

بررسی تأثیر خراش‌دهی خاک‌های پوششی مختلف در تولید قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus* L.)

معظم حسن پور اصیل^{۱*} و داریوش رمضان^۲

۱ و ۲، دانشیار دانشگاه گیلان و دانشجوی دکتری علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و مربی
دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۳۱ - تاریخ تصویب: ۹۲/۵/۲۷)

چکیده

خراش‌دهی^۱ عملی است که در آن خاک پوششی حاوی میسلیم، کاملاً به هم زده می‌شود. به منظور بررسی تأثیر خراش‌دهی خاک‌های پوششی مختلف قارچ دکمه‌ای آزمایشی با سه سطح خراش‌دهی (بدون خراش‌دهی، خراش‌دهی عمقی و خراش‌دهی سطحی) و هشت خاک پوششی مختلف شامل خاک هلندی (c_۱)، پیت شمال (c_۲)، پیت جنوب (c_۳)، کمپوست مصرف‌شده (c_۴)، ترکیب رس و شن (۶۵ درصد و ۳۵ درصد) (c_۵)، ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی و خاک لوم (۵۰ درصد و ۵۰ درصد) (c_۶)، کود دامی پوسیده (c_۷) و ترکیب خاک رس و پیت شمال (۶۵ و ۳۵ درصد) (c_۸) در سه تکرار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی طی سال ۱۳۸۹ در کارگاه تولیدی قارچ پاریسیان، واقع در شهرستان شهریار انجام شد. نتایج نشان داد که تأثیر خراش‌دهی بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. همچنین خراش‌دهی عمیق به طور معناداری سبب افزایش میزان محصول (عملکرد کل قارچ) در خاک‌های هلندی (۱۶/۶۵ درصد) و پیت شمال (۱۴/۱۱ درصد) شد. از طرفی نتایج آزمایش نشان داد که خراش‌دهی تعداد قارچ‌های درشت (کلاهک بزرگ‌تر از ۴ سانتی‌متر) را به طور معناداری افزایش داد. همچنین شروع تشکیل سرسنجاقی‌ها در تیمار خاک پوششی که خراش‌دهی در آن انجام شده بود، در زمان طولانی‌تری ایجاد شد.

واژه‌های کلیدی: ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی و سرسنجاقی‌ها، میزان محصول.

مقدمه

دی‌اکسیدکربن کاهش یابد. خراش‌دهی عمیق یعنی به هم زدن کل خاک و میسلیم و اختلاط کامل میسلیم با تمام قسمت‌های خاک پوششی زمانی که ۷۵ درصد خاک پوششی با میسلیم پوشیده شده است. خراش‌دهی سبب خروج دی‌اکسیدکربن و ورود اکسیژن به خاک در طول مرحله رشد زایشی قارچ می‌شود (Mac Cann, 1986). مشخص شده است که خاک پیت در مقایسه با سایر خاک‌های پوششی واکنش مثبتی نسبت به خراش‌دهی عمقی نشان می‌دهد، به طوری که بر اثر این

عملیات پرورش قارچ دکمه‌ای سه مرحله دارد: آماده‌سازی کمپوست، اضافه کردن بذر به کمپوست و پوشاندن سطح کمپوست آغشته با میسلیم قارچ با لایه‌ای از خاک پوششی (Amsing, 1996). یکی از عملیات‌هایی که در پرورش قارچ دکمه‌ای، پس از مصرف خاک پوششی^۲ انجام می‌گیرد، عمل خراش‌دهی است که می‌تواند به صورت سطحی یا عمقی اعمال شود. خراش‌دهی سطحی^۳ یعنی به هم زدن خاک و میسلیم در سطح خاک به عمق یک تا دو سانتی‌متر، این کار سبب می‌شود در محلی که سرسنجاقی‌ها^۴ تشکیل می‌شوند خاک پوششی نرم شود و همچنین میزان

