



ماشین نیمه مکانیزه برداشت قارچ دکمه ای

اسمعیل محمودی^{*۱}

۱- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه صنعتی شاهرود

* ایمیل نویسنده مسئول: esmahmoodi@shahroodut.ac.ir

چکیده

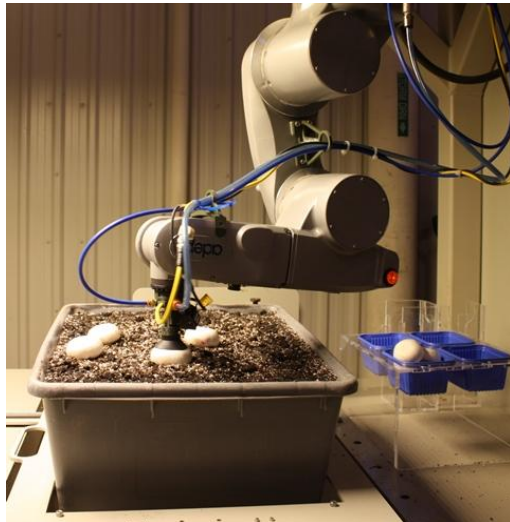
با توجه به وضعیت کارگاه های تولید قارچ در کشور و مشکلات پروسه ی برداشت دستی و دستگاه های موجود در بازارهای جهانی دستگاه نیمه مکانیزه برداشت قارچ دکمه ای طراحی و ساخته شد. دستگاه نیمه مکانیزه برداشت قارچ دکمه ای شامل دو بخش مجزا می باشد. بخش اول دارای یک موتور و پروانه مکش است. این قسمت از دستگاه با تکنیک مکش کار میکند. با روشن کردن کلید روی دستگاه حالت مکش فعال شده و دستگاه را روی قارچ قرار می دهیم. با نازل مکش قارچ را گرفته بر روی ریل بخش دوم دستگاه قرار می دهیم. بخش دوم شامل جعبه مکعبی آلومینیومی، مخزن محصول و ضایعات، موتور و گیربکس، چرخ دنده گردان، قلاب، ریل و تیغه برش می باشد. موتور و گیربکس توسط دکمه ای که روی بخش اول تعبیه شده است به کار می افتد و چرخ دنده گردان را می چرخاند و قارچ روی ریل توسط قلاب روی چرخ دنده گردان به سمت تیغه برشی که زیر ریل تعبیه شده هدایت شده و ضایعات از آن جدا شده و به مخزن ضایعات میریزد و محصول نهایی نیز توسط همان قلاب روی ریل هدایت شده و به مخزن محصول نهایی منتقل می شود. هدف از طراحی این دستگاه بالا رفتن کیفیت برداشت قارچ دکمه ای، جلوگیری از تماس قارچ با دست و جلوگیری از انتقال بیماری بود.

واژه های کلیدی: برداشت قارچ، دستگاه نیمه مکانیزه برداشت قارچ، قارچ دکمه ای.

مقدمه

برداشت قارچ از حساس ترین، پرهزینه ترین و زمان برترین مراحل پرورش قارچ می باشد. ژاپن در ساخت رباط هایی برای مکانیزه کردن کارها و همینطور پرورش قارچ پیشرو است. هلندی ها نیز به ساخت رباط هایی پرداختند که در آن از لیزر و چشم های الکترونیکی استفاده شده تا محل قارچ و قارچ های قابل برداشت را تشخیص دهند (شکل ۱-الف)؛ ولی یکی از معایبی که این دستگاه می تواند داشته باشد غیراز هزینه بالایی که برای تهیه آن باید صرف شود، این است که قارچ های آلوده و بیمار را تشخیص نمی دهد و در سالن های کوچک و نیمه صنعتی، که اکثر اوقات بستر کشت دچار بیماری های متفاوت می شود، کاربرد چندانی ندارد (معصومی، ۱۳۹۲). استفاده از ساکشن جهت برداشت قارچ نیز از جمله سامانه هایی است که توسط برخی از محققین

