زیست فناوری دانشگاه تربیت مدرس

تولید کود آلی از مخلوط پوسته برنج و ضایعات چوب به روش کمپوست کردن میکروبی هوازی با استفاده از قارچ های نان کپک زده و آب پنیر

کامل یعقوبی[۱]، رسول خلیل‌زاده[۲*]، علی بهرامی[۳]، آسیه آرام‌وش[٤]

۱-دانشجوی دکتری، پژوهشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۲-دانشیار، پژوهشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۳-دانشیار، پژوهشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
٤-استادیار، پژوهشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

*صندوق پستی ۱۵۸۷۵-۱۷۷٤، شهر تهران، ایران
rkhalilzadeh@mut.ac.ir

دریافت: ۱٤۰۱/۰٦/۲۲ پذیرش: ۱٤۰۲/۰۳/۰۲

چکیده

هر ساله بیش از ٦۰۰ هزار تن پوسته برنج در کارخانه های شالیکوبی در کشور تولید می‌شود، که بدون استفاده مناسب در طبیعت رها شده و یا سوزانده می‌شود. با روش‌های زیست فناوری امکان تبدیل این ضایعات به کمپوست با نیتروژن و مواد معدنی بالا وجود دارد. تسریع در تولید کود آلی با کیفیت بالا و کاهش زمان فرایند، نیازمند مطالعه و تعیین عوامل موثر بر فرایند کمپوست کردن می‌باشد. در این پژوهش، ضایعات پوسیده چوب در حضور آب پنیر و پودرنان کپک زده به‌عنوان مایه تلقیح استفاده شد و فرایند برای مدت ۱۰۰ روز مطالعه شد. نتایج نشان داد که کمپوست کردن پوسته برنج، موجب کاهش نسبت کربن به نیتروژن از ۱٦۱/۲ به ۲۳/۸ (۸۵/۲ در صد کاهش)و همچنین افزایش محتوای نیتروژن از ۰/۲۸ به ۱/۵٤ در صد (٤/۵ برابر افزایش) شد. مطالعه تغییرات دما طی فرایند مشخص کرد که تخریب زیستی پوسته برنج به اضافه مواد افزودنی مورد اشاره، در ابتدا با افزایش جمعیت ریزاندامگان و فعالیت آنها، موجب افزایش دما به ۲±۳۷ درجه سانتی‌گراد شد و با ادامه فرایند با کاهش فعالیت، دما نیز به تدریج کاهش یافت تا به دمای محیط یعنی ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد رسید. از سویی دیگر، نتایج نشان داد که افزودن کود حاصل از پسماندهای درختی با افزایش موادغیرآلی از۲۷/۸ به ۳۱/٤٦ درصد و کاهش کربن آلی از ۳٦/۷به ۳۵/٤ در صد و کاهش شاخص C:N از ۲۳/۸به ۲۱/۸، به‌طور نسبی موجب بهبود کیفیت کودپوسته برنج شده ونیز بر اصلاح رنگ ظاهری محصول نیز موثر است. نتایج ارزیابی اثر کمپوست تولیدی بر رشد گیاه نشان داد که افزودن ۵ درصد وزنی کمپوست پوسته برنج به خاک ماسه

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

ای، تاثیر قابل توجهی بر افزایش بلندی بوته نسبت به شاهد در زمان مقایسه (۱۰±۷۵ درصد افزایش)و وزن بوته(۲±۷۹ درصد افزایش وزن تر و ۹۰±۲ درصد افزایش وزن خشک) لوبیای چشم بلبلی دارد.

کلید واژگان: کود آلی،ضایعات لیگنوسلولزی، تخریب زیستی، ریزاندامگان، نسبتC/N.

۱-مقدمه

امروزه به دنبال رشد فزاینده جمعیت و تشدید نیاز بشر به مواد اولیه، لزوم ا ستفاده مطلوب و بهینه از منابع موجود را دوچندان می‌کند. ازجمله مهمترین مواد مورد نیاز بشـــر، محصولات کشاورزی و غذایی است[۱و۲]. از نظر حجم تولید بعد از گندم برنج دومین محصـول کشـاورزی جهان بوده و این محصـــول، غذای اصـــلی بیش از نیمی از مردم دنیا را تامین می کند[۳]. برا ساس آمار سال ۲۰۱٦ سازمان خواربارو کشاورزی ملل متحد(فائو)، کشور ایران با تولید ۲ میلیون و ٤۰۰ هزار تن برنج در ســـال، رتبه ۲٦ام را در تولید جهانی برنج به خود اختصاص داده ا ست[٤و٥]. در برداشـــت محصـــول برنج، بین ۲۵تا ۳۷ درصـــد شـــلتوک تولیدی، محصولات فرعی لیگنو سلولزی تولید می شود و حدود ۲۲ در صد آن پو سته برنج ا ست[٦]. بنابراین، تولید ســـالانه پوســـته برنج در ایران بیش از ٦۰۰هزارتن خواهد بود که این حجم از ماده لیگنوســـلولزی به خودی خود چندان قابل ا ستفاده نبوده و عمدتا بدون ا ستفاده مناسـب در محیط زیست رها شده و یا سوزانده می شود. بنابراین، ضـــرورت دارد برای بهره برداری و اســـتفاده از این حجم ماده لیگنوســـلولزی با ویژگیهای مفید که یک محصـــول جانبی کشاورزی پرمقدار ا ست، پژوهش و راهکار عملی جستجو و ارائه شود.

ساختاروترکیبات لیگنو سلولزی بخش ا صلی زیست توده گیاهان ا ست و قسمت عمده کل مواد گیاهی تولید شده توســط فتوســنتز را شـــامل می‌شـــود[۷و۸]. این ترکیبات لیگنوسلولزی که فراوان‌ترین منبع آلی تجدیدپذیر در زمین هستند، از سه پلیمر سلولز، همی سلولز و لیگنین تشکیل شده‌اند که توسط پیوندهای متقاطع کووالانسی و نیروهای غیرکووالانسی به شدت در هم آمیخته و به هم متصل شده انـد[۸]. ترکیبـات لیگنو ســـلولزی بخش عمـده‌ای از فراوردهای فرعی کشاورزی را نیز به خود اختصاص می دهند، اما فقط مقدار کمی از آنها به‌عنوان محصـــول جانبی در کشـاورزی یا جنگل‌داری اسـتفاده می‌شـود و مابقی به ضایعات رها می‌شود [۹].

بسیاری از ریزاندامگان (هر چند به کندی)قادر به تجزیه و اســـتفاده از ســـلولز و همی ســـلولز به‌عنوان منابع کربن و انرژی هستند. با این حال،گروه بسیار کوچکی از قارچهای رشـــته ای با توانایی تجزیه لیگنین، مقاومترین جز دیواره های ســـلولی گیاهان تکامل یافته را تجزیه و تخریب می‌کنند. این قارچ‌ها به‌عنوان قارچ‌های پوســـاننده ســـفید شـــناخته می‌شـــوند، که دارای توانایی منحصـــربه فردی در تجزیه موثر لیگنین به CO_2 و H_2O هســـتند. قارچ های پوســـاننده نرم گروه دیگری از قارچ‌های مطرح در تجزیه مواد لیگنوســـلولزی هســـتند که هم ســـلولز و هم لیگنین را تخریب می‌کنند[۱۰]. از دیگر قارچ های تجزیه کننده لیگنوســـلولزها، قارچ‌های پوســـاننده قهوه‌ای هســـتند که به ســـرعت ســـاختار پلیمری ســـلولز را تخریب می‌کنند، در حالی‌که، لیگنین را تنها اندکی تغییر می‌دهند[۱۰].

میکروارگانیســـم‌ها از جمله باکتری‌ها و قارچ‌های مورد اشـــاره نقش تجزیه وتبدیل مواد آلی و برگشـــت آنها به چرخه کربن در طبیعت را بر عهده دارند. بنابراین، از ظرفیـت و توان آنهـا می‌توان برای بهره برداری از مواد لیگنوســـلولزی چون پوســـته برنج در برای تولید محصـــول

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

کود آلی (کمپو ست) میکروبی و زیستی ا ستفاده کرد و از هدر رفت آنها جلوگیری کرد.

