

سرعت تجزیه ویناس چغندر قند و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دو خاک آهکی و اسیدی

احمد گلچین^۱، *فاطمه رخش^۲، بهنام سالوند^۳ و امین وطنی^۳

^۱استاد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان، دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان،

^۲دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: سالانه میلیون‌ها تن ضایعات آلی توسط فعالیت‌های شهری، صنعتی و کشاورزی در ایران تولید می‌گردد که رهاسازی این ضایعات آلی باعث آلوده ساختن محیط زیست می‌شود. به‌کار بردن این مواد در خاک‌های تحت کشت می‌تواند باعث افزایش کربن آلی خاک و نیز عملکرد محصولات کشاورزی شود. ویناس چغندر قند ضایعات آلی محلول با مقدار کربن آلی بالا می‌باشد که می‌تواند به‌عنوان منبعی برای تغذیه گیاهان استفاده شود. ولی تأثیر ویناس چغندر قند بر خصوصیات خاک ناشناخته بوده و سرعت تجزیه ویناس در خاک باید مورد اندازه‌گیری قرار بگیرد. هدف از انجام این پژوهش بررسی سرعت تجزیه ویناس چغندر قند و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دو خاک آهکی و اسیدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی سرعت تجزیه ویناس چغندر قند و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دو خاک آهکی و اسیدی یک آزمایش با ۱۵ تیمار و در ۳ تکرار به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی به اجرا در آمد. در این آزمایش ترکیب فاکتوریل پنج سطح مختلف ویناس (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) و سه زمان نمونه‌برداری (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز بعد از افزودن ویناس به هر دو نوع خاک)، به‌عنوان تیمارهای آزمایشی لحاظ گردیدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تأثیر زمان نمونه‌برداری و مقدار ویناس مصرفی بر میزان رس قابل انتشار در هر دو نوع خاک آهکی و اسیدی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و با گذشت زمان نمونه‌برداری، میزان رس قابل انتشار در هر دو خاک افزایش یافت. کاربرد ویناس در خاک اسیدی باعث افزایش میزان رس قابل انتشار نسبت به تیمار شاهد گردید ولی در خاک آهکی کاربرد ویناس باعث کاهش میزان رس قابل انتشار نسبت به تیمار شاهد شد. تأثیر میزان ویناس مصرفی بر pH خاک اسیدی در سطح یک درصد معنی‌دار بود و کاربرد ویناس باعث کاهش pH خاک نسبت به شاهد گردید ولی نتایج نشان داد که تأثیر مقدار ویناس مصرفی بر pH خاک آهکی معنی‌دار نمی‌باشد. البته یک روند کاهشی در pH خاک با افزایش ویناس مشاهده شد. تأثیر مقدار ویناس بر EC در هر دو نوع خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و افزایش مقدار ویناس باعث افزایش میزان EC در هر دو نوع خاک گردید. همچنین نتایج به‌دست آمده نشان داد که در مدت ۶۰ روز، ۵۹ درصد از کل کربن آلی ویناس در خاک آهکی و ۶۹ درصد آن

* مسئول مکاتبه: f.rakhsh@gmail.com

در خاک اسیدی تجزیه شد. در هر دو نوع خاک مورد آزمایش تا روز پنجم ویناس با سرعت بیش‌تری تجزیه شد و سرعت تجزیه در خاک اسیدی بیش‌تر از خاک آهکی بود، ولی از روز پنجم به بعد سرعت تجزیه در دو خاک تقریباً برابر و در خاک اسیدی کمی بیش‌تر از خاک آهکی بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی استفاده از ویناس چغندر قند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های آهکی و اسیدی را تحت‌تأثیر قرار داد؛ که این تأثیر در خاک اسیدی بیش‌تر قابل مشاهده بود.

واژه‌های کلیدی: رس قابل انتشار، سرعت تجزیه، کربن آلی، ویناس

مقدمه

معمولاً تأمین و افزایش مقدار مواد آلی در خاکی که در آن کشت و کار شده است، بسیار مشکل و مخارج آن نیز گران می‌باشد. برای تأمین مواد آلی در خاک باید مقداری از بقایای گیاهی به زمین برگردانده شود و این مقدار بستگی به شرایط خاک و اقلیم منطقه دارد. در دهه اخیر استفاده از ضایعات با ماده آلی بالا، مانند کود حیوانی (۸)، فاضلاب (۲)، فضولات شهری (۶)، کمپوست (۶، ۱۸، ۱۹)، بقایای گیاهی (۵، ۲۲) و محصولات جانبی صنعتی (۱۱، ۲۰) برای اصلاح خاک‌های فقیر از لحاظ مواد مغذی برای گیاه و همچنین برای حفظ سطوح مواد آلی خاک و جلوگیری از نابودی آن‌ها با هزینه‌ای پایین رواج یافته است. پساب کارخانه‌های الکل‌سازی در استرالیا دندر^۱ و در برزیل، ویناس^۲ نامیده می‌شود. غلظت عناصر غذایی در ویناس بسته به وضعیت کارخانه و کیفیت ملاس یا شربت متفاوت است. طی فرآیند تولید قند، مقدار زیادی ملاس چغندر قند تولید می‌شود. در کارخانه‌های الکل‌سازی پس از تخمیر ملاس چغندر قند توسط مخمرها، قند تبدیل به الکل می‌شود و پسماند ملاس که حاوی اسیدهای آمینه متنوع است تحت عنوان ویناس به تصفیه‌خانه فاضلاب هدایت می‌گردد. به‌طور متوسط برای تولید هر لیتر الکل ۱۲

