

اثر ویناس نیشکر بر محتوای عناصر غذایی، خصوصیات رشد و عملکرد ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

افسانه عالی‌نژادیان بیدآبادی^{۱*}، تارا جمیلی^۲ و عباس ملکی^۳

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

* نویسنده مسئول: alinezhadian.a@lu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۲)

چکیده

کاربرد کودهای آلی در کشاورزی به‌ویژه در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی در مقایسه با کودهای شیمیایی و معدنی اثرات مثبتی بر رشد و عملکرد گیاه دارند. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد ویناس حاصل از ضایعات نیشکر بر جذب عناصر غذایی و خصوصیات رشد و عملکرد گیاه ریحان در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه لرستان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سطح کاربرد ویناس؛ صفر، ۰/۱۹، ۰/۳۸، ۰/۵۷ و ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس در خاک بود. نتایج نشان داد با افزایش ویناس مصرفی، غلظت عناصر غذایی در گیاه افزایش یافت. به‌طوری‌که با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب در اندام هوایی ۱/۱۶، ۱/۲۵ و ۱/۲۸ برابر و در ریشه ۱/۳۴، ۱/۳۰ و ۱/۴۹ برابر عدم کاربرد ویناس بود. همچنین بیشترین ارتفاع بوته، طول ریشه، سطح برگ، تعداد برگ‌ها و شاخص کلروفیل برگ با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس حاصل شد که به‌ترتیب ۲/۶، ۲/۸، ۱/۸، ۳ و ۲/۵ برابر عدم کاربرد ویناس بود. عملکرد ماده خشک اندام هوایی و ریشه نیز با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۰ و ۲۵ برابر افزایش یافت، در حالی‌که این مقادیر در مورد وزن تر اندام هوایی و ریشه به‌ترتیب ۵/۲ و ۴/۷ برابر بود. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر ویناس می‌تواند با مدیریت مناسب به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی در کشت گیاهانی مانند ریحان توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: سبزی، ضایعات آلی، عناصر غذایی، ویژگی‌های رویشی.

مقدمه

سطح، اهمیت کودهای آلی که مزایای زیادی در اصلاح خاک نیز دارند نباید نادیده گرفته شود (Jamili et al., 2015).

در سال‌های اخیر کاربرد مجدد محصولات جانبی و ضایعات تولید شده در بخش صنعت، در دیگر بخش‌ها از جمله بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است؛ تا علاوه بر کاهش مشکلات

استفاده از کودهای شیمیایی در بلند مدت می‌تواند آلودگی‌های زیست‌محیطی، صدمات اکولوژیکی و تخریب برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها را در پی داشته باشد که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Rezaee Moadab et al., 2013). بنابراین، به‌منظور افزایش عملکرد در واحد

ترکیبی از عناصر غذایی مختلف شامل، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و برخی نمک‌های دیگر باشد. همچنین مطالعات نشان داده است که این ماده می‌تواند به‌عنوان منبعی از ترکیبات آلی شامل فنول‌ها، اسید لاکتیک، اسید استیک و ملانوئیدها در نظر گرفته شود (Madejon *et al.*, 2001; Parnaudeau *et al.*, 2008; Robles-Gonzalez, 2011, Moraes *et al.*, 2014).
مطالعات نشان داده است که ویناس می‌تواند جهت تأمین عناصر غذایی محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. Stenberg و همکاران (۲۰۱۳) از کود مرغی و ویناس جهت تأمین نیتروژن خاک در کشت کلزا (*Brassica napus* L.) استفاده کردند. این محققان بیان کردند که عملکرد گیاه پس از مصرف ویناس نسبت به کود مرغی دو تا سه برابر افزایش یافت. همچنین نتایج مطالعه Engstrom و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که ویناس به‌ویژه زمانی که به‌صورت محلول استفاده می‌گردد؛ به‌دلیل پروتئین‌های محلول فراوان در محیط خاک می‌تواند سبب دسترسی راحت‌تر نیتروژن برای گیاه گردد. این ماده بر جوانه‌زنی و استقرار نهال گیاهانی مانند شبدر (*Trifolium sp.*) و چچم (*Lolium temulentum* L.) نقش دارد (Soni *et al.*, 2013). از ویناس می‌توان در کود آبیاری در کشاورزی نیز بهره برد (Lim & Wu, 2016). همچنین این ماده می‌تواند با دیگر مواد زائد کشاورزی کمپوست شده و نقش مهمی در تولید کود داشته باشد و یا به‌عنوان مکمل در فرآیند تولید خوراک دام مورد مصرف قرار گیرد (Alavi *et al.*, 2017).
در تحقیقی از دو پسماند ویناس و زغال زیستی به‌عنوان کود زیستی در مزارع پنبه (*Gossypium herbaceum* L.)، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) و سورگوم (*Sorghum bicolor* Moench (L.))، برای کاهش وابستگی به کودهای

زیست‌محیطی احتمالی پس از رها شدن این ترکیبات در محیط، زمینه بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و به‌صورت کلی افزایش باروری خاک فراهم گردد (Yang *et al.*, 2013).
ویناس ماده قهوه‌ای تیره با خواص ماده آلی بالا و شوری زیاد (۱۰۰ تا ۳۰۰ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد (Alavi *et al.*, 2017; Kusumaningtyas *et al.*, 2020). که یکی از محصولات جانبی در صنعت تولید اتانول، می‌باشد (Da Silva *et al.*, 2013). ویناس از عصاره‌گیری و تخمیر ملاس گیاهانی مانند نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.)، گندم (*Triticum aestivum* L.)، چغندرقد (*Beta vulgaris* L.) تولید می‌شود، به‌طوری‌که در تولید هر لیتر اتانول، هشت تا ۱۵ لیتر ویناس بر جای می‌ماند (Da Silva *et al.*, 2017; Alavi *et al.*, 2013). رها شدن ویناس در محیط‌زیست، این ماده می‌تواند سبب آلودگی محیط‌زیست و بوی ناخوشایند گردد (Reyes-Cabrera *et al.*, 2017; Kusumaningtyas *et al.*, 2020). از طرفی با وارد شدن این ماده در آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و با تجزیه شدن آن توسط میکروارگانسیم‌ها، به‌دلیل مقدار نیاز اکسیژن زیستی (Biochemical Oxygen Demand) بالای ویناس، کاهش میزان اکسیژن محلول مورد نیاز آبیان و در نهایت مرگ آن‌ها اتفاق می‌افتد (Tejada *et al.*, 2009; Yang *et al.*, 2013).
بنابراین استفاده صحیح از ویناس در خاک به‌منظور اصلاح و افزایش حاصلخیزی خاک به‌عنوان یک روش منطقی در راستای مقابله با این چالش شناخته می‌شود (Kusumaningtyas *et al.*, 2020). به‌طوری‌که کاربرد آن به‌صورت جایگزین کودهای شیمیایی یک راهکار اقتصادی و سودمند معرفی شده است (Silva *et al.*, 2016). ویناس با توجه به ماده اولیه تولیدکننده آن می‌تواند حاوی