مورد مطالعه قرار گرفته است (Reed and Tillett, 1994). در ربات‌های برداشت قارچ نیز از این مکانیزم استفاده می‌کنند. معمولاً در این سیستم‌ها، هنگام رسیدن قارچ، ربات روی یک ریل به سوی سبد حرکت می‌کند. بعد از رسیدن به آن، از روی قارچ‌ها عکس می‌گیرد و سپس توسط بازوی برداشت به صورت مکشی قارچ را می‌گیرد و آن‌ها را به سبد برداشت منتقل می‌کند. عیب‌های این ربات‌ها نیز همانند مورد قبلی می‌توان خلاصه نمود (Van De Vegt, 2015) (شکل ۱-ب).



(ب)



(الف)

شکل ۱- برداشت رباتیک قارچ دکمه‌ای: (الف) ربات برداشت قارچ رباط برداشت قارچ دکمه‌ای که توسط هلندی‌ها طراحی و ساخته شده است و در آن از لیزر و چشم الکترونیکی استفاده کرده‌اند. (ب) ربات برداشت قارچ دکمه‌ای که با استفاده از هد مکشی قارچ را برداشت می‌نماید..

روش دیگری که در سطح گسترده‌ای در جهان از آن استفاده می‌شود برداشت توسط یک دستگاه برداشت تجمعی با سرعت و ظرفیت بسیار ولی غیر دقیق است. این دستگاه مکانیزه به صورتی است که دارای یک تیغ برش در سراسر عرض بستر کشت می‌باشد که توسط ریل در طول بستر حرکت کرده و قسمت بالای قارچ و مقداری از ساقه را از بستر جدا می‌کند و توسط تسمه نقاله‌هایی که در کنار آن قفسه‌ها تعبیه شده است، منتقل می‌کند (معصومی، ۱۳۹۲). برداشت با این دستگاه، مشکلاتی را دارد که می‌توان به موارد زیر را بیان کرد:

- ۱- برداشت با این دستگاه قارچ‌های شکسته تولید می‌شود و بازدهی محصول را کاهش می‌دهد.
- ۲- طراحی قفسه بندی متناسب با این نوع دستگاه نیز هزینه بالایی می‌طلبد.
- ۳- برای انتقال سریع قارچ‌های برداشت شده در کنار قفسه‌ها، باید یک تسمه نقاله تعبیه شود که علاوه بر هزینه‌ای که دارد فضای زیادی را اشغال کرده و از ظرفیت سالن می‌کاهد در نتیجه از بازدهی محصول کاسته می‌شود. (شکل ۳)



۴- این دستگاه قارچ ها را در فلش سرعت بالا برداشت می کند که با توجه به بی نظمی رشد قارچ ها در کارگاه های کشور باعث برداشت قارچ های کوچک و پایین آمدن بازده می شود. (شکل ۴)

با توجه به مسایلی که ذکر شد ربات های برداشت و همچنین دستگاه برداشت تجمعی نیز در کشور ما مورد استقبال واقع نشده است. برداشت دستی نیز مشکلاتی را به همراه دارد که از جمله آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- زمان زیادی باید صرف برداشت شود.
- ۲- برای برداشت دستی همزمان دو الی سه نفر مشغول به کار هستند به طوری که یک نفر قارچ را برداشت کرده به نفر بعدی می دهد او نیز ضایعات قارچ را جدا کرده و محصول نهایی و ضایعات را در ظروف مخصوص خود می ریزد و نفر سوم کیسه های قارچ و ضایعات را جا به جا می کند.
- ۳- طی پروسه برداشت دستی، مقداری از خاک پوششی بستر به محصول می چسبد که میزان بازار پسندی محصول را کاهش می دهد.
- ۴- در برداشت دستی کلاهک قارچ را با دست گرفته و می چرخانیم که همین عمل باعث کاهش ماندگاری، کیفیت و در نتیجه بازارپسندی محصول می شود.
- ۵- در برداشت دستی تماس دست با قارچ باعث ایجاد بیماری و افزایش سریع انتقال بیماری می شود.

