Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 53, No 4, Winter 2023 (937-946)
DOI: 10.22059/ijhs.2022.336277.1998

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۱ (ص ۹۴۶-۹۳۷)

نشریه پژوهشی:

ارزیابی کیفی و کاربرد کمپوست پوسته برنج تولیدشده با *Phanerocaete chrysosporium* برای کشت گل همیشه‌بهار

طاهره مسلمی کلوانی[1*]، حسین سید میر حسینی[2] و روح انگیز نادری[3]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۸)

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی زمان بلوغ کمپوست پوسته برنج و تأثیر آن بر برخی از خصوصیات کیفی بستر و شاخص‌های رشد گل همیشه‌بهار، در شرایط گلخانه بود. در این بررسی زمان برای تولید کمپوست کامل، ۹۰ روز در نظر گرفته شد و نمونه برداری در زمان‌های صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز انجام شد. شاخص‌های جرم مخصوص ظاهری، C/N، EC، pH و مقادیر عناصر N، P و K جهت مقایسه کمی خصوصیات کمپوست اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد در مقایسه با مقادیر استاندارد موجود، کمپوست پوسته برنج ۹۰روزه (RHC_{90}) از کمپوست پوسته برنج ۶۰ روزه (RHC_{60}) خصوصیات کیفی بهتری داشته و پایدارتر است. جهت بررسی بلوغ RHC_{60} و RHC_{90} با شاهد در کاشت گل همیشه‌بهار، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه بستر متفاوت و شش تکرار انجام شد. بستر شامل خاک، ماسه و پرلیت و ماده آلی با نسبت‌های مساوی و شاهد بدون ماده آلی بود. بیشترین تأثیر بر روی خصوصیات گل همیشه‌بهار که شامل سطح برگ، تعداد برگ، طول ساقه، حجم ریشه و وزن خشک و تر گیاه است در بستر دارای RHC_{60} و صفات کلروفیل، میانگین قطر برگ و طبق گل در تیمار حاوی RHC_{90} مشاهده شد. تیمار RHC_{90} عملکرد بهتری را در گیاه نشان داد و در نتیجه قابل توصیه در بسترکشت همیشه‌بهار است. از طرفی با درنظرگرفتن کاهش زمان تولید و افزایش عملکرد و صرفه اقتصادی و توجه به شرایط ظاهری گل و نیاز فضای سبز، تیمار RHC_{60} قابل توصیه در فضای سبز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بلوغ، ثبات، کمپوست پوسته برنج، گل همیشه‌بهار.

Qualitative evaluation and application of rice husk compost produced by *Phanerocaete chrysosporium* for marigold cultivation

Tahereh Moslemi Kalvani[1], Hossein Mirseyed Hosseini[2*] and Rouhangiz Naderi[3]
1, 2, 3. Ph.D. Candidate, Associate Professor and Professor, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Apr. 13, 2022 - Accepted: Sept. 09, 2022)

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the maturation time of rice husk compost and its effect on some substrate quality characteristics and growth indices of marigold flowers in greenhouse conditions. In this study, the time to produce complete compost was 90 days and sampling was done at 0, 30, 60 and 90 days. The bulk density indices, C/N, EC, pH and elements N, P and K were measured to quantitatively compare the compost properties. The results showed that compared to the available standard values, 90-day rice husk compost (RHC_{90}) has better quality characteristics and is more stable than 60-day rice husk compost (RHC_{60}). To evaluate the maturity of RHC_{60} and RHC_{90} with control in marigold planting, an experiment was conducted in a completely randomized design with 3 different substrates and 6 replications. The substrate consistsed of soil, sand and perlite and organic matter in equal proportions and control without organic matter. RHC_{60} substrate treatment showed the highest results on Marigold characteristics including leaf area, number of leaves, stem length, root volume and plant dry and wet weight, while $RHC_{9\,0}$ treatment responded better for chlorophyll, mean leaf diameter and flower head diameter. RHC_{90} treatment showed better yield in the plant and is therefore recommended as marigold substrate. RHC_{60} treatment is recommended in landscapes by considering its effects on reducing the production time and increasing yield and economic efficiency and also the appearance of flowers and the need for landscapes.

Keywords: Marigold, maturity, rice husk compost, stability.

* Corresponding author E-mail: mirseyed@ut.ac.ir

مقدمه

در کشاورزی پایدار، هدف افزایش حاصلخیزی و سلامت خاک، حفظ محیط زیست و افزایش کیفیت محصولات است. به‌علت اثرات نامناسب کاربرد نهاده‌های مصنوعی و کودهای شیمیایی بر تنوع زیستی، از مصرف آنها اجتناب نموده و جهت ایجاد چرخه عناصر غذایی، از منابع طبیعی استفاده می‌شود (Hamisi *et al*., 2012).

از دهه ۱۹۶۰، از بسترهای کشت برای تولید محصولات باغبانی در گلدان یا کشت گلخانه، استفاده شده است. این بسترها شامل مواد آلی از قبیل پیت، پوست درختان مخلوط شده با ترکیبات آلی و غیرآلی دیگر از قبیل ورمیکولیت، پرلیت و شن بودند (Steven *et al*., 2011). ابتدا پیت جزء اصلی بسترها بود. استخراج پیت از مکان‌های طبیعی آنها، موجب بروز خطرات اکولوژیکی و نگرانی در سطح جهان شد (Baisley, 2012). یافتن جایگزین مناسب برای پیت نیاز روز بوده و بسیار مهم است (Saha & Hariprasad, 2021). از مهمترین عوامل در ایجاد یک محیط کشت، انتخاب مناسب اجزای معدنی و آلی آن است. خواص مواد به کار رفته در آن، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، بر رشد گیاه و تولید محصول اثر می‌گذارد و این تأثیر در گیاهان مختلف متفاوت است (Ghehsareh *et al*., 2012). پس انتخاب ترکیب بستر باید بر اساس ویژگی‌های گونه گیاهی باشد (Dias *et al*., 2008; Ramezani *et al*., 2017).