1. Ruffling
2. Casing
3. Scratch
4. Pin Head

نسبت‌های مشخص ترکیب شدند (جدول ۱). برای تهیه خاک پوششی ابتدا ترکیبات فوق به نسبت‌های یادشده با هم مخلوط شدند و سنگ گچ و آهک برای تنظیم pH به نسبت‌های مورد نیاز به آن‌ها اضافه شد تا درجه اسیدیته آن‌ها به حد خنثی برسد. سپس روی آن‌ها آب گرفته شد تا میزان رطوبت به حد اشباع برسد. پس از خروج آب ثقیلی، از فرمالین ۲/۵ درصد برای ضد عفونی استفاده شد. بدین صورت که خاک‌های پوششی به ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر و عرض ۲ متر پهن شد و فرمالین ۲/۵ درصد به وسیله آب‌پاش به خاک تزریق شد، بعد از پاشیدن فرمالین با بخار به مدت ۱۱ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد پاستوریزه شد. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تیمارهای مختلف مانند هدایت الکتریکی و درجه اسیدیته در عصاره به ترتیب به وسیله pH متر و EC سنج Janweay اندازه‌گیری شد (جدول ۲). ظرفیت نگهداری آب و تخلخل تیمارهای مختلف با روش *Gabriels et al.* (1993) اندازه‌گیری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل (فاکتور اول سه سطح خراش‌دهی) و فاکتور دوم (هشت نوع خاک پوششی متفاوت) بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و هر تکرار شامل ۳ مترمربع کمپوست به صورت جداگانه بود. سطوح خراش‌دهی شامل خراش‌دهی عمقی (به هم زدن کل خاک و میسلیوم و اختلاط کامل میسلیوم با تمام قسمت‌های خاک پوششی)، خراش‌دهی سطحی (به هم زدن خاک و میسلیوم در سطح خاک به عمق یک تا دو سانتی‌متر) و بدون خراش‌دهی (شاهد) است. کمپوست استفاده‌شده در این آزمایش قبلاً در همان محل تهیه شده و به صورت بلوک‌هایی با مشخصات $15\text{cm} \times 40\text{cm}$ و 60cm به وزن ۲۰ کیلوگرم که در هر مترمربع چهار عدد از این بلوک قرار داده شد. وزن کمپوست (نژاد قارچ ۵۱۲) در هر مترمربع ۸۰ کیلوگرم بود. بلوک‌ها در سالنی که قفسه‌بندی شده و مخصوص پرورش قارچ دکمه‌ای است، قرار گرفتند. دمای سالن در دوران پنجه‌دوانی میسلیوم^۲ ۲۴ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۹۵-۹۰ درصد تنظیم شده بود. پس از گذشت ۱۵ روز، زمانی که سطح کمپوست به وسیله میسلیوم‌های قارچ

عمل کمیت و کیفیت قارچ‌های تولیدی افزایش می‌یابد (Amsing, 1996). پژوهش‌های متعددی نشان داده است که خاک پوششی متراکم (خاک‌هایی با رس بالا) و یا خاکی که در مرحله رشد رویشی میسلیوم، فشرده شده و سپس قبل از هوادهی خراش‌دهی شده باشد بهترین محصول را تولید می‌کند (Diener, 1972). آزمایش‌هایی نیز با خاک پوششی با بافت سنگین که در آن خاک تحت فشار قرار گرفته و آب بیشتری به آن داده شده اجرا و مشاهده شده است که در این حالت خروج و انتقال دی‌اکسیدکربن از کمپوست به هوای سالن کشت با اشکال مواجه شده و در محل خروج سرسنگ‌جاق‌ها قارچ، دی‌اکسیدکربن زیادی جمع می‌شود (Visscher, 1982). خراش‌دهی یک هفته بعد از خاک‌دهی نتایج رضایت‌بخشی دارد (Motaghi, 2004). در پژوهشی که از خاک هلندی (۵۰ درصد تاپترا^۱ و ۵۰ درصد هارت پیت^۲) در پرورش قارچ دکمه‌ای استفاده شد مشخص شد که به‌کارگیری روش خراش‌دهی عمیق در مقایسه با خراش‌دهی سطحی یا بدون خراش‌دهی بیشترین عملکرد کل قارچ را به همراه داشت و همچنین خراش‌دهی عمیق زمان برداشت قارچ را به تعویق انداخت (Azadbakht et al., 2010). نتایج تحقیق نشان داد که هنگام خراش‌دهی، میسلیوم‌ها همراه با خاک پوششی خرد و تکه تکه می‌شوند، در اثر این خرد شدن میسلیوم‌ها، محتویات تعدادی از سلول‌ها خارج می‌شود و در نتیجه با برانگیختن فعالیت باکتری‌ها، راه را برای رشد و نمو میسلیوم هموار می‌سازد (Noble et al., 1998). خراش‌دهی در خاک‌هایی با بافت سبک عملکرد را کاهش می‌دهد (Motaghi, 2004). هدف از پژوهش حاضر ارزیابی کاربرد خراش‌دهی خاک‌های پوششی مختلف و تأثیر آن در تولید قارچ دکمه‌ای نژاد ۵۱۲ است.

مواد و روش‌ها

این پوهش در کارگاه تولیدی قارچ پارسیان واقع در شهرستان شهریار در سال ۱۳۸۹ انجام شد. برای تهیه خاک پوششی، ترکیبات مورد نظر تهیه شده و با

3. Spawn run

1. Topterra
2. Harte peat

پوشیده شد، ترکیب‌های مختلف خاک پوششی که از قبل آماده شده، به ضخامت ۴ سانتی‌متر روی سطح کمپوست پخش شدند.

جدول ۱. ترکیب و نسبت‌های متفاوت خاک‌های پوششی استفاده شده

C ₁	خاک هلندی (۵۰ درصد تاپترا و ۵۰ درصد هارت پیت)
C ₂	پیت شمال (نوشهر)
C ₃	پیت جنوب (مرودشت)
C ₄	کمپوست مصرف‌شده سه‌ساله (آبشویی شده)
C ₅	خاک رس و شن (۶۵ درصد و ۳۵ درصد)
C ₆	ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی (لاهیجان) و خاک لومی (۵۰ درصد و ۵۰ درصد)
C ₇	کود دامی پوسیده (گاوی)
C ₈	خاک رس و پیت شمال (۶۵ درصد و ۳۵ درصد)