بیماری های بستر قارچ که توسط دست منقل می شوند از مهمترین مسائل در برداشت دستی قارچ دکمه ای می باشد. بیماری کپک سبز^۱ از بیماریهای مهم قارچ خوراک دکمه ای در سراسر جهان و نیز کشورمان می باشد که توسط گونه های مختلفی از قارچ تریکودرما^۲ ایجاد می شود. خسارت ناشی از این بیماری طی سالهای ۱۹۸۵-۱۹۸۶ طبق اظهارات در ایرلند بالغ بر ۵/۳ میلیون پوند برآورد شده است در ایران نیز اکثر واحدهای پرورش قارچ دکمه ای با مشکل بیماری کپک سبز تریکودرمایی مواجهند (رضایی دانش، ۱۳۷۸). بیماری تار عنکبوتی قارچ خوراکی دکمه ای یکی از بیماریهای مهم قارچی در مراکز کشت و صنعت پرورش قارچ در ایران می باشد. میسلیم پاتوزن ابتدا به رنگ سفید، سپس به رنگ زرد و در نهایت با اسپورزایی شدید به رنگ صورتی مایل به قرمز در سطح بسترهای آلوده مشاهده می شود. علائم مشخصه بیماری در سطح بستر با گسترش رشته های کرکی و ابریشمی آغاز شده و با وجود شرایط بسیار مساعد عوامل محیطی (رطوبت بالای ۸۰ درصد، حرارت ۱۸-۲۵ درجه سانتی گراد، تهویه و جریان هوا) در سالن های کشت و پرورش گسترش می یابد (محمدزاده پاشا، ۱۳۷۵). یکی از عوامل محدودکننده پرورش قارچ خوراکی دکمه ای بیماری حباب تر است. این بیمار در بعضی از مکانها طغیان کرده و ظهور بیماری حتی منجر به صددرصد خسارت هم شده است بطوریکه هیچگونه محصولی برداشت نگردیده است (جمالی قهدریجانی، ۱۳۸۰). بیماری حباب خشک قارچ خوراکی دکمه ای از

¹ Green mould

² Trichoderma



مهمترین بیماریهای قارچی قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید در کشت و صنعت‌های پرورش این قارچ در دنیا محسوب می‌شود. این بیماری در ایران نیز به مراکز تولید قارچ خوراکی آسیب بسیار زیادی وارد می‌کند (مهرپرور، ۱۳۹۰). بیماری لکه قهوه‌ای^۳ قارچ خوراکی تکمه‌ای سفید در سال‌های اخیر به عنوان یک بیماری شایع در سالن‌های پرورش قارچ کشور خسارت فراوانی را وارد نموده است. این بیماری مهمترین بیماری باکتریایی قارچ تکمه‌ای سفید در ایران و جهان می‌باشد. بیماری لکه قهوه‌ای به عنوان یکی از عوامل کاهش کیفیت و کمیت در قارچ خوراکی مطرح است. علائم بیماری به صورت، لکه‌های کوچک قهوه‌ای روشن تا تیره و کلاهک‌های پوسیده که حالت لزج و چسبناکی دارند مشاهده می‌شود (اخلاقی، ۱۳۹۱). تمامی این بیماری‌ها با تماس دست با سرعت زیاد از بستری به بستر دیگر منتقل می‌شوند و در مدت اندکی می‌توانند تمام سالن قارچ را آلوده کنند.

در راستای رفع مشکلات ذکر شده در فوق، دستگاه نیمه مکانیزه برداشت قارچ دکمه‌ای در این تحقیق طراحی و ساخته شد. این دستگاه به گونه‌ای طراحی شده است که بدون تماس دست، قارچ را از بستر جدا کرده و انتهای ساقه و قسمت بالای قارچ را در ظرف‌های جداگانه‌ای که روی دستگاه تعبیه شده است، انتقال می‌دهد تا بخش اعظمی از این مشکلات برطرف گردد. در بخش بعدی این مقاله، به توضیحات در خصوص اجزاء این دستگاه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

با مطالعه روش‌ها و پژوهش‌های مختلف در این زمینه، نمونه اولیه‌ای از این دستگاه به صورت نرم افزاری طراحی و سپس ساخته شد.