زیست توده گیاهی، منبعی تجدید شدنی از منابع انرژی و مواد شیمیایی زیستی محسوب می‌شود (de Gonzalo *et al*., 2016). مطالعات زیادی در مورد اثر اصلاحی مواد آلی بر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بستر، تأمین عناصر غذایی گیاه، تحریک رشد و افزایش عملکرد انجام شده است (Ling *et al*., 2016). عناصر در پسماندهای آلی با کمک میکروارگانیسم‌های مفید، در شرایط خاص دمایی، با هوادهی، بازیافت شده و به شکل قابل جذب تبدیل و به‌عنوان کمپوست استفاده می شود که موجب افزایش عناصر و حاصلخیزی خاک و ارتقا رشد محصول می‌گردد (Oyewole *et al*., 2013). کمپوست کردن پسماندهای آلی رایج‌ترین فناوری بازیافت و دفع ایمن آنها می‌باشد. کمپوست‌ها ظرفیت نگهداری آب، تخلخل و نفوذپذیری خاک را افزایش و چگالی را کاهش می‌دهند. با افزایش فعالیت میکروبی و آنزیمی، دسترسی به مواد مغذی برای محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد و سبب تحریک رشد و افزایش عملکرد می‌شوند (Hossain *et al*., 2017).

کمپوست تولیدشده بدون کمک میکروارگانیسم‌های مؤثر (Effective Microorganism) نیز برای رشد گیاه مفید است، اما حضور این میکروارگانیسم‌ها موجب بهبود خواص و تسریع فرآیند تولید، در کمپوست می‌شود (Jusoh *et al*., 2013). در نمونه کمپوست تولید شده از زباله شهری با حضور میکروارگانیسم‌های مؤثر مقدار عناصر میکرو و ماکرو بیشتر و زمان تولید محصول کمتر از شرایط بدون این میکروارگانیسم‌ها شد (Jusoh, 2016).

در توصیف کمپوست اصطلاحات پایداری و بلوغ استفاده می‌شوند که به نوعی با یکدیگر مرتبط هستند. در کمپوست پایدار میزان تبادل انرژی ناشی از تجزیه مواد آلی و دمای آن ثابت و برابر با محیط است (Zmora-Nahum *et al*., 2005). بلوغ به موفقیت در کاربرد کمپوست در رشد گیاه و میزان ترکیبات سمی موجود در آن بستگی دارد (Benito *et al*., 2005). مراحل تولید کمپوست عبارتند از : تجزیه سریع (حدود ۱۳روز اول)، فاز فعال که با افزایش میزان CO_2، EC، pH و N همراه است و اغلب تا روز ۵۳ می‌باشد و بعد مرحله بلوغ کمپوست که با کاهش میزان CO_2، pH، N و افزایشEC و ظرفیت تبادل کاتیونی همراه است و تا روز ۱۱۶ است (Anda *et al*., 2008). در تولید کمپوست از لجن در تصفیه خانه فاضلاب اصفهان: مراحل سه‌گانه، تجزیه سریع ۴۰ روز اول، فاز فعال تا روز ۸۰ و بلوغ تا روز ۱۰۰ مشاهده شد (Alidadi & Najafpoor, 2011).

برنج به عنوان دومین محصول مهم در جهان است و ضایعات زیادی تولید می‌کند (Jusoh *et al*., 2013). حدود ٪۲۰ وزن دانه برنج، پوسته آن است که در فرآیند آسیاب از دانه جدا می‌شود. ۹۰-٪۷۵ پوسته برنج (Rice Husk) شامل مواد مقاوم به تجزیه مانند

سلولز (۵۰-۴۰٪)، همی‌سلولز (۳۰-۲۵٪)، لیگنین (۱۵-۲۰٪) و مواد معدنی و ترکیبات سیلیسی است (Gautam *et al.*, 2020). استفاده از پوسته برنج در کشاورزی به علت زمان طولانی تجزیه آن، مناسب نیست (Nurjanah *et al.*, 2014). برای کاهش این زمان و افزایش بازده اقتصادی، میکروارگانیسم‌های لیگنوسلولیتیک، قارچ‌ها و باکتری‌های مؤثر، مفید هستند (Janusz *et al.*, 2017). قارچ پوسیدگی سفید (*Phanerochaete chrysosporium*) با آنزیم‌های لیگنین پراکسیداز و منگنز پراکسیداز، پلیمر لیگنین را تجزیه و به CO_2 تبدیل می‌کند (Kirk & Fungorum, 2016).

کاربرد کمپوست پوسته برنج (RHC) در کشت گیاه کاکائو، بررسی شد و طی این آزمایش بهبود خصوصیات خاک، افزایش pH، یون‌های Ca، Mg، K، Na و Si؛ کاهش سمیت یون‌های آلومینیوم، منگنز و آهن مشاهده شد همچنین ویژگی‌های رشد گیاه مانند وزن کل زیست توده، اندام هوایی و ریشه و غیره را بهبود بخشید و عملکرد را تا ۳۷ درصد فزایش داد (Anda *et al.*, 2008). در کشت گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی، RHC در چهار سطح صفر، ۳، ۶، ۹درصد به‌مدت دو سال، استفاده و برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک مانند Bd، OM، pH، EC، دسترسی به عناصر N، P، K، Mg، Ca, Na، خصوصیات رشد گیاه و عملکرد محصول مقایسه شد. شرایط خاک و رشد گیاه بهبود و عملکرد ۷۹ درصد افزایش یافت (Demir & Gülser, 2015).

گل همیشه‌بهار، با نام علمی *Calendula officinalis* L.، متعلق به خانواده Compositae یا Asteraceae، یک گیاه علفی یکساله، به‌ندرت دوساله، با گل‌های مروارید روشن، زرد یا نارنجی است (Khalid & da Silva, 2010) که در مناطق معتدله سراسر جهان، در سطح وسیع از سالیان دور کشت می‌شد (Aboutalebi & Hosseini, 2016).

تحقیقات بسیاری در مورد اثر کاربرد انواع کود آلی مانند کود مرغی (Idan *et al.*, 2014)، سطوح مختلف کود گاوی (Khalid *et al.*, 2006) ورمی‌کمپوست (Pazoki *et al.*, 2016) در کشت گل همیشه‌بهار صورت گرفته است. در این پژوهش، با توجه به اهمیت مدیریت پسماندهای کشاورزی، لزوم حفاظت از منابع آب و خاک، تعیین بستر مناسب در کشت گیاه با دید فضای سبزی، از پوسته برنج با حضور قارچ پوسیدگی سفید کمپوست تهیه و در کشت گیاه زینتی- دارویی همیشه‌بهار استفاده شد و خصوصیات کمپوست و اثر آن بر گل تولید شده با نگاه فضای سبزی، بررسی شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا کمپوست تهیه سپس در کشت گلدانی استفاده شد. برای تهیه RHC، از قارچ پوسیدگی سفید استفاده شد. قارچ تهیه شده از گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، در محیط PDA (Potato Dextrose Agar) تحت شرایط استریل، در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، هفت روز در انکوباتور (FAN AZMA GOSTAR.CO-FG 133 07/244) رشد داده شد. جهت تلقیح قارچ با پوسته برنج، از ارزن استفاده شد؛ بدین منظور یک کیلوگرم ارزن، به‌مدت یک ساعت در آب گرم خیسانده، سپس۲۰ دقیقه آن را جوشانده و آب اضافی را تخلیه کرده و پس از سرد شدن با قارچ تهیه شده در مرحله قبل تلقیح و به‌مدت سه هفته در دمای۳۰-۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت حدود ۶۰-۵۰ درصد انکوبه شد (Pandey & Kanaujia, 2008).

پوسته برنج از سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری کرج تهیه شد. به صورت فیزیکی تمیز و ماده اضافی حذف شد. جهت تسریع اثر قارچ، با آسیاب الکتریکی در آزمایشگاه حاصلخیزی به قطر ۲ میلی‌متر خرد شد (Nurjanah *et al.*, 2014). پوسته‌های برنج به‌مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده شد، ۰/۵ درصد اوره برای تامین نیاز نیتروژن (Mishra & Lata, 2013) به آن اضافه گردید و تلقیح قارچ با افزودن ۲ درصد (وزنی) انجام شد (Thiyageshwari *et al.*, 2018). پس از یکنواخت کردن، در ظروف پلاستیکی با قطر متوسط ۴۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱۵ سانتیمتر، دمای حدود ۲۸ درجه سانتی‌گراد (Badar & Qureshi, 2014) در انکوباتور قرار داده و رطوبت حدود ۶۰-۵۰ درصد اشباع حفظ شد (Jusoh *et al.*, 2013). به منظور هوادهی و یکنواختی، توده کمپوست هر سه روز یکبار زیر و رو شد. در روزهای صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ نمونه برداشته و با روش‌های استاندارد تجزیه‌های لازم انجام شد.

برای ارزیابی اثر RHC بر رشد، کشت گلدانی گل همیشه‌بهار در گلخانه گروه باغبانی دانشگاه تهران، واقع در کرج، انجام شد. گلخانه مسقف، با دیوارهای شیشه‌ای و دارای سیستم گرمایشی-سرمایشی و تهویه بود. در طول دوره رشد، متوسط شدت نور در شرایط مختلف جوی، با لوکسمتر (PCE-LED 20) (۱۲۷۵۰lux) و میانگین تغییرات دما با دماسنج حداقل- حداکثر ۱۸-۶ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. آزمایش با سه بستر مختلف در شش تکرار و به‌مدت۱۲۴روز در قالب طرح کاملاً تصادفی (از آبان تا بهمن ۱۳۹۸) انجام شد. سه بستر کشت به صورت ترکیب از نسبت یکسان حجمی خاک زراعی+ ماسه+ پرلیت به عنوان شاهد و دو تیمار دیگر با همان نسبت‌ها به همراه کمپوست‌های تهیه‌شده RHC_{60} و RHC_{90} آماده شدند. پرلیت از یک عرضه‌کننده در کرج، ماسه و خاک زراعی با بافت رسی- لومی از سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری کرج تهیه شد. خاک و ماسه چندین بار با آب مقطر شسته شد. خاک و ماسه پس از هوا خشک‌شدن از الک‌های ۴ و ۰/۵ میلی‌متری عبور داده و بخش میانی با نسبت مناسب در تهیه بستر استفاده شد. در هر یک از گلدان‌های شسته شده و استریل سه عدد نشا (چهار برگی) کاشته شد. پس از اطمینان از استقرار نشاها، دو عدد از آنها حذف و تا پایان دوره رشد، کشت داده شدند. نمونه‌های بستر قبل و بعد از کاشت بررسی شدند. و پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شده، سپس با روش‌های استاندارد؛ EC با EC متر و pH با pHمتر (BP3000-Trane)، در عصاره ۱:۱۰، کاتیون‌های قابل تبادل روش استخراج با آمونیم استات و K کل به روش شعله‌سنجی با دستگاه فلیم فتومتر (Kacar, 1994)، N کل با روش کجلدال (Kjeldahl, 1883)، P قابل جذب به روش اولسن (Olsen, 1954) و مواد آلی با روش اصلاح شده والکلی بلک (Walkley & Black, 1934)تعیین شدند. توده گیاهی هر گلدان جمع‌آوری و به شاخساره و ریشه تفکیک شد. پس از تمیز کردن نمونه ها وزن تر بلافاصله پس از برداشت و وزن خشک پس از ۷۲ ساعت خشک‌شدن در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم تعیین شد. ریشه گیاهان به صورت کامل و با احتیاط از گلدان خارج و در آب غوطه ور شدند تا خاک اطراف آن جدا شوند. تعداد گل و برگ شمارش شد. طول و قطر با کولیس، سطح برگ با سطح سنج (CI-202 Area Meter) و کلروفیل با کلروفیل‌متر (Minolta-502-spad) در برگ‌های سبز تعیین شد. نمونه‌های گیاهی در کوره الکتریکی۴۵۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر و در HCl یک مولار حل شد (Jones & Case, 1990) و برای تجزیه استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری ANOVA داده‌ها براساس طرح کاملاً تصادفی با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹,۱) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۱ انجام شد. ترسیم جداول و محاسبات با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکو شیمیایی کمپوست

رنگ مشخصه‌ای ظاهری و قابل رویت بوده و پارامتر مفیدی برای نظارت بر تجزیه کمپوست است. در یک بررسی پوسته برنج بافت دانه‌ای مشخص و رنگ روشن داشت و RHC_{90} بافت دانه‌ای نامشخص، تیره و با بوی خاک شد (Thiyageshwari *et al.*, 2018). در تحقیقی دیگر نتیجه فعالیت بیولوژیکی در تجزیه مواد آلی، کمپوست پایدار تیره رنگ شد (Anda *et al.*, 2008). ترکیبات آلی مانند اسیدهای آمینه و قندها در مکانیسم تیره شدن کمپوست مؤثر و در نهایت مواد هیومیکی که عامل ایجاد رنگ‌های تیره هستند تولید می‌شود (Zhang *et al.*, 2016; Wu *et al.*, 2017). در بررسی حاضر در فرآیند کمپوست‌سازی، رنگ RH از زرد به قهوه‌ای تیره تبدیل و میزان تشخیص مواد اولیه در آن کاهش یافت. RHC_{90} بوی خاک داشت و بدون ساختمان واضح شد. در جدول ۱ مشخصات پوسته برنج (RH) و کمپوست‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روزه ارائه شده است.

از مهم‌ترین پارامترهای تولید کمپوست، pH است زیرا میکروارگانیسم‌های دخیل در کمپوست‌سازی در محدوده pH خاصی فعال هستند (Proietti *et al.*, 2016).

جدول ۱. مقایسه خصوصیات پوسته برنج و کمپوست‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روزه

Table 1. Comparison of characteristics of rice husk and 30, 60 and 90 day composts

Material	pH 1:10	EC1:10 (dSm^{-1})	C/N	C/P	Bd (gcm^{-3})	N (%)	P (%)	K (%)
RH	7	1.08	124.6	85.2	0.25	0.232	0.35	0.3
RHC_{30}	7.2	1.28	59.01	28.29	0.27	0.326	0.48	0.35
RHC_{60}	7.5	1.46	24.11	18.82	0.3	0.64	0.82	0.88
RHC_{90}	5.2	4.69	13.67	14.79	0.34	1.039	0.96	1.46

تغییرات pH در کمپوست آماده، دسترسی به عناصری مانند P، Fe و Zn را کنترل می‌کند (Thiyageshwari *et al*., 2018). در این بررسی pH در RH خنثی، در نمونه‌های۳۰ و۶۰ روزه افزایش و در RHC_{90} کاهش یافت. این تغییرات با نتایج سایر محققان چون Iqbal مطابقت داشت (Iqbal *et al*., 2015). با افزایش زمان ماند، ابتدا pH افزایش سپس کاهش می‌یابد یعنی pH در مرحله فعال کمپوست‌سازی افزایش و در مرحله پایداری کاهش می‌یابد (Bazrafshan *et al*., 2016). در طول تجزیه مواد آلی، با معدنی‌سازی مواد آلی و تولید آمونیوم و آمونیاک فرار موجب افزایش و با تشکیل اسیدهای چرب با وزن مولکولی کم و CO_2، موجب کاهش pH می‌شود (Lopez-Cano *et al*., 2016).

هدایت الکتریکی (EC) از خواص مهم شیمیایی کمپوست است. حداقل مقدار در RH و حداکثر در RHC_{90} مشاهده شد که با نتایج تحقیقات سایر محققین تطابق دارد. با افزایش دوره ماند و معدنی‌شدن مواد آلی، غلظت نسبی نمک‌های محلول و مقدار EC افزایش یافته و بیشترین مقدار EC در پایان کمپوست‌سازی می‌باشد (Sekifuji & Tateda, 2019).

جرم مخصوص ظاهری Bd (Bulk density) از خصوصیات فیزیکی مهم بوده و کمترین آن در RH و بیشترین آن در RHC_{90} مشاهده شد. جرم مخصوص کمپوست با مقدار مواد آلی ارتباط دارد. ماده آلی با فعالیت بیولوژیکی در فرآیند کمپوست‌سازی معدنی شده و مقدار آن کاهش و جرم مخصوص آن افزایش یافت. همبستگی منفی معنی‌داری بین محتوای ماده آلی و Bd وجود دارد (Anikwe, 2000).

نسبت C/N و C/P از صفات مرتبط با میزان معدنی‌شدن مواد آلی است و از معیارهای مهم در تعیین پایداری کمپوست هستند (Kumar *et al*., 2013). با افزایش زمان ماند کمپوست، سطوح نیتروژن (N) و فسفر (P) افزایش و کربن کاهش یافت. حداکثر N و P در تیمار RHC90 و حداقل در RH مشاهده شد که با نتایج سایرین مطابقت دارد. مقدار کل N در طی فرآیند کمپوست‌سازی افزایش می‌یابد (Goyal & Sind, 2011). کمپوست‌سازی فرآیند تشکیل هوموس است که با معدنی‌سازی همراه است، یعنی بخشی کربن آلی OC (organic carbon) به CO_2 و مواد معدنی تبدیل می‌شود. میزان OC کاهش و در کل C/N افزایش می‌یابد و از دست دادن OC شدیدتر از N است (Zhang *et al*., 2016).

تشخیص کمپوست پایدار بسیار دشوار بوده و روش قطعی و تأییدشده‌ای برای آن وجود ندارد (Bazrafshan *et al*., 2016) و یک استاندارد کیفی واحدی برای آن در منابع علمی وجود ندارد. در جدول ۲ تعدادی از معیارهای ارزیابی پایداری کمپوست و محصولات این تحقیق ارائه شده است. در این تحقیق، در RHC_{30} مقدار نیتروژن (۰٫۳۲۶درصد)، فسفر (۰/۴۸درصد)، پتاسیم (۰/۳درصد) و نسبت C/N ۵۹/۰۱ شد که هیچ یک در محدوده کمپوست پایداری نبود؛ با گذشت زمان در RHC_{60} بخشی و در RHC_{90} تمام صفات در این محدوده قرار گرفت. در کمپوست پایدار، با کمک کشت، بلوغ بررسی می‌شود. کمپوست ۳۰ روزه، یک کمپوست ناپایدار بوده به همین دلیل برای بررسی بلوغ، در کشت استفاده نشد.