لیتر ویناس تولید می‌شود. ویناس ماده‌ای با رنگ قهوه‌ای تیره و بوی شکر سوخته می‌باشد که غنی از پتاسیم، کلسیم، منیزیم و مقادیری نیتروژن و فسفر است (۲۳). مطالعات زیادی در مورد تأثیر ویناس بر روی ویژگی‌های خاک نظیر pH خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، غلظت عناصر غذایی کلسیم، منیزیم و پتاسیم صورت گرفته است (۱۳، ۱۵). کاربرد ویناس در خاک باعث کاهش آبشویی نترات خاک می‌شود. احتمالاً تثبیت شدید میکروبی نیتروژن مانع افزایش آبشویی نترات در طول پروفیل می‌گردد (۱۰). کاربرد ویناس در خاک موجب افزایش سطح مواد آلی خاک می‌شود. دلیل این امر آن است که مواد آلی موجود در ویناس در اندازه کلوئیدی بوده و در مقابل تجزیه سریع محافظت می‌شوند (۱۴). مطالعات انجام شده توسط تجادا و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که کاربرد ویناس در خاک، اثر قابل توجهی بر ویژگی‌های فیزیکی (پایداری ساختمان، چگالی ظاهری)، ویژگی‌های شیمیایی (درصد سدیم تبادل) و ویژگی‌های بیولوژیکی (بیوماس، تنفس خاک و فعالیت آنزیم‌ها) خاک و همچنین عملکرد گندم می‌گذارد که این امر به دلیل وجود مقادیر زیاد کاتیون‌های تک‌ظرفیتی مانند پتاسیم و اسیدهای آلی در ویناس می‌باشد (۲۱). ویناس به‌علت دارا بودن مواد آلی فراوان و غلظت بالای نیتروژن و پتاسیم منبع مهمی از عناصر غذایی

1- Dunder
2- Vinasse

به‌ویژه برای کشاورزی ارگانیک به حساب می‌آید (۱۱). با توجه به تأثیر ویناس بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک هدف از انجام این پژوهش بررسی سرعت تجزیه ویناس چغندر قند و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دو خاک آهکی و اسیدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از اواسط بهار تا اواخر پاییز سال ۱۳۸۶ انجام و تأثیر کاربرد ویناس بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و همچنین اندازه‌گیری سرعت تجزیه ویناس در دو نوع خاک آهکی و اسیدی بررسی گردید. خاک اسیدی در این آزمایش از یک مزرعه چای‌کاری در شهر لاهیجان استان گیلان و خاک آهکی، از مزارع اطراف شهر سلطانیه استان زنجان تهیه شد؛ که ویژگی‌های اولیه این دو خاک در جدول ۱ ارائه شده است. ویناس مورد نیاز از کارخانه الکل‌سازی بیدستان قزوین تهیه شد. با توجه به این‌که غلظت عناصر غذایی در ویناس بسته به وضعیت کارخانه و کیفیت ملاس متفاوت است نتایج تجزیه ویناس مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است. عناصر اندازه‌گیری شده در ویناس، عناصر کل هستند. پس از جمع‌آوری نمونه‌های خاک، خاک‌ها به محیط آزمایشگاه انتقال داده شدند و در محل مناسبی بر روی زمین پهن شده که کاملاً هوا خشک شوند. سپس خاک‌های هوا خشک کوبیده شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و آماده برای اعمال تیمارها گردیدند.

به‌منظور انجام این پژوهش، دو آزمایش با ۱۵ تیمار و در ۳ تکرار به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح

کاملاً تصادفی در دو خاک آهکی و اسیدی انجام شد. در هر کدام از این آزمایش‌ها تأثیر ۵ سطح ویناس (صفر: V_0 ، $V_1:5$ ، $V_2:10$ ، $V_3:20$ و $V_4:40$ تن در هکتار) و سه زمان تأثیر ($T_1:10$ ، $T_2:20$ و $T_3:30$ روز بعد از اضافه کردن ویناس به خاک) بر برخی ویژگی‌های خاک‌های تحت مطالعه، مورد بررسی قرار گرفت (۱۴).

تیمارهای آزمایشی به گلدان‌های ۳ کیلویی حاوی خاک اسیدی و یا آهکی اعمال و سپس تیمارها در یک محل مناسب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای به‌مدت یک ماه خوابانیده شدند. میزان رطوبت خاک در نقطه ظرفیت مزرعه به کمک دستگاه صفحات فشاری (۰/۳ بار) به‌صورت درصد وزنی اندازه‌گیری شد و مقدار آب مورد نیاز هر گلدان، با توزین آن گلدان و کسر جرم به‌دست آمده از جرم نهایی گلدان (جرم گلدان و خاک در حالت ظرفیت مزرعه) محاسبه گردید.

در زمان‌های مشخص (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از اضافه نمودن ویناس) وزن مشخصی از خاک گلدان‌ها برداشت و پس از خشک کردن نمونه‌های برداشت شده، میزان هدایت الکتریکی، pH و رس قابل انتشار در آن‌ها مورد آزمایش قرار گرفت. به‌منظور بررسی سرعت تجزیه ویناس دو خاک آهکی و اسیدی، پس از تهیه نمونه‌های خاک، این نمونه‌ها با نسبت پنج درصد وزنی با ویناس مخلوط شدند و رطوبت در هر خاک به حد ظرفیت مزرعه‌ای رسانیده شد و چگالی ظاهری هر دو خاک روی ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب تنظیم گردید. در هر دو خاک نمونه‌هایی هم به‌عنوان شاهد (بدون ویناس) در نظر گرفته شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک آهکی و اسیدی مورد استفاده در این پژوهش.

Table 1. The results of calcareous and acidic soil analysis used in this study.

| مقدار Content | | واحد Unit | ویژگی properties |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------|--|
| خاک اسیدی Acidic soil | خاک آهکی Calcareous soil | | |
| 0-30 | 0-30 | (cm) | عمق خاک Soil depth |
| 42.72 | 46.72 | (percent) | شن Sand |
| 35 | 26 | (percent) | سیلت Silt |
| 22.28 | 27.28 | (percent) | رس Clay |
| Loam | Sand clay loam | - | بافت Soil texture |
| Very low | 28.5 | (percent) | میزان مواد خنثی شونده Total neutralized value |
| 1.91 | 1.48 | (percent) | کربن آلی Organic carbon |
| 1.47 | 0.9 | (dS m ⁻¹) | هدایت الکتریکی Electrical conductivity |
| 5.45 | 8.37 | - | pH |
| 78.2 | 13.2 | (mg kg ⁻¹) | فسفر Phosphorus |
| 241 | 540 | (mg kg ⁻¹) | پتاسیم قابل جذب Available potassium |

اندازه‌گیری قرار گرفت. همچنین برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (ECe) خاک نیز پس از تهیه گل اشباع، عصاره اشباع خاک تهیه شده و میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک توسط دستگاه EC متر سنجیده می‌شود که بیانگر میزان شوری خاک می‌باشد.

سرعت تجزیه ویناس در این خاک‌ها به روش مستقیم و با اندازه‌گیری میزان گاز کربنیک تولیدی اندازه‌گیری گردید (۳). در این آزمایش میزان تنفس خاک به مدت ۶۰ روز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای اندازه‌گیری pH خاک، پس از تهیه گل اشباع میزان pH گل اشباع توسط دستگاه pH متر مورد

جدول ۲- نتایج تجزیه ویناس مورد استفاده در این پژوهش.

Table 2. The results of vinasse properties used in this study.

| مقدار Content | واحد Unit | ویژگی properties | مقدار Content | واحد Unit | ویژگی properties |
|------------------|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|---|
| 1100 | (mg kg ⁻¹) | کلسیم Calcium | 26.6 | (dS m ⁻¹) | هدایت الکتریکی Electrical conductivity |
| 240 | (mg kg ⁻¹) | منیزیم Magnesium | 3.98 | - | pH |
| 85 | (mg kg ⁻¹) | آهن Iron | 2.82 | (percent) | کربن آلی Organic carbon |
| 40 | (mg kg ⁻¹) | روی Zinc | 1230 | (mg kg ⁻¹) | نیتروژن Nitrogen |
| 2 | (mg kg ⁻¹) | مس Copper | ناچیز Very low | (mg kg ⁻¹) | فسفر Phosphorus |
| 4 | (mg kg ⁻¹) | منگنز Manganese | 7500 | (mg kg ⁻¹) | پتاسیم Potassium |
| | | | 2300 | (mg kg ⁻¹) | سدیم Sodium |

پس از به دست آوردن داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای محاسبات آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار MSTATC استفاده شد. همچنین از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم افزار Excel جهت رسم نمودارها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه دو خاک با آزمون T-test نشان داد که تأثیرپذیری pH، EC و میزان رس قابل انتشار از تیمارهای آزمایشی در دو خاک اسیدی و آهکی به طور معنی داری متفاوت بود. میزان رس قابل انتشار و EC در خاک اسیدی بیش تر از خاک آهکی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ولی عکس آن در مورد pH مشاهده گردید (جدول ۳).

به منظور اندازه گیری میزان رس قابل انتشار ۲۰ گرم خاک توزین و با نسبت ۱ به ۱۰ با آب مخلوط و به مدت یک ساعت به صورت رفت و برگشتی هم زده شد. در مرحله بعد مخلوط آب و خاک در یک سیلندر یک لیتری ریخته شد و بعد از ۲ ساعت هیدرومتر در داخل سیلندر قرار گرفت. عدد مربوطه قرائت شده و میزان رس محاسبه گردید. این مقدار رس Mechanically dispersible clay است. سپس این میزان رس را بر میزان رسی که از روش اندازه گیری بافت خاک برای ۲۰ گرم خاک به دست می آید تقسیم و درصد رسی که به حالت انتشار درآمده طبق رابطه زیر تعیین می گردد (۱۷).

$$\text{درصد رس قابل انتشار} = \frac{\text{مقدار رس به انتشار درآمده در یک نمونه خاک یا وزن مشخصی خاک}}{\text{مقدار کل رس موجود در همان نمونه}} \times 100$$

جدول ۳- نتایج آزمون T-test در دو خاک آهکی و اسیدی.

Table 3. The results of T-Test in calcareous and acidic soil.

| میانگین مربعات Average of squares | | | درجه آزادی مؤثر Degree of freedom | منابع تغییرات Sources of variations |
|---|---|------|--------------------------------------|--|
| رس قابل انتشار Dispersible clay (percent) | هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹) | pH | | |
| 30.31 | 1.37 | 8.17 | 44 | خاک آهکی calcareous soil |
| 44.33 | 1.75 | 5.15 | 44 | خاک اسیدی acidic soil |
| 1% | 1% | 1% | - | سطح احتمال Probability level |

الکتریکی خاک آهکی معنی دار نشدند (جدول ۴). در حالی که تأثیر سطوح مختلف غلظت ویناس بر میزان هدایت الکتریکی خاک آهکی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴)، به طوری که افزایش میزان مصرف ویناس باعث افزایش میزان هدایت الکتریکی خاک آهکی گردید.

اثر تیمارهای مختلف بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک آهکی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف مصرف ویناس، زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل آن‌ها بر میزان pH خاک معنی دار نشدند (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر میزان هدایت

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک آهکی.

Table 4. The variance analysis effect of different treatments on physiochemical properties of calcareous soil.

| میانگین مربعات Average of squares | | | درجه آزادی Degree of freedom | منابع تغییرات Sources of variations |
|---|---|---------------------|---------------------------------|---|
| رس قابل انتشار Dispersible clay (percent) | هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹) | pH | | |
| 868.261** | 0.004 ^{ns} | 0.009 ^{ns} | 2 | زمان نمونه‌برداری (T) Exposure times |
| 269.035** | 1.287** | 0.010 ^{ns} | 4 | غلظت ویناس (V) Vinasse concentration |
| 163.814** | 0.001 ^{ns} | 0.001 ^{ns} | 8 | غلظت ویناس × زمان Vinasse concentration × Exposure times |
| 5.598 | 0.007 | 0.016 | 30 | اشتباه آزمایشی Experiment error |
| 7.2 | 5.65 | 1.5 | - | ضریب تغییرات Coefficient of variation (%) |

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ^{ns} عدم معنی داری.

** and * significant at 1% and 5%, respectively and ^{ns} don't significant.

انتشار در خاک آهکی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شدند (جدول ۴). با افزایش مقدار ویناس، میزان رس قابل انتشار خاک کاهش یافت. بیشترین میزان رس قابل انتشار در خاک آهکی از تیمار شاهد به میزان ۴۱/۷۹ درصد به دست آمد. همچنین با گذشت زمان میزان رس قابل انتشار افزایش یافت. بیشترین میزان رس قابل انتشار خاک آهکی ۳۰ روز پس از اضافه کردن ویناس به خاک به میزان ۳۹/۷۳ درصد به دست آمد (جدول ۵).

بیشترین هدایت الکتریکی در خاک آهکی از مصرف ۴۰ تن ویناس در هکتار به میزان ۱/۹۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (جدول ۵). جعفری و همکاران (۲۰۰۳) با افزودن غلظت‌های مختلف ویناس به خاک از طریق آب آبیاری مشاهده نمودند که افزایش ویناس به خاک موجب افزایش میزان هدایت الکتریکی خاک گردید (۹). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط وب و چاپمن (۱۹۸۷) و مادجون و همکاران (۲۰۱۱) نیز مطابقت داشت (۱۱، ۲۳).
تأثیر سطوح مختلف ویناس مصرفی، زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل آن‌ها بر میزان رس قابل

جدول ۵- تأثیر میزان ویناس مصرفی و زمان نمونه‌برداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک آهکی.

Table 5. The effect of concentration consumed vinasse and exposure times on physiochemical properties of calcareous soil.

| رس قابل انتشار Dispersible clay (percent) | هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹) | pH | سطح Level | تیمار treatment |
|---|---|-------------------|--------------|--|
| 41.79 ^a | 0.91 ^e | 8.37 ^a | 0 | غلظت ویناس Vinasse concentration (Ton/ha) |
| 29.73 ^{cd} | 1.30 ^d | 8.32 ^a | 5 | |
| 33.97 ^b | 1.40 ^c | 8.35 ^a | 10 | |
| 27.86 ^d | 1.58 ^b | 8.34 ^a | 20 | |
| 30.91 ^c | 1.94 ^a | 8.28 ^a | 40 | |
| 24.68 ^c | 1.41 ^a | 8.30 ^a | 10 | زمان نمونه‌برداری Exposure times (day) |
| 34.14 ^b | 1.44 ^a | 8.34 ^a | 20 | |
| 39.73 ^a | 1.44 ^a | 8.35 ^a | 30 | |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with similar letters don't have significantly different in probability level of 5%, from the view point of Duncan's multiple range tests.

خاک شاهد کم‌تر بود. شاید دلیل این امر غنی بودن ویناس از مواد آلی باشد که مصرف آن باعث کاهش رس قابل انتشار گردیده است (۱)، ولی به مرور زمان که ماده آلی تجزیه می‌شود اثر سدیم موجود در ویناس نمایان می‌شود و با توجه به تأثیر سدیم در انتشار رس‌ها میزان رس قابل انتشار افزایش می‌یابد (۲۱).

به‌طورکلی در خاک آهکی کاربرد ویناس باعث کاهش میزان رس قابل انتشار نسبت به تیمار شاهد گردید، ولی این تأثیر در بین تیمارهای مختلف، متفاوت بود. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۶ بیشترین کاهش رس قابل انتشار با افزودن ۲۰ تن ویناس در هکتار ۱۰ روز پس از مصرف ویناس در خاک به دست آمد که حدود ۱۹/۶ درصد نسبت به

جدول ۶- اثر متقابل میزان ویناس مصرفی و زمان نمونه برداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک آهکی.

Table 6. The interaction between of concentration consumed vinasse and exposure times on physiochemical properties of calcareous soil.

| رس قابل انتشار Dispersible clay (percent) | هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹) | pH | اثر متقابل غلظت ویناس و زمان نمونه برداری Interaction between of concentration consumed vinasse and exposure times | |
|---|---|-------------------|---|---|
| | | | غلظت ویناس Vinasse concentration (Ton/ha) | زمان نمونه برداری Exposure times (day) |
| 41.79 ^a | 0.91 ^d | 8.37 ^a | 0 | 10 |
| 26.51 ^{cd} | 1.26 ^c | 8.26 ^a | 5 | |
| 23.46 ^d | 1.39 ^c | 8.33 ^a | 10 | |
| 8.18 ^e | 1.57 ^b | 8.31 ^a | 20 | |
| 23.46 ^d | 1.90 ^a | 8.25 ^a | 40 | |
| 41.79 ^a | 0.91 ^d | 8.37 ^a | 0 | 20 |
| 23.46 ^d | 1.32 ^c | 8.35 ^a | 5 | |
| 39.22 ^{ab} | 1.41 ^c | 8.35 ^a | 10 | |
| 36.17 ^b | 1.59 ^b | 8.35 ^a | 20 | |
| 30.06 ^c | 1.95 ^a | 8.29 ^a | 40 | |
| 41.79 ^a | 0.91 ^d | 8.36 ^a | 0 | 30 |
| 39.22 ^{ab} | 1.32 ^c | 8.36 ^a | 5 | |
| 39.22 ^{ab} | 1.41 ^c | 8.35 ^a | 10 | |
| 39.22 ^{ab} | 1.59 ^b | 8.36 ^a | 20 | |
| 39.22 ^{ab} | 1.96 ^a | 8.30 ^a | 40 | |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with similar letters don't have significantly different in probability level of 5%, from the view point of Duncan's multiple range tests.

اسیدیته خاک می‌شود (۴). کاهش pH همچنین ممکن است به دلیل افزایش شوری نیز باشد ولی بین سطوح مختلف مصرف ویناس تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج حاصل از بررسی‌های آماری نشان داد که تأثیر زمان نمونه برداری و اثر متقابل زمان نمونه برداری و سطوح مصرف ویناس نیز بر میزان pH خاک معنی‌دار نشدند (جدول ۷).

اثر تیمارهای مختلف بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک اسیدی: بررسی نتایج به دست آمده نشان داد که تأثیر سطوح مختلف ویناس بر میزان pH خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). کاربرد ویناس باعث کاهش pH خاک نسبت به شاهد گردید، که احتمالاً دلیل این امر وجود اسیدهای آلی در ویناس می‌باشد (جدول ۸). تولید اسیدهای آلی در اثر کاربرد ویناس منجر به کاهش

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اسیدی.

Table 7. The variance analysis effect of different treatments on physiochemical properties of acidic soil.

| میانگین مربعات Average of squares | | | درجه آزادی Degree of freedom | منابع تغییرات Sources of variations |
|---|---|---------------------|---------------------------------|---|
| رس قابل انتشار Dispersible clay (percent) | هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹) | pH | | |
| 1600.233** | 0.003 ^{ns} | 0.001 ^{ns} | 2 | زمان نمونه برداری (T) Exposure times |
| 514.471** | 1.434** | 0.074** | 4 | غلظت ویناس (V) Vinasse concentration |
| 134.879** | 0.001 ^{ns} | 0.001 ^{ns} | 8 | غلظت ویناس × زمان Vinasse concentration × Exposure times |
| 27.712 | 0.002 | 0.008 | 30 | اشتباه آزمایشی Experiment error |
| 11.66 | 2.56 | 1.73 | - | ضریب تغییرات Coefficient of variation (%) |

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ^{ns} عدم معنی داری.

** and * significant at 1% and 5%, respectively and ^{ns} don't significant.

بالای ویناس افزودن آن به خاک، باعث بالا رفتن میزان شوری و افزایش هدایت الکتریکی خاک می شود. وب و چاپمن (۱۹۸۷) در بررسی کاربرد دندر (ویناس) به عنوان کود در خاک های تحت کشت نیشکر به این نتیجه رسیدند که استفاده از این ماده باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می گردد که به دلیل سدیم بالای دندر می باشد (۲۳).

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف ویناس بر میزان هدایت الکتریکی خاک اسیدی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۷) و با افزایش مقدار ویناس، میزان هدایت الکتریکی خاک نیز افزایش یافت (جدول ۸). نتایج همچنین نشان داد که اثر زمان نمونه برداری و اثر متقابل آن با سطوح مختلف مصرف ویناس بر میزان هدایت الکتریکی خاک معنی دار نگردید. با توجه به هدایت الکتریکی

جدول ۸- تأثیر میزان ویناس مصرفی و زمان نمونه برداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک اسیدی.

Table 8. The effect of concentration consumed vinasse and exposure times on physiochemical properties of acidic soil.

| رس قابل انتشار Dispersible clay (percent) | هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹) | pH - | سطح Level | تیمار treatment |
|---|---|-------------------|--------------|--|
| 32.76 ^c | 1.46 ^e | 5.46 ^a | 0 | غلظت ویناس Vinasse concentration (Ton/ha) |
| 47.48 ^{ab} | 1.66 ^d | 5.27 ^b | 5 | |
| 43.69 ^b | 1.86 ^c | 5.22 ^b | 10 | |
| 51.62 ^a | 1.94 ^b | 5.28 ^b | 20 | |
| 50.22 ^a | 2.52 ^a | 5.29 ^b | 40 | |
| 33.78 ^c | 1.88 ^a | 5.29 ^a | 10 | زمان نمونه برداری Exposure times (day) |
| 47.73 ^b | 1.90 ^a | 5.30 ^a | 20 | |
| 53.95 ^a | 1.91 ^a | 5.31 ^a | 30 | |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with similar letters don't have significantly different in probability level of 5%, from the view point of Duncan's multiple range tests.

نیز بر میزان رس قابل انتشار در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷) و با گذشت زمان میزان رس قابل انتشار افزایش یافت (جدول ۸). به نظر می‌رسد دلیل این امر این باشد که با گذشت زمان ماده آلی موجود در داخل ویناس تجزیه می‌شود و سدیم موجود در ویناس اثر بیش‌تری را بر انتشار رس‌ها می‌گذارد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف ویناس بر میزان رس قابل انتشار خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). به‌طورکلی در خاک اسیدی کاربرد ویناس باعث افزایش میزان رس قابل انتشار نسبت به تیمار شاهد گردید ولی این تأثیر در بین تیمارهای مختلف متفاوت بود (جدول ۸). نتایج حاصل از تجزیه واریانس همچنین نشان داد که تأثیر زمان نمونه‌برداری

جدول ۹- اثر متقابل میزان ویناس مصرفی و زمان نمونه برداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک اسیدی.

Table 9. The interaction between of concentration consumed vinasse and exposure times on physiochemical properties of acidic soil.

| رس قابل انتشار Dispersible clay (percent) | هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹) | pH | اثر متقابل غلظت ویناس و زمان نمونه برداری Interaction between of concentration consumed vinasse and exposure times | |
|---|---|---------------------|---|---|
| | | | غلظت ویناس Vinasse concentration (Ton/ha) | زمان نمونه برداری Exposure times (day) |
| 32.76 ^d | 1.47 ^f | 5.47 ^a | 0 | 10 |
| 30.52 ^d | 1.62 ^e | 5.28 ^c | 5 | |
| 26.78 ^d | 1.84 ^d | 5.21 ^c | 10 | |
| 42.64 ^c | 1.93 ^{bc} | 5.25 ^c | 20 | |
| 36.21 ^{cd} | 2.51 ^a | 5.27 ^c | 40 | |
| 32.76 ^d | 1.46 ^f | 5.45 ^{ab} | 0 | 20 |
| 52.67 ^{ab} | 1.68 ^e | 5.26 ^c | 5 | |
| 45.04 ^{bc} | 1.87 ^{cd} | 5.22 ^c | 10 | |
| 52.96 ^{ab} | 1.95 ^b | 5.29 ^{bc} | 20 | |
| 55.21 ^a | 2.52 ^a | 5.30 ^{bc} | 40 | |
| 32.76 ^d | 1.46 ^f | 5.45 ^{ab} | 0 | 30 |
| 59.25 ^a | 1.68 ^e | 5.27 ^c | 5 | |
| 59.25 ^a | 1.88 ^{bcd} | 5.22 ^c | 10 | |
| 59.25 ^a | 1.96 ^b | 5.31 ^{abc} | 20 | |
| 59.25 ^a | 2.53 ^a | 5.31 ^{abc} | 40 | |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

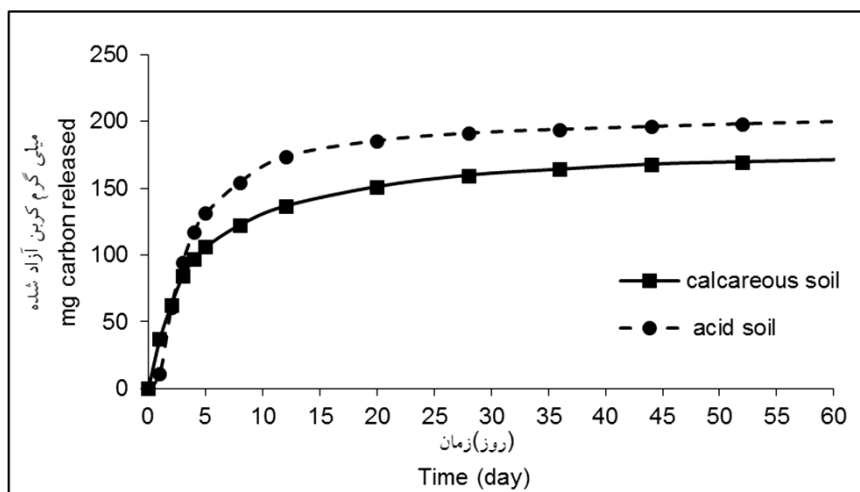
In each column, means with similar letters don't have significantly different in probability level of 5%, from the view point of Duncan's multiple range tests.

با هم متفاوت می‌باشد. اندازه‌گیری سرعت تجزیه ویناس در این خاک‌ها به روش مستقیم و با اندازه‌گیری میزان گاز کربنیک تولیدی نشان داد که در طول انجام این پژوهش در خاک آهکی مورد مطالعه ۵۹ درصد از کل کربن آلی ویناس در طول دوره زمانی ۶۰ روزه پس از اضافه کردن ویناس (با نسبت پنج درصد وزنی) به خاک تجزیه شد و این در حالی است که در خاک اسیدی مورد مطالعه ۶۹ درصد از کل کربن آلی موجود در ویناس تجزیه شد (شکل ۱). نتایج به‌دست آمده نشان داد که ویناس در دو خاک آهکی و اسیدی با سرعت متفاوتی تجزیه می‌شود. همچنین در هر کدام از خاک‌ها نیز سرعت

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر درصد رس قابل انتشار خاک اسیدی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۷). بیش‌ترین میزان رس قابل انتشار در اثر کاربرد ۴۰ تن ویناس در هکتار ۳۰ روز بعد از خوابانیدن به‌دست آمد که حدود ۵۵/۲۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت (جدول ۹). دلیل این امر را می‌توان به وجود سدیم بالا در ویناس نسبت داد که دارای تأثیر زیادی بر انتشار رس‌ها است (۱۶، ۲۱). مقایسه سرعت تجزیه ویناس در دو خاک آهکی و اسیدی: نتایج به‌دست آمده نشان داد که مقداری از ویناس که در دو خاک آهکی و اسیدی تجزیه می‌شود

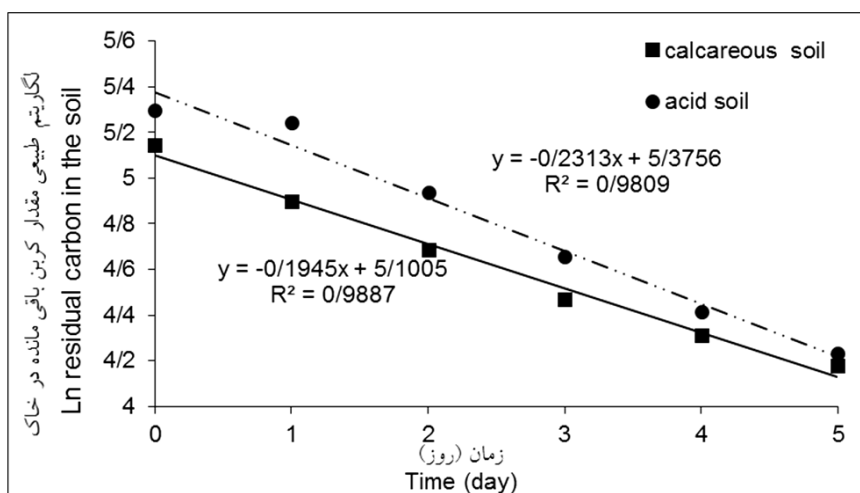
نتایج به دست آمده نشان داد که از روز پنجم به بعد سرعت تجزیه ویناس کاهش می یابد که البته در این فاصله زمانی هم سرعت تجزیه ویناس در خاک اسیدی کمی بیشتر از خاک آهکی می باشد. شکل ۳ سرعت تجزیه ویناس را در دو خاک آهکی و اسیدی در فاصله زمانی بعد از روز پنجم نشان می دهد. همان طور که در شکل مشخص می باشد در فاصله زمانی بعد از روز پنجم K (ثابت سرعت تجزیه) مربوط به خاک اسیدی برابر ۰/۰۷۴۳ و K مربوط به خاک آهکی برابر ۰/۰۶۸۱ می باشد.

تجزیه ویناس در دوره زمانی انجام آزمایش متفاوت می باشد و به عبارتی تا روز پنجم ویناس با سرعت بیشتری در هر دو خاک تجزیه می شود و از روز پنجم به بعد سرعت تجزیه ویناس کاهش می یابد (شکل ۲). در فاصله زمانی قبل از روز پنجم سرعت تجزیه ویناس در خاک اسیدی بیشتر از خاک آهکی می باشد. همان طور که در شکل ۲ نیز نشان داده شده است K (ثابت سرعت تجزیه) مربوط به خاک اسیدی تا روز پنجم برابر ۰/۲۳۱۳ و K مربوط به خاک آهکی در این فاصله زمانی برابر ۰/۱۹۴۵ می باشد.



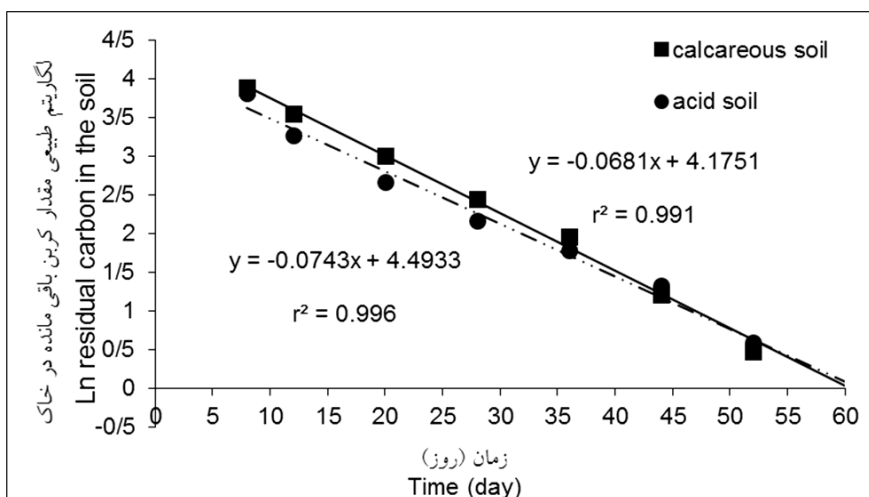
شکل ۱- مقایسه مقدار کربن آزاد شده به شکل دی اکسید کربن در دو خاک آهکی و اسیدی.

Figure 1. Comparison of the amount of carbon released in the form of carbon dioxide gas in calcareous and acid soils.



شکل ۲- مقایسه سرعت تجزیه ویناس در دو خاک آهکی و اسیدی در فاصله زمانی قبل از روز پنجم.

Figure 2. Comparison of Vinas decomposition in the calcareous and acid soils before fifth day.



شکل ۳- مقایسه سرعت تجزیه ویناس در دو خاک آهکی و اسیدی در فاصله زمانی بعد از روز پنجم.

Figure 3. Comparison of Vinasse decomposition in the calcareous and acid soils after fifth day.

یافت. تأثیر کاربرد ویناس باعث کاهش pH خاک نسبت به شاهد گردید ولی نتایج نشان داد که تأثیر مقدار ویناس مصرفی بر pH خاک آهکی معنی‌دار نمی‌باشد. البته یک روند کاهشی در میزان pH خاک با افزایش مقدار ویناس مشاهده شد. اثر مقدار ویناس مصرفی بر EC خاک در هر دو نوع خاک معنی‌دار بوده و افزایش مقدار ویناس باعث افزایش میزان EC خاک در هر دو نوع خاک گردید. زمان نمونه‌برداری بر میزان رس قابل انتشار در هر دو نوع خاک اسیدی و آهکی، تأثیر معنی‌دار داشت و با گذشت زمان میزان رس قابل انتشار هم در خاک اسیدی و هم در خاک آهکی افزایش یافت. در مدت ۶۰ روز بعد از خوابانیدن نمونه‌ها، ۵۹ درصد از کل کربن آلی ویناس در خاک آهکی و ۶۹ درصد آن در خاک اسیدی تجزیه شد. در هر دو نوع خاک مورد آزمایش تا روز پنجم ویناس با سرعت بیش‌تری تجزیه شد و سرعت تجزیه در خاک اسیدی بیش‌تر از خاک آهکی بود. ولی از روز پنجم به بعد سرعت تجزیه در دو خاک تقریباً برابر و در خاک اسیدی کمی بیش‌تر از خاک آهکی بود.

تمام تغییرات بیوشیمیایی در خاک و همچنین فعالیت میکروبی خاک متأثر از pH محلول خاک می‌باشد (۷). از بین میکروارگانیسم‌های موجود در خاک قارچ‌ها کم‌تر از سایر میکروارگانیسم‌ها به اسیدیته خاک حساسیت نشان می‌دهند. از این نظر جمعیت میکروبی خاک‌های اسیدی را اکثراً قارچ‌ها و خاک‌های خنثی تا قلیایی ضعیف را باکتری‌ها و اکتینومیست‌ها تشکیل می‌دهند (۱۲). با توجه به این‌که قارچ‌ها موجودات هتروتروفی هستند که نقش مهمی در تجزیه مواد آلی و معدنی شدن عناصر در خاک ایفا می‌کنند (۳)؛ بنابراین شاید بتوان دلیل بالاتر بودن سرعت تجزیه ویناس در خاک اسیدی نسبت به خاک آهکی را به جمعیت بالاتر قارچ‌ها در این خاک نسبت داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد ویناس در خاک اسیدی باعث افزایش میزان رس قابل انتشار نسبت به تیمار شاهد گردید ولی در خاک آهکی کاربرد ویناس باعث کاهش میزان رس قابل انتشار نسبت به تیمار شاهد شد. که با گذشت زمان میزان رس قابل انتشار افزایش

منابع

1. Abiven, S., Menasseri, S., Angers, D.A., and Leterme, P. 2006. Dynamics of aggregate stability and biological binding agents during decomposition of organic materials. *Eur. J. Soil Sci.* 58: 239-247.
2. Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., and Ingelmo, F. 2001. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludge during ten years. *Bioresour. Technol.* 77: 109-114.
3. Alef, K., and Nannipieri, P. 1995. *Methods in Applied soil Microbiology and Biochemistry*. Us Edition published by: Academic Press INC. San Diego. CA 92101. 4: 145-146.
4. Bertrand, I., Delfosse, O., and Mary, B. 2007. Carbon and nitrogen mineralization in acidic, limed and calcareous agricultural soils: apparent and actual effects. *Soil Bio. Biochem.* 39: 276-288.
5. De Neve, S., and Hofman, G. 2000. Influence of soil compaction on carbon and nitrogen mineralization of soil organic matter and crop residues. *Biol. Fertil. Soils.* 30: 544-549.
6. Eriksen, G.N., Coal, F.J., and Bollero, G.A. 1999. Soil nitrogen and maize production in municipal solid waste amended soil. *Agron. J.* 91: 1009-1016.
7. Forster, J.C., and Zech, W. 1993. Phosphorus status of a soil catena under Liberian evergreen rain forest: results of ^{31}P NMR spectroscopy and phosphorus adsorption experiments. *Z Pflanzenern Bodenkd.* 56: 61-66.
8. Haynes, R.J., and Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: A review. *Nutr. Cycl. Agroeco.* 51: 123-137.
9. Jafari, S., Naseri, A.A., and Elhami Fard, M. 2003. The effect increased with irrigation water on soil Vinasse. *Articles Collections of Sixth Congress of Soil Science, Rasht.*
10. Kwong, K.F.N., and Deville, J. 1984. Nitrogen leaching from soils cropped with sugarcane under the humid tropical climate of Mauritius, Indian Ocean. *J. Environ. Qual.* 13: 3. 471-474.
11. Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J.M., and Cabrera, F. 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: Effect on crops and chemical properties of a camisole soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agric. Ecosyst. Environ.* 84: 53-65.
12. Mahmoodi, Sh., and Hakimian, M. 2000. *Soil Basics*. Third edition, Tehran University Press.
13. Mazza, J.A., Dematê, J.L.I., and Orlando, F.J. 1986. The effects of repeated applications of vinasse on the properties of some soils. P 108-118, In: J.I. Clayton and H. Handojo (Eds.), *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Teeh.*
14. Orlando, F.J., Bittencourt, V.C., and Alves, M.C. 1996. Vinasse application in a Brazilian sandy soil and nitrogen water table pollution. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Teeh,* 22, Cartagena, Colombia. 2: 63-66.
15. Orlando, F.J., Da silva, L.C.F., and Zambello, E.J. 1983. Agricultural utilization of vinasse by means of tank trucks. *Sugar Cane.* Pp: 4-8.
16. Parnaudeau, V., Condom, N., Oliver, R., Cazevieille, P., and Recous, S. 2008. Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. *Bioresour. Technol.* 99: 1553-1562.
17. Rengasamy, P. 1984. Dispersion of calcium clay. *Aust. J. Soil Res.* 20: 153-158.
18. Sikora, L.J., and Enkiri, N.K. 1999. Growth of tall fescue in compost/fertilizer blends. *Soils Sci.* 56: 125-137.
19. Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2003. Application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. *Agrochem.* 47: 94-102.
20. Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2004. Effects of application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on maize yield. *Agron. J.* 96: 692-699.
21. Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J.L., and Hernandez, M.T. 2006. Organic amendment based on fresh and composted beet vinasse: Influence on soil properties and wheat yield. *Soil Sci. Am. J.* 70: 900-908.

22. Trinsoutrot, J., Nicolardot, B., Justes, E., and Recous, S. 2000. Decomposition in the field of residues of oilseed rape grown at two levels of nitrogen fertilization. Effects on the dynamics of soil mineral nitrogen between successive crops. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 56: 125-137.
23. Webb, W.A.C., and Chapman, L.S. 1987. Dander as a fertilizer for sugar cane in the central district of Queensland. *Proceeding of Australian Society of Sugar Cane Technologists*, Pp: 55-59.



Dynamics of sugar beet vinasse in soil and its effect on physicochemical properties of calcareous and acidic soil

A. Golchin¹, *F. Rakhsh², B. Salvand³ and A. Vatani³

¹Professor, Dept. of Soil Science, University of Zanjan, ²Ph.D. Student, Dept. of Soil Science,
University of Zanjan, ³M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Zanjan

Received: 04/25/2014; Accepted: 12/13/2015

Abstract

Background and Objectives: Million tons of organic wastes are produced in Iran annually through the industrial, municipal and agricultural activities which are released into the environment causing pollution. Appropriate use of these organic wastes in cultivated soils can increase the organic carbon content of the soils and the yield of agricultural crops. Sugar beet vinasse is a liquid organic waste with high organic carbon content that can be used as a source of plant nutrients but its effects on the soil properties are not known and vinasse decomposition rate need to be measured. The aims of this research were to study the dynamics of sugar beet vinasse in soils and to assess its effects on physicochemical properties of calcareous and acidic soils.

Materials and Methods: To determine the effects of vinasse on physicochemical properties of a calcareous and an acidic soil a factorial experiment based on a complete randomized design and three replications was carried out. Factorial combinations of five vinasse levels (0, 5, 10, 20 and 40 t/ha) and three exposure times (10, 20 and 30 days) were considered as the treatments of this experiment.

Results: The result of the experiment showed that the percentage of dispersible clay in both soils increased as the exposure time increased. The effects of vinasse levels were also significant on the percentage of dispersible clay and application of vinasse increased and decreased this parameter respectively in acidic and calcareous soils. The result of analysis of variance of data showed that time of exposure to vinasse was not effective on the pH of the soils. Application of vinasse decreased the pH of the acidic soil significantly, but it was not effective on the pH of the calcareous soil. The application rate of vinasse was effective on EC of both soils and the EC increased with increasing the application rate. To compare decomposition rates of vinasse in acidic and calcareous soils, an experiment was performed in this experiment. Vinasse was added to samples of both soils at the rate of 5% and the samples were incubated for 2 months and the decomposition rates of vinasse were measured by direct method including collecting CO₂ in sodium hydroxide. The results showed that 59% and 69% of vinasse carbon was decomposed respectively in calcareous and acidic soils during incubation period (60 days). The decomposition rate of vinasse was faster in the beginning of the incubation period (first 5 days) and decreased with time. In the first 5 days of incubation period, the decomposition rate of vinasse was higher in the acidic soil than the calcareous soil. But after that and as the time elapsed the decomposition rates of vinasse in both soils became similar.

Conclusion: In general, application of sugar beet vinasse affected the physical and chemical properties of calcareous and acid soil, but these effects were more visible in acidic soil.

Keywords: Dispersible clay, Dynamic, Organic carbon, Vinasse

* Corresponding Authors; Email: f.rakhsh@ymail.com