افزایش عملکرد در واحد سطح با استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی می‌باشد. بنابراین ویناس به‌عنوان یک محصول جانبی در مقادیر زیادی با کمترین هزینه به‌عنوان یک کود آلی در دسترس می‌باشد. با توجه به لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در کشاورزی پایدار و در راستای افزایش بهره‌وری از کشت، انجام پژوهش در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و یا عدم مصرف این کودها، که کاربرد بالای آن‌ها سبب تخریب خاک و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود امری ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف امکان‌سنجی کاربرد ویناس به‌عنوان کود آلی بدون مصرف کودهای شیمیایی بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه ریحان و برخی ویژگی‌های رشدی مؤثر بر عملکرد این گیاه صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان واقع در شهر خرم‌آباد در سال ۱۳۹۷ با دمای روزانه و شبانه ۲۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد، طول مدت روشنایی ۱۶ ساعت و رطوبت ۶۰-۹۰ درصد انجام شد.

در پژوهش حاضر از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج سطح مختلف ویناس در سه تکرار در کشت گیاه ریحان استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل، شاهد (عدم استفاده از ویناس)، ۰/۱۹ درصد وزنی (۱/۹۲ گرم ویناس در کیلوگرم خاک)، ۰/۳۸ درصد وزنی (۳/۸۳ گرم ویناس در کیلوگرم خاک)، ۰/۵۷ درصد وزنی (۵/۷۳ گرم ویناس در کیلوگرم خاک) و ۰/۷۶ درصد وزنی (۷/۶۳ گرم ویناس در کیلوگرم خاک) بودند؛ که در گلدان‌های پلاستیکی شش کیلوگرمی دارای زهکش، با قطر دهانه و ارتفاع به‌ترتیب ۱۴ و ۲۰ سانتی‌متر اعمال گردیدند.

شیمیایی بهره بردند. نتایج مطالعه آن‌ها طی دو سال متوالی نشان داد که تلفیق این دو ماده علاوه بر بهبود ویژگی‌های رشدی گیاهان سبب بهبود ویژگی‌های خاک مانند افزایش حفظ رطوبت خاک و کاهش آبشویی نیترات شد. ویناس علاوه بر توانایی تأمین عناصر غذایی برای رشد گیاه می‌تواند به‌عنوان مالچ آلی عمل کرده و سبب افزایش نگهداری آب در خاک و مانع فرسایش خاک گردد (Jamili et al., 2015).

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* L. یکی از گونه‌های مهم جنس *Ocimum* است که در بسیاری از کشورهای جهان به‌عنوان یک گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌عنوان سبزی تازه کشت می‌گردد (Esetlili et al., 2016). ریحان گیاهی یک‌ساله، علفی، تقریباً بدون کرک، معطر و با ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است که متعلق به تیره نعناع می‌باشد (Esetlili et al., 2016).

وجود مواد و عناصر غذایی کافی در خاک، نقش عمده‌ای در عملکرد ریحان دارد (Dadvand Sarab et al., 2008)، به‌طوری‌که گیاه ریحان یک گیاه کاملاً وابسته به کود و مواد غذایی برای رشد شناخته شده است که به‌شدت به تیمارهای کودی واکنش نشان می‌دهد (Biesiada & Kus, 2010). در تحقیقی اثر چند نوع کود آلی و شیمیایی (کود گاوی، کود گوسفندی، کود مرغی، ورمی‌کمپوست، کودهای شیمیایی NPK) بر رشد گیاه ریحان مورد بررسی قرار گرفت و در مجموع نتایج حاکی از برتری کودهای آلی در شاخص‌های رشدی و صفات مورفولوژیک گیاه بود (Tahami et al., 2013).

در ایران تعداد هفت واحد کشت و صنعت نیشکر وجود دارد که سالیانه مقدار زیادی ملاس چغندر قند و نیشکر و در نهایت ویناس تولید می‌کنند. توجه به اهمیت گیاهان دارویی و سبزی‌ها، یکی از نکات مهم در تولید و پرورش آن‌ها

مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Tavaloli & Semnani, 2003).

پس از ترکیب ویناس با خاک گلدان‌ها مطابق با تیمارهای آزمایشی، تعداد ۱۰ عدد بذر ریحان سبز (رقم اردستانی) تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، در ماه آذر به عمق یک سانتی‌متر در هر گلدان کشت شد و پس از استقرار کامل گیاه، تعداد بوته در گلدان به پنج عدد کاهش یافت شد. در مدت رشد گیاهان در گلخانه، عملیات آبیاری تا رساندن خاک گلدان به رطوبت ظرفیت زراعی انجام شد و وجین علف‌های هرز به صورت دستی صورت پذیرفت (Jamili et al., 2015). همچنین با توجه به غلظت بالای عناصر غذایی (به جزء عنصر نیتروژن) در ویناس مورد استفاده، فقط کود نیتروژنه به خاک اضافه گردید. جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد، ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیتروژن از منبع کود اوره به صورت پایه و سرک (پس از استقرار کامل گیاه) به گلدان‌ها اضافه شد.