قارچ‌های برداشت‌شده براساس اندازه کلاهک به سه دسته درشت (کلاهک بزرگ‌تر از ۴ سانتی‌متر)، متوسط (کلاهک بین ۴-۱/۵ سانتی‌متر) و ریز (کلاهک کوچک‌تر از ۱/۵ سانتی‌متر) درجه‌بندی شدند. برای تعیین درصد ماده خشک، قارچ‌های تازه برداشت شده با ترازوی با حساسیت یک گرم وزن شدند و سپس در یک آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C و مقایسه میانگین‌های با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

در جدول ۲ اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ترکیبات استفاده شده به عنوان خاک پوششی آمده است. عمل تهویه و هوادهی (شوکه‌دهی) پس از کامل شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیم در خاک پوششی در دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد انجام شد. سایر مراقبت‌های زراعی مانند آبیاری و مبارزه با آفات و بیماری‌ها برای همه تیمارها به صورت یکسان انجام شد. همچنین صفاتی از قبیل عملکرد کل قارچ (کیلوگرم)، وزن تر قارچ (کیلوگرم) در هر سه چین، درصد رطوبت، درصد ماده خشک و روزهای لازم برای شروع تشکیل سرسنگاقی‌ها اندازه‌گیری شد.

جدول ۲. اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ترکیبات استفاده شده به عنوان خاک پوششی

تیما	ظرفیت نگهداری آب (درصد)	pH	شوری (mmoh/cm)	تخلخل هوایی (درصد)
خاک هلندی (۵۰ درصد تاپترا و ۵۰ درصد هارت پیت)	۳۲/۲۱	۷/۲۰	۳/۱۱	۵۶/۱۲
پیت شمال (نوشهر)	۲۶/۹۰	۷/۳۰	۴/۲۳	۵۳/۱۹
پیت جنوب (مرودشت)	۲۴۵/۳	۷/۶	۵/۳۳	۵۰/۲۰
کمپوست مصرف‌شده سه‌ساله (آبشویی شده)	۱۹۰/۱۶	۷/۳۱	۵/۰۱	۴۶/۲۷
خاک رس و شن (۶۵ درصد و ۳۵ درصد)	۱۶۰/۱۷	۷/۴۰	۴/۱۳	۳۸/۱۲
ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی (لاهیجان) و خاک لومی (۵۰ درصد و ۵۰ درصد)	۲۰۰/۱۲	۷/۴۰	۵/۰۸	۴۸/۲۷
کود دامی پوسیده (گاوی)	۱۶۰/۱۲	۷/۳۰	۴/۸۶	۳۸/۲۶
خاک رس و پیت شمال (۶۵ درصد و ۳۵ درصد)	۱۹۹/۲۲	۷/۴۰	۴/۳۶	۴۱/۱۷

نتایج و بحث

خراش دهی میسلیم‌ها تمام سطح خاک پوششی را پوشانده، لذا هیف‌ها از مواد غذایی کمپوست بیشتر استفاده می‌کنند، به طوری که سرسنگاقی‌های بیشتر و با وزن بالاتری ایجاد می‌شوند.

در خاک‌هایی که خراش دهی انجام شده بود، تعداد قارچ‌های ریز کاهش یافت که در تیمار خراش دهی عمیق

همان طوری که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد تأثیر خراش دهی، خاک پوششی و تأثیر متقابل آن‌ها بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنادار است. با توجه به جدول ۴ خراش دهی عمیق میزان عملکرد کل را افزایش می‌دهد به طوری که در اثر

این کاهش بیشتر از خراش‌دهی سطحی و تیمار بدون خراش‌دهی بود.

جدول ۳- نتایج تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده بر اثر خراش‌دهی خاک‌های پوششی مختلف در قارچ دکمه‌ای نژاد ۵۱۲

pH (روز)	ماده خشک %	رطوبت %	میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری‌شده						df	تیمار	
			عملکرد (کیلوگرم) در مترمربع کمپوست			تعداد قارچ در مترمربع					
			چین سوم	چین دوم	چین اول	عملکرد کل (در مترمربع کمپوست)	درشت (کلاهِک بزرگ‌تر از ۴ سانتی‌متر)	متوسط (کلاهِک بین ۱/۵-۴ سانتی‌متر)			ریز (کلاهِک کوچک‌تر از ۱/۵ سانتی‌متر)
۳۷/۵۵**	۸/۶۴**	۷/۰۴**	۴۵/۸۸**	۱۵/۱۸**	۲/۳۹**	۷۶/۰۹**	۷۸۴۸/۵۱**	۴۴۸۶/۶۸**	۳۰۹۱۹/۸۷**	۳	A
۲۱/۱۶**	۴/۰۷**	۲/۶۰**	۱۳/۲۴**	۵۱/۱۵**	۷۶/۷۷**	۳۵۹/۵۷**	۹۱۱۰/۸۷**	۱۲۲۳۹/۹۸**	۹۳۹۱/۹۳**	۷	B
۰/۶۱**	۰/۵۵**	۰/۴۶**	۱/۰۱**	۰/۸۶**	۲/۷۲**	۱/۲۷**	۸۷۹/۵۱**	۷۵۵/۶۰**	۸۹۶۳/۸۷**	۱۴	AB
۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۶۰	۰/۷۷	۹۶/۵۲	۹۸/۸۰	۱۷/۹۰	۴۸	خطا
۱/۹۳	۴/۱۶	۰/۴۸	۱۹/۹۶	۹/۱۹	۱۱/۷۷	۶/۲۴	۱۲/۳۳	۸/۶۷	۳/۴۹		cv/