ویژگی های بستر کشت بعد از برداشت

جدول‌های ۴ و ۵ تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ویژگی‌های محیط کشت پس از برداشت را نشان می‌دهد. تیمارهای RHC_{90} و RHC_{60} مورد مقایسه قرار گرفتند. در تمام صفات در سطح ۱درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. pH در تیمار شاهد حداکثر و در تیمارهای RHC_{90} و RHC_{60} کاهش یافت. EC، K، P و N در RHC_{90} حداکثر و در شاهد

حداقل شد. این افزایش با تغییرات کمپوست سازگار است و با مشاهده سایر محققین تطابق دارد. با توجه به نتایج جدول‌های ۱ تا ۳، تغییرات محیط کشت با کمپوست تطابق دارد.

جدول ۲. مقایسه استاندارد و چند نمونه کمپوست با کمپوست تولیدشده در این تحقیق جهت بررسی پایداری.

Table 2. Comparison of standard and some samples of compost with compost produced in this study to evaluate the stability.

Aitem؟؟	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
pH	5.5-8.5	6-8	6.3-7.8	5.12	5.9-6.2	7.6	7.8	7.2	7.1	7.2	7.5	5.2
EC	23.5	8>	2.6-4.1	-	3	0.25	-	3	3	3	1.46	4.69
Bd	-	0.35-0.6	0.42-0.655	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.34
OM%	51.72	35>	28.72-41.19	34.03	39	44.74	39.27	35.79	34.76	27.6	26.6	24.51
OC%	>30	25>	16.66-23.89	20.43	22.4	25.95	22.78	20.76	20.16	16.01	15.43	14.22
N%	0.6	1.25-1.66	0.95-1.68	0.69	0.96	0.31	0.63	0.87	0.92	1.1	0.64	1.04
C/N	13-22	20-15	14.22-18.52	29.61	23.3	85	36.1	24.1	22.1	14	24.11	13.67
P%	0.25	1-3.8	0.27-1.13	0.11	2.08	0.19	0.61	0.87	0.82	0.96	0.82	0.96
K%	0.2	0.5-1.8	2.11-2.27	0.03	3.11	0.2	0.78	0.99	1.09	1.24	0.85	1.46

Notes:

1. Canadian standard
2. Iranian standard – ISIRI
3. Properties of compost – (Khater *et al*., 2015)
4. RHC with bird manure – (Moshtagh *et al*., 2019)
5. RHC in effective environmental conditions without microorganisms – (Anda *et al*., 2008)
6. RH - (Thiyageshwari *et al*., 2018)
7. RHC without effective microorganisms – (Thiyageshwari *et al*., 2018)
8. RHC with Enhydrobacter aerosaccus – (Thiyageshwari *et al*., 2018)
9. RHC with vermicompost – (Thiyageshwari *et al*., 2018)
10. RHC with *Aspergillus* sp. – (Thiyageshwari *et al*., 2018)
11. RHC60 with Phanrocaete chrysosporium – day
12. RHC90 with- Phanrocaete chrysosporium – day

نکات:

۱- استاندارد کانادا
۲- استاندارد ایران - ISIRI
۳- خصوصیات کمپوست -(Khater *et al.,* 2015)
۴- RHC با کود پرنده - (Moshtagh *et al.,* 2019)
۵- RHC در شرایط محیطی بدون میکروارگانیسم مؤثر - (Anda *et al.,* 2008)
۶- RH – (Thiyageshwari *et al.,* 2018)
۷- RHC بدون میکروارگانیسم های مؤثر - (Thiyageshwari *et al.,* 2018)
۸- RHC با Enhydrobacter aerosaccus – (Thiyageshwari *et al*., 2018)
۹- RHC با ورمی‌کمپوست -(Thiyageshwari *et al.,* 2018)
۱۰- RHC با Aspergillus sp. - (Thiyageshwari *et al.,* 2018)
۱۱- RHC_{60} با Phanrocaete chrysosporium – روز
۱۲- RHC_{90} با Phanrocaete chrysosporium – روز

جدول ۳. نتیجه آنالیز شیمیایی بستر کشت- قبل از کاشت.

Table 3. Results of chemical analysis of culture medium – before planting.

Bed culture	pH (1:10)	EC (1:10) (dSm^{-1})	Bd (gcm^{-3})	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Control	7	0.37	1.04	0.02	9.7	172.2
RHC_{60}	7.4	1.2	0.855	0.12	10	187.2
RHC_{90}	7.8	1.32	0.865	0.19	11.4	287.5

جدول ۴. تجزیه واریانس خصوصیات بستر کشت بعد از برداشت.

Table 4. Results of variance analysis of culture medium characteristics after harvest.

Source of variation	df	Mean of squer				
		pH	EC(dSm^{-1})	N (%)	P(ppm)	K(ppm)
Culture medium	2	0.107**	2.46**	0.517 **	111.3**	14155**
Error	15	0.0035	0.027	0.00006	0.41	2.34
CV (%)		0.73	4.23	1.61	5.99	1.9

** : Significant difference at 1% probability level.

** : تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

جدول ۵. مقایسه میانگین خصوصیات بستر کشت بعد از برداشت.

Table 5. Mean comparison of culture medium characteristics after harvest.

Culture medium	Mean of squer				
	pH	EC (dSm^{-1})	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Control	8.25^{a}	3.27^{c}	0.163^{c}	6.21^{c}	160.9^{c}
RHC_{60}	8.05^{b}	3.88^{b}	0.613^{b}	11.45^{b}	216.1^{b}
RHC_{90}	8^{b}	4.55^{a}	0.718^{a}	14.75^{a}	257.8^{a}
Mean	8.1	3.9	0.49	10.8	211.6

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند .

In each column means followed by at least a common letter, are not significantly different at 5% probability level .