پیش از برداشت گیاه، شاخص کلروفیل برگ‌های گیاه آن‌ها با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (مدل Konica-SPAD502 PLUS - Minolta) اندازه‌گیری شد. در انتهای دوره رشد گیاه در گلخانه در بهمن ماه و پس از ۷۰ روز (قبل از مرحله گلدهی) برداشت شدند و نمونه‌های گیاهی تمام گلدان‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا به دو بخش ریشه و اندام هوایی تفکیک و هر یک از بخش‌ها به خوبی با آب معمولی و سپس با اسید کلریدریک ۰/۰۰۵ درصد شست‌وشو و مجدداً با آب معمولی و آب مقطر شسته شدند. پارامترهای رویشی گیاه شامل ارتفاع بوته و طول ریشه در ابتدا با خط‌کش اندازه‌گیری شدند. تعداد برگ‌ها در هر بوته به صورت دستی شمارش و برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح‌سنج نوری (مدل LI-

به منظور انجام این تحقیق خاک مورد نیاز از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان جمع‌آوری گردید. نمونه خاک پس از خشک شدن کوبیده شد و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد سپس برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مورد مطالعه قرار گرفت (جدول ۱). بافت خاک به روش هیدرومتری، قابلیت هدایت الکتریکی و pH خاک به ترتیب در گل اشباع و عصاره گل اشباع، کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر، نیتروژن خاک به روش کج‌لدال، فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب خاک به روش استخراج با استات آمونیوم یک مولار مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Tavaloli & Semnani, 2003).

ویناس مورد استفاده در این پژوهش، از حوضچه‌های تبخیری ویناس شرکت خمیرمایه و الکل رازی واقع در جنوب غربی استان خوزستان تهیه شد و پس از خشک شدن کوبیده شد و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد و جهت اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شد. به منظور آنالیز ویناس، جهت اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی و اسیدیته از سوسپانسیون یک به پنج (ویناس به آب مقطر) استفاده شد. همچنین کربن آلی به روش اکسیداسیون تر مورد بررسی قرار گرفت (Nelson & Sommers, 1982). جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر در ویناس از روش هضم خشک استفاده گردید و در عصاره تهیه شده غلظت نیتروژن به روش کج‌لدال با دستگاه کج‌لدال (مدل Behr labor-Technik)، فسفر قابل جذب به روش اولسن با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Mapada-UV 1100)، غلظت پتاسیم به روش نشر شعله‌ای با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر (مدل Corning 410) و مقدار کلسیم و منیزیم محلول نیز به روش کمپلکسومتری

شده غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم مطابق روش پیشنهاد شده توسط Tavaloli و Semnani (۲۰۰۳) و با استفاده از دستگاه‌های اشاره شده در قسمت آنالیز خاک، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 صورت گرفت و از آزمون توکی جهت مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد استفاده گردید. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

COR- 3100C) استفاده شد. سپس نمونه‌ها برای خشک شدن در آن تهویه‌دار (مدل UNpa 110 - Memmert) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و به منظور تعیین وزن خشک اندام هوایی و ریشه توزین گردیدند. در نهایت به منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر در گیاه، اندام هوایی و ریشه به صورت مجزا آسیاب گردید و پس از تولید خاکستر از گیاه، با استفاده از اسید کلریدریک دو مولار هضم خشک انجام شد (Tavaloli & Semnani, 2003). در عصاره تهیه

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	واحد	مقدار
رس	درصد	۶/۷۰
سیلت	درصد	۲۱/۸۴
شن	درصد	۷۱/۴۶
بافت خاک	-	شنی لومی
pH	-	۸/۱۱
هدایت الکتریکی (EC _e)	دسی‌زیمنس بر متر	۰/۷۰
کربن آلی	درصد	۰/۳۶
نیتروژن کل	درصد	۰/۰۳
فسفر قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱/۸۸
پتاسیم قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۸۱/۸۲

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی ویناس مورد مطالعه

ویژگی	واحد	مقدار
pH	-	۵/۲۱
هدایت الکتریکی (EC _e)	دسی‌زیمنس بر متر	۱۰۲/۰۰
کربن آلی	درصد	۳/۱۰
نیتروژن کل	درصد	۰/۵۶
فسفر قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۲۲/۱۵
پتاسیم محلول	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۶۳۳/۳۳
سدیم محلول	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۱۹۷/۰۵
کلسیم محلول	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۱۸۳/۲۰
منیزیم محلول	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۳۵۱/۱۰

نتایج و بحث

عناصر غذایی در اندام هوایی و ریشه گیاه

کلسیم و منیزیم) نشان داد که با افزایش مقدار ویناس مصرفی بر غلظت این عناصر در اندام‌های گیاهی افزایش یافت (جدول ۳). در اندام هوایی بیشترین غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم،

مقایسه میانگین اثر تیمارهای ویناس بر عناصر غذایی مورد بررسی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم،

پتاسیم می‌تواند یک منبع غنی از عناصر در کشاورزی محسوب گردد (Madejon *et al.*, 2001). مطالعات Martin-Olmedo و همکاران (۱۹۹۶) روی گیاه فستوکا (*Festuca arundinacea* L.) نیز نشان داد که کاربرد ویناس به صورت مؤثری سبب افزایش غلظت عناصر فسفر و پتاسیم در اندام‌های گیاهی شده و عملکرد گیاه را به صورت معنی‌داری افزایش می‌دهد. مطابق نتایج جدول ۲، غلظت پتاسیم در ویناس بسیار بالا می‌باشد (۶۳۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر) و این امر می‌تواند سبب افزایش جذب پتاسیم در گیاه گردد. گزارش شده است که در میان عناصر مغذی موجود در ویناس، به طور متوسط پتاسیم (به دلیل پتاسیم در ملاس) بیشترین غلظت را دارد و پس از آن گوگرد، منیزیم، نیتروژن، کلسیم و فسفر قرار دارد (Parsae *et al.*, 2019). در آزمایش حاضر نیز با افزایش کاربرد ویناس در خاک غلظت کلسیم و منیزیم گیاه افزایش یافته است. این یافته‌ها مشابه نتایج پژوهش Tejada و Gonzalez (۲۰۰۵) می‌باشد که در آزمایش آن‌ها با افزایش ویناس مصرفی غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم خاک به صورت معنی‌داری افزایش یافت. این محققان دلیل این امر را رهاسازی این عناصر از ترکیب ویناس بیان کردند. از آنجا که ویناس منبع بالقوه مواد آلی و عناصر غذایی گیاهان، به ویژه فسفر و پتاسیم می‌باشد؛ بنابراین با تأثیر بر افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک سبب تسهیل در جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه می‌گردد (Abd el halim Mahmoud *et al.*, 2019). با این وجود غلظت عناصر در ویناس با توجه به ماده اولیه تولیدکننده متفاوت می‌باشد.