**= معنادار در سطح احتمال ۱/۰ / A.۰ = خراش‌دهی، B = خاک پوششی، AB = تأثیر متقابل خراش‌دهی و خاک پوششی، pH: روزهای لازم برای شروع تشکیل سرسنجاقی‌ها (مدت زمان لازم از شروع رشد رویشی میسلیوم تا شروع تشکیل گره‌ها).
وزن کمپوست در هر مترمربع ۸۰ کیلوگرم است.
عملکرد براساس وزن تر است.

رطوبت قارچ‌ها را در مقایسه با دو تیمار دیگر افزایش داد. خراش‌دهی عمیق مقدار میسلیوم خاک پوششی را افزایش داد. در طول خراش‌دهی، رشته‌های میسلیوم خرد و از یکدیگر مجزا می‌شود. در دورهٔ تجدید فعالیت رشته‌های منفرد، تشکیل شاخه‌هایی داده و قطعات میسلیوم دوباره جمع می‌شوند، تا اینکه محیط کشت کاملاً پوشیده از میسلیوم می‌شود. با اعمال خاک‌دهی میسلیوم فرصت گسترش در سطح خاک پوششی را پیدا می‌کند.

بیشترین تعداد قارچ‌های درشت از تیمار خراش‌دهی عمیق حاصل شد به طوری که در اثر عدم خراش‌دهی از تعداد قارچ‌های درشت کاسته شد. همان طوری که جدول ۴ نشان می‌دهد بر اثر خراش‌دهی عملکرد کل بین سه چین تقریباً تقسیم شده به طوری که بر اثر عدم خراش‌دهی محصول بیشتری در چین اول نسبت به سایر چین‌ها در مقایسه با بقیهٔ تیمارها به دست آمد (به‌طورکلی، ۷۵-۶۰ درصد از کل محصول مربوط به چین‌های یک و دو بود). خراش‌دهی عمیق میزان

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین نوع خراش‌دهی روی صفات اندازه‌گیری‌شده در قارچ دکمه‌ای نژاد ۵۱۲

pH (روز)	ماده خشک %	رطوبت %	عملکرد (کیلوگرم) در مترمربع کمپوست						تعداد قارچ در مترمربع			تیمار
			چین سوم			چین دوم			درشت (کلاهِک بزرگ‌تر از ۴ سانتی‌متر)	متوسط (کلاهِک بین ۱/۵-۴ سانتی‌متر)	ریز (کلاهِک کوچک‌تر از ۱/۵ سانتی‌متر)	
			چین سوم	چین دوم	چین اول	عملکرد کل (در متر مربع کمپوست)	درشت (کلاهِک بزرگ‌تر از ۴ سانتی‌متر)	متوسط (کلاهِک بین ۱/۵-۴ سانتی‌متر)	ریز (کلاهِک کوچک‌تر از ۱/۵ سانتی‌متر)			
۳۲/۲۵ ^c	۱۲/۶۶ ^a	۸۷/۸۷ ^c	۲/۰۸ ^b	۳/۸۱ ^c	۶/۸۳ ^a	۱۲/۷۷ ^c	۶۴/۱۷ ^c	۱۰۰/۸ ^c	۱۶۱/۸ ^a	R ₁		
۳۴/۷۵ ^a	۱۱/۶۲ ^b	۸۸/۹۴ ^a	۴/۴۷ ^a	۵/۴۰ ^a	۶/۲۵ ^a	۱۶/۱۶ ^a	۹۹/۵۴ ^a	۱۲۸/۱ ^a	۹۳/۴۲ ^c	R ₂		
۳۳/۴۲ ^b	۱۲/۶۶ ^a	۸۸/۲۹ ^b	۲/۰۷ ^b	۴/۶۲ ^b	۶/۷۷ ^a	۱۳/۵۲ ^b	۷۵/۳۳ ^b	۱۱۵/۱ ^b	۱۰۸/۷ ^b	R ₃		

pH: روزهای لازم برای شروع تشکیل سرسنجاقی‌ها (مدت زمان لازم از شروع رشد رویشی میسلیوم تا شروع تشکیل گره‌ها)
* میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال یک‌درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معناداری ندارند.
R₁: بدون خراش‌دهی، R₂: شن‌کشی عمیق، R₃: خراش‌دهی سطحی
**وزن کمپوست در هر متر مربع ۸۰ کیلوگرم است.
عملکرد براساس وزن تر است.