عوا مل مختلفی از جمله مجموع فعالیت های آنزیمی و بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها، دما، درصد رطوبت مواد و نسبت کربن به نیتروژن، برای رصد فرایند کمپوست شدن و تولید کود آلی ا ستفاده می شوند[۱۱]. در این را ستا، در طی کمپوست شدن مقدار مواد آلی و در نتیجه میزان کربن آلی به‌دلیل تبدیل و تولید CO_2 در طی تجزیه مواد آلی کاهش می‌یابد. در حالی‌که به‌دلیل آزاد شدن نیتروژن به صورت NH_4^+ و NO_3^- و عمل شوره گذاری (نیتریفیکا سیون) میزان نیتروژن در محیط کمپو ست شدن، افزایش می یا بد. با کاهش کربن آلی و افزایش نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن (C:N) در طی فرایند کاهش می یابد. بنابراین، نسبت C:N اغلب به‌عنوان شاخص بلوغ کمپوست بوده ودر بسیاری موارد، نسبت C:N کمتر از ۲۶ نشان دهنده بلوغ قابل قبول کمپوست است[۱۲و۱۳].

ذرت، گندم و برنج از عمده محصولات کشاورزی هستند که در جهان تولید می‌شوند و به هنگام برداشت هر کدام از این محصولات حجم قابل توجهی از محصولات فرعی کشاورزی به‌عنوان ضایعات تولید می‌شوند. از جمله در عملیات برداشت و فراوری دانه برنج، مقدار فراوانی از محصولات فرعی چون کاه و پوسته برنج نیز تولید می شوند که چندان قابل استفاده نیستند و عمدتا در محیط زیست رها می‌شوند .در این میان، سالیانه بیش از ۶۰۰ هزار تن فقط پو سته بیرونی برنج در کشور تولید می شود، که بیش از ۲۶۰ هزار تن آن فقط مربوط به استان گیلان است[۵]. اگرچه مکانیزاسیون کشاورزی هدر رفت‌های ناشی از خرد شدن دانه برنج و فرار دانه برنج همراه ضایعات محصولات کشاورزی و برنج را کاهش می‌دهد، اما به‌دلیل ثابت بودن حجم پوسته بیرونی برنج، پیشرفت های فنی قطعا بر مقدار پو سته برنج تولیدی چندان تاثیری ندارد. پو سته برنج خشک شده دارای تراکم توده‌ای پایین و رطوبت کم می‌باشد .این ماده، شامل ۷۵ تا ۸۲ درصد مواد آلی (سلولز، همی سلولز و لیگنین) و۱۸ تا ۲۵ در صد مواد معدنی می‌باشد. لازم به ذکر است که بیش از ۹۵ در صد مواد معدنی را سیلیس و ترکیبات سیلیسی و کمتر از ۵ درصد باقیمانده را اکسیدهای کلسیم، منیزیم ،آهن، پتاسیم، سدیم، روی و مس و... تشکیل می‌دهند[۱۴و۱۵].

از جمله روش‌های موثر در مدیریت پسماندهای جامد کشاورزی و محصولات فرعی همچون پوسته برنج، تبدیل آنها به کمپوست و کود آلی است. تولید کمپوست، فرایندی هوازی است که در آن انواع میکروارگانیسم‌ها، خصوصا قارچ‌ها، کلیدی‌ترین نقش را در پیشبرد و سرعت بخشیدن به تخریب ترکیبات آلی بر عهده دارند[۱۰]. کمپوست امکان مدیریت و کنترل نیتروژن مورد نیاز گیاه در خاک را نیز به کمک ضایعات کشاورزی ممکن می سازد. همچنین، استفاده از پسماندهای کشاورزی کمپوست شده برای پرورش و ر شد گیاهانی چون برنج، آفتابگردان و غیرو مطالعه شده است و نتایج حاکی از بهبود قابل توجهی در متغیرهای فیزیکی و بیو شیمایی گیاه بوده است [۱۶].

هدف از پژوهش حاضر امکان سنجی تولید کمپوست پوسته برنج با به کارگیری ریزاندامگان موجود در محیط پوسته برنج پوسیده و نیز در نان کپک زده و همچنین استفاده از آب پنیر و ضایعات چوبی پوسیده، برای تحریک ریزاندامگان، بهبودکیفیت کود آلی (کمپوست) و بررسی کمپوست حاصل از منظر عوامل مهم عملیاتی همچون C:N است.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد اولیه و ریزاندامگان

حدود ۳۰ کیلوگرم پوسته برنج (عمدتا رقم هاشمی) از یک کارخانه شالیکوبی در فومن گیلان تهیه شد. آب پنیر بدون نمک به‌عنوان منبع ارزان مواد مغذی برای رشد ریزاندامگان نیز از "کارخانه لبنیاتی تنها" در شهرستان

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

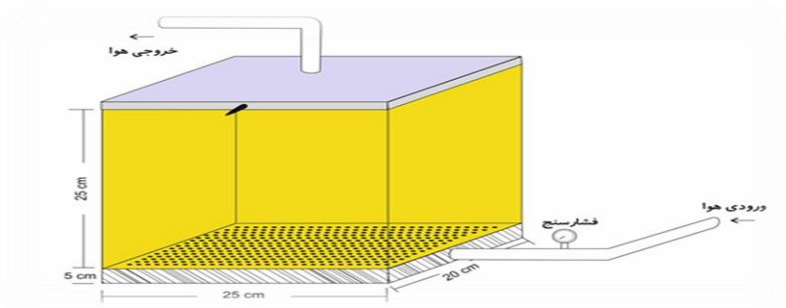
فومن دریافت شد. این ماده دارای میزان تقریبی ۹۵ درصد آب با pH حدود 7 ودارای حدود ۵درصـد مواد پروتئینی، چربی و بعضی عناصر معدنی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها اســـت .در این پژوهش، ریزا ندام‌گان موجود در فرایند طبیعی کمپوست شدن (پوسیدن) ضایعات چوب و پوسته برنج و همچنین نـان کپـک زده بـه‌عنوان منبع عوامـل میکروارگانیســـم‌ها، مورد اســـتفاده قرار گرفتند. همچنین، برای برر سی سمیت کمپو ست تولیدی و اثر آن بر ر شد گیاه، لوبیای چشم بلبلی استفاده شد. برر سی‌ها نشان داده ا ست که جوانه‌زنی و ر شد این گیاه بر اثر شوری خاک و آلودگی‌هـای نفتی تحـت تـاثیر قرار گرفتـه [۱۷و۱۸] و بنابراین این احتمال وجود دارد که جوانه‌زنی و رشـــد آن تحت تاثیر کیفیت کمپوســـت و کود آلی پوســـته برنج نیز قرار گیرد.

۲-۲-بیوراکتور آزمایشگاهی

در این پژوهش برای انجام تیمار زیستی ترکیبات کمپوست شونده، از دو مخزن به شکل مکعب م ستطیل و از جنس پلی اتیلن نی مه شـــ فاف(کمی مات)، به ا بعاد تقریبی ۲۰×۲۵×۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. همچنین، با هدف تامین یکنواخت هوای ورودی مورد نیاز برای فرایند، صـــفحه مشـــبک با منافذی به قطر 2 میلیمتر، در فاصـــله ۵ ســـانتی متری از کف مخزن تعبیه شـــد تا خط ورودی هوا در زیر آن قرار گیرد (تصویر ۱).

۲-۳-روند آزمایش‌ها

در ابتدا پوســته برنج در آون الکتریکی و در دمای ۳±۱۰۵ درجه سلسیوس خشک شد و درصد رطوبت وسپس جرم حجمی و تا حد ام‌کان ترکی‌بات تشـــک‌یل ده‌نده آن اندازه‌گیری شد. در ادامه، ۵ در صد مایه تلقیح، متشکل از سوسپانسیون پودر نان کپک زده (w/v) ۵ درصد برحسب مواد جامد نسبت به پو سته برنج، آب پنیر (v/w) ۵ در صد ومعادل (w//w) ۲ درصد ضایعات چوب درحال پوسیدن، به ۱۸۰۰ گرم پوسته برنج افزوده شد. پس از اختلاط کامل ما یه تلقیح با پوســـته برنج، با افزودن آب مقطر میزان رطوبت مواد تیمار شـــونده در بیوراکتور در حدود ۵±٦۵ درصـــد تنظیم شـــد و محتویات ظرف آزمایش در محیط آزمایشگاه قرار داده شد تا فرایند تخمیر و کمپوست شدن انجام گیرد.این فرایند برای مدت ۸۰روز ادامه یافت. در طی دوره تیمار، پس از گذشت هر ۲۰ روز ازمواد کمپوست شونده نمونه برداری انجام و مورد آزمایش و برر سی قرار گرفت. پس از۸۰ روز به جهت بهبود رنگ ظاهری معادل ۱۰ درصد وزنی مواد جامد کمپوست شونده، به مواد تیمار شـــده، کود چوبی رســـیده، افزوده و مخلوط شـــد و فرایند کمپوست شدن برای ۲۰روز دیگر ادامه یافت.



تصویر۱ بیوراکتور آزمایشگاهی برای خواباندن پوسته برنج و انجام فرایند تبدیل میکروبی آن به کود آلی(کمپوست)

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

۲-٤-تاثیر کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه

با هدف مطالعه اثر کمپوست تولیدی از پوسته برنج بر رشد گیاه، به جهت رشد مناسب در دمای ۲۵-۳۰درجه سیلسیوس هوای تابستان و سرعت رشد نسبتا بالا، برای نمونه کشت بذر از خانواده بقولات، نوع معمول گیاه لوبیا چشم بلبلی[1]، جنس ویگنا سیننسیس[2] در خاک ماسه ای با ۹۹ در صد مواد سیلیسی (و غیر آلی) و حدود ۱ در صد مواد آلی، باضافه ۵ درصد (w/w) از کمپوست حاصل بررسی شد.

در این راستا، رشد گیاه و وزن آن در بازه‌های زمانی ۷ روزه بعد از کشت، در مقایسه با کشت‌های شاهد (کشت در خاک ماسه‌ای بدون کمپوست)، مورد مطالعه قرار گرفت. برای نتیجه گیری هر کدام از کشت ها با ۳تکرار(۳ گلدان و در هر گلدان ۱۰عدد بذر) انجام شد. رشد گیاه از منظر افزایش طول بوته و وزن زیست جرم تر و خشک نسبت به زمان بررسی شد. در این جهت، پس از ۲۱ روز تعداد یکسان (۳ عدد) از گیاه حاصل از هرکدام از گلدان ها را در یک سطل آب غوطه‌ور کرده و به آرامی تکان داده شد، تا تمام ذرات خاک چسبیده حذف شوند و طول ساقه و ریشه آنها با استفاده از مقیاس متریک و با استفاده از یک خط کش با حساسیت میلی‌متر، اندازه‌گیری شد. وزن تر و وزن خشک بوته‌ها نیز با یک ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد.

۲-۵-نمونه برداری‌ها و تجزیه‌وتحلیل فیزیکوشیمیایی

در این پژوهش ، هر ۲۰ روز پس از آغاز تیمار زیستی تا ۱۰۰روز پایانی، نمونه برداریها انجام شد .در این راستا، ترکیبات درون بیوراکتور از منظر میزان محتوی کربن آلی، مواد معدنی، pH، دما و نسبت C:N مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میزان رطوبت با استفاده از روش وزن سنجی تعیین شد .در این راستا، میزان ۵ گرم کمپوست به مدت ۲۰ ساعت در دمای ۵±۱۰۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت در آون الکتریکی خشک شد. سپس، نمونه‌ها قبل از توزین نهایی در دمای اتاق و در دسیکاتورخنک شدند. با خشک شدن، میزان رطوبت کمپوست بر مبنای درصد محاسبه شد. در طی زمان کمپوست شدن، دمای مواد کمپوست شونده در بیوراکتورها نیز هر دو روز با دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری pH ، مخلوط های ۱۰ درصد (w/v) از نمونه‌های کمپوست پوسته برنج در آب مقطر و براساس روش سندبرگ و همکاران (۲۰۰۸) تهیه شد و pH آنها با استفاده از pH متر دیجیتال مدل HATCH اندازه‌گیری شد[۱۹].

مواد آلی با کاهش وزن به روش احتراق خشک و نیتروژن کل با استفاده از روش کجلدال[3] اندازه‌گیری شدند [۲۰]. اندازه‌گیری کربن آلی کل (TOC)[4] با روش ولکلی-بلاک[5] انجام شد. اساس این روش بر هضم مرطوب کربن آلی در محلول $K_2Cr_2O_7$ ودر حضور H_2SO_4 غلیظ و تیتراسیون دی کرومات باقیمانده با فروس سولفات، استوار است [۲۱]. محتویات عناصر معدنی به‌ترتیب، فسفر و آهن به روش اسپکتوفتومتری با استفاده ازدستگاه اسپکتروفتومتر Hatch مدل DR2000 وبا روش استاندارد ISO11466، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با EDTA روش استاندارد ISIRI8652 اندازه‌گیری شدند [۲۲]. پتاسیم نیز به روش اسپکتروسکوپی جذب اتمی شعله[6] (Flame AAS) اندازه‌گیری شد.

۲-٦-آنالیز آماری

در پژوهش حاضر از نرم‌افزار مینی تب ۲۰۱٦ برای بررسی آماری داده‌ها استفاده شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون t-test مقایسه شدند. با توجه به اینکه این مقاله تنها به بخشی از کل پژوهش و امکان تولید کود آلی(کمپوست)

[1] Cowpeas
[2] Vigna Sinensis
[3] Kjeldahl
[4] total organic carbon
[5] Walkley-Black
[6] Flame atomic absorption spectroscopy

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

از پوســـته برنج و نتایج حاصـــله توجه دارد، تنها به ذکر مقایسه میانگین داده‌ها اکتفا شده و طراحی کلی آزمایش‌ها و متغیرهای مهم تاثیر گذار و اثرات آنها و همچنین آنالیز واریانس داده‌ها در اینجا مورد بحث قرار نگرفته است.

٣-نتایج

٣-١-ویژگی‌های پوسته برنج

در جدول ١ ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی پوسته برنج مورد استفاده در این پژوهش قید شده است. مطابق نتایج مندرج در این جدول، میزان رطوبت و وزن حجمی ظاهری پوسته برنج تیمار نشـــده به ترتیب برابر با ٥/ ٦درصـــد و gcm^{-3} ٠/١٢٦می‌باشـــد. همچنین، مواد آلی آن ٨١/٢٧ درصـــد از وزن خشـــک پوســـته برنج و مواد غیر آلی آن نیز ١٨/٨٣ درصد از وزن خشک پوسته برنج را تشکیل میدهد. SiO_2 با درصد وزنی (١٨/١ درصد)، بیشترین مقدار درصد مواد معدنی را به خود اختصاص داده است.

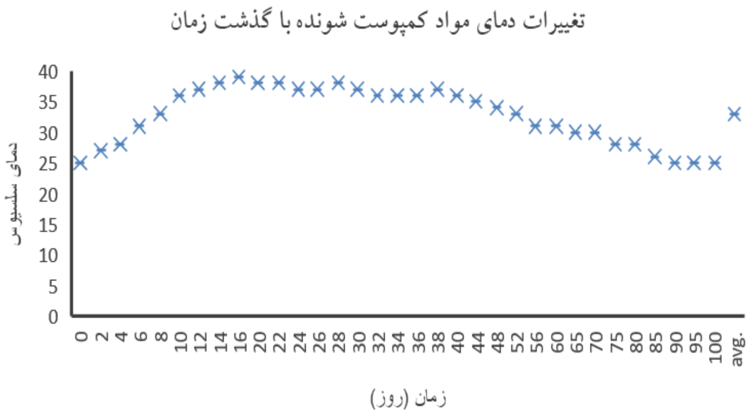
٣-٢-تولید کمپوست

٣-٢-١- تغییرات دمای داخل مواد کمپوست شونده

نمودار ١ روند کل تغییرات دمای داخل مواد کمپوســـت شـــونده نسـبت به زمان را در طی فرایند کمپوسـت شـدن پوســـته برنج، در طی مدت ١٠٠ روز به تصـــویر می‌کشـــد. مطابق این نمودار، دمای داخل مواد کمپوســـت شـــونده با افزایش فعالیت میکروارگانیســـم‌ها و در طی مدت زمان اندازه‌گیری ١٠٠ روز، ابتدا از ٢±٢٥ درجه سلسیوس(دمای محیط) تا به ٢±٣٧ درجه افزایش یافت و سـپس با کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها در پایان فرایند در محدوده٢±25 سلسیوس باقی ماند(دمای محیط آزمایشگاه ٢±٢٥ درجه سلسیوس بود).

جدول١ خواص فیزیکی و شیمیایی پوسته برنج (میزان ترکیبات تشکیل دهنده بر مبنای درصد وزن خشک)

Fe^{+2} %	K^{+} %	Ca^{+2} %	Mg^{2+} %	PO_4^{-3} %	SiO_2 %	C:N	N_t %	کربن آلی ٪	مواد آلی ٪	مواد جامد ٪	رطوبت ٪	وزن حجمی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)
0/04	٠/٢٣	0/037	٠/٠٤	0/11	18/1	161/2	0/28	45/15	81/27	93/5	6/5	0/126



نمودار١ تغییرات دمای محیط داخل مواد کمپوست شونده(پوسته برنج و افزودنی ها) با گذشت زمان.