کلسیم و منیزیم با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس مشاهده شد که به ترتیب ۱۱، ۲۵، ۲۸، ۲۰ و ۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (صفر درصد ویناس) افزایش داشتند. مقادیر این عناصر در ریشه گیاه نیز به ترتیب ۳۴، ۳۰، ۴۹، ۲۵ و ۳۲ درصد در مقایسه با شاهد بدون کاربرد ویناس افزایش یافت (جدول ۳). به طور کلی پس از کاربرد ویناس در خاک و به دنبال آن افزایش غلظت عناصر غذایی خاک، دسترسی گیاه به عناصر غذایی افزایش می‌یابد. این نتایج مشابه یافته‌های Oliveira و همکاران (۲۰۱۴) روی گیاه چغندر قند می‌باشد. این محققان گزارش نمودند که کود طبیعی ویناس به واسطه داشتن غلظت بالای عناصر غذایی، پتانسیل بسیار خوبی را برای جایگزین شدن با کودهای معدنی دارد. از طرفی تعدادی از محققان ویناس را به دلیل دارا بودن مقدار زیاد عناصری مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به عنوان کود آلی معرفی کردند که می‌تواند سبب تسهیل انتقال عناصر غذایی از خاک به گیاهان گردد (Tejada & Gonzalez, 2005; Alavi *et al.*, 2017; Garcia *et al.*, 2017; Kusumaningtyas *et al.*, 2018). مطالعات Tejada و Gonzalez (۲۰۰۵) نشان داد که مصرف مقادیر شش و ۱۰ تن در هکتار از ویناس در خاک سبب افزایش مقدار نیتروژن گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌گردد. همچنین ویناس با افزایش غلظت فسفر و دیگر عناصر غذایی در دسترس گیاه می‌تواند سبب افزایش عملکرد گیاه گردد، زیرا فسفر نقش مهمی را در ریشه‌زایی و رشد و باردهی گیاه ایفا کرده و به توسعه ریشه گیاه کمک می‌کند (Alam *et al.*, 1989)، گزارش شده است که ویناس به علت دارا بودن ترکیبات آلی فراوان و غلظت بالای نیتروژن و

جدول ۳- تأثیر کاربرد ویناس بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در اندام‌های هوایی و ریشه ریحان

غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی (میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک)					درصد وزنی ویناس
منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	در خاک
۰/۷۹ ^b	۱/۵۴ ^b	۱/۰۸ ^c	۰/۲۸ ^b	۱/۷۲ ^c	صفر
۰/۸۸ ^{ab}	۱/۶۶ ^{ab}	۱/۲۵ ^b	۰/۲۹ ^b	۱/۷۹ ^{bc}	۰/۱۹
۰/۸۹ ^{ab}	۱/۷۰ ^{ab}	۱/۳۲ ^{ab}	۰/۳۲ ^{ab}	۱/۸۶ ^{ab}	۰/۳۸
۰/۹۷ ^{ab}	۱/۸۱ ^a	۱/۳۳ ^{ab}	۰/۳۲ ^{ab}	۱/۰۴ ^{ab}	۰/۵۷
۱/۴۴ ^a	۱/۸۵ ^a	۱/۳۹ ^a	۰/۳۵ ^a	۱/۹۲ ^a	۰/۷۶

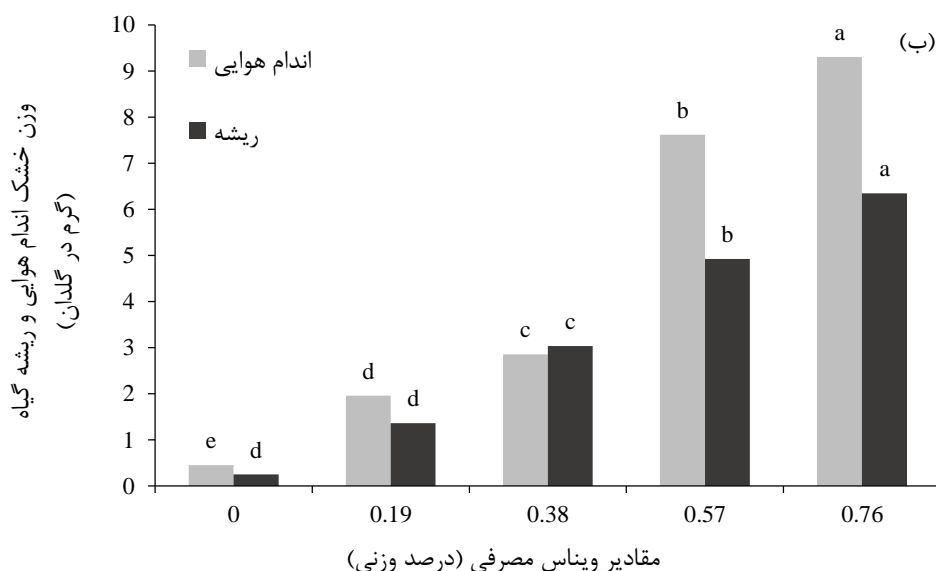
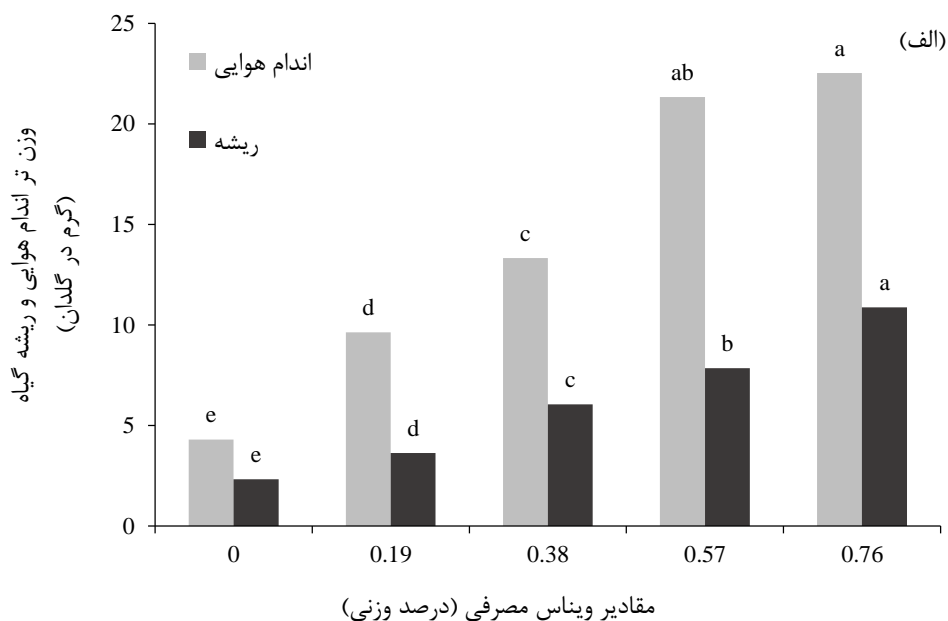
غلظت عناصر غذایی در ریشه (میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک)					درصد وزنی ویناس
منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	در خاک
۰/۷۸ ^b	۱/۵۴ ^b	۱/۰۷ ^b	۰/۲۶ ^b	۱/۵۳ ^b	صفر
۰/۸۴ ^{ab}	۱/۶۴ ^{ab}	۱/۱۲ ^b	۰/۲۹ ^{ab}	۱/۸۰ ^a	۰/۱۹
۰/۸۶ ^{ab}	۱/۷۳ ^{ab}	۱/۲۵ ^b	۰/۲۸ ^{ab}	۱/۸۵ ^a	۰/۳۸
۰/۹۳ ^{ab}	۱/۸۰/۰۳ ^a	۱/۲۹ ^b	۰/۳۱ ^{ab}	۱/۸۷ ^a	۰/۵۷
۱/۰۳ ^a	۱/۸۳ ^a	۱/۶۰ ^a	۰/۳۴ ^a	۲/۰۶ ^a	۰/۷۶

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

از آنجا که با افزایش مقدار ویناس کاربردی مقدار عناصر غذایی بیشتری در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، رشد و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که ارتباط مستقیمی بین میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه و افزایش وزن خشک گیاه وجود دارد؛ زیرا نیتروژن یکی از محدود کننده‌ترین عناصر غذایی است که کمبود آن سبب کاهش وزن و عملکرد گیاه می‌گردد (Faroni et al., 2009; Da Silva et al., 2020). همچنین نتایج مطالعات Eissa (۲۰۱۶) روی کاربرد سطوح مختلف ویناس چغندر قند نشان داد این ماده توانست ویژگی‌های رشدی گیاه شورپسند (*Atriplex undulate*) را بهبود بخشد؛ که این موضوع با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه ریحان

نتایج مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف ویناس بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه ریحان در شکل ۱ قابل مشاهده است. نتایج نشان دهنده افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه با افزایش سطوح ویناس مصرفی می‌باشد. بیشترین وزن تر اندام هوایی و ریشه با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس حاصل شد که مقادیر آن‌ها نسبت به عدم کاربرد ویناس به ترتیب ۵/۲ و ۴/۷ برابر افزایش یافت، در حالی که وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه نسبت به عدم کاربرد ویناس به ترتیب ۲۰ و ۲۵ برابر افزایش داشتند (شکل ۱ الف و ب).



شکل ۱- وزن تر (الف) و خشک (ب) اندام‌های هوایی و ریشه گیاه ریحان تحت تأثیر سطوح مختلف کاربرد ویناس در خاک

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

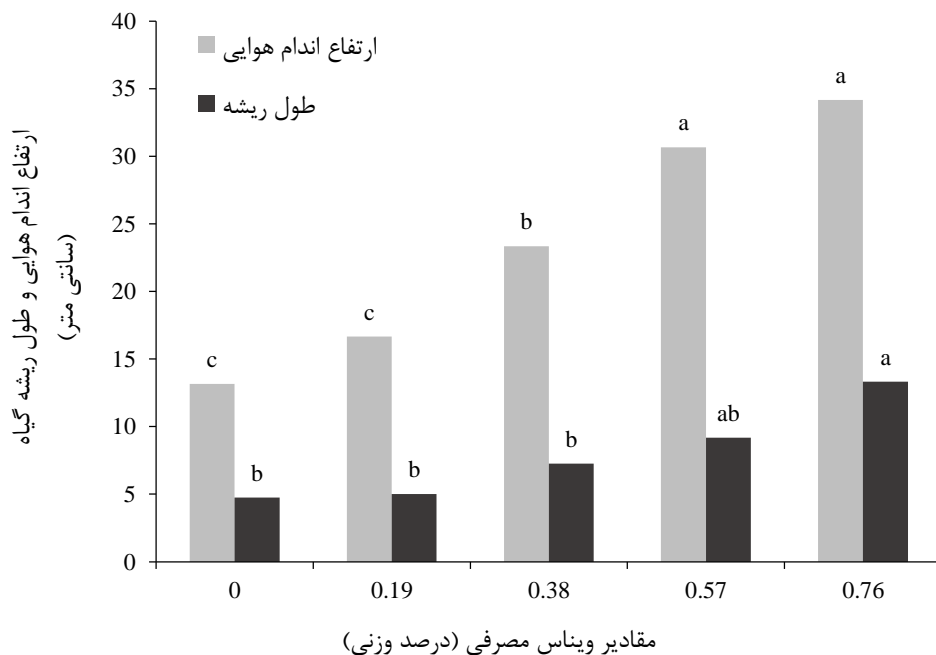
ارتفاع بوته و طول ریشه

رشد و بهبود ویژگی‌های رشدی و گیاه ریحان و حاصلخیزی خاک بسیار با اهمیت هستند. بنابراین با افزودن ویناس با حداکثر مقدار ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس، افزایش ۲/۵ و ۲/۸ برابری به ترتیب در ارتفاع بوته و طول ریشه نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد ویناس) مشاهده شد (شکل ۲). این

نتایج بررسی ارتفاع بوته و طول ریشه گیاه ریحان نشان داد که با افزایش مقدار ویناس مصرفی در خاک، ارتفاع بوته و ریشه گیاه به صورت معنی‌داری افزایش یافته است (شکل ۲). در ترکیب ویناس عناصر مغذی فراوانی وجود دارد (جدول ۲) که برای

جوانه‌زنی گیاهچه، سرعت پنجه‌زنی، ارتفاع بوته ایجاد نمود. مطالعات انجام شده بر روی برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) مانند ارتفاع، تعداد برگ و قطر ساقه گیاه نیز نشان داد که افزودن ویناس در سطوح مختلف به خاک زیر کشت گیاه، موجب افزایش این خصوصیات در طی دوره رشد می‌گردد (Kusumaningtyas et al., 2018).

نتایج با یافته‌های Madejon و همکاران (۱۹۹۵) مطابقت دارد. آن‌ها با کاربرد تیمارهای کمپوست کتان (*Linum usitatissimum* L.)، ویناس و لئوناردیت به ترتیب ۵۰، ۴۰ و ۱۰ درصد افزایش ارتفاع در گیاه ذرت را مشاهده کردند. همچنین Yang و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد ویناس به‌عنوان کود آلی در کشت نیشکر گزارش نمودند که تیمار ویناس سبب افزایش معنی‌دار عملکرد نیشکر گردید و بهبود قابل‌توجهی در میزان



شکل ۲- ارتفاع بوته و طول ریشه گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف کاربرد ویناس در خاک (حروف دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند).

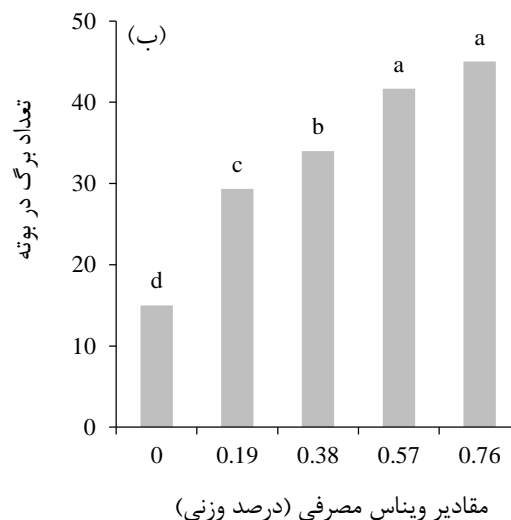
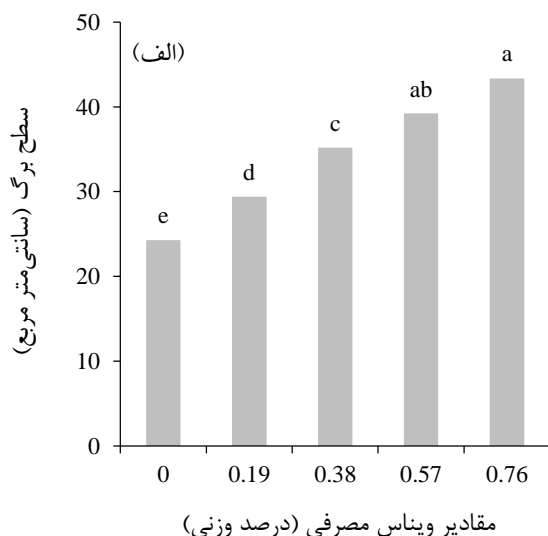
کاربرد ویناس سبب افزایش سطح برگ و تعداد برگ در گیاه ریحان گردید که این بهبود رشد می‌تواند به افزایش فتوسنتز در گیاه نسبت داده شود که این با یافته‌های حاصل از تحقیقات Yang و همکاران (۲۰۱۲) و Eissa و همکاران (۲۰۱۶) در گیاهان نیشکر و گیاه شورپسند *Atriplex undulate* سازگار است. همچنین با افزایش سطح برگ گیاه، رخ می‌دهد که این مورد با بررسی شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده در برگ گیاه قابل

سطح، تعداد و شاخص کلروفیل برگ

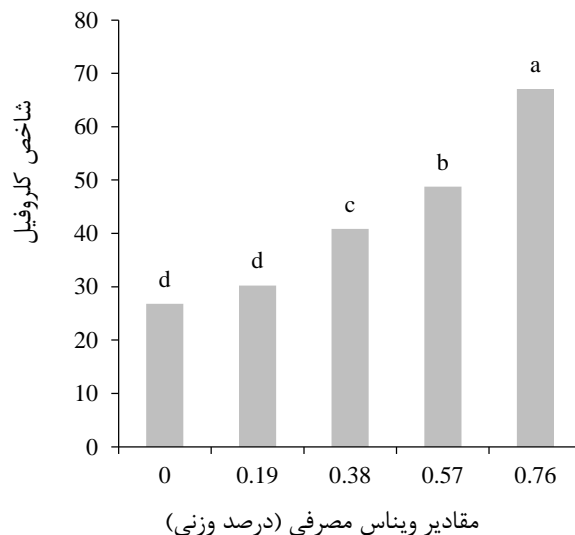
سطح برگ و همچنین تعداد برگ گیاه تحت تأثیر تیمارهای ویناس افزایش معنی‌داری نشان دادند، به‌طوری‌که این ویژگی‌ها با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس به حداکثر مقدار خود رسیدند (شکل ۳ الف و ب). سطح برگ و تعداد برگ با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس نسبت به عدم کاربرد ویناس به ترتیب ۱/۸ و ۱/۷ برابر افزایش یافتند (شکل ۳ الف و ب).

(شکل ۴). مقدار شاخص کلروفیل در تیمار ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس برابر ۶۷ بود که بیش از ۲/۵ برابر نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد ویناس) افزایش نشان داد (شکل ۴).

تأیید می‌باشد (شکل ۴). شاخص کلروفیل برگ گیاه ریحان تحت تأثیر ویناس استفاده شده در خاک به صورت معنی‌داری افزایش یافت و به حداکثر مقدار خود در تیمار ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس رسید



شکل ۳- سطح برگ (الف) و تعداد برگ (ب) گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف کاربرد ویناس در خاک میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.



شکل ۴- شاخص کلروفیل برگ گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف کاربرد ویناس در خاک میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

بالاتر ویناس به صورت مؤثری افزایش یافت. این نتایج با رابطه همبستگی پیرسون ($p < 0.01$) و $r = 0.79$ بین غلظت نیتروژن اندام هوایی گیاه و

نتایج پژوهش حاضر به خوبی نشان داد که شاخص کلروفیل برگ با افزایش غلظت نیتروژن اندام هوایی تحت تأثیر تیمارهای حاوی مقادیر

گزارش نمودند که مقدار کلروفیل در گیاه ارتباط مستقیمی با مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه دارد. Yang و همکاران (۲۰۱۲) نیز با کاربرد ویناس به عنوان کود آلی در کشت نیشکر، افزایش نیتروژن گیاه، کلروفیل برگ و عملکرد گیاه را گزارش نمودند که یافته‌های پژوهش حاضر منطبق با نتایج آن‌ها بود.

شاخص کلروفیل برگ نیز قابل تأیید است (جدول ۴)، که نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین این دو متغیر می‌باشد. از آنجا که غلظت نیتروژن ویناس خیلی بالا نبود این نتایج را می‌توان به اثر مثبت ویناس در بهبود کیفیت رشد ریشه و جذب بیشتر نیتروژن در محیط ریزوسفر پس از افزودن کود اوره نیز نسبت داد. Da Silva و همکاران (۲۰۲۰)

جدول ۴- همبستگی پیرسون بین غلظت نیتروژن اندام هوایی و شاخص کلروفیل برگ گیاه

شاخص کلروفیل برگ		متغیرها
p	r	
۰/۰۰۱	۰/۷۹**	غلظت نیتروژن اندام هوایی

** معنی‌داری در سطح یک درصد

معنی‌داری داشتند. از این رو با توجه به حجم بالای ویناس حاصل از کارخانه‌ها الکل‌سازی، این ماده می‌تواند به عنوان اصلاح‌کننده خاک و منبع کود آلی با مدیریت و دقت کافی برای تولید برخی محصولات کشاورزی از جمله ریحان به کار رود. همچنین باید توجه نمود که به دلیل غلظت بالای برخی ترکیبات و عناصر در ویناس و به دنبال آن ایجاد شوری بالا در این ماده، در مقدار مصرف ویناس در خاک دقت لازم به کار گرفته شود. بنابراین بررسی مقدار عناصر غذایی و شوری ایجاد شده در خاک در کاربردهای متوالی ویناس در خاک باید مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از مسئولین و کارشناسان آزمایشگاه مرکزی دانشگاه لرستان به جهت همکاری و انجام برخی آزمایش‌ها کمال تشکر را دارند.

نتیجه‌گیری کلی

امکان استفاده مجدد از ضایعات آلی کشاورزی از جمله ویناس علاوه بر اثرات مثبت آن‌ها بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین باروری خاک‌ها، گامی اساسی در مقابله با اثرات منفی احتمالی این ترکیبات در محیط‌زیست می‌باشد. مطابق یافته‌های پژوهش حاضر ویناس می‌تواند غلظت و دسترسی عناصر غذایی مفید خاک را افزایش داده و سبب بهبود شرایط رشد گیاه ریحان گردد. به طوری که عناصر غذایی مهم مورد نیاز گیاه ریحان از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم با کاربرد ۰/۷۶ درصد وزنی ویناس در خاک به مقدار مطلوبی در دسترس ریشه گیاه قرار گرفت و در پی آن مقدار وزن تر و خشک، ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد برگ و شاخص کلروفیل برگ که از عوامل مهم افزایش عملکرد گیاه می‌باشند افزایش

References

- Abd el halim Mahmoud, S., Siam, H. S., Taalab, A. S. & El-Ashry, S. M. (2019). Significant use of vinasse as a partial replacement with chemical fertilizers sources for spinach and barley production and their effect on growth and nutrients composition of plant. *Plant Archives*, 19(1), 1593-1600.

- Alam, S. M., Naqvi, S. S. M. & Azimi A. R. (1989). Effect of salt stress on growth of tomato. *Pakistan Journal Scientific & Industrial Research*, 32, 110-113.
- Alavi, N., Daneshpajou, M., Shirmardi, M., Goudarzi, G., Neisi, A. & Babaei, A. A. (2017). Investigating the efficiency of co-composting and vermicomposting of vinasse with the mixture of cow manure wastes, bagasse, and natural zeolite. *Waste Management*, 69, 117-126.
- Biesiada, A. & Kus, A. (2010). The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yielding and nutritional status of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 9(2), 3-12.
- Da Silva, A., Rossetto, R., Bonnacine, J., Piemonte, M. & Muraoka, T. (2013). Net and potential nitrogen mineralization in soil with sugarcane vinasse. *Sugar Tech*, 15(2), 159-164.
- Da Silva, A. M. R., Lopes, I. G., Braos, L. B. & da Cruz, M. C. P. (2020). Nitrogen mineralization and sugarcane growth in soils fertilized with vinasse. *Sugar Tech*, 22(6), 1076-1085.
- Dadvand Sarab, M., Naghdi Badi, H., Nasri, M., Makkizadeh, M. & Omid, H. (2008). Changes in essential oil content and yield of basil in response to different levels of nitrogen and plant density. *Journal of Medicinal Plants*, 3, 60-70. (In Farsi)
- Eissa, M. A. (2016). Effect of sugarcane vinasse and EDTA on cadmium phytoextraction by two saltbush plants. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(10), 10247-10254.
- Engström, L., Stenberg, M., Wallenhammar, A. C., Stahl, P. & Gruvaeus, I. (2014). Organic winter oilseed rape response to N fertilisation and preceding agroecosystem. *Field Crops Research*, 167, 94-101.
- Esetlili, B. C., Ozturk, B., Cobanoglu, O. & Anac, D. (2016). Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) and potassium fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 39(1), 35-44.
- Faroni, C. E., Trivelin, P. C. O., Franco, H. C. J., Vitti, A. C., Otto, R. & Cantarella, H. (2009). Estado nutricional da cultura de cana-de-acucar (cana-planta) em experimentos com 15N. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 33(6), 1919-1927.
- Garcia, C. F. H., de Souza, R. B., de Souza, C. P., Christofolletti, C. A. & Fontanetti, C. S. (2017). Toxicity of two effluents from agricultural activity: comparing the genotoxicity of sugar cane and orange vinasse. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 142, 216-221.
- Jamili, T., Khalilimoghadam, B. & Shahbazi, E. (2015). Investigation of water holding capacity of sugarcane mulch for sand dune stabilization in Ahvaz. *Journal of Water and Soil*, 29(5), 1278-1287. (In Farsi)
- Kusumaningtyas, R. D., Oktafiani, O., Hartanto, D. & Handayani, P. A. (2018). Effects of solid vinasse-based organic fertilizer on some growth indices of tomato plant. *Journal Bahan Alam Terbarukan*, 6(2), 190-197.
- Kusumaningtyas, R. D., Hartanto, D., Rohman, H. A. & Qudus, N. (2020). Valorization of sugarcane-based bioethanol industry waste (vinasse) to organic fertilizer. In *Valorisation of Agro-industrial Residues—Volume II: Non-Biological Approaches* (pp. 203-223). Springer, Cham.
- Lim, S. L. & Wu, T. Y. (2016). Characterization of matured vermicompost derived from valorization of palm oil mill byproduct. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(8), 1761-1769.