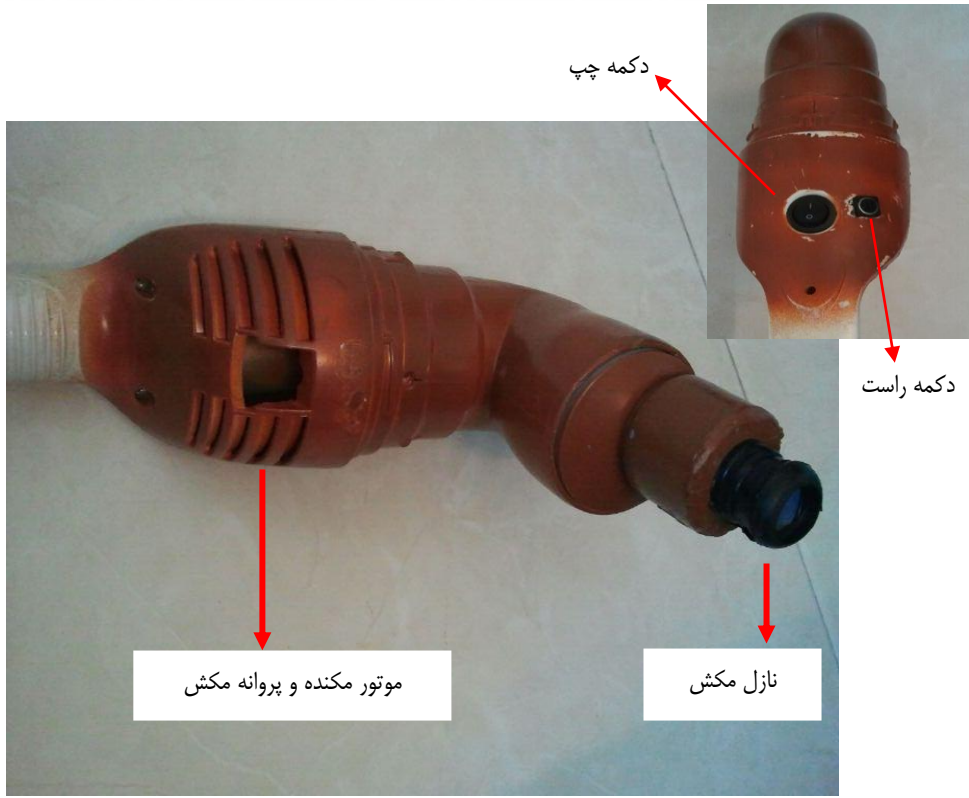
اجزای دستگاه

دستگاه طراحی و ساخته شده در این طرح، از دو بخش تشکیل شده است.

دسته برداشت

بخش اول که دسته برداشت نامیده می‌شود، دارای یک موتور و پروانه مکش، نازل مکش (شکل ۲)، دکمه روشن و خاموش کردن موتور مکنده بخش اول دستگاه (دکمه چپ) و دکمه روشن و خاموش کردن موتور و گیربکس بخش دوم دستگاه (دکمه راست) می‌باشد. این قسمت از دستگاه با تکنیک مکش (ساکشن) کار می‌کند و نیروی خود را از باتری شارژی ۱۲ ولت تامین می‌کند. بطوری که با روشن کردن کلید روی دستگاه حالت مکش فعال شده و نازل مکش را روی قارچ قرار داده می‌شود. با نازل مکش قارچ را گرفته و از بستر جدا کرده و به صورت دستی بر روی ریل بخش دوم دستگاه قرار داده می‌شود.

³ Brown Blotch



شکل ۲- دسته برداشت: نازل مکش را روی کلاهک قارچ تنظیم میکنیم و با روشن کردن موتور مکنده، قارچ را گرفته حدود چهل درجه می چرخانیم میسیلیوم قارچ را از بستر جدا کرده و قارچ برداشت شده را روی ریل قسمت دوم می گذاریم.

