

مطالعه اثر کمپوست لجن فاضلاب تصفیه خانه بهداشتی محمود آباد بر رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک گونه گیاهی وتیور

شهرام لاسمی^۱

sh_lasemi@yahoo.com

ابراهیم علایی^۲

رضا ارجمندی^۳

امیر حسام حسنی^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف بیش از اندازه از کودهای شیمیایی، می‌توان مشاهده کرد که توجه به کشاورزی پایدار و مبتنی بر کودهای زیستی همواره از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. فرایند کمپوست سازی از یک طرف به پاکسازی محیط از آلاینده‌ها کمک می‌کند و از سوی دیگر به علت دارا بودن مقادیر قابل توجه عناصر غذایی به عنوان یک کود آلی در کشاورزی می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد.

روش بررسی: در حال حاضر راه حل‌های نوین موثر با هدف تصفیه فاضلاب‌ها منجر به بهبود کیفیت پساب نهایی شده است که حجم لجن فاضلاب تولید شده را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. این تحقیق وضعیت مدیریت زیست محیطی لجن فاضلاب تصفیه خانه بهداشتی مجتمع ورزشی و آموزشی صنعت نفت محمود آباد وابسته به شرکت ملی نفت، به منظور تولید کمپوست و اثر کمپوست این لجن را بر رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک گونه گیاهی وتیور بررسی نموده است.

یافته ها: لجن مورد استفاده در این مطالعه حاضر توصیفی-مقطعی از بسترهای لجن خشک‌کن تصفیه‌خانه فاضلاب مجتمع ورزشی و آموزشی صنعت نفت محمود آباد تهیه و روش مورد استفاده کمپوست هوازی لجن به صورت ویندرو بود. آزمایش با سه تکرار بر روی گیاه

۱- دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، گروه مهندسی محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۲- دانشیار، پژوهشکده محیط زیست و بیوتکنولوژی، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران.

۳- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه مهندسی محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه مهندسی محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

علفی وتیور و در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت. میزان رشد طولی گیاه و تغییر کلروفیل ارزیابی گردید که نشان داد کمپوست حاصل اثردهی مطلوبی دارد.

بحث و نتیجه گیری: بدین ترتیب شرایط محیطی و نیازهای تغذیه‌ای گیاهان، نشان می‌دهد که کودهای زیستی و بویژه کمپوست حاصل از فرآوری فاضلاب‌ها، می‌تواند نقش مثبتی در رشد و عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی ایفا کند. **مقایسه کیفیت کود شیمیایی با کود کمپوست** در این آزمایش سه مرحله‌ای تولید کمپوست از لجن فاضلاب انجام گرفته است. که نشان می‌دهد کمپوستهای حاصل از لجن فاضلاب علاوه بر اینکه به میزان قابل توجهی بهره‌وری رشد گیاهان را افزایش می‌دهند برخلاف کودهای شیمیایی اثرات جانبی مضر را در محیط زیست و محصولات کشاورزی به جای نمی‌گذارند.

واژه‌های کلیدی: لجن فاضلاب تصفیه خانه بهداشتی، محمودآباد، کمپوست، گیاه وتیور.

Studying the effect of sewage sludge compost on the growth and some physiological characteristics of Vetiver plant

Shahram Lasmi ^{1*}

sh_lasemi@yahoo.com

Ebrahim Alaei ²

Reza Arjamandi ³

Amir Hossam Hosni ⁴

Date of Acceptance: April 15, 2023

Date of Submission: December 13, 2022

Abstract

Background and Objective: Considering the harmful environmental effects caused by the excessive use of chemical fertilizers, it can always be seen that paying attention to sustainable agriculture becomes more important. On the one hand, the composting process helps to clean the environment from pollutants, and on the other hand, it is used as an organic fertilizer in agriculture due to the presence of significant amounts of nutrients.

Material and Methodology: At present, effective new solutions aimed at purifying sewage have led to the improvement of the quality of the final effluent, although it should be noted that it increases the volume of sewage sludge produced to a significant extent. This research has investigated the environmental management status of the sewage sludge of the health treatment plant of Mahmoud Abad oil industry sports and educational complex, affiliated with National Oil Company, in order to produce compost and the effect of composting this sludge on the growth and some physiological characteristics of Vetiver plant species.

Findings: The sludge used in this descriptive-sectional study was prepared from the drying sludge beds of the wastewater treatment plant of the Mahmoud Abad oil industry sports and educational complex and the method used was aerobic composting of the sludge in the form of the windrow. The experiment was carried out with three repetitions on a vetiver grass plant and in greenhouse conditions.

Discussion and Conclusion: The rate of plant growth and chlorophyll change was recorded in a way that proved that the compost had a favorable effect. According to the environmental conditions and nutritional needs of plants, it can be claimed that bio fertilizers and especially compost from wastewater processing can play a positive role in plant growth and performance in drought-stress conditions.

Keywords: Sewage sludge of sanitary treatment plant, Mahmudabad, Compost, Vetiver plant.

1- Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Unit, Department of Environmental Engineering, Tehran, Iran. **(Corresponding Author)*

2- Associate Professor, Environment and Biotechnology Research Institute, Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Unit, Environmental Management Department, Tehran, Iran.

4- Associate Professor, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Unit, Department of Environmental Engineering, Tehran, Iran.

مقدمه

یکی از روش‌های کشت که از جایگاه ارزشمندی برخوردار می‌باشد روش کشت ارگانیک است که در کشورهای اروپایی در دهه‌های ۸۰-۹۰ از ۱۰۰۰۰۰ هکتار به بیش از ۸ میلیون هکتار افزایش داشته است. هدف از این نوع کشت‌ها، افزایش مواد آلی خاک و در نتیجه افزایش حاصلخیزی خاک در مدت طولانی می‌باشد. بهره‌گیری از باقی مانده مواد آلی به خصوصیات کمی و کیفی آن‌ها، شرایط اقلیمی، نوع گیاهان، خاک‌زیان و عوامل خاک و نحوه مدیریت بستگی دارد. مواد آلی خاک حاوی منابع سرشار مغذی به فرم آلی می‌باشند. فرآیند تهیه کمپوست از فضولات دامی، طیور، لجن فاضلاب‌ها، ضایعات جامد شهری و غیره را شامل می‌شود که به تنهایی یا به صورت مخلوط از این ضایعات استفاده می‌گردد (۱، ۲).

کمپوست‌ها باقی مانده مواد آلی می‌باشند که توسط میکروارگانیسم‌ها در شرایط خاص دمایی، رطوبت و اکسیژن تبدیل به مواد پوسیده و هوموس می‌شوند، تا محیطی مغذی، یکنواخت، عاری از ویروس و باکتری و دارای شرایط لازم برای رشد و نمو فراهم کنند. در طی فرآیند کمپوست هوازی لجن تصفیه خانه فاضلاب، مواد آلی موجود در لجن در حضور هوا تجزیه می‌شود و به دی اکسید کربن، آب و گرما تبدیل خواهد شد. لجن‌های فاضلاب باعث بهبود در ویژگی‌های فیزیکی خاک همچون هدایت هیدرولیکی، پایداری در خاکدانه‌ها، تهویه و رطوبت خاک، تخلخل و ظرفیت حفظ آب در خاک (به دلیل وجود مواد آلی فاضلاب) می‌شود.

چنین لجنی به دلیل تقویت قابلیت جذب عناصر غذایی، عملکرد گیاهان را نیز افزایش می‌دهد. لجن فاضلاب سرشار از عناصر غذایی نیتروژنی، فسفر، پتاسیم و کلسیم می‌باشد و می‌توان آن را به عنوان یک منبع غذایی مهم برای گیاهان استفاده کرد. همچنین، این نوع لجن، حاوی مقادیر متفاوتی از عناصر کم مصرف می‌باشد که به آهستگی در خاک رها می‌شوند؛ به همین

دلیل، کاربرد لجن فاضلاب باعث افزایش عناصر در خاک و پوشش گیاهی و نیز افزایش مواد آلی در خاک می‌شود (۳، ۴). این پژوهش با هدف بررسی وضعیت مدیریت زیست محیطی لجن فاضلاب تصفیه خانه بهداشتی مجتمع ورزشی و آموزشی صنعت نفت محمود آباد وابسته به شرکت ملی نفت، به منظور تولید کمپوست و اثر کمپوست لجن فاضلاب تصفیه خانه بهداشتی بر رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک گونه گیاهی وتیور انجام گردید.

مواد و روش

این تحقیق بطور مشترک در مجتمع ورزشی و آموزشی صنعت نفت محمود آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و پژوهشگاه صنعت نفت واقع در تهران، در تاریخ ۱۳۹۹/۰۸/۰۷ آغاز شد.

لجن فاضلاب مورد استفاده در این تحقیق از تصفیه‌خانه مجتمع ورزشی آموزشی صنعت نفت محمود آباد تهیه گردید و با هدف انجام تجزیه‌های شیمیایی و تولید کمپوست مناسب در خاک گلدان، خشک شد. پس از خشک کردن جهت استفاده برای تهیه کمپوست، لجن مورد نظر آسیاب و از الک ۲ میلی متر گذرانده شد.

برای بررسی امکان تولید کمپوست از لجن فاضلاب شهری موجود در تصفیه خانه محمود آباد، آزمایش‌هایی با طرح‌هایی تصادفی انجام گردید. بستر اولیه که متشکل از مخلوط چپ ست^۱ و برگ درخت بود، به میزان ۵٪ به عنوان حجم دهنده و یا حجیم کننده به تیمارهای مختلف برگ درخت و چپ ست و لجن فاضلاب شامل تصفیه خانه اضافه شده و سپس در ظرف‌های پلاستیکی گلدانی شکل (زه کش دار) با تهویه مناسب ریخته شد و به مدت یک ماه در شرایط رطوبت و حرارت مناسب نگهداری و کنترل شد. مواد حجیم کننده شامل چپ ست، برگ درختان مورد استفاده نیز از گلخانه‌های واقع در مجتمع محمود آباد تهیه و پس

۱- چپ ست: قطعات چوبی چپسی شکل و کوچک که بوسیله ابزارهای مخصوص به این شکل تبدیل می‌شوند.