- Madejon, E., Diaz Blanco, M. J., Lopez Nunez, R., Murillo Carpio, J. M. & Cabrera, F. (1995). Corn fertilization with three (sugarbeet) vinasse composts. *Fresenius Environmental Bulletin*, 4, 232-237.
- Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J. M. & Cabrera, F. (2001). Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84(1), 55-65.
- Moraes, B. S., Junqueira, T. L., Pavanello, L. G., Cavalett, O., Mantelatto, P. E., Bonomi, A. & Zaiat, M. (2014). Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane biorefineries in Brazil from energy, environmental, and economic perspectives: Profit or expense?. *Applied Energy*, 113, 825-835.
- Nelson, D. W. & L. E. Sommers. (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter, PP. 539-580, In: D. R. Parker., A. L. Page & D. N. Thomason (Eds.), *Methods of Soil Analysis. ASA and SSSA.* (pp. 539-580). Inc., Madison, WI, Monogr.
- Oliveira, W. S., Brito, M. E. B., Alves, R. A. B., dos Santos Souza, A. & da Silva, E. G. (2014). Cultivo da cana-de-acucar sob fertirrigacao com vinhaca e adubacao mineral. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel*, 9, 1-5.
- Martin-Olmedo, P., Cabrera, F., Lopez, R. & Murillo, J. M. (1996). Residual effects of sugar beet vinasse on plant growth. In *Fertilizers and Environment* (pp. 527-531). Springer, Dordrecht.
- Parnaudeau, V., Condom, N., Oliver, R., Cazevieille, P. & Recous, S. (2008). Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. *Bioresource Technology*, 99(6), 1553-1562.
- Parsaee, M., Kiani, M. K. D. & Karimi, K. (2019). A review of biogas production from sugarcane vinasse. *Biomass and Bioenergy*, 122, 117-125.
- Reyes-Cabrera, J., Leon, R. G., Erickson, J. E., Rowland, D. L., Silveira, M. L. & Morgan, K. T. (2017). Differences in biomass and water dynamics between a cotton-peanut rotation and a sweet sorghum bioenergy crop with and without biochar and vinasse as soil amendments. *Field Crops Research*, 214, 123-130.
- Rezaee Moadab, A., Nabavi Kalat, S. M. & Sadrabadi Haghghi, R. (2013). Effects of biological fertilizer and vermicompost on vegetative yield and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.) under Mashhad climatic conditions. *Journal of Agroecology*, 5, 350-362. (In Farsi)
- Robles-Gonzalez, V. (2011). *Integrated treatment of mescal vinasses for depuration and discharge*. Ph. D. Thesis. ENCB del INP. Mexico DF Mexico.
- Jamali, Z. S., Astaraei, A. R. & Emami, H. (2015). Effects of humic acid, compost and phosphorus on growth characteristics of basil herb and concentration of micro elements in plant and soil. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6, 187-205. (In Farsi)
- Silva, J. G. D., de Carvalho, J. J., da Luz, J. M. R. & da Silva, J. E. C. (2016). Fertigation with domestic wastewater: uses and implications. *African Journal of Biotechnology*, 15(20), 806-815.
- Soni, N., Leon, R., Erickson, J. & Ferrell, J. (2013). Vinasse and biochar effect on germination of three weed species. In: *The National Institute of Food and Agriculture/USDA*, 3-6 Nov., The University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. Weed Technology, Tampa, Florida, pp. 694-702.

- Stenberg, M., Engstrom, L., Wallenhammar, A. C., Gruvaeus, I. & Loof, P. J. (2013). Nitrogen management strategies in organic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) production. *Organic Agriculture*, 3, 71-82.
- Tahami, S. M. K., Rezvani Moghaddam, P. & Jahan, M. (2013). Effects of various organic and chemical fertilizers on growth indices of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*, 5, 363-372. (In Farsi)
- Tavaloli, H. & Semnani, A. (2003). *Methods of analysis of soils, plants waters and fertilizers* (1th ed.) Shahid Chamran University. (In Farsi)
- Tejada, M. & Gonzalez, J. L. (2005). Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affects soil properties and yield. *European Journal of Agronomy*, 23(4), 336-347.
- Tejada, M., Garcia-Martinez, A. M. & Parrado, J. (2009). Effects of a vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration. *Catena*, 77(3), 238-247.
- Yang, L. T., Mo, F. L., Zhu, Q. Z., Li, N., Ou, Z. X. & Li, Y. R. (2012). Effect of vinasse application on sugarcane growth and yield. *Journal of Southern Agriculture*, 43(1), 18-21.
- Yang, S. D., Liu, J. X., Wu, J., Tan, H. W. & Li, Y. R. (2013). Effects of vinasse and press mud application on the biological properties of soils and productivity of sugarcane. *Sugar Tech*, 15(2), 152-158.