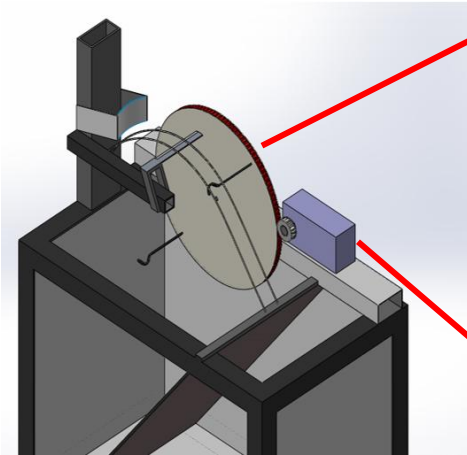
بخش برش ضایعات

این قسمت از دستگاه که بخش برش ضایعات دستگاه نامیده می شود، به منظور جداسازی انتهای ساقه قارچ می باشد که از اجزای زیر ساخته شده است (شکل ۳):

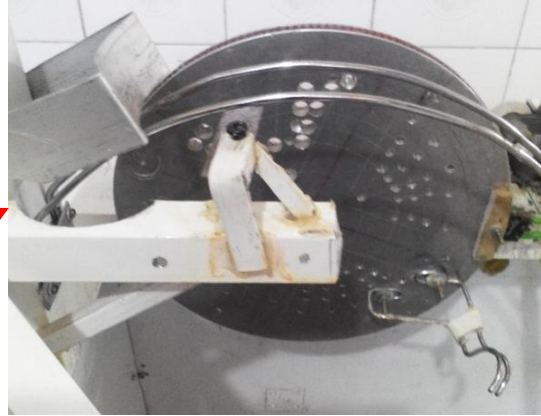
- ۱- جعبه مکعب آلومینیومی که دارای دو مخزن برای ضایعات و محصول نهایی می باشد.
- ۲- موتور و گیربکس که با برق ۲۲۰ ولت کار می کند و روی جعبه نصب می شود.
- ۳- چرخ دنده ای به قطر ۲۵۰ میلی متر و ضخامت ۱۰ میلی متر که در مرکز آن بلبرینگ تعبیه شده است و توسط پایه ای روی بدنه دستگاه نصب می شود، به طوری که با چرخ دنده گیربکس درگیر باشد.
- ۴- ریل که بالاتر از چرخ دنده گردان به صورت افقی قرار داده شده است، محل قرار گرفتن قارچ برداشت شده توسط بخش اول، به منظور جداسازی می باشد.
- ۵- قلاب که روی چرخ دنده گردان به منظور هدایت قارچ روی ریل نصب شده است.
- ۶- تیغه برش که زیر ریل در مسیر حرکت قارچ قرار داده شده، که ضایعات قارچ هدایت شده توسط قلاب را جدا می کند.

میکروسویچ جهت متوقف کردن چرخ دنده گردان نزدیک به لبه آن نصب شده است و با برخورد قطعه برجسته ای که روی چرخ دنده گردان نصب شده است، برق موتور و گیربکس قطع می شود و صفحه گردان متوقف می شود.

چرخ گردان، تیغه برش ساقه، قلاب، ریل، میکروسویچ، قطعه برجسته قطع چرخش



محفظه ضایعات و محصول



موتور گیربکس محرک بخش برش ضایعات

شکل ۳- بخش برش ضایعات: چرخ گردان به همراه متعلقات و موتور گیربکس که محرک اجزاء مختلف این بخش از دستگاه می باشد.

طرز کار دستگاه

با فشردن دکمه سمت چپ موتور مکنده روشن شده و نازل مکش روی قارچ تنظیم می شود و قارچ را می گیرد. پس از گرفتن قارچ حدوداً بیست درجه دسته برداشت را چرخانده تا میسیلیوم قارچ از بستر جدا شود سپس قارچ برداشته شده توسط قسمت اول را روی ریل که مربوط به بخش جدا سازی است قرار داده می شود سپس با فشردن دکمه سمت راست (شکل ۲) در بخش اول، موتور و گیربکس بخش دوم به کار افتاده و چرخ دنده گردان بخش دوم می چرخد. با چرخش چرخ دنده گردان قلاب تعبیه شده روی چرخ دنده گردان، قارچ را به سمت انتهای ریل هدایت می کند. در مسیر ریل تیغه ای منظور شده که ضایعات ساقه را جدا کرده و در مخزن ضایعات می اندازد و محصول نهایی در انتهای ریل به مخزن مربوطه هدایت می شود.

مراحل ساخت دستگاه

ابتدا بخش اول دستگاه ساخته شد به طوری که موتور مکنده روی بخش دوم قرار می‌گرفت و مکش از طریق شلنگی به نازل مکش منتقل می‌شد که پس از تست مشخص شد که قدرت مکش کم می‌باشد و قارچ توسط نازل گرفته نمی‌شود. پس از آن موتور قوی‌تر و سبک‌تری انتخاب شد و روی دسته برداشت نصب شد که پس از تست از نظر قدرت مکش تایید شد ولی جنس و سایز نازل مکش مناسب نبود و قارچ روی نازل مکش می‌لغزید که نازل مکش دیگری تهیه گردید و روی دسته نصب و تست شد و این بار با موفقیت انجام شد.

با توجه به اینکه هنگام هنگام برداشت قارچ باید گلاهدک قارچ حدود ۴۰ درجه بچرخد تا میسیلیوم قارچ از بستر جدا شود، دستگاه ساخته شده را نیز باید به همان مقدار چرخانده شود تا میسیلیوم قارچ از بستر جدا شود ولی بخاطر اینکه جنس نازل مکش طوریست که روی قارچ می‌لغزد این قسمت از دستگاه به خوبی کار نمی‌کند. چند بار هم نازل با جنسهای مختلف آزمایش شد ولی هر بار با شکست مواجه شد تا در نهایت جنس تقریباً مناسبی که به قارچ بچسبد و هنگام چرخش روی قارچ نلغزد انتخاب شد. پس از آن نوبت به ساخت بخش دوم دستگاه رسید. بخش دوم دارای تیغه برش به منظور برش انتهای ساقه قارچ می‌باشد. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌کنید این بخش از یک چرخ گردان که توسط موتور و گیربکسی نیروی خود را از برق ۲۲۰ ولت تامین می‌شود می‌چرخد. این چرخ گردان از جنس آلومینیوم می‌باشد که روی آن قلابی جهت هدایت قارچ روی ریل تعبیه شده است، به طوری که قلاب با چرخش چرخ گردان قارچ را روی ریل هدایت می‌کند. در زیر ریل تیغی برای برش ضایعات قارچ گذاشته شده که با چرخش چرخ دنده گردان قارچ روی ریل توسط قلاب هدایت شده و با تیغه برش درگیر می‌شود و قسمت ضایعات آن جدا شده به ظرف مخصوص خود منتقل می‌شود و محصول نهایی نیز توسط همان قلاب روی ریل هدایت شده و به مخزن مخصوص خود منتقل می‌شود.

نتایج و بحث

دستگاه طراحی شده در این تحقیق، ساخته شد و تحت ارزیابی‌های اولیه قرار گرفت. هنگام آزمون، تعدادی قارچ توسط دسته برداشت، از داخل محل رشد قارچ با دقت برداشت شدند و توسط بخش برش ضایعات دستگاه، انتهای ساقه آن بریده شد. اجزاء با یکدیگر هماهنگ بودند و دستگاه به خوبی فرآیند طراحی شده برای برداشت را انجام می‌داد. با وجود اینکه دستگاه نیمه مکانیزه برداشت قارچ این طرح در مقایسه با برداشت دستی، از سرعت پایین‌تری برخوردار بود، اما در مقابل، با رفع مشکلات بحث شده در بخش مقدمه این مقاله، مزایای زیادی را به دنبال خواهد داشت که در ادامه به مهمترین آن‌ها اشاره شده است.

مزیت دستگاه ساخته شده نسبت به دستگاه موجود در بازارهای جهانی

۱- هزینه خرید این دستگاه در بازارهای جهانی بالا می‌باشد ولی دستگاه ساخته شده را با هزینه پایین می‌توان تهیه کرد.



- ۲- برای استفاده از دستگاهی که در شکل ۱ مشاهده می کنید باید حتما قفسه بندی مخصوص و متناسب با دستگاه تهیه شود که هزینه ی بالایی را می طلبد در حالی برای برداشت با دستگاه ساخته شده نیازی به تغییر در قفسه بندی و دیگر شرایط سالن نمی باشد و در هر سالن و با هر شرایطی می توان از آن استفاده کرد.
- ۳- در کنار قفسه ها باید تسمه نقاله ای برای هدایت قارچ های بریده شده تعبیه شود که فضای زیادی را در سالن را اشغال می کند و ظرفیت سالن را به مقدار قابل توجهی کاهش می دهد.
- ۴- هنگام برداشت توسط این دستگاه یکسری از قارچ ها به صورت شکسته در می آیند که بازدهی محصول را کاهش می دهد.
- ۵- مشکل دیگر برداشت با دستگاه شکل ۱، با توجه به کارگاه های پرورش قارچ کشور، این است که همانطور که در شکل ۷ مشاهده می کنید قارچ ها به یکباره به مرحله برداشت نرسیده و بی نظمی زیادی در رشد دارند و با این روش قارچ هایی که به مرحله برداشت نرسیده اند نیز برداشت شده و باز هم بازدهی محصول را کاهش می دهند ولی دستگاه ساخته شده با توجه به اکثر کارگاه های پرورش قارچ در کشور طراحی شده است.
- ۶- جا به جایی دستگاه شکل ۱ سخت است و برای همان سالن تعبیه شده است ولی دستگاه ساخته شده کوچک و سبک است و به راحتی می توان آنرا جا به جا کرد و در چند سالن از آن استفاده کرد.

مزیت برداشت با دستگاه ساخته شده نسبت به برداشت دستی

- ۱- در برداشت دستی همزمان به سه نیروی انسانی نیاز می باشد ولی در برداشت با دستگاه نیمه مکانیزه یک نیروی انسانی نیاز است.
- ۲- در برداشت دستی تماس مستقیم دست با قارچ و بستر کشت وجود دارد و باعث ایجاد و انتقال سریع بیماری می شود ولی در برداشت نیمه مکانیزه بدون هیچ گونه تماس دست قارچ برداشت می شود.
- ۳- در برداشت دستی به علت فشاری که هنگام برداشت به کلاهک قارچ وارد می شود از بازار پسندی و ماندگاری محصول کاسته می شود ولی در برداشت نیمه مکانیزه این مشکل بوجود نمی آید.
- ۴- در برداشت دستی به علت تماس دست با خاک پوششی بستر، قارچ ها آلوده به خاک پوششی شده و باید تمیز شوند و به هر حال از سفیدی و کیفیت و ماندگاری محصول کاسته می شود و بازار پسندی محصول را کاهش می دهد.
- ۵- در برداشت دستی، در هر ده تا دوازده دقیقه با دو نیروی انسانی یک کیلو قارچ برداشت می شود ولی در برداشت نیمه مکانیزه با دستگاه ساخته شده در هر شش الی هفت دقیقه می توان یک کیلو قارچ را با یک نیروی انسانی برداشت کرد.