ویژگی‌های گل همیشه‌بهار

پس از پایان دوره رشد خصوصیات ظاهری گل همیشه‌بهار بررسی شد. جدول‌های ۶ و ۷ تجزیه واریانس و مقایسه میانگین خصوصیات گیاه در بسترهای کشت پس از پایان دوره رشد را نشان می‌دهد. در مورد تمام صفات، حداقل مقدار در شاهد بود که نشان‌دهنده تأثیر مصرف ماده آلی است (Rodriguez-Vila *et al.*, 2016). مقایسه میانگین تمام صفات بجز تعداد برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. صفات مورفولوژیکی گل همیشه‌بهار، سطح برگ، میزان کلروفیل، متوسط قطر برگ، طول ساقه، متوسط قطر طبق گل و ارتفاع کل بوته در بستر حاوی RHC_{90} و حجم ریشه در بستر حاویRHC_{60} بیشتر بود که می‌تواند ناشی از میزان عناصر قابل دسترس در بستر باشد که با نتیجه محققین دیگر تطابق داشت (Candemir & Gülser, 2011; Kalhor *et al.*, 2019). میزان افزایش عنصر و رشد بیشتر گیاه در RHC_{90} بیش از RHC_{60} است. مقدار عنصر موجود در بستر بر میزان جذب توسط گیاه تأثیر می‌گذارد (Salimpour *et al.*, 2010). با گذشت زمان، با افزایش فعالیت میکروبی و اثر آنزیم‌های لیگنوسلولزی قارچ، نفوذناپذیری سلولز، همی‌سلولز، لیگنین و پکتین (Baharuddin *et al.*, 2011) و نیز ترکیبات سیلسیمی موجود در پوسته برنج (Farag *et al.*, 2015) کاهش، در نتیجه سرعت تجزیه آن افزایش می‌یابد (Baharuddin *et al.*, 2011). با افزایش زمان ماند، مقدار P و K و N افزایش و حداکثر مقدار در RHC_{90}، دیده شد. با تجزیه RH اسید آلی تولید و موجب آزادسازی و کاهش تثبیت P و K می‌شود (Thiyageshwari *et al.*, 2018).

اختلاف معنی‌داری در خصوص تعداد گل مشاهده نشد که با نتایج Tampio *et al.* (2016) تطابق داشت. اگرچه در تیمار RHC_{90} گل‌ها بزرگتر بود اما از نظر ظاهر هر دو تیمار طراوت قابل قبول داشتند. مواد آلی موجب افزایش تعداد برگ، قطر تاج، وزن تر و خشک، طول شاخه و ریشه، کلروفیل و عناصر N، P و K شد که می‌تواند به‌دلیل افزایش و ذخیره رطوبت محیط و افزایش جذب مواد مغذی باشد (Badar & Qureshi, 2014).

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس صفات ظاهری در گل همیشه‌بهار.

Table 6. Anslysis of variance for morphological traits in marigold.

Source of variation	df	Mean of squeres									
		Leaf area	Chlorophyll	Leaf number	Leaf diameter	Stem length	Flowers Number	Capitulum diameter	Root volume	Plant fresh Weight	Plant dry Weight
Culture medium	2	36372**	6.027**	141**	11.76**	431**	15.5**	214.6**	11.4**	13473**	73.9**
Error	15	19.16	0.0699	0.811	0.06	2.98	0.63	0.696	0.017	1.38	0.04
CV (%)		1.46	0.53	2.66	2.74	2.59	10.16	2.01	2.05	0.335	0.399

** : Significant difference at the 1% of probability level. ** : تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر RHC بر صفات ظاهری در گل همیشه‌بهار.

Table 7. Mean comparison of RHC effect on morphological traits of marigolds.

Source of variation	Leaf area (cm^2)	Chlorophyll content	Leaf number	Leaf diameter (mm)	Stem length (mm)	Flowers Number	Capitulum diameter (mm)	Root volume (cm^3)	Plant fresh weight (g)	Plant dry weight (g)
Control	216^{c}	49.0c	28.3^{c}	7.6^{c}	57.5^{C}	6.0^{b}	36.6^{C}	5.2^{c}	297.3^{c}	47.65^{c}
RHC_{60}	313^{b}	49.72^{b}	35.7^{b}	9.03^{b}	68.3^{b}	8.5^{a}	39.5^{b}	7.9^{a}	372.1^{b}	50.91^{b}
RHC_{90}	370^{a}	50.98^{a}	37.5^{a}	10.4^{a}	74.21^{a}	9.0^{a}	48.1^{a}	6.1^{b}	385.1^{a}	54.66^{a}
Mean	299.7	49.9	33.8	9.01	66.67	7.83	41.4	6.4	351	51.07

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند .

In each column means followed by at least a common letter, are not significantly different at 5% probability level based on Duncan test..

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به جدول ۲ در این آزمایش، بر اساس خصوصیات تیمارها، RHC_{90} را می‌توان یک کمپوست بالغ دانست و RHC_{30} اختلاف زیادی با کمپوست بالغ داشت و جهت کشت استفاده نشد. کمپوست RHC_{90} بهترین پاسخ را در مرحله کشت نشان داد و پایدارترین نمونه کمپوست محسوب می‌گردد. در کاشت نشایی همیشه‌بهار مدت لازم از مرحله کاشت نشا تا استقرار، شروع گلدهی و خاتمه دوره رشد گیاه به‌ترتیب ۱۵، ۲۵ و ۱۲۴روز شد؛ چنانچه آغاز تا رسیدن به مرحله بلوغ، بین روزهای۵۰ تا ۹۰ باشد، در تیمار RHC_{90} تمام مراحل رشد گیاه در مرحله ثبات کمپوست و در تیمار RHC_{60}، مرحله شروع گلدهی در آغاز مرحله ثبات می‌باشد. پس می‌توان انتظار داشت که رشد رویشی گل همیشه‌بهار در RHC_{90} مطلوب‌تر از RHC_{60} باشد. دوره گلدهی تیمارهای RHC_{90} و RHC_{60}، در مرحله پایداری بوده، در نتیجه اختلاف معنی‌داری در تعداد گل دیده نشد. البته با توجه به رشد رویشی بهتر RHC_{90}، تولید گل‌های درشت‌تر را می‌توان انتظار داشت. اما کیفیت ظاهری گل در هر دو تیمار مناسب بود، علی‌رغم بلوغ و پایداری RHC_{90}، به علت صرف زمان و هزینه کمتر در تولید RHC_{60}، این کمپوست را می‌توان برای استفاده در فضای‌سبز پیشنهاد کرد.

از جوانه‌زنی بذر همیشه‌بهار تا مرحله نشای قابل انتقال به بستر (چهاربرگی کامل) حدود ۴۰ روز زمان لازم است؛ از آنجا که کاشت بذر همزمان با فرایند کمپوست‌سازی، در شرایط مناسب این فرایند، مانع ادامه آن نمی‌شود؛ با کاشت بذر همیشه‌بهار در بستر دارای RHC_{30} به‌عنوان ماده آلی، می‌تواند موجب کاهش زمان ماند و در نتیجه افزایش بازده اقتصادی در تکثیر این گل باشد به شرط آن که تمهیدات لازم در مورد نسبت متعادل C/N پس از استقرار اولیه گیاه در نظر گرفته شود.

REFERENCES

1. Aboutalebi Jahromi, A., & Hosseini Farahi, M. (2016). Seed germination, vegetative growth and concentration of some elements in French marigold (*Tageta patula*) as influenced by salinity and ammonium nitrate. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(2), 199-209.
2. Alidadi, H., & Najafpoor, A. A. (2011). Determining the compost maturity time in biosolids of municipal wastewater treatment plant. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 21(85), 85-90.
3. Anda, M., Syed Omar, S. R. Shamshuddin, J., & Fauziah C. I. (2008) Changes in properties of composting rice husk and their effects on soil and cocoa growth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* 39 (15-16), 2221-2249
4. Anikwe, M.A. N. (2000). Amelioration of a heavy clay loam soil with rice husk dust and its effect on soil physical properties and maize yield. *Bioresource Technology*, 74(2), 169-173
5. Jusoh, M. L. C., Manaf, L. A., & Latiff, P. A. (2013). Composting of rice straw with effective microorganisms (EM) and its influence on compost quality. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 10(1), 1-9.
6. Badar, R., & Qureshi, S. A. (2014). Composted rice husk improves the growth and biochemical parameters of sunflower plants. *Journal of Botany* 2014, Article ID 427648, 6 pages.
7. Baharuddin, A. S., Rahman, N. A. A., Shan, U. K., Hassan, M. A., Wakisaka, M., & Shirai, Y. (2011). Evaluation of pressed shredded empty fruit bunch (EFB)-palm oil mill effluent (POME) anaerobic sludge based compost using fourier transform infrared (FTIR) and nuclear magnetic resonance (NMR) analysis. *African Journal of Biotechnology*, 10(41), 8082-8289.
8. Baisley, S. A. (2012). *Effect of drying induced afforestation on peatland ecohydrology: implications for wildfire vulnerability*, *Doctoral dissertation*, Mac Master university, Ontario, Canada.
9. Bazrafshan, E., Zarei, A., Kord Mostafapour, F., Poormollae, N., Mahmoodi, S., & Zazouli, M. A. (2016). Maturity and stability evaluation of composted municipal solid wastes. *Health Scope*, 5(1). e33202, 1-9.
10. Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., Palma, R. M., & Effron, D. (2005). Evaluation of maturity and stability of pruning waste compost and their effect on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Soil Science*, 170(5), 360-370.
11. Candemir, F., & Gülser, C. (2011). Influencing factors and prediction of hydraulic conductivity in fine-textured alkaline soils. *Arid Land Research and Management*, 26 (1), 15-31

12. De Gonzalo, G., Colpa, D. I., Habib, M. H., & Fraaije, M. W. (2016). Bacterial enzymes involved in lignin degradation. *Journal of Biotechnology*, 236, 110-119.
13. Demir, Z., & Gülser, C. (2015). Effects of rice husk compost application on soil quality parameters in greenhouse conditions. *Eurasian Journal of Soil Science*, 4(3), 185-190.
14. Dias, M. A., Lopes, J. C., Corrêa, N. B., & Dias, D. C. F. D. S. (2008). Pepper seed germination and seedling development due to substrate and water sheet. *Revista Brasileira de Sementes*, 30, 115-121.
15. Farag, A. A., Ahmed, M. S. M., Hashem, F. A., Abdrabbo, M. A. A., Abul-Soud, M. A., & Radwan, H. A. (2015). Utilization of rice straw and vermicompost in vegetable production via soilless culture. *Global Journal and Advanced Research*, 2 (5), 800-813.
16. Gautam, N., KV, A. M. R., & Chaurasia, A. (2020). Study on chemical kinetics and characterization of nanosilica from rice husk and rice straw in the fixed-bed pyrolysis process. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12, 1435–1448.
17. Ghehsareh, A. M., Hematian, M., & Kalbasi, M. (2012). Comparison of date-palm wastes and perlite as culture substrates on growing indices in greenhouse cucumber. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 1(1), 1-4.
18. Goyal, S., & Sindhu, S. S. (2011). Composting of rice straw using different inocula and analysis of compost quality. *Microbiol. J.*, 1, 126-138.
19. Hamisi, M., Sefidkon, F., Nasri, M., & Lebaschi, M. H. (2012). Effects of different amounts of Nitrogen, Phosphor and bovine fertilizers on essential oil content and composition of *Tanacetum parthenium* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 28(3), 399-410. (in Farsi).
20. Hossain, M. Z., Von Fragstein, P., Von Niemsdorff, P., & Heß, J. (2017). Effect of different organic wastes on soil propertie s and plant growth and yield: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 48(4), 224-237.
21. Idan, R. O., Prasad, V. M., & Saravanan, S. (2014). Effect of organic manures on flower yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gainda. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 4(1), 39-50.
22. Iqbal, M.K., Khan, R.A., & Nadeem, A. (2015). Optimization of process parameters for kitchen waste composting by response surface methodology. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12, 1759-1768.
23. Janusz, G., Pawlik, A., Sulej, J., Świderska-Burek, U., Jarosz-Wilkołazka, A., & Paszczyński, A. (2017). Lignin degradation: microorganisms, enzymes involved, genomes analysis and evolution. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(6), 941-962.
24. Jones J. J. B., & Case, V. W. (1990). Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. *Soil Testing and Plant Analysis*, 3, 389-427.
25. Jusoh, M. L. C., Abd Manaf, L., & Latiff, P. A. (2013). Composting of rice straw with effective microorganisms (EM) and its influence on compost quality. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 10(1), 1-9.
26. Kacar, B., 1994. Chemical analysis of plant and soil: III Soil analysis. Ankara University, Faculty of Agriculture, *Education Res. & Extension Found. Publication No. 3 Ankara*, Turkey. .
27. Kalhor M., Dehestani-Ardakani M., Shirmardi M.& Gholam-Nejad J. (2019). Effect of different media cultures on physico-chemical characteristics of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants under salt stress. *Journal of Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture)*, 42 (1), 89-102. (in Farsi)
28. Kjeldahl, J. G. C. T. (1883). Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22(1), 366-382.
29. Khalid, K. A., Yassen, A. A., & Zaghloul, S. M. (2006). Effect of soil solarization and cattle manure on the growth, essential oil and chemical composition of Calendula officinalis L. plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(3), 142-152.
30. Khalid, K. A., & da Silva, J. A. T. (2010). Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. *Scientia horticulturae*, 126(2), 297-305.
31. Khater, E. S. G. (2015). Some physical and chemical properties of compost. *International Journal of Waste Resources*, 5(01), 172.
32. Kirk, P. M., & Fungorum, S. (2016). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. *Species Fungorum (version Jan 2016). URL http://www. Speciesfungorum. org*.
33. Kumar, D. S., Kumar, P. S., Rajendran, N. M., & Anbuganapathi, G. (2013). Compost maturity assessment using physicochemical, solid-state spectroscopy, and plant bioassay analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(47), 11326-11331.