کمپوست و میسلیوم جوان‌تر واقع در خاک پوششی برقرار می‌شود که این وضعیت فرایند پیوسته‌ای از جذب آب و مواد غذایی و انتقال آن از کمپوست به سطح خاک پوششی را فراهم می‌سازد. با توجه به پاره‌شدن

پس از دورهٔ تجدید فعالیت، بهترین وضعیت استقرار و پیدایش یک شبکه از رشته‌های نازک و ضخیم میسلیوم در درون و سطح خاک پوششی است. در این حالت رابطهٔ مناسب‌تری بین میسلیوم بالغ موجود در

قارچ‌های تولیدشده روی این خاک پوششی، قارچ‌هایی بوده که از لحاظ اندازه متوسط‌اند. کمترین تعداد متوسط قارچ (۹۴) از تیمار خاک پوششی رس و شن (۶۵درصد و ۳۵درصد) حاصل شد. در تیمار خاک رس و شن (۶۵درصد و ۳۵درصد) به علت وجود رس بالا در خاک، بر اثر آبیاری متعدد ساختمان خاک به هم خورده و خاصیت نگهداری آب را از دست می‌دهد، لذا آب وارد کمپوست شده و سبب از بین رفتن میسلیوم‌ها می‌شود که با یافته‌های Ralph & Kurtzman (2004) مطابقت دارد.

میسلیوم‌ها بر اثر خراش‌دهی عمیق شروع تشکیل سرسنگ‌جاقی‌ها در مدت‌زمان طولانی‌تری تشکیل شد که با نتایج حاصل از یافته‌های Andrej *et al.* (2008) مطابقت دارد. بیشترین و کمترین تعداد قارچ‌های ریز به ترتیب متعلق به تیمارهای خاک پوششی پیت جنوب (۱۹۴/۳۰) و پیت شمال (۹۶/۷۸) بود (جدول ۵). در تیمار خاک پوششی هلندی بیشترین تعداد قارچ‌های متوسط (۱۹۲/۲۰) به دست آمد که به نظر می‌رسد با توجه به ساختمان فیزیکی مناسب خاک‌های هلندی

جدول ۵- مقایسه میانگین انواع خاک پوششی مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده در قارچ دکمه‌ای نژاد ۵۱۲

pH (روز)	ماده خشک %	رطوبت %	عملکرد (کیلوگرم) در مترمربع کمپوست				تعداد قارچ در مترمربع			تیمار
			چین سوم	چین دوم	چین اول	عملکرد کل (در مترمربع کمپوست)	درشت (کلاک) بزرگ‌تر از ۴ سانتی‌متر)	متوسط (کلاک) بین ۱/۵-۴ سانتی‌متر)	ریز (کلاک) کوچک‌تر از ۱/۵ سانتی‌متر)	
۳۰/۵۶ ^d	۱۰/۹۳ ^d	۸۹/۳۶ ^a	۳/۴۳ ^b	۸/۶۳ ^a	۱۱/۴۳ ^a	۲۳/۴۷ ^a	۱۴۶/۳ ^a	۱۹۲/۳ ^a	۱۳۸/۳ ^b	خاک هلندی (۵۰درصد تاپترا و ۵۰درصد هارت پیت)
۳۲/۳۳ ^c	۱۲/۳۹ ^{bc}	۸۷/۷۶ ^{cd}	۵/۰۲ ^a	۶/۸۱ ^b	۱۰/۰۱ ^b	۲۱/۸۵ ^b	۱۰۶/۰ ^b	۱۳۲/۶ ^b	۹۶/۷۸ ^e	پیت شمال (نوشهر)
۳۳/۱۱ ^{bc}	۱۲/۹۶ ^{ab}	۸۸/۲۳ ^{bc}	۴/۱۶ ^b	۶/۷۲ ^b	۸/۵۴ ^c	۱۹/۴۴ ^c	۷۳/۷۸ ^c	۱۱۶/۳ ^c	۱۹۴/۳ ^a	پیت جنوب (مروشدت)
۳۳/۲۲ ^b	۱۲/۴۰ ^{bc}	۸۸/۶۱ ^b	۳ ^{cd}	۳/۳۶ ^c	۴/۹۲ ^d	۱۰/۳۳ ^d	۷۵/۷۸ ^c	۱۱۱/۷ ^{cd}	۱۱۲/۲ ^d	کمپوست مصرف‌شده سه‌ساله (آبشویی شده)
۳۵ ^a	۱۲/۱۳ ^c	۸۸/۵۷ ^b	۲/۲۰ ^{cd}	۳/۲۴ ^c	۴/۸۱ ^{de}	۱۰/۲۴ ^d	۵۸/۷۸ ^{de}	۹۴ ^e	۹۹/۴۴ ^{fg}	خاک رس و شن (۵درصد و ۳۵درصد)
۳۴/۷۸ ^a	۱۲/۱۳ ^c	۸۸/۴۴ ^b	۱/۶۱ ^d	۲/۳۳ ^d	۳/۸۲ ^c	۷/۹۵ ^e	۵۱ ^e	۶۵/۱۱ ^f	۱۱۸/۹ ^c	ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی (لاهیجان) و خاک لومی (۵۰درصد و ۵۰درصد)
۳۳/۷۸ ^b	۱۲/۴۱ ^{bc}	۸۸/۳۷ ^b	۱/۹۷ ^{cd}	۲/۵۶ ^d	۴/۲۹ ^{de}	۸/۹۸ ^e	۶۹/۱۱ ^{cd}	۱۰۳/۸ ^{cd}	۱۰۴/۸ ^{ef}	کود دامی پوسیده (گاوی)
۳۵ ^a	۱۳/۱۸ ^a	۸۷/۶۳ ^d	۲/۵۸ ^c	۳/۲۲ ^c	۵/۱۲ ^d	۱۰/۹۴ ^d	۵۶/۶۷ ^{de}	۱۰۱/۶ ^{de}	۱۰۵/۷ ^e	خاک رس و پیت شمال (۶۵درصد و ۳۵درصد)

میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال یک‌درصد آزمون چنددانه‌ای دانکن تفاوت معناداری ندارند.

pH: روزهای لازم برای شروع تشکیل اندام‌های ته‌سنگ‌جاقی (مدت زمان لازم از شروع رشد رویشی میسلیوم تا شروع تشکیل گره‌ها) وزن کمپوست در هر مترمربع ۸۰ کیلوگرم است. عملکرد براساس وزن تر است.

وزن بالاتری نسبت به سایر تیمارها دارند. از طرفی میسلیوم‌ها به علت ساختمان مناسب در خاک هلندی به‌خوبی رشد کرده و تمام بستر را فرا گرفته لذا مواد غذایی بیشتری را به قارچ‌ها منتقل می‌کنند. بیشترین قارچ‌های تولیدی، از چین اول به‌دست آمد و خاک هلندی بیشترین (۱۱/۴۲ کیلوگرم) و تیمار ۶ کمترین (۳/۸۲ کیلوگرم) عملکرد را در چین اول تولید کردند. در تیمار یک به علت توان نگهداری بیشتر آب و ساختمان مناسب از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی (جدول ۲)، آب بیشتری توسط میسلیوم‌ها به کلاک منتقل شده بنابراین قارچ‌ها رطوبت بیشتری دارند. در ترکیب خاک پوششی خاک رس و پیت شمال (۶۵ درصد و ۳۵ درصد) به علت وجود رس در ترکیب خاک، ساختمان آن در اثر آبیاری مکرر تخریب شده و بر اثر تعدد آبیاری توان نگهداری آب در خاک کم و قارچ‌های

در تیمارهای خاک پوششی هلندی و ترکیب ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی و خاک لوم (۵۰٪) و (۵۰٪) به ترتیب بیشترین (۱۴۶/۳۰) و کمترین تعداد قارچ‌های درشت (۵۱) به دست آمد. به نظر می‌رسد که میسلیوم‌ها به علت رشد خوب و یکنواخت در خاک هلندی آب بیشتری جذب کرده و به قارچ‌ها منتقل می‌کنند بنابراین قارچ‌های تولیدی در روی این خاک سنگین‌تر و درشت‌تر از سایر تیمارها بودند. قارچ‌های تولیدشده روی تیمار خاک هلندی بیشترین وزن تر (۲۳/۴۷ کیلوگرم) (عملکرد کل) قارچ را نسبت به سایر تیمارها داشتند. پیت شمال بعد از خاک هلندی بیشترین (۲۱/۸۵ کیلوگرم) عملکرد کل را در بین تیمارها داشت. با توجه به جدول ۲، به نظر می‌رسد که خاک هلندی توان نگهداری بالای آب را دارد، لذا قارچ‌ها نیز آب بیشتری جذب می‌کنند و سنگین‌تر می‌شوند و

تولیدی نیز رطوبت پایینی داشته و ماده خشک بیشتری (۱۳/۸ درصد) نسبت به سایر تیمارها داشتند. به نظر می‌رسد که در این نوع از خاک‌های پوششی پس از آبیاری به علت چسبندگی بالایی که ایجاد می‌شود، محصول به میزان درخور توجهی کاهش می‌یابد. در تیمار خاک پوششی هلندی به دلیل وجود میسلیموم‌های قوی و توسعه یافته در خاک و همچنین ساختمان مناسب، سرسنجاقی‌ها در کمترین زمان (۳۰ روز) تشکیل شدند (سرعت محصول‌دهی بالایی دارد). همچنین به دلیل درجهٔ اسیدیته مناسب خاک هلندی (جدول ۲)، میسلیموم‌ها به راحتی سطح خاک را پوشانده و کاهش شوری سبب تسریع شروع تشکیل سرسنجاقی‌ها شد. در تیمارهای ترکیب خاک رس و شن (۶۵ درصد و ۳۵ درصد) و ترکیب خاک رس و پیت

شمال (۶۵ درصد و ۳۵ درصد) به علت وجود ساختمان نامناسب و همچنین سنگین بودن بافت خاک گسترش میسلیموم‌ها به خوبی انجام نشد. همچنین بافت سنگین سبب تبادل نداشتن مناسب هوا شده و آب به سستی نفوذ کرده و کاهش رطوبت سبب سله‌بستن اطراف میسلیموم‌ها می‌شود، لذا شروع تشکیل اندام گره‌ای در زمان طولانی‌تری نسبت به سایر تیمارها ایجاد شد. با توجه به جدول ۶، خراش‌دهی عمیق سبب کاهش تعداد قارچ‌های ریز در خاک‌های پوششی هلندی و پیت شمال می‌شود و به نظر می‌رسد که بر اثر خراش‌دهی به علت پخش شدن میسلیموم در خاک و توسعهٔ یکنواخت آن در خاک پوششی از تعداد قارچ‌های ریز در مقایسه با شاهد (عدم خراش‌دهی) کاسته می‌شود.