گلدان شماره ۱: گلدان شاهد، به خاک هیچ گونه کود و یا کمپوستی اضافه نشد.

گلدان شماره ۲: به ازای هر یک کیلوگرم خاک یک کیلوگرم کمپوست صنعتی اضافه شد.

گلدان شماره ۳: به ازای هر یک کیلوگرم خاک یک کیلوگرم کمپوست تهیه شده از تصفیه خانه مجتمع محمود آباد اضافه شد. گلدان شماره ۴: به ازای هر یک کیلوگرم خاک یک گرم کود اوره اضافه شد.

این گیاه شرایط سخت را به خوبی تحمل می کند. حتی در مواردی مشاهده شده است که پس از آتش سوزی جنگل جزء اولین گیاهانی می باشد که دوباره شروع به رشد می کنند (۷). دمای ۲۵ درجه برای رشد ریشه ی این علف بسیار مطلوب است. وتیور گیاهی می باشد که با خاک ها و آب و هوای متنوع خود را وفق می دهد و در آن رشد می کند (۸).

نتایج

به منظور بررسی تغییرات در گیاه هدف، گیاه وتیور در تمامی گلدان ها به طول ۷۰ سانتی متر کوتاه شد. سپس با دستگاه کلروفیل سنج در زمان های متفاوت و ۴ تکرار کلروفیل گیاه در هر گلدان بررسی شد.

نتایج بدست آمده در خصوص تأثیر مخلوط خاک و کمپوست بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه وتیور کشت شده در جدول ۴ و نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ مشخص شده است. به طور کلی بیشترین ارتفاع بوته در تیمارهای کمپوست محمودآباد و خاک اوره مشاهده شد که نسبت به یکدیگر تفاوت معنی داری نداشته، اما در مقایسه با سایر تیمارها اختلاف معنی دار بود.

اندازه گیری کلروفیل اولیه

از آسیاب کردن، از الک ۲ میلی متر عبور داده شد و بعد از آن آزمایشات شیمیایی بر روی آن ها انجام گرفت (۵).

در اجرای این طرح از گیاه وتیور استفاده شد، بدین گونه که در ابتدا عملیات آماده سازی کمپوست انجام شد. ابتدا ۴ گلدان بزرگ انتخاب شد و با نسبت های معینی از خاک و کمپوست و خاک و کود در آن ریخته شد. اولین گلدان (شماره ۱) به عنوان بدون کود، شاهد در نظر گرفته شد و فقط ۴ کیلو خاک در آن قرار گرفت. دومین گلدان (شماره ۲) با نسبت ۱:۳ کمپوست صنعتی به خاک اضافه شد. سومین گلدان (شماره ۳) با همان نسبت قبلی به خاک گلدان، کمپوست تهیه شده از تصفیه خانه محمود آباد اضافه شد و چهارمین گلدان (گلدان ۴) به ازای هر یک کیلوگرم خاک، یک گرم کود اوره اضافه شد (۶).

در اجرای این طرح از کاشت گیاه وتیور استفاده شد و در ابتدا عملیات آماده سازی خاک های گلدان به نحو مطلوب قبل از کاشت انجام گرفت و نمونه ای از خاک و مواد حاصل از تصفیه خانه محمودآباد و کمپوست، جهت آزمون خاک به آزمایشگاه خاک شناسی منتقل شد و سپس نقشه آزمایش بر روی خاک و گیاه هدف پیاده شد.

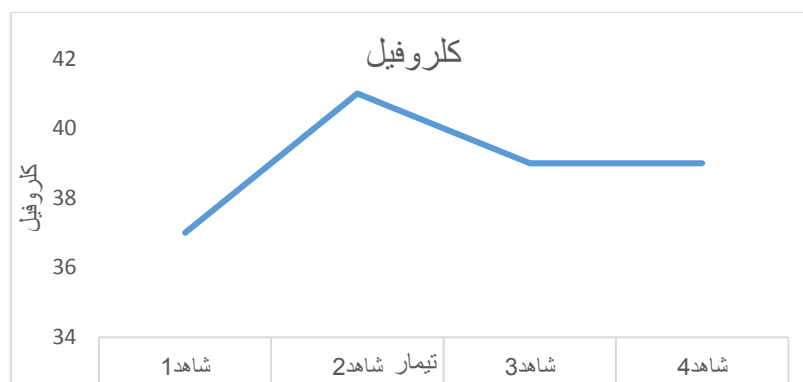
کمیت هایی که در گیاه وتیور اندازه گیری شد، شامل ارتفاع گیاه توسط خط کش های دقیق اندازه گیری شد و میانگین بوته ها محاسبه گردید. میزان کلروفیل قبل و بعد هم با دستگاه مخصوص اندازه گیری و مقایسه شد. قطر ساقه های وتیور توسط دستگاه کولیس اندازه گیری شد. در آخر برای بررسی کارآمد بودن کمپوست حاصل وزن تر و خشک نیز محاسبه و بررسی شد.

برای کاهش درصد خطا در آزمایش، به این نکته توجه شد که هر گلدان زیرگلدانی داشته باشد و زیرگلدانی ها جدا نشوند. به این دلیل که شیرابه ها دوباره به خاک برگردانده شوند.

جدول ۱- تعیین تغییرات کلروفیل-تکرار اول

Table 1. determination of chlorophyll changes - first repetition

نمونه	کلروفیل اولیه	نمونه	کلروفیل	نمونه	کلروفیل	نمونه	کلروفیل
کمپوست صنعتی ۱	۳۹	کود اوره ۱	۴۰	کمپوست محمودآباد ۱	۴۱	شاهد ۱	۳۷
کمپوست صنعتی ۲	۴۰	کود اوره ۲	۳۹	کمپوست محمودآباد ۲	۴۰	شاهد ۲	۴۱
کمپوست صنعتی ۳	۴۳	کود اوره ۳	۳۵	کمپوست محمودآباد ۳	۴۳	شاهد ۳	۳۹
کمپوست صنعتی ۴	۳۹	کود اوره ۴	۳۸	کمپوست محمودآباد ۴	۴۰	شاهد ۴	۳۹



منحنی ۱- بررسی میزان کلروفیل

Diagram 1. evaluating the amount of chlorophyll

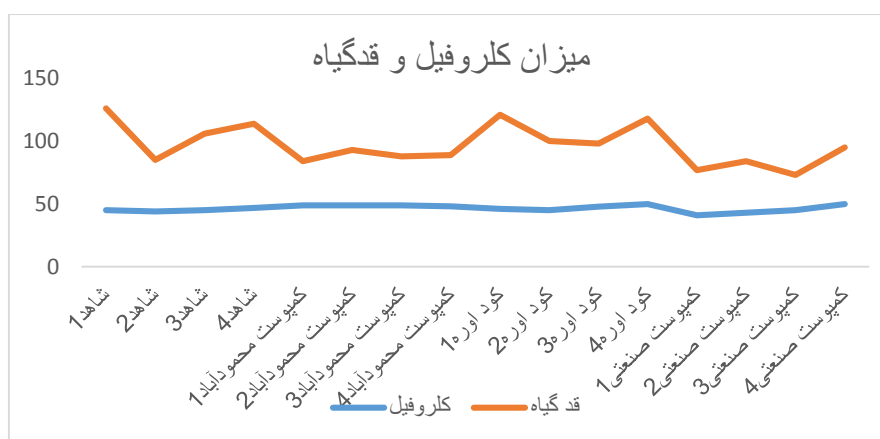
اندازه گیری کلروفیل-مرحله دوم

تکرار دوم در تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۳۱ انجام گردید که داده های مربوط به آن در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۲- تعیین تغییرات کلروفیل-تکرار دوم

Table 2. determination of chlorophyll changes - second repetition.

نمونه	کلروفیل	قد گیاه	نمونه	کلروفیل	قد گیاه	نمونه	کلروفیل	قد گیاه	نمونه	کلروفیل	قد گیاه
کمپوست صنعتی ۱	۴۱	۷۷	کود اوره ۱	۴۶	۱۲۱	کمپوست محمودآباد ۱	۴۹	۸۴	شاهد ۱	۴۵	۱۲۶
کمپوست صنعتی ۲	۴۳	۸۴	کود اوره ۲	۴۵	۱۰۰	کمپوست محمودآباد ۲	۴۹	۹۳	شاهد ۲	۴۴	۸۵
کمپوست صنعتی ۳	۴۵	۷۳	کود اوره ۳	۴۸	۹۸	کمپوست محمودآباد ۳	۴۹	۸۸	شاهد ۳	۴۵	۱۰۶
کمپوست صنعتی ۴	۵۰	۹۵	کود اوره ۴	۵۰	۱۱۸	کمپوست محمودآباد ۴	۴۸/۲	۸۹	شاهد ۴	۴۷	۱۱۴



نمودار ۲- بررسی میزان کلروفیل و قد گیاه در تکرار دوم

Table 2. determination of chlorophyll changes - second repetition.

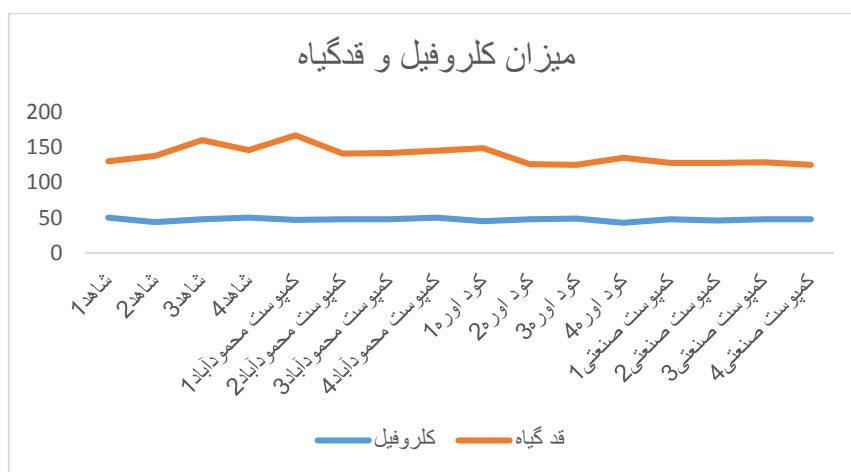
اندازه گیری کلروفیل-مرحله سوم

تکرار سوم در تاریخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۴ که داده های مربوط به آن در جدول ۳ درج شده است.