نتیجه گیری کلی

برداشت قارچ از حساس ترین، پرهزینه ترین و زمان برترین مراحل پرورش قارچ می باشد. با توجه به روش برداشت دستی در پرورش قارچ دکمه ای توسط کشاورزان، بررسی های این تحقیق در ابتدا نشان داد که تاکنون دستگاهی متناسب با شرایط کارگاهی ایران ساخته نشده است. از این رو، ضرورت انجام این طرح مشخص شد و مطالعات لازم به جهت طراحی و ساخت این دستگاه به انجام رسید. دستگاه ساخته شده با توجه به وضعیت کارگاه های ایران طراحی شده است. در ایران برداشت قارچ، تقریباً در همه کارگاه های پرورش قارچ دکمه ای به صورت دستی می باشد که علاوه بر زمان بر بودن آن باعث کاهش بازدهی، کیفیت و بازار پسنندی محصول می شود. دستگاه هایی که در بازارهای جهانی جهت برداشت قارچ دکمه ای وجود دارد نیز علاوه بر هزینه بالایی که صرف تهیه آن باید کرد، بخاطر طراحی قفسه ها و سالن ها و وضعیت پرورش قارچ در ایران کاربردی ندارند و از آن در کشور ما استقبال نشده است و در حال حاضر نیز دستگاهی که بتوان با دقت بیشتری نسبت به برداشت دستی، قارچ دکمه ای را در ایران برداشت کرد، وجود ندارد. دستگاه ساخته شده بدون تماس دست با قارچ، برداشت را انجام داده و ضایعات را از محصول به صورت نیمه مکانیزه جدا می کند. این دستگاه مشکلی نیز دارد که برطرف نشد. در هنگام برداشت قارچ توسط نازل مکش برای جدا کردن میسیلیوم قارچ از بستر کشت، باید دسته برداشت حدود ۴۰ درجه با دست بچرخد ولی در هنگام انجام این عمل، نازل مکش روی قارچ میلغزید و قارچ نمی چرخید. چند نازل با جنس های مختلف آزمایش شد که در نهایت در طرح پایانی بخشی از این مشکل برطرف شد. در برداشت دستی هر ده تا دوازده دقیقه میتوان یک کیلو قارچ برداشت کرد و بادستگاه ساخته شده، اگر مشکل ذکر شده به طور کامل برطرف شود، می توان در هر شش الی هفت دقیقه یک کیلو قارچ با کیفیت بالا توسط دستگاه مورد مطالعه در این تحقیق برداشت نمود.

سپاسگذاری

از دانشگاه صنعتی شاهرود، به ویژه پژوهشکده دانشجویی این دانشگاه، به جهت تامین منبع مالی این پژوهش به جهت طراحی و ساخت این دستگاه تشکر و قدردانی می شود.

منابع

احسان محمدزاده پاشا. ۱۳۷۵. بررسی بیماری تار عنکبوتی قارچ خوراکی دکمه ای در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. استاد راهنما: ابراهیم محمدی گل تپه.

فرید معصومی. ۱۳۹۲. برداشت اتوماتیک - بدون دخالت دست - قارچ دکمه ای با سرعت بالا از سطح کمپوست. مقاله گردآوری موسسه آموزشی گلدماشروم. وب سایت: <<http://goldmushroom.persianblog.ir/post/247>>

مصطفی جمالی قهدریجانی. ۱۳۸۰. بررسی بیماری حباب تر قارچ خوراکی دکمه ای *Agaricus busporus* و تاثیر چند عصاره گیاهی در کنترل آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. استاد راهنما: ابراهیم محمدی گل تپه.

مصطفی مهرپرور. ۱۳۹۰. مطالعه خصوصیات ریخت‌شناسی، بیماری‌زایی و تنوع ژنتیکی جدایه‌های *Lecanicillium fungicola* عامل بیماری حباب خشک قارچ خوراکی دکمه‌ای و امکان کنترل این بیماری توسط چند ترکیب گیاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. استاد راهنما: ابراهیم محمدی گل تپه.

مهدی اخلاقی. ۱۳۹۱. شناسایی و تعیین خصوصیات سودوموناس‌های ایجاد کننده لکه قهوه ای قارچ خوراکی دکمه ای در مناطق مرکزی و شرقی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد. استاد راهنما: سعید طریقی.

یونس رضایی دانش. ۱۳۷۸. شناسایی گونه‌های تریکودرمای مولد کپک سبز در بستر قارچ خوراکی دکمه‌ای و ارزیابی تاثیر چند قارچکش در کنترل آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. استاد راهنما: ابراهیم محمدی گل تپه.

John Van De Vegt. 2015. Ontario-built robot system could automate mushroom pickin. Ag Innovation Company. Ontario. Canada. Website:

<<http://www.aginnovationontario.ca/en/ontario-built-robot-system-could-automate-mushroom-picking/>>

Reed J.N., Tillett R.D. 1994. Initial experiments in robotic mushroom harvesting. Journal of Mechatronics. 4(3). 265-279.