جدول ۶- مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سطوح خراش‌دهی و نوع خاک پوششی روی صفات اندازه‌گیری شده در قارچ دکمه‌ای نژاد ۵۱۲

pH (روز)	ماده خشک %	رطوبت %	عملکرد (کیلوگرم) در مترمربع کمیوست			تعداد قارچ در مترمربع			خاک پوششی	خراش‌دهی
			چین سوم	چین دوم	چین اول	عملکرد کل (در مترمربع کمیوست)	درشت (کلاهک بزرگ‌تر از ۴ سانتی‌متر)	متوسط (کلاهک بین ۱/۵-۴ سانتی‌متر)		
۲۹ ^h	۱۱/۴۷ ^{ef}	۸۸/۸۱ ^{bcd}	۱/۵۴ ^{ghi}	۷/۷۶ ^{bc}	۱۲/۵۵ ^d	۲۱/۸۶ ^{cd}	۱۱۳/۷ ^d	۱۶۶ ^b	۳۰۵ ^a	۱
۳۱ ^{hi}	۱۲/۵۱ ^{abcdef}	۸۶/۹۹ ^g	۴/۰۷ ^{cd}	۶/۳۶ ^d	۱۰/۰۴ ^b	۲۰/۴۳ ^{cd}	۷۰/۳۳ ^{fghi}	۱۲۳ ^d	۱۹۳ ^b	۲
۳۲ ^{gh}	۱۲/۳۱ ^{abc}	۸۷/۴۷ ^{fg}	۴/۱۹ ^c	۶/۲۵ ^d	۷/۵۳ ^{cd}	۱۷/۹۹ ^e	۷۲/۳۳ ^{fghi}	۱۱۰ ^{def}	۱۹۱ ^b	۳
۳۲ ^{gh}	۱۲/۴۶ ^{abcdef}	۸۸/۳۴ ^{bcdef}	۱/۴۱ ^{ghi}	۲/۸۴ ^{hi}	۵/۴۶ ^{efgh}	۹/۷۱ ^{hij}	۶۲ ^{ghij}	۹۷/۳۳ ^{efg}	۱۲۷ ^{de}	۴
۳۲/۶۷ ^{def}	۱۲/۷۳ ^{abcde}	۸۸/۱۰ ^{cdef}	۱/۲۴ ^{hi}	۱/۵۷ ^{jk}	۵/۸۷ ^{def}	۸/۶۸ ^{ijk}	۳۹/۶۷ ⁱ	۸۳/۶۷ ^{gh}	۱۳۳ ^{cd}	۵
۳۴/۳۳ ^{cde}	۱۲/۳۰ ^{abcdef}	۸۸/۲۰ ^{bcdef}	۱/۱۱ ⁱ	۱/۳۷ ^k	۴/۳۴ ^{efghi}	۶/۸۳ ^k	۴۱/۳۳ ^j	۵۲/۶۷ ^{hi}	۱۴۰ ^c	۶
۳۲/۳۳ ^{gh}	۱۳/۳۳ ^{abcd}	۸۷/۶ ^{cdef}	۱/۱۴ ⁱ	۱/۵۱ ^k	۴/۸۱ ^{efghi}	۷/۸۱ ^{ijk}	۶۲/۳۳ ^{ghij}	۸۵/۳۳ ^g	۱۱۲ ^{fg}	۷
۳۲/۶۷ ^{def}	۱۳/۲۳ ^{abcd}	۸۷/۴۴ ^{fg}	۱/۹۲ ^{ghi}	۲/۷۹ ^{hi}	۴/۰۴ ^{efghi}	۸/۷۶ ^{ijk}	۵۱/۶۷ ^{hij}	۸۸ ^{fg}	۹۲ ⁱ	۸
۳۲/۳۳ ^{gh}	۹/۷۳ ^g	۹۰/۴۷ ^a	۶/۰۷ ^a	۹/۷۳ ^a	۹/۶۹ ^b	۵۵ ^{۵-a}	۲۰/۳۳ ^a	۲۴۴/۷ ^a	۲۸ ^۱	۱
۳۳ ^{cde}	۱۱/۲۷ ^f	۸۸/۸۱ ^{bcd}	۶/۵۳ ^a	۷/۰۹ ^{cd}	۹/۷۴ ^b	۲۳/۳۶ ^b	۱۴۹/۷ ^b	۱۲۷ ^{cd}	۲۱ ^۱	۲
۳۴/۳۳ ^{cde}	۱۲/۰ ^{bcdef}	۸۹/۰ ^{bcdef}	۵/۶۵ ^{ab}	۶/۶۴ ^d	۹/۱۹ ^{bc}	۲۱/۴۸ ^{bc}	۷۶ ^{efgh}	۱۲۳ ^{cd}	۱۹۹ ^b	۳