جدول ۳- تعیین تغییرات کلروفیل-تکرار سوم

Table 3 . Determination of chlorophyll changes - third repetition.

نمونه	کلروفیل	م.م	نمونه	کلروفیل	م.م	نمونه	کلروفیل	م.م	نمونه	کلروفیل	م.م
کمپوست صنعتی ۱	۴۸	۸۰	کود اوره ۱	۴۵	۱۰۴	کمپوست محمودآباد ۱	۴۷	۱۲۰	شاهد ۱	۵۰	۸۰
کمپوست صنعتی ۲	۴۶	۸۲	کود اوره ۲	۴۸	۷۸	کمپوست محمودآباد ۲	۴۸	۹۳	شاهد ۲	۴۴	۹۴
کمپوست صنعتی ۳	۴۸	۸۱	کود اوره ۳	۴۹	۷۶	کمپوست محمودآباد ۳	۴۸	۹۴	شاهد ۳	۴۸	۱۱۲
کمپوست صنعتی ۴	۴۸	۷۷	کود اوره ۴	۴۳	۹۲	کمپوست محمودآباد ۴	۵۰	۹۵	شاهد ۴	۵۰	۹۶



نمودار ۳- بررسی میزان کلروفیل و قد گیاه در تکرار سوم

Diagram3. evaluating the amount of chlorophyll and plant height in the third repetition.

بررسی تغییرات نهایی-مرحله چهارم(آخر)

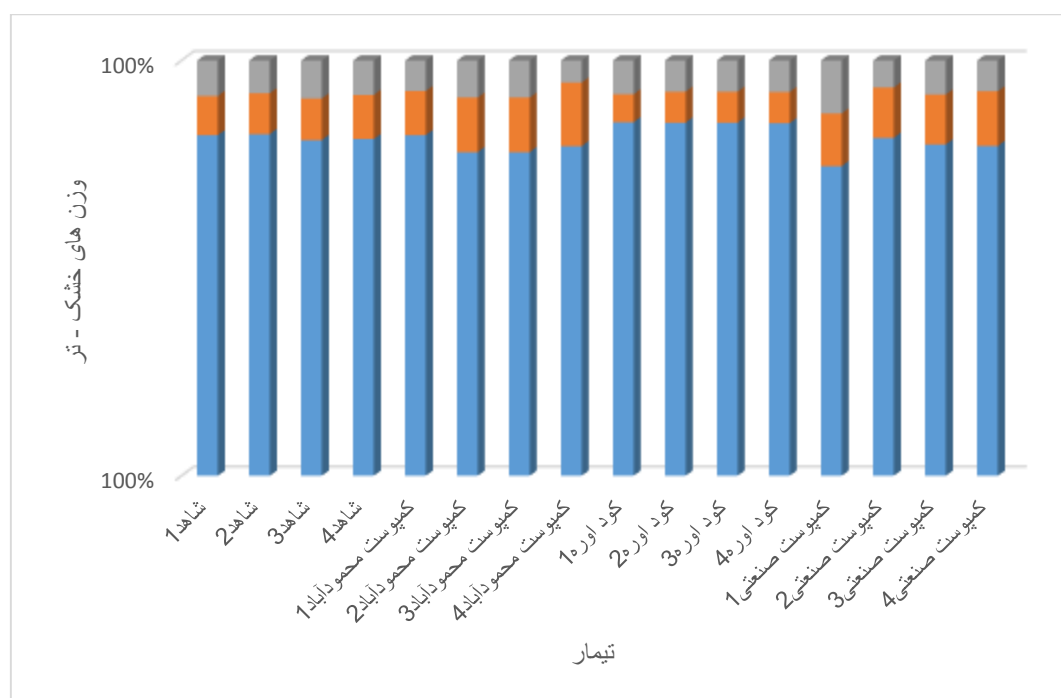
تکرار چهارم در تاریخ ۱۴۰۰/۰۵/۱۱ که داده های مربوط به آن در جدول ۴ درج شده است.

جدول ۴- تعیین تغییرات کلروفیل-تکرار چهارم

Table 4. determination of chlorophyll changes - fourth repetition.

نمونه	قد گیاه	وزن تر (kg)	وزن خشک (kg)
کمپوست صنعتی ۱	۷۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۰
کمپوست صنعتی ۲	۱۱۶	۰/۰۲۸	۰/۰۱۵
کمپوست صنعتی ۳	۹۲	۰/۰۲۲	۰/۰۱۵
کمپوست صنعتی ۴	۱۲۲	۰/۰۳۲	۰/۰۱۸

کود اوره ۲	۱۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۱۷
کود اوره ۳	۹۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴
کود اوره ۴	۹۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴
کمپوست محمودآباد ۱	۱۲۳	۰/۰۲۶	۰/۰۱۸
کمپوست محمودآباد ۲	۱۰۷	۰/۰۲۸	۰/۰۱۹
کمپوست محمودآباد ۳	۱۰۷	۰/۰۲۸	۰/۰۱۹
کمپوست محمودآباد ۴	۹۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰
شاهد ۱	۱۰۶	۰/۰۲۰	۰/۰۱۸
شاهد ۲	۱۰۲	۰/۰۲۰	۰/۰۱۶
شاهد ۳	۱۱۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰
شاهد ۴	۸۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴



نمودار ۴- بررسی تغییرات نهایی وزن خشک و وزن تر در گیاه وتیور

Diagram 4. studying the final changes of dry weight and wet weight in the Vetiver plant

بحث و تفسیر نتایج

در این بخش به بررسی و تفسیر نتایج بدست آمده از پژوهش کنونی با مطالعات انجام شده در ارتباط با اثر کمپوست های مختلف تهیه شده و اثر آن بر رشد گیاه پرداخته خواهد شد. در سال ۲۰۲۲، لاسمی و همکاران پژوهشی مشابه را در راستای مدیریت زیست محیطی لجن تصفیه خانه بهداشتی برای تولید کمپوست انجام دادند. برای این پژوهش، از لجن بسترهای لجن

خشک کن تصفیه خانه فاضلاب مجتمع ورزشی آموزشی صنعت نفت محمود آباد و روش کمپوست هوازی لجن به صورت ویندرو استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که درصد مواد آلی موجود در کمپوست بدست آمده از لجن فاضلاب شهری محمود آباد کیفیت مطلوبی دارد. تغییرات دما، pH، درصد کربن و نیتروژن در نمونه ها در محدوده قابل قبول و مطلوب بود (۹).

نتایج حاصل از پژوهش کنونی با مطالعه لاسمی و همکاران هم زاستا بوده و نشان دهنده بهبود رشد گیاه وتیور در حضور کمپوست حاصل از لجن فاضلاب می باشد.

در سال ۲۰۲۰ مطالعه‌ای مشابه توسط استلا و همکارانش انجام شد. در پژوهش مذکور که با استفاده از میکروارگانیسم‌ها صورت گرفت، هدف از آن تبدیل محصولات آلی و ضایعات ریز قابل تجزیه به محصولات پایدار و سودمند بود و برای پرورش گیاهان چند ساله و دو ساله مورد استفاده قرار گرفته بود. در پژوهش موردنظر مواد آلی که در کودهای کمپوستی موجود هستند توانایی مطلوبی در کانی سازی تدریجی دارند که به افزایش بهره وری در رشد گیاهان چندساله و دو ساله می شود. (۱۰، ۱۱). طبق مطالعات ژینک مو در سال ۲۰۱۹، اثر کمپوست های فاضلابی بر رشد گیاه و جذب عناصر فلزی به دوز اصلاح خاک یا نوع گونه فلزی بستگی دارد. اصلاح کمپوستی فاضلاب رشد وتیور را افزایش داد و بالاترین زیست توده (۲/۶۲ برابر نسبت به شاهد) با نرخ اصلاح ۱٪ تعیین شد. اصلاح کمپوست فاضلابی رشد گیاه را با کاهش سمیت فلزات سنگین در گیاهان بهبود بخشید. این نتیجه عمدتاً به افزایش pH خاک نسبت داده شد. هم راستا با پژوهش کنونی نتایج حاصل از مطالعات ژینگ مو نیز نشان می دهد که وتیور می تواند برای اصلاح خاک های آلوده به چند فلز در ارتباط با استفاده از اصلاح کننده فاضلابی مبتنی بر سیلیسیم فعال شده استفاده شود (۱۲). در سال ۲۰۱۶ نیسا و همکارانش مطالعه ای را بر روی محیط های آلوده با گازوئیل اصلاح شده با کمپوست انجام دادند و اثر آن را بر رشد گیاه رتیور و جذب مواد مغذی از آن بررسی نمودند. نتایج نشان داد که در خاک آلوده به گازوئیل اصلاح شده با کمپوست زیستی میزان توده میکروبی بدون تغییر باقی ماند. نتایج پژوهش نیسا و همکاران هم راستا با پژوهش کنونی نشان داد که کاربرد کمپوست به دلیل پتانسیل اصلاحی، ویژگی های خاک و رشد گیاه را بهبود بخشید. نتایج بدست آمده بیانگر این است که کمپوست در خاک آلوده به گازوئیل اثر بافری دارد که منجر به بهبود سلامت خاک آلوده می شود (۱۳). یک مطالعه تجربی توسط گواتم در سال ۲۰۱۷ با استفاده از گل قرمز در خاک اصلاح شده با لجن فاضلاب برای ارزیابی اثرات فیزیکوشیمیایی انجام

شد. خواص، عملکرد رشد گیاه، زیست توده و محتویات فلز در وتیور تحت کنترل (بدون لجن فاضلاب و گل قرمز) و تیمارهای مختلف خاک بررسی گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که استفاده از گل قرمز همراه با لجن باعث افزایش سطح ماده آلی و وضعیت مواد مغذی خاک شد که بسترهای مناسبی را برای حمایت از رشد گیاه ارائه داد. محتویات فلزات سنگین (آهن، منگنز، منیزیم، روی، مس، نیکل، سرب، کادمیوم و کروم) با افزایش سطح گل قرمز افزایش یافت، اما محتوای موجود گیاهی آنها کاهش یافت (۱۴). داده های حاصل از این پژوهش نیز تایید می کند که کمپوست های تهیه شده از لجن با اصلاح خاک و جذب فلزات سنگین که اثرات منفی بر اکوسیستم و همچنین انسان دارند به بهبود آلودگی خاک کمک میکنند و در عین حال می توانند کیفیت رشد گیاهان را افزایش دهند. نتایج حاصل از مطالعات چپو و همکاران نیز نشان داد که استفاده از کمپوست های دامی و کمپوست های اصلاح شده فاضلاب نه تنها باعث افزایش میزان مواد مغذی در دسترس گیاه وتیور مانند نیترات، فسفر و پتاسیم می شوند که به رشد گیاه کمک می کند بلکه جذب عناصر سنگین و مضر فلزی مانند سرب را نیز کاهش می دهند (۱۵).

در سال ۲۰۰۰، آگلیدس و همکارانش پژوهشی را انجام دادند که در طی آن، کود آلی تولید شده با کمپوست سازی متشکل از ۶۲ درصد زباله های شهری، ۲۱ درصد لجن فاضلاب و ۱۷ درصد خاک اره حجمی، به میزان ۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ مترمکعب در هکتار در خاک های لومی و رسی استفاده شد تا پتانسیل آن را برای بهبود خاک حاصلخیزی خاک بررسی کنید. نتایج نشان داد که خواص شیمیایی خاک مستقیماً تحت تأثیر کمپوست اصلاحی قرار گرفته است. خواص فیزیکی خاک های اصلاح شده در تمامی موارد تا آنجا که به هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع، ظرفیت نگهداری آب، چگالی ظاهری، تخلخل کل، توزیع اندازه حفره ها، مقاومت خاک در برابر نفوذ، تجمع و پایداری سنگدانه ها مربوط می شود، بهبود یافته است. در بیشتر موارد، بهبودها متناسب با میزان کاربرد کمپوست بود و در خاک لومی بیشتر از خاک رسی بود (۱۶). در سال ۱۹۹۶، مطالعه مشابه دیگری با تحقیق کنونی انجام گرفت که با استفاده از کمپوست

لجن فاضلاب و انجام آزمایشاتی بر روی گیاه جو، نشان داده شد که غلظت فلز مس در این گیاه کاهش یافته است و احتمال می رود که علت آن، جذب مس توسط مواد آلی موجود در کمپوست می باشد که برتری استفاده از کمپوست نسبت به کودهای شیمیایی را نشان می دهد (۱۷).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از پژوهش حاضر که به بررسی وضعیت مدیریت زیست محیطی لجن فاضلاب تصفیه خانه بهداشتی مجتمع ورزشی و آموزشی صنعت نفت محمود آباد وابسته به شرکت ملی نفت، به منظور تولید کمپوست و بررسی آن بر روی رشد گیاه وتیور پرداخته بود، نشان داد که درصد مواد آلی موجود در کمپوست حاصل از لجن فاضلاب شهری محمود آباد دارای کیفیت مطلوبی جهت استفاده در مصارف کشاورزی به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی می باشد. تغییرات قد گیاه، میزان کلروفیل، وزن تر و وزن خشک در نمونه ها در محدوده قابل قبول و مطلوب بود. باتوجه به شرایط محیطی و نیازهای تغذیه ای گیاهان، می توان بیان داشت که کودهای زیستی و بویژه کمپوست حاصل از فرآوری فاضلاب ها، می تواند نقش مثبتی در رشد و عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی ایفا کند. مقرون به صرفه بودن، دسترسی آسان و فراوان بودن لجن فاضلاب از یک طرف و مزایای مثبت آن در حوزه کشاورزی و زیست محیطی از طرف دیگر، هم راستا با نتایج پژوهش کنونی استفاده از این ماده را به عنوان کود زیست سازگار و جایگزین کودهای شیمیایی در کشاورزی تایید و پیشنهاد می کند. میزان pH در توده های کمپوست مراحل اول الی سوم به ترتیب ۷/۱۰، ۷/۰۱ و ۷/۰۰۱ در پایان آزمایش ثبت گردید. خاک اره به دلیل محتوای کم فلزات سنگین سبب کاهش این عناصر در توده کمپوست می شود. با توجه به نتایج ارائه شده و تحلیل های به عمل آمده در مورد آن ها و با توجه به در نظر گرفتن فاکتورهای مختلفی از جمله میزان و درصد ترکیب مواد، میزان C/N اولیه و سایر موارد، در مجموع با اطلاعات نظری موجود، موارد نامبرده را به عنوان شرایط بهینه جهت بدست آوردن یک محصول در کمترین زمان ممکن و در عین حال با کیفیت بالا، مغذی و عاری از هرگونه عوامل بیماریزا ارائه می کند.