34. Ling, N., Zhu, C., Xue, C., Chen, H., Duan, Y., Peng, C. ..., & Shen, Q. (2016). Insight into how organic amendments can shape the soil microbiome in long-term field experiments as revealed by network analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 99, 137-149.
35. López-Cano, I., Roig, A., Cayuela, M. L., Alburquerque, J. A., & Sánchez-Monedero, M. A. (2016). Biochar improves N cycling during composting of olive mill wastes and sheep manure. *Waste Management*, 49, 553-559.
36. Mishra, B. K., & Lata, N. (2013). Microbial activity during rice straw composting under co-inoculation of *Cellulomonas cellulans* and *Phanerochaete chrysosporium*. *International Journal of ChemTech Research*, 5(2), 795-801.
37. Mushtaq, M., Iqbal, M. K., Khalid, A., & Khan, R. A. (2019). Humification of poultry waste and rice husk using additives and its application. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(1), 15-22.
38. Nurjanah, L., Falah, S., Azhari, A., Suryani, S., & Artika, I. M. (2014). *Trametes versicolor* as agent for delignification of rice husks. *Current Biochemistry*, 1(1), 37-44.
39. Olsen, S. R. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate* (No. 939). US Department of Agriculture.
40. Oyewole, C. I., Amhakhian, S. O., & Saliu, O. J. (2014). Response of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to rates of NPK nutrients applied as mineral, poultry manure and oil palm residue in the guinea savanna agro-ecological zone in Nigeria. *Journal of International Scientific Publications: Agriculture & Food*, 2, 3-15.
41. Pandey, A. K., & Kanaujia, K. R. (2008). Effect of different grains as solid substrates on sporulation, viability and pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin. *Journal of Biological Control*, 22(2), 369-374.
42. Pazoki, A., Tavakoli Haghighat, H., & Rashidi Asl, A. (2016). Evaluation of yield, yield components and essential oil content of marigold (*Calendula officinalis* L.) with the use of nitrogen and vermicompost. *Journal of Crop Ecophysiology*, 10 39(3) 629-644. (in Farsi).
43. Proietti, P., Calisti, R., Gigliotti, G., Nasini, L., Regni, L., & Marchini, A. (2016). Composting optimization: Integrating cost analysis with the physical-chemical properties of materials to be composted. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1086-1099.
44. Ramezani, E., Olfati J. A., & Razavipor, T. (2017). The effect of substrate and composting duration on biological efficiency and quality properties of Button Mushroom (Agaricus bisporus). *Iranian Journal of Horticultural science.* 47(4), 693-701. (in Farsi).
45. Richards, L.A. (1954*)* Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils*,* Agriculture*, 160, Handbook 60.* US Department of Agriculture, Washington DC.
46. Rodríguez-Vila, A., Asensio, V., Forján, R., & Covelo, E. F. (2016). Carbon fractionation in a mine soil amended with compost and biochar and vegetated with *Brassica juncea* L. *Journal of Geochemical Exploration*, 169, 137-143.
47. Salimpour, S., Khavazi, K., Nadian, H. E., & Besharati, H. (2010). Effect of rock phosphate along with sulfur and microorganisms on yield and chemical composition of canola. *Iranian Journal of Soil Research*, 24(1),9-19.(in Farsi).
48. Sekifuji, R., & Tateda, M. (2019). Study of the feasibility of a rice husk recycling scheme in Japan to produce silica fertilizer for rice plants. *Sustainable Environment Research*, 29(1), 1-9.
49. Tampio, E., Salo, T., & Rintala, J. (2016). Agronomic characteristics of five different urban waste digestates. *Journal of Environmental Management*, 169, 293-302.
50. Thiyageshwari, S., Gayathri, P., Krishnamoorthy, R., Anandham, R., & Paul, D. (2018). Exploration of rice husk compost as an alternate organic manure to enhance the productivity of blackgram in typic haplustalf and typic rhodustalf. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 358.
51. Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38.
52. Wu, J., Zhao, Y., Zhao, W., Yang, T., Zhang, X., Xie, X. , & Wei, Z. (2017). Effect of precursors combined with bacteria communities on the formation of humic substances during different materials composting. *Bioresource Technology*, 226, 191-199.
53. Zhang, J., Chen, G., Sun, H., Zhou, S., & Zou, G. (2016). Straw biochar hastens organic matter degradation and produces nutrient-rich compost. *Bioresource Technology*, 200, 876-883.
54. Zmora-Nahum, S., Markovitch, O., Tarchitzky, J., & Chen, Y. (2005). Dissolved organic carbon (DOC) as a parameter of compost maturity. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(11), 2109-2116.