۳۴/۶۷ ^{bcd}	۱۱/۹۹ ^{cdef}	۸۸/۹۱ ^{bc}	۳/۷۳ ^{cde}	۳/۸۸ ^{efg}	۳/۷۲ ^{ghi}	۱۱/۴۱ ^{gh}	۹۱/۶۷ ^{def}	۱۲۶/۳ ^{cd}	۱۰۴/۷ ^{gh}	۴
۳۶/۶۷ ^a	۱۱/۳۷ ^f	۸۹/۲۳ ^b	۴/۰۲ ^{cde}	۴/۶۷ ^e	۳/۸۹ ^{ghi}	۱۲/۵ ^{fg}	۷۶ ^{efgh}	۱۰ ^{۵-efg}	۶۷/۳۳ ^k	۵
۳۵/۳۳ ^{abc}	۱۱/۹۳ ^{def}	۸۸/۵۱ ^{bcdef}	۲/۷۵ ^{defg}	۳/۲۸ ^{ghi}	۳/۱۷ ^{hi}	۹/۴ ^{hij}	۶۱/۳۳ ^{ghij}	۸۱/۶۷ ^{gh}	۱۰۸/۳ ^{gh}	۶
۳۴/۶۷ ^{bcd}	۱۱/۵۹ ^{ef}	۸۸/۹۱ ^{bc}	۳/۱۴ ^{cdef}	۳/۵۳ ^{efg}	۴/۵۶ ^{efghi}	۱۱/۲۴ ^{gh}	۷۷/۳۳ ^{efg}	۱۱۲ ^{def}	۹۸ ^{hi}	۷
۳۶ ^{ab}	۱۳/۰ ^{abcd}	۸۷/۶۵ ^{efg}	۳/۱۸ ^{cde}	۴/۳۷ ^{ef}	۶/۰۸ ^{de}	۱۴/۳۴ ^f	۶۳ ^{ghij}	۱۰۳/۷ ^{defg}	۱۲۱ ^{ef}	۸
۳۰/۳۳ ^{ij}	۱۱/۶۰ ^{ef}	۸۸/۸۱ ^{bcd}	۲/۶۹ ^{defg}	۸/۳۷ ^b	۱۳ ^a	۲۳/۰۴ ^b	۱۲۴ ^c	۱۶۶ ^b	۸۱/۶۷ ⁱ	۱
۳۲ ^{gh}	۱۳/۳۳ ^{abcd}	۸۷/۴۸ ^{fg}	۴/۴۹ ^{bc}	۶/۹۸ ^{cd}	۱۰/۲۴ ^b	۲۱/۷۱ ^c	۹۸ ^{de}	۱۴۷/۷ ^{bc}	۷۵/۳۳ ^{jk}	۲
۳۳ ^{efg}	۱۳/۵۳ ^a	۸۸/۱۴ ^{bcdef}	۲/۶۴ ^{efghi}	۷/۲۸ ^{cd}	۸/۹۳ ^{bc}	۱۸/۸۵ ^{de}	۷۳ ^{efgh}	۱۱۵/۷ ^{de}	۱۹۳ ^b	۳
۳۳ ^{efg}	۱۲/۷۶ ^{abcde}	۸۸/۵۷ ^{bcd}	۰/۸۷ ⁱ	۳/۳۸ ^{fghi}	۵/۶۲ ^{fg}	۹/۸۶ ^{hi}	۷۳۶۷ ^{fghi}	۱۱۱/۳ ^{def}	۱۰۴/۷ ^{gh}	۴
۳۴/۶۷ ^{bcd}	۱۲/۲۵ ^{bcdef}	۸۸/۳۸ ^{bcdef}	۱/۳۵ ^{ghi}	۳/۴۹ ^{fghi}	۴/۶۶ ^{efghi}	۹/۵۳ ^{hij}	۶۰/۶۷ ^{ghij}	۹۲/۳۳ ^{efg}	۹۸ ^{hi}	۵
۳۴/۶۷ ^{bcd}	۱۲/۱۵ ^{bcdef}	۸۸/۶۱ ^{bcd}	۰/۹۷ ⁱ	۲/۳۵ ^{ijk}	۳/۹۶ ^{fghi}	۷/۶۶ ^{ijk}	۵۰/۳۳ ^{ij}	۶۱ ^{hi}	۱۰۸/۳ ^{gh}	۶
۳۴/۳۳ ^{cde}	۱۲/۴۰ ^{abcde}	۸۸/۶۰ ^{bcd}	۱/۶۴ ^{ghi}	۲/۶۴ ^{hi}	۳/۵۰ ^{hi}	۷/۷۸ ^{ijk}	۶۷/۶۷ ^{fghi}	۱۱۴ ^{de}	۱۰۴/۷ ^{gh}	۷
۳۵/۳۳ ^{abc}	۱۲/۲۵ ^{abcd}	۸۷/۷۷ ^{defg}	۱/۹۳ ^{fghi}	۲/۵۱ ^{hij}	۵/۲۷ ^{abcd}	۹/۷۳ ^{hij}	۵۵/۳۳ ^{ghij}	۱۱۳ ^{de}	۱۰۴ ^{gh}	۸

میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال یک‌درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معناداری ندارند.

pH: روزهای لