳)، ۹۹-۱۲۳.
۲. رضایپور، س.، پیری، ن.، برین، ن.، اسدزاده، ف.، عسگرزاده، خ. (۱۴۰۱). تأثیر اصلاح‌کننده‌های ترکیبی بر بهسازی شاخص‌های شوری، سدیمی و بیولوژیکی یک خاک شور-سدیمی. تحقیقات کاربردی خاک، ۱۲(۱)، صفحات ۹۶ تا ۱۰۷.
۳. شهبابی فر، ج. پناهپور، ا. مشیری، ف. غلامی، ع. مستشاری، م. (۱۳۹۷). تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر میزان جذب فسفر به وسیله گندم و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در خاک. تحقیقات کاربردی خاک، ۷(۳)، صفحات ۱۵۰ تا ۱۶۳.
۴. محمودی نژاد، ف. شکفته، ح. شفیع‌ی، س. زمانی بابگهری، ج. عباس زاده افشار، ف. جلالی، ق. (۱۴۰۲). بررسی آزمایشگاهی تأثیر برخی اصلاح‌کننده‌های آلی به‌عنوان یک استراتژی برای اصلاح یک خاک شور و سدیمی. مجله پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۱۴(۱)، صفحات ۱۵۸ تا ۱۷۷.

5. Antonious, G.F. (2018). Biochar and Animal Manure Impact on Soil, Crop Yield and Quality. In *Agricultural Waste and Residues*. IntechOpen, 45-67.
6. Mahmoudinejad, F., Shekof
7. teh, H., Shafiei, S., Zamani, J., Abbaszadeh Afshar, F., & Jalali, G. (2024). Laboratory evaluation the effect of some organic amendments as a remediation strategy for a saline-sodic soil. *Environmental Erosion Research Journal*, 14(1), 158-177.
8. Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., & Loeppert, R. H. (2020). *Methods of soil analysis, part 3: Chemical methods (Vol. 14)*. John Wiley & Sons.
9. Chaganti, V.N., Crohn, D.M. and Šimůnek, J., 2015. Leaching and reclamation of a biochar and compost amended saline-sodic soil with moderate SAR reclaimed water. *Agricultural Water Management*, 158, pp.255-265.
10. Datta, S., Singh, J., Singh, S., & Singh, J. (2016). Earthworms, pesticides and sustainable agriculture: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(9), 8227-8243.
11. Du, Z., Wang, Y., Huang, J., Lu, N., Liu, X., Lou, Y., Zhang, Q. (2014). Consecutive biochar application www.SID.irArchive of SID alters soil enzyme activities in the winter wheat- growing season. *Soil Science*, 179(2), 75-83. Eivazi, F., Tabatabai, M.A. (1977). Phosphatases in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 9(3), 167- 172.
12. Elzobair, K.A., Stromberger, M.E., Ippolito, J.A., Lentz, R.D. (2016). Contrasting effects of biochar versus manure on soil microbial communities and enzyme activities in an Aridisol. *Chemosphere*, 142, 145-152.
13. Huang, D., Liu, L., Zeng, G., Xu, P., Huang, C., Deng, L., Wang, R., & Wan, J. (2017). The effects of rice straw biochar on indigenous microbial community and enzymes activity in heavy metal contaminated sediment. *Chemosphere*, 174, 545-553.
14. Jesus J.M., Danko A.S., Fiúza A., and Borges M.T. 2018. Comparison of vegetative bioremediation and chemical amendments for non-calcareous highly saline-sodic soil remediation. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229: 1-10.
15. Johansson E., Krantz-Rülcker C., Zhang B.X., and Öberg G. 2000. Chlorination and biodegradation of lignin. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 1029-1032.
16. Kumar, M., Singh, S., and Ghosh, P. (2020). Effect of Soil Salinity on Soil Microbial Characteristics. *Soil Biology and Biochemistry*, 148, 107872.



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

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



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



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

17. Piotrowska-Długosz, A., Wilczewski, E. (2014). Soil Phosphatase Activity and Phosphorus Content as Influenced by Catch Crops Cultivated as Green Manure. *Polish Journal Environmental Studies*, 23 (1), 157-165
18. Piri, N., Barin, M., Asadzadeh, F., & Asgarzadeh, H. (2024). Effect of Combined Amendments on Improving Salinity, Sodicity, and Biological Indices of a Saline-Sodic Soil. *Applied Soil Research*, 12(1), 96-107.
19. Qadir M., Qureshi R.H., and Ahmad N. 1998. Horizontal flushing: a promising ameliorative technology for hard saline-sodic and sodic soils. *Soil Till. Res.* 45, 119-131.
20. Qadir, M., Steffens, D., Yan, F. and Schubert, S., 2003. Sodium removal from a calcareous saline-sodic soil through leaching and plant uptake during phytoremediation. *Land Degradation & Development*, 14(3), pp.301-307.
21. Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E., & Margesin, R. (2012). *Methods in soil biology*: Springer Science & business media.
22. Zhang, P., Bing, X., Jiao, L., Xiao, H., Li, B., & Sun, H. (2022). Amelioration effects of coastal saline-alkali soil by ball-milled red phosphorus-loaded biochar. *Chemical Engineering Journal*, 431, 133904.

Changes in chemical characteristics and enzyme activities of a saline-sodic soil amended with organic and inorganic compounds following leaching

Vahedeh Ghahry*, Mahboubeh Zarabi, Zahra Varasteh Khanlari

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran

(vahedehghahry@gmail.com)*

Abstract

In recent decades, the increasing demand for agricultural products and the escalating problem of soil salinity and sodicity—particularly in arid and semi-arid regions such as Iran—have posed serious challenges to agricultural sustainability. The present study was conducted to investigate the effects of organic and inorganic amendments, applied individually and in combination (gypsum, sulfur, vermicompost, and grape pomace) at a rate of 0.5% w/w, in eight simple and integrated treatments with three replications, under leaching conditions for 4 months at one-month intervals, on selected chemical properties and enzymatic activities of a saline-sodic clay soil. At the end of the leaching process, reductions in soil pH (except for the vermicompost + grape pomace treatment), EC, and SAR were observed. Leaching of the control and organic treatments resulted in further sodification of the soil. The results indicated that the application of mineral and organic amendments reduced the activities of invertase and acid and alkaline phosphatases in the final month compared with the first month. These changes corresponded to variations in soil organic carbon, available phosphorus, and pH. The greatest reductions in these parameters in the final month relative to the first month were observed in the sulfur + grape pomace (33.3%), vermicompost (14.1%), and control (23.4%) treatments, respectively.

Keywords: Leaching, Enzyme activity, Saline- sodic soil, Grape waste, Vermicompost