مقایسه کیفیت کود شیمیایی با کود کمپوست در این آزمایش سه مرحله ای تولید کمپوست از لجن فاضلاب انجام گرفته است. که نشان می دهد کمپوستهای حاصل از لجن فاضلاب علاوه بر اینکه به میزان قابل توجهی بهره وری رشد گیاهان را افزایش می دهند برخلاف کود های شیمیایی اثرات جانبی مضر را در محیط زیست و محصولات کشاورزی به جای نمی گذارند.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از پژوهشگاه صنعت نفت برای حمایت مالی و امکانات و ایجاد تسهیلات لازم و از دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات و همچنین از مجتمع ورزشی و آموزشی صنعت نفت محمود آباد در اجرای این پژوهش قلبا قدردانی می شود.

References

1. Otunola B, Aghoghovwia M, Thwala M, Ololade O. Heavy metal phytoremediation potential of vetiver grass and indian mustard update on enhancements and research opportunities. Water, Air, & Soil Pollution. 2022; 233(5):154.
2. Bakhshoodeh R, Alavi N, Majlesi M, Paydary P. Compost leachate treatment by a pilot-scale subsurface horizontal flow constructed wetland. Ecological Engineering. 2017;105:7-14.
3. Ali O, Ramsubhag A, Jayaraman J. Biostimulant Properties of Seaweed Extracts in Plants: Implications towards Sustainable Crop Production. Plants (Basel, Switzerland). 2021;10(3).
4. Meng C, Gu X, Liang H, Wu M, Wu Q, Yang L, Li Y, Shen P. Optimized preparation and high-efficient application of seaweed fertilizer on peanut. Journal of agriculture and food research. 2022 Mar 1;7:100275.
5. Cole AJ, Roberts DA, Garside AL, de Nys R, Paul NA. Seaweed compost for

12. Mu J, Hu Z, Xie Z, Huang L, Holm PE. Influence of CaO-activated silicon-based slag amendment on the growth and heavy metal uptake of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) grown in multi-metal-contaminated soils. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019 Nov;26(31):32243-54.
13. Bangash N, Saleem AR, Rashid A, Dawson L. Effect of diesel contamination on the physico-chemical characteristics of soil and growth of vetiver grass. *Soil & Environment*. 2016; 35(1).
14. Gautam M, Agrawal M. Phytoremediation of metals using vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) grown under different levels of red mud in sludge amended soil. *Journal of Geochemical Exploration*. 2017; 182:218-27.
15. Chiu K, Ye Z, Wong MH. Growth of *Vetiveria zizanioides* and *Phragmites australis* on Pb/Zn and Cu mine tailings amended with manure compost and sewage sludge: a greenhouse study. *Bioresource technology*. 2006; 97(1): 158-70.
16. Aggelides S, Londra P. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource technology*. 2000; 71(3): 253-9.
17. De Miguel E, De Grado MJ, Llamas J, Martín-Dorado A, Mazadiego L. The overlooked contribution of compost application to the trace element load in the urban soil of Madrid (Spain). *Science of the Total Environment*. 1998; 215(1-2):113-22.
- agricultural crop production. *Journal of applied phycology*. 2016; 28:629-42.
6. Kanagachandran K, Jayaratne R. Utilization potential of brewery waste water sludge as an organic fertilizer. *Journal of the Institute of Brewing*. 2006;112(2):92-6.
7. Lv C, Xu L, Chen M, Cui Y, Wen X, Li Y, et al. Recent progresses in constructing the highly efficient Ni based catalysts with advanced low-temperature activity toward CO₂ methanation. *Frontiers in Chemistry*. 2020; 8:269.
8. Dann AL, Cooper RS, Bowman JP. Investigation and optimization of a passively operated compost-based system for remediation of acidic, highly iron-and sulfate-rich industrial waste water. *Water research*. 2009 May 1; 43(8): 2302-16.
9. Shahram L, Ebrahim A, Reza A, AmirHesam H. Environmental management of sanitary wastewater sludge (bio-solids) to produce compost and compare it for replacement with conventional chemical fertilizers. *Iranian Journal of Biological Sciences*. 2022; 16(3):41-51.
10. Zhu X, Silva LC, Doane TA, Wu N, Horwath WR. Quantifying the effects of green waste compost application, water content and nitrogen fertilization on nitrous oxide emissions in 10 agricultural soils. *Journal of environmental quality*. 2013; 42(3): 912-8.
11. Andersen JK, Boldrin A, Samuelsson J, Christensen TH, Scheutz C. Quantification of greenhouse gas emissions from windrow composting of garden waste. *Journal of environmental quality*. 2010; 39(2):713-24.