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

نمودار۲ تغییرات pH سوسپانسیون ۱۰ درصد (W/V) مواد کمپوست شونده (پوسته برنج و مواد افزودنی) با گذشت زمان

۳-۲-۲ تغییرات pH

نمودار ۲ تغییرات pH داخل مواد کمپوست شونده را در طی فرایند کمپوست شدن پوسته برنج به تصویر می‌کشد .در این راستا، میزان ابتدایی pH محتویات مواد کمپوست شونده برابر ۷/٤ ثبت شد که این عدد در روز ۱۲ ام تا ٦/٥ کاهش یافت. در ادامه، مقدار pH افزایش یافت و به عدد ۸/٥ در روز ۳۲ ام رسید. این نوسانات pH در ادامه فرایند مشاهده شد و در نهایت اندازه آن، به آرامی کاهش یافت و در روز ۱۰۰ ام به عدد ٦/٦ رسید.

۳-۲-۳- تغییرات ترکیبات آلی و معدنی کمپوست

جدول ۲ تغییرات ترکیبات آلی و معدنی پوسته برنج در طی فرایند کمپوست شدن را در طی ۱۰۰ روز نشان می دهد. در این راستا، عدد نسبت کربن به نیتروژن (C:N)، از مهمترین شاخص‌هایی است که می‌تواند کیفیت کمپوست را تعیین کند. برای مقایسه در اینجا نتایج مربوط به نمونه اولیه (پوسته برنج تبدیل نشده) به‌عنوان شاهد فرض شده است و نتایج حاصل از محصول در حین فرایند و نیز نتایج آزمایش‌های محصول نهایی با شاهد مورد مقایسه قرار گرفته است. مطابق با جدول ۲، از نسبت ابتدایی کربن به نیتروژن (C:N)، ۱٦۱/۲، با گذشت زمان به‌صورت پیوسته کاسته شد و در نهایت در روز ۱۰۰ ام به عدد ۲۳/۸ رسید، که این امر حاکی از بلوغ محصول کمپوست حاصله می‌باشد. لازم به ذکر است که مقدار نیتروژن مواد در زمان تبدیل از ۰/۲۸ در روز اول به ۱/٥٦ درصد تا روز ۸۰ام مرتب روند افزایشی داشته ولی در نهایت با اندکی کاهش (۱/٥٤) روبروشد که این کاهش احتمالا به جهت فرار مقداری نیتروژن به صورت N_2 از محیط فرایند حادث شده است.

در این پژوهش کاهش نسبی مواد آلی از ۸۱/۲۷ به ۷۲/۲۰ (کاهش حدود ۱۱/۲ درصد) اتفاق افتاد و این پدیده با افزایش نسبی میزان مواد غیر آلی از ۱۸/۷۳ به ۲۷/۸۰ (افزایش حدود ٤۸/٤ درصد) همراه شد. اما میزان Mg^{2+} و Fe^{2+} در طی مدت زمان ۱۰۰ روز با افزایش همراه بود. در این راستا، میزان Mg^{2+} از ۰/۰٤ به ۰/٤ (۱۰برابر افزایش) و میزان Fe^{2+} از ۰/۰٤ به ۰/۲۸ (۷ برابر) افزایش یافت. از سویی، در طی فرایند محتوای $PO4^{3-}$ به‌صورت پیوسته افزایش یافت. بنابراین، مقدار آن از میزان ابتدایی ۰/۱۱ در شاهد به مقدار نهایی ۲/۹ (۲٦ برابر) در انتهای فرایند رسید. البته لازم به ذکر است که مقدار گزارش شده مربوط به محتوای فسفر قابل اندازه‌گیری است که در اثر مصرف و تبدیل آن توسط ریزاندامگان به شکل فسفات محلول در آمده است. این روند تغییر متغیر های مواد کمپوست شونده نسبت به نمونه اولیه (شاهد) در جدول ۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

جدول ۲ نتایج تجزیه مواد (مخلوط پوسته برنج به اضافه ضایعات چوبی و افزودنی سوسپانسیون آب پنیر وپودر نان کپک زده) دردوره‌های زمان کمپوست شدن در طی ۱۰۰ روز (نسبت به وزن خشک)

نمونه اولیه(شاهد)				مدت زمان پس از تلقیح مواد کمپوست شونده					
متغیر	زمان		t-test	۲۰روز	٤۰روز	٦۰روز	۸۰روز	۱۰۰روز	t-test
٪موادغیرآلی	۱۸/±۸۳	۰/۲۱۵	۲/٦*	۲۰/۳۵	۲۱/۵۵	۲۳/۳	۲۵/۲	۲۷/۰,۱۰۵±۸	۲/۳۸❋
٪مواد الی	۸۱/±۲۷	۰/۲۲	۲/٦*	۷۹/٦۵	۷۸/۱	۷٦/۷	۷٤/۸	۷۲/۰,۱۰۵±۲	۲/۳۸❋
٪کربن الی	٤۵/±۱۵	۰/۲۹۷	۷/٦*	٤۳/۲	٤۱/٦	٤۰/۲	۳۸/۳	۳٦/۰,۲۳۳±۷	۲/۱٤❋
Ca^{+}٪۲	۰/±۰۳۷	۰/۰۰۲	۱/۷٦*	۰/۱	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۰,۰۱٤±۷۹	۱/٤۳❋
Mg^{2+}٪	۰/±۰٤	۰/۰۰۱	۰/٦۲ns	۰/۱٤	۰/۲۱	۰/۳	۰/۳۵	۰/۰,۰۰۹±٤	۰/۸٦ns
Fe^{+}٪۲	۰/±۰٤	۰/۰۰۱۵	۱/۳*	۰/۰۷۵	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰,۰۱۵±۲۸	۰/۸ns
PO_4^{3-}٪	۰/±۱۱	۰/۰۰۷	۰/۷۵ns	۰/٤۸	۱/۳۳	۱/٦۸	۲/۳	۲/۰,۰۸۹±۹	۰/۹۵۵ns
K^{+}٪	۰/±۲۳	۰/۰۰٦	۱/۲۷*	۰/۵٤	۰/۸۸	۰/۹۱	۱/۲۳	۱/۰,۰۱۹۸±٤۸	۱/۵۱❋
N_t٪	۰/±۲۸	۰/۰۱	۲/۱۹*	۰/۸۷	۱/۳	۱/٤	۱/۵٦	۱/۰,۲۲۳±۵٤	۱/۵۸❋
C/N	۱٦۱/±۲	۷/۵	۱/۱۲❋	۵۵/٤	۳۲/۰	۲۸/۷	۲٤/۵	۲۳/۰,۳۹۹۸±۸	۳/۸۵❋

❋تفاوت معنی‌داری بین نتیجه آزمایش(میانگین متغیرها) در مقایسه با شاهد مشاهده شده است.

Ns تفاوت فاحشی بین نتیجه آزمایش‌ها وجود ندارد.

برای ارزیابی‌های آماری نتایج تغییرات مواد کمپوست شونده، نتایج آنالیز نمونه پایانی کمپوست مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج محاسبات مربوطه در جدول ۲ نشان داده شده است. این نتایج بیانگر اختلاف اندک داده های مربوط به آز مایش ها و اندازه‌گیری هر نمو نه و اطمینان بالای نتایج ($p < 0.05$) می‌باشد.

٤-۲-۳- اصلاح کمپوست با افزودن کود پوست درخت

علیرغم اینکه نتایج نسبتا قابل قبولی در دوره ۱۰۰ روزه به‌دست آمد، رنگ محصول کمپوست پوسته برنج هنوز به رنگ زرد نسبتا روشن بود. بنابراین به جهت اصلاح رنگ و کیفیت ظاهری کود حاصل از پوسته برنج ،میزان ۱۰ در صد وزنی محصول کود درختی (کمپو ست حا صل از پوست و ریزه های چوبی) به محصول نهایی افزوده شد و فرایند کمپوست شدن تنها برای هموژن و یکنواخت شدن برای مدت ۱۰ روز دیگر ادامه یافت. در این راستا، افزودن کود درختی موجب بهبود رنگ ظاهری کود (تیره شدن) و حتی کیفیت کلی محصول نهایی شد.در این رابطه به ۱۳/۲ درصد افزایش مواد غیر آلی،کاهش ۵/۱ درصد مواد آلی و۳/۵٤ درصد کربن آلی، کاهش ۱۵ درصد کلسیم و افزایش ۵۵ درصد منیزیم، ۱۰/٦۹ درصد فسفات، ۷٦/۵ درصد پتاسیم و ۵/۲ درصد نیتروژن می‌توان اشاره کرد. به این ترتیب برای کاهش کربن آلی و افزایش نیتروژن، نسبت C/N نیز ۸/٤ درصد کاهش یافته است. همه این نتایج نشان دهنده بهبود کیفیت کود آلی پوسته برنج با افزودن کود درختی رسیده می‌باشد. به‌نظر می‌رسد پیوستگی ساختار بافت کود درختی به حفظ مواد و از جمله فسفات، نیتروژن و پتاسیم کمک کرده است (جدول ٤).

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

جدول٤ نتایج تجزیه و تحلیل محصول کمپوست حاصل از اختلاط پوسته برنج با ۱۰درصد کود درختی(نسبت به وزن خشک)

نتایج متغیر	شاهد	کمپوست۱	کمپوست۲	t-test1*	t-test2**
مواد غیر آلی٪	۱۸/۸ ± ۰/۲۱۵	۲۷/۰,۱۰۵±۸	31/46±۰,۰۹	٦۰	۱٤۰/٦۷
مواد آلی٪	۸۱/۲۵ ± ۰/۲۲	۷۲/۰,۱۰۵±۲	6۸/54±۰,۰۹	٦۰	۱٤۱/۲۲
کربن الی٪	٤٥/۲ ± ۰/۱۹۷	۳٦/۰,۲۳۳±۷	35/4±۰,۲۱	۳٦/٤۸	٤٦/٦۷
Ca^{+2} ٪	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۰۱۷	۰/۰,۰۱٤±۸۰	۰/68±۰,۰۱	٥٤/۲۸	٦٤
Mg^{+2}٪	۰/۰٤ ± ۰/۰۰۰۹۷	۰/۰,۰۰۹±۲	۰/31±۰۸ ۰,۰	۱۷/۷۸	۳۳/۷٥
Fe^{+2} ٪	۰/۰٤ ± ۰/۰۰۱٤٦	۰/۰,۰۱٥±۰٥۹	0/۰٤۸±۰,۰۱۳	۱/۲۳	۰/۷۷
PO_4^{3-}٪	۰/۱۱٥ ± ۰/۰۰٦۷	۲/۰,۰۸۹±۹	3/2۱±۰,۰۷۸	۳۱/۲٤	۳۹/٦
K^{+}٪	۰/۲۳ ± ۰/۰۰٦۳	۰/۰,۰۱۹۸±۸۱	1/٤3±۰,۰۱۸	۲۹/۲۹	٦٦/٦۷
N_t٪	۰/۲۸۷ ± ۰/۰۱۱٤	۱/۰,۲۳۳±٥٤	1/62±۰,۲۱	٥/۳٦	٦/۳۳
C/N	۱٦۲/۲ ± ۷/٤۷۳	۲۳/۰,٤±۸	21/8±۰,۳۸۹	۳٤۳/٥	۳٥۸/۳٥

کمپوست۱: کمپوست پوسته برنج بدون کود درختی (میانگین نتایج)

کمپوست ۲: کمپوست پوسته برنج با۱۰ درصد کود درختی(میانگین نتایج)

* بررسی تفاوت میانگین ها نشان می دهد که تفاوت های فاحشی بین نتایج نمونه‌های کود کمپوست با نمونه شاهد در هر کدام از صفات وجود دارد. این امر نشان دهنده بهبود و ارتقای خواص قابل اندازه‌گیری در کود آلی مورد بررسی نسبت به مواد اولیه مورد بررسی (شاهد) است.

تفاوت میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده بین کود کمپوست ۲ و شاهد شدیدتر بوده و این بر بهبود کیفیت کود کمپوست پوسته برنج با افزودن کود درختی تاکید دارد.

(a) (b)

تصویر۲ نمونه کود حاصل از پوسته برنج: a) قبل از افزودن کود درختی، b) بعد از افزودن کود درختی

تصویر ۲ نیز نمونه‌ای از کمپوست تولیدی از پوسته برنج (قبل و بعد از افزودن کود درختی) را به تصویر می‌کشد. تغییر رنگ محصول و تیره تر شدن آن نشان دهنده بهبود رنگ ظاهری محصول به جهت حضور کمپوست درختی در ترکیب کود حاصل از پوسته برنج می‌باشد. مطابق جدول ٤ تفاوت بین درصد مواد آلی و کربن آلی و مواد غیر آلی در نتایج بین کود آلی و شاهد و کود آلی با و بدون کود درختی به‌طور قابل ملاحظه‌ای مشهود است و این نشان دهنده کیفیت کود پوسته برنج نسبت به شاهد و

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

نیز کود پوسته برنج با کود درختی نسبت به کمپوست بدون کود درختی می‌باشد.

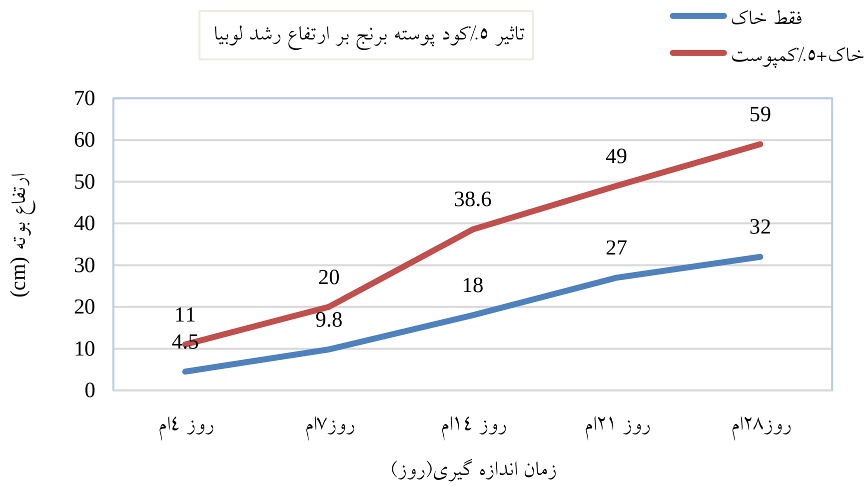
۲-۵- ۳ اثر کمپوست برجوانه‌زنی بذر لوبیا و افزایش ارتفاع بوته آن

به‌دلیل رشد مناسب در دمای ۲۵-۳۵ سلسیوس و سهولت بررسی، به‌صورت اختیاری جهت بررسی اثر کمپوست پوسته برنج بر جوانه‌زنی و سرعت رشد، بذر لوبیا انتخاب شد.

جدول ۵، در بردارنده اطلاعات مربوط به رشد نمونه خاک +کمپوست) کشت بذر لوبیا چشم بلبلی در خاک ماسه ای (با کمتر از ۱ در صد ماده آلی) با افزودن ۵ در صد وزنی از کمپوست پوسته برنج میباشد. در این راستا، برای نمونه ء کنترل، میزان افزایش ارتفاع بو ته گیاه برابر با ۰/۵±۹/۸، ۰/۷±۱۸ و ۰/٤±۲۸/٦ سانتی‌متر به ترتیب در روزهای ۷، ۱٤ و ۲۱ بود. این در حالی است که نمونه‌های کشت شده در خاک ماسه ای باضافه ۵ درصد کمپوست پوسته برنج، به‌طور میانگین ۱۷/٤۸ سانتی‌متر در روز ۷ام، ۳۳/۲۷ تا روز ۱٤ام و ٤۸/۸۵ سانتی‌متر تا روز ۲۱ام ر شد دا شته‌اند. بنابراین، افزایش تنها ۵ درصد کمپوست پوسته برنج به خاک ماسه ای در هر مرحله بیش از ۱۰۰ درصد رشد لوبیای چشم بلبلی را تقویت کرده است. وزن تر و وزن خشک نمونه‌های کشت شده در خاک شنی محتوی ۵ درصد کمپوست نسبت به نمونه‌های شاهد (کشت شده در خاک فاقد کمپوست) تقریبا بیش از ۲برابر بوده است. این نتایج نشان دهنده مرغوبیت و کیفیت کمپوست پوسته برنج تولیدی در جوانه‌زنی و افزایش طول بو ته لوبیای چشم بلبلی می‌باشد.

نمودار ۳ میانگین تغییرات ر شد بذر لوبیای چشم بلبلی با زمان در خاک ما سه‌ای محتوی ۵ در صد کود پو سته برنج را نسبت به نمونه شاهد (رشد لوبیا در همان خاک ماسه‌ای فاقد کود) به تصویر کشیده است. همانطورکه مشاهده می شود رشد حاصله در خاک محتوی کود تقریبا ۲ برابر بیشتر از نمونه شاهد می‌باشد.

نتایج آنالیز آماری مربوط به اثر کمپوست بر افزایش ارتفاع بوته لوبیا و نیز بر وزن تر و وزن خشک آن در جدول ۵ ملاحظه می‌شود.این نتایج نیزحاکی از اثر مثبت کود پوسته برنج بر افزایش ارتفاع رشد گیاه، افزایش وزن تر و وزن خشک بوته و نیز عدم اختلاف معنی‌دار در نتایج اندازه‌گیری هر نمونه است ($p<0.05$).



نمودار ۳ منحنی افزایش رشد بوته لوبیا با زمان در خاک ماسه ای محتوی ۵ درصد از کود پوسته برنج در مقایسه با شاهد(خاک ماسه ای بدون کود)

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

جدول۵. محاسبات آماری رشد و وزن بوته لوبیا برحسب گرم در مدت ۲۱ روز

نمونه-پاسخ / زمان	آنالیز آماری شاهد(کشت در خاک ماسه‌ای)			آنالیز آماری کشت نمونه در خاک ماسه‌ای+۵ درصد کمپوست		
	Avg±SE	T-test	-	Avg±SE	T-test	-
ارتفاع بوته در روز ۷ام	۹/۸±۰/۱۶۶	۳/۰	*	۱۷/٤۸ ±۰/۳۵۹	۱/٤۵	*
ارتفاع بوته در روز ۱٤ام	۱۸/۰ ±۰/۱۷٤	٤/۰	*	۳۳/۲۷ ±۰/۳۹٦	۰/۳۵	ns
ارتفاع بوته در روز ۲۱ام	۲۸/٦ ±۰/۱۸۹	٤/۲۳	*	٤۵/۸۵ ±۰/٤۱۸	۲/٦۳	*
وزن تر بوته روز ۲۱ام	۱/٦ ±۰/۰۱٦٦	٦/۰	*	۲/۹ ±۰/۱۳٦	۲/۵	*
وزن خشک بوته روز ۲۱ام	۰/۱۵ ±۰/۰۰۳٦	۲/۸	*	۰/۲۸۸ ±۰/۰۱	۲/۰	*

*مقایسه میانگین‌ها از طریق t-test نشان دهنده تفاوت‌های فاحش بین نتایج مربوط به افزایش رشد بوته نمونه‌های شاهد و همچنین تفاوت معنی‌دار در وزن بوته‌ها است. این تفاوت در نتایج مربوط به بذرهای کشت شده در مخلوط خاک شنی و کود آلی پوسته برنج و باقیمانده های چوبی وجود دارد، اما نسبت به نمونه‌های شاهد کمتر است. (NS) تفاوت قابل توجهی بین نتایج وجود ندارد.

مقایسه میانگین افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و وزن خشک بوته گیاه لوبیاچشم بلبلی از طریق t-test، نشان دهنده نداشتن تفاوت معنی‌دار بین نتایج کشت در خاک ماسه‌ای به اضافه ۵ در صد کمپوست پوسته برنج در هر آزمایش و تفاوت معنی‌دار بین نتایج کشت در خاک ماسه ای تنها و خاک ماسه ای به اضافه ۵ درصد کمپوست می باشد. این امر نشان دهنده اثر مطلوب کود آلی مورد نظر (کمپوست) بر میزان جوانه‌زنی (داده‌ها نشان داده نشده) و افزایش ارتفاع بوته لوبیا در زمان مقایسه است.

٤- بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پوسته برنج مورد استفاده در این پژوهش، حکایت از میزان بالای مواد آلی(۸۱/۲۷ درصد) و نیز مواد غیر آلی(۱۸/۷۳ درصد) و C:N برابر ۳/ ۱٦۱در آن داشت. محصول کود آلی(کمپوست) تولیدی در این پژوهش نیز دارای کربن آلی۳٦/۷ درصد و نیتروژن ۱/۵٤ در صد و دارای شاخص C:N برابر ۲۳/۸ می‌با شد. در این راستا، این نتایج با پژوهش‌های پیشین قابل مقایسه است. به‌عنوان مثال ، به گزارش Demir و همکاران درسال ۲۰۱۵، در ترکیه می‌توان اشاره کرد. در این گزارش که حاصل پژوهش در مورد تولید کمپوست از پوسته برنج با افزودن کود اوره و تیمار و خواباندن آن به مدت ۱۳ ماه می‌با شد، نمونه پوسته برنج مورد برر سی، دارای ٤٦/۳۰۳ در صد کربن آلی، ۰/۳۷٦ در صد نیتروژن و شاخص C:N آن نیز برابر با ۱۲۱/۳ بوده است. محصول کود آلی تولیدی در پژوهش مورد اشاره نیز دارای ۲۱/۱۳۸ درصد کربن آلی، ۰/۵۵۲ درصد نیتروژن وشاخص C:N برابر ۳۸/۳ می‌باشد [۲۳]، که ضعیف تر از محصول تولیدی در پژوهش حاضر است.در گزارش دیگری که توسط Shareef و همکاران در سال ۲۰۱٦ در مالزی انجام شد، با به کارگیری پودر استخوان ماکیان در ترکیب پوسته برنج برای تولید کمپوست، محصول تولیدی دارای ۱/٦٤ درصد نیتروژن و ٤۳/۲٤ درصد کربن و شاخص C/N آن برابر ۲۹/۸ بوده است و با نتایج پژوهش حاضر قابل مقایسه می‌باشد[۲٤].

همچنین، با مطالعه تغییرات دما در طی فرایند کمپوست شدن مشخص شد که در ابتدای فرایند، در دسترس بودن مواد مغذی افزودنی و تخریب ترکیبات به آسانی زیست تخریب پذیر، موجب افزایش سریع جمعیت ریزاندامگان و افزایش دما به‌دلیل آزاد شدن انرژی گرمایی در اثر متابولیزه شدن مواد کمپوست شونده می شود، اما با ادامه

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

این فرایند به‌دلیل کاهش مواد راحت زیست تخریب پذیر، و کاهش فعالیت ریزاندامگان دما ابتدا نســبتا ثابت مانده ودر ادامه از اندازه آن کاسته می شود. لازم به ذکر است که انرژی انباشته شده در توده کمپوست، باعث افزایش دما و تسـریع واکنش‌های زیسـتی می‌شـود [۲۵]. در این راسـتا، پیشتر، Ta Yeong و همکاران نیز روندی مشابه را در طی فرایند کمپوست ضایعات کشاورزی و غذایی، شامل برگ، علف، ضـــایعات غذا، خاک اره و پوســـته برنج، به ثبت ر سانده‌اند [۲٦]. لازم به ذکر ا ست که به‌دلیل سخت بودن تخریب پوسـته برنج توسـط ریزاندامگان [۲۷] افزایش دما به سختی به مرز ۳۹ درجه سیلسیوس رسیده و به محدوده بهینه دمایی ریز اندامگان گرمادو ست نر سیده ا ست [۲۸]. بنابراین، بی شتر ریز اندامگان فعال در فرایند مورد برر سی، جزء ریزاندامگان ســرمادوســت بوده و فعالیت گونه های گرمادو ست کم بوده ا ست. به‌عنوان مثال، در گزار شی که توسط مد Lokman che Jusoh و همکاران در سال ۲۰۱۳ ارائه شده ا ست، با ا ستفاده از ریزاندامگان موثر در فرایند کمپوسـت سـاقه برنج، دمای محیط کمپوسـت شـونده از حدود ۳۰ درجه شـــروع شـــده و به بالاتر از ٤۳ درجه ســـلســـیوس افزایش یافته و حتی به بالاتر از ۵۸ درجه سلسیوس رسیده است و سپس، شروع به کاهش کرده ودر پایان ۹۰ روز به حدود ۲۸ درجه ســلســیوس افت کرده اســت. بنابراین، در شــرایط دمای بالا عمدتا ریزاندامگان گرمادوست، بیشترین فعالیت را داشته‌اند [۲۹].

با توجه به تغییرات pH در طی فرایند کمپوســت شــدن، میزان ابتدایی pH مواد کمپوســـت شـــو نده برابر ٧/٤ اندازه‌گیری شـــد. این متغیر درروز ۱۲ ام تا ۷/۰ کاهش یافت. این پدیده می‌تواند با تولید ا سیدهای آلی با تخریب مواد آلی مرتبط باشـــد [۳۰]. همچنین، افزایش pH تا ۸/۲ در روز 32ام و تا ۸/۳ در روز ۳۸ مشـــاهده شـــد. مجددا کاهش pH پس از روز ۸۵ ام اتفاق افتاد و در نهایت به حدود ٦/۵ ر سید. این تغییرات قابل مقایسه با م شاهدات جوســـو و همکاران در تولید کمپوســـت از ســـاقه برنج با افزودن پودر اسـتخوان مرغی بود[۳۰]. بنا بر مشـاهدات و تو ضیحات Ogunwande و همکاران(۲۰۰۸) نیز، افزایش pHبه‌دلیل آزاد شـدن آمونیاک توسـط فعالیت‌های زیسـتی اســت [۳۱]. علاوه بر این، در گزارش پیشــین بیان شــده ا ست که افزایش جزئی pH را می‌توان به تجزیه ا سیدهای آلی برای آزاد کردن کاتیون های قلیایی و قلیایی خاکی متصل به مواد آلی نسبت داد [۳۱]. در نهایت کاهش میزان pH، به حدود ٦/٧ طی روزهای ٤٨ تا ۵۵ و بعد از روز ۸۵ را می‌توان به ایجاد شــرایط اســیدی به علت تبخیر آب و انتشار CO_2 و NH_3 نسبت داد [۳۲].

نسبت کربن به نیتروژن (C:N)، از مهمترین شاخص هایی اســـت که می‌تواند کیفیت کمپوســـت را تعیین کند [۳۳].تغییرات خ صو صیات پو سته برنج در طی کمپو ست شدن (۱۰۰ روز) بر اساس نتایج نسبت کربن به نیتروژن را می‌توان به دو بخش، با تخریب زیاد و تخریب کم تقســیم کرد. بخش تخریب زیاد در طی ۲۰ روز ابتدایی رخ داد و در طی آن نسبت کربن به نیتروژن به شدت کاهش یافته و از ۱٦۱/۲ به ۵۵/٤ ر سید. که این امر را می‌توان به تخریب ترکیبات کربنی زودتخریب پذیر در طی ز مان های اولیه فرایند کمپوســت شــدن و انتشــار CO_2 نســبت داد [۳۳]. سپس، در بخش دوم، در طی ۸۰ روز باقیمانده از ۵۵/٤ به ۲۳/۸ رسـید .کاهش نسـبت کربن به نیتروژن در طی ۱۰۰ روز، حاکی از بلوغ محصــول کمپوســت می‌باشــد [۳۰]. همچنین، در طی فرایند کمپوســـت شـــدن پوســـته برنج محتوای PO_4^{-3} و K^+ به صورت پیو سته افزایش یافت و به ترتیب از میزان ابتدایی ۰/۱۱ و ۰/۲۳ به‌ترتیب به میزان نهایی ۲/۹ و ۱/٤۸در انتهای فرایند افزایش یا فت. این افزایش را می‌توان به تجمع ا سیدهای آلی در طی فرایند و تبدیل فسفر و پتاسیم غیرمحلول به فسفر و پتاسیم محلول نســبت داد. این نتایج متناســب و قابل مقایســه با نتایجی ا ست که تو سط سابرامانیوم Thiyageshwari و همکاران،

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

در ۲۰۱۸ گزارش شده ا ست. مطابق گزارش فوق در طی مدت ۹۰ روز پوسته برنج با افزودن مایه تلقیح، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب از مقدار اولیه ۰/۱۹ درصد و ۰/۲۲ درصد مرتبا افزایش یافته و به‌ترتیب به مقدار نهایی ۰/۹٦ و ۱/۲٤ درصد رسیده است[۳٤].

اثر کمپو ست تولیدی بر کشت و ر شد بوته گیاه (به‌عنوان نمونه اطلاعات مربوط به لوبیای چشم بلبلی نشان داده شده ا ست) نیز ن شان دهنده اثر مطلوب آن بر ر شد گیاه می‌باشد. در مورد لوبیای چشم بلبلی، حدود دو برابری افزایش ارتفاع بوته، حدود ۲برابری وزن تر گیاه و حدود ۲/۸ برابر وزن خشک آن نسبت به حالت بدون کمپوست، حکایت از اثر این کمپوست بر کیفیت و رشد گیاه دارد. این نتایج قابل مقایسه با نتایجی است که در گزارش سابرانیوم تیاگشواری[۲]، در کشت نخود سیاه آمده است. در این گزارش با به‌کارگیری کمپوست پوسته برنج به مقدار ۵تن در هکتار به اضافه ۵۰ درصد RDF [۱] و ۲کیلوگرم کود زیستی در هکتار، به‌ترتیب طول ریشه در خاک بدون کمپوست ۱۲/٦۱و ۱۲/۸۷ سانتی‌متر ودرخاک با کمپوست به اضافه کود زیستی و دزکود پیشنهادی برابر ۱۹/۸۲ و ۲۵/۸٦ سانتی‌متر و در شرایط دیگر ۲۲/۵۰ و ۲۵/٦۹ سانتی متر گزارش شده است[۳٤و۳۵].

نتایج برر سی آماری میانگین افزایش ارتفاع بوته نیز ن شان دهنده حدود دو برابری افزایش ارتفاع بوته لوبیا چشم بلبلی در خاک محتوی ۵ درصد کمپوست پوسته برنج بوده که نشان دهنده عدم سمیت و کیفیت مطلوب کود کمپوست فوق می‌باشد. این نتایج قابل مقایسه با نتایج گزارش شده توسط علی مرادی و همکاران در انتخاب ب ستر ک شت منا سب برای جوانه‌زنی لوبیا چ شم بلبلی در بستر ماسه‌ای است[۳٦و۳۷].

به‌طور کلی نتایج این پژوهش ظرفیت پوسته برنج برای تبدیل به کودآلی (کمپو ست) با کیفیت مطلوب در شرایط پژوهش را نشان می‌دهد. در ادامه این پژوهش متغیرهای موثر در تبدیل پوسته برنج بررسی و بهینه می‌شود و جوانه زنی و رشد بذرهای متعدد مطالعه خواهد شد، تا اطلاعات کامل‌تری در مورد تولید مح صول کود آلی از پو سته برنج و متغیر های موثر و حالت بهینه متغیرهابرفرایند تولید و کیفیت و اثرگذاری آن به‌دست آید.

۵- منابع

[۱] خسروانی فرهاد؛ پزشکی راد غلامرضا و فرهادیان همایون. ۱۳۹۳؛ بررسی ضایعات و پسماندهای کشاورزی و ارائه راهکارهای مدیریتی به منظور رسیدن به اهداف توسعه پایدار؛ دو فصلنامه علمی ترویجی سال پنجم، شماره ششم، بهار و تابستان ۱۳۹۳

[2] B. Moeskops, S. Sukristiyonubowo, D. Buchan et al., "Soil microbial communities and activities under intensive organic and conventional vegetable farming in West Java, Indonesia," Applied Soil Ecology, vol. 45, no. 2, pp. 112–120, 2010.

[3] Umithra Muthayya, Jonathan D. Sugimoto, Scott Montgomery and Glen F. Maberly, "An overview of global rice production, supply, trade, and consumption" Ann. N.Y. Acad. Sci. 1324 (2014) 7–14C©2014 New York Academy of Sciences

[۴]پیمان، م-۱۳۸۲ گزارش نهایی طرح تحقیقات و بررسی انرژی مصرف پوست کنی و سفید کردن هر رقم شلتوک رایج استان گیلان-دانشگاه، دانشگاه گیلان

[۵]پیمان، م-۱۳۸۲ گزارش نهایی طرح تحقیقات و بررسی انرژی مصرف پوست کنی و سفید کردن هر رقم شلتوک رایج استان گیلان-دانشگاه، دانشگاه گیلان

[6] Fattah, M. Y., F. H. Rahil, and K. Y. H. Al-Soudany. 2013. Improvement of clayey soil characteristics using rice husk ash. Journal of Civil Engineering and Urbanism 3 (1):12–18.

[۷]تولایی سارا؛ حریرچی شراره؛اعتمادی فر زهرا و طاهرزاده محمد. ۱٤۰۱؛زیست توده های لیگنوسلولزی: منابعی تجدیدپذیر برای تولید اتانول زیستی؛ فصلنامه علمی زیست شناسی میکروارگانیسم ها، سال یازدهم-شماره ٤۳ پاییز ۱٤۰۱ صفحه ۹۵-۷۱.

[1] Recommended dose of fertilizer

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[8] Gable, M., Zac chi, G., 2007. Pretreatment of lignocellulosic materials for efficient bioethanol production. Adv. Biochem. Eng. Bioethanol. 108, 41–65

[9] Kamperidou,V.Terzopoulou, P.(2021). Anaerobic digestion of lignocellulosic waste materials. Sustainability, 13(22), 12810.

S SINGH and L MAIN,2014. Microorganisms in the conversion of Agricultural wastes to]10[Compost. Proc Indian Natn Sci Acad 80 No. 2 June 2014 Spl. Sec. pp. 473-481

[۱۱]معصومی بهمن؛ طالب بیدختی ناصر و نوشادی سعود.۱۳۹۲؛ بررسی عوامل موثر بر تولید کمپوست؛ کیفیت کمپوست؛ شاخصه‌ها و دامنه تغییرات؛ دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم–۱۳۹۲

[12] Omoni, V. T., Lag-Brotons, A. J., Ibeto, C. N., Semple, K. T. (2021). Effects of biological pre-treatment of lignocellulosic waste with white-rot fungi on the stimulation of 14Cphenanthrene catabolism in soils. *International Bio deterioration & Biodegradation*, *165*, 105324.

[13] Zhu, N. (2007). Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. *Bio resource Technology*, *98*(1), 9-13.

[14] Karadag, D., Özkaya, B., Ölmez, E., Nissilä, M. E., Çakmakçı, M., Yıldız, Ş., Puhakka, J. A. (2013). Profiling of bacterial community in a full-scale aerobic composting plant. *International Bio deterioration & Biodegradation*, *77*, 85-90.

[15] Habibi, E., Niknejad, Y., Fallah, H., Dastan, S., Tari, D. B. (2019). Life cycle assessment of rice production systems in different paddy field size levels in north of Iran. *Environmental monitoring and assessment*, *191*(4), 1-23.

[16] Razavi, N. M., Jafarzadeh, D. F., Ouroumiehei, A. A., & Ershad, L. A. (2006). Mechanical properties and water absorption behavior of chopped rice husk filled polypropylene composites. Iranian Polymer Journal 15(9): 757-766.

[17] Wu, D., Wei, Z., Mohamed, T. A., Zheng, G., Qu, F., Wang, F., Song, C. (2022). Lignocellulose biomass bioconversion during composting: Mechanism of action of lignocellulose, pretreatment methods and future perspectives. *Chemosphere*, *286*, 131635.

[۱۸] کامیاب فاطمه؛واعظی شاهین؛ آقایی محمد جعفر و ربیعی مینا. ۱۳۹٦، بررسی اثر تنش شوری بر جوانه زنی و رشد اولیه ارقام گیاه لوبیای چشم بلبلی (vigna unguiculata) درحاشیه کویر دوره ٤ شماره ۳ پیاپی،پژوهش فصلنامه،۳۰آذر ۱۳۹٦ ص ۲۱٦–۲۰۵

[۱۹] چراغی مهرداد؛جعفری ممتازمینو؛ کلاهچی نسرین، ارزیابی جوانه زنی و رشد گیاه لوبیا چشم بلبلی (vigna unguiculata) در پاسخ به آلودگی نفتی ، اولین همایش ملی تنش های گیاهی غیرزیستی– ۱۳۹۲

[20] Sundberg, C., Smårs, S., Jönsson, H. (2004). Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. *Bio resource technology*, *95*(2), 145150.

[21] 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.

[22] De Vos, B., Let tens, S., Muys, B., Deckers, J. A. (2007). Walkley–Black analysis of forest soil organic carbon: recovery, limitations and uncertainty. *Soil Use and Management*, *23*(3), 221-229.

[23] Ščančar, J., Milačič, R., Stražar, M., Burica, O. (2000). Total metal concentrations and partitioning of Cd, Cr, Cu, Fe, Ni and Zn in sewage sludge. *Science of the Total Environment*, *250*(1-3), 9-19.

[24] 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.

[25] Rabah S. Shareef 1,2, Awang soh3, Zakaria wahab4 and Ibni Hajar Rukunudin5 (2016). Rapid composting of rice husks with chicken bones to produce compost rich with calcium and the effect of product compost in the increase of soil pH value. JPER, Vol. (1):0024-0030.

[26] 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-)61, 2221-.9422

[27] Tai, H. S., & He, W. H. (2007). A novel composting process for plant wastes in Taiwan military barracks. *Resources, conservation and recycling*, *51*(2), 408-714

[28] Prasad, C.S.; Maiti, K.N.; Venugopal, R. Effect of RHA in White Ware Composition. *Ceram. Int.* 2000, *27*, 629-635

[29] S SINGH and L NAIN, Microorganisms in the Conversion of Agricultural Wastes to Compost. Proc Indian Natn Sci Acad 80 No. 2 June 2014 Spl. Sec. pp. 473-481

[30] Mohd Lokman Che Jusoh, Latifah Abd Manaf and Puziah Abdul Latiff (2013). Composting of rice straw with effective microorganisms(EM) and its influence on compost quality. Iranian Journal of Environmental Health sciences& Engineering, 10:17

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[31] Kumar, A.; Gaind, S.; Nain, L. Evaluation of Thermophilic Fungal Consortium for Paddy Straw Composting. *Biodegradation* 2008, *19*, 395–402.
[32] Ogunwande, G. A., Osunade, J. A., Adekalu, K. O., Ogun Jimi, L. A. O. (2008). Nitrogen loss in chicken litter compost as affected by carbon to nitrogen ratio and turning frequency. *Bio resource Technology*, *99*(16), 7495-.3057
[33] Subramanium Thiyageshwari, Pandurangan Gayathri, Ramasamy Krishnamurthy, Rangasamy Anandham [2] and Diby Paul (2018), Exploration of Rice Husk Compost as an Alternate Organic Manure to Enhance the Productivity of Black gram in *Typic Haplustalf* and Typic Rhodustalf. International Journal of Environmental Research and Public Health(2018)
[34] Eiland, F.M.; Klamer, A.; Lind, N.; Leth, M.; Baath, E. Influence of Initial C: N Ratio on Chemical and Microbial Composition during Long Term Composting of Straw. *Microb. Ecol.* 2004, *41*, 272–280.
[35] Subramanium Thiyageshwari, Pandurangan Gayathri, Ramasamy Krishnamurthy, Rangasamy Anandham and Diby Paul (2018). Exploration of Rice Husk Compost as an Alternate Organic Manure to Enhance the Productivity of Black gram in Typic Haplustalf and Typic Rhodstalf. International Journal of Environmental Research and public Health**,** 2018, 15, 358; doi:10.3390/ijerph15020358
[36] Malik, M.M.R.; Akhtar, M.J.; Ahmad, I.; Khalid, M. Synergistic Use of *Rhizobium*, Compost and Nitrogen to Improve Growth and Yield of Mungbean (*Vigna radiata)*. *Pak. J. Agric. Sci.* 2014, *51*, 393–398.
[۳۷] مرادی علی؛ منصوری مهناز و بهبود رویا- ۱۳۹۷ ،انتخاب بستر کشت مناسب برای جوانه‌زنی بذرهای چاودار(Secale cereale) ولوبیا چشم بلبلی(Vigna unguiculata)، اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران-۱۰بهمن ۱۳۹۷

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]

Production of organic fertilizer from a mixture of rice husk and wood waste by Aerobic microbial composting method using bread mold fungi and whey

Kamel Yaghoubi[1], Rasoul Khalilzadeh[2*], Ali Bahrami[3], Asieh Aramvash[4]

1. PhD Student, Institute of Biosciences and Biotechnology, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Institute of Biosciences and Biotechnology, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Institute of Biosciences and Biotechnology, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Institute of Biosciences and Biotechnology, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

rkhalilzadeh@mut.ac.ir

Abstract

Every year, more than 600,000 tons of rice husk are produced in rice mills in Iran, which are left in nature without proper use or burned. But, with biotechnological methods, it is possible to convert these agricultural wastes into compost with high content of nitrogen and minerals. Accelerating the production of high quality organic fertilizer and reducing the process time requires determining and studying the factors affecting the composting process. In this research, rotten wood waste in the presence of whey was used as an inoculum and the process was studied for one hundred days. The results showed that the process of rice husk composting decreased the ratio of carbon to nitrogen from 161.2 to 23.8 (85.2% decrease) and also increased the nitrogen content from 0.28 to 1.54 percent (4.5 times increase). By studying temperature changes during the process, it was determined that the degradation of easily biodegradable compounds at the beginning of the process caused an increase in the population of microorganisms and an increase in temperature(37 ± 2^0C), and as the process continued, the temperature of the composting environment gradually decreased to environment temperature (25 ± 2^0C). On the other hand, the results indicated that the addition of 5% of tree bark fertilizer by increasing of Inorgm. From27.8 to 31.46 and decreasing of OC 36.7 to 35.4 and C: N ratio from 23.7 to 21.8 affected the quality of the compost content and it changed the color of the product. The results of the evaluation of the produced compost showed that adding 5% percent by weight of rice husk compost to the sandy soil had a significant effect on the growth length (75±10%) and weight (79±2% wet weight and 90±2% for dry weight) of cowpea.

Keywords: organic fertilizer, lignocellulosic waste, biodegradation, biomass, microorganisms, C/N ratio.

[Downloaded from biot.modares.ac.ir on 2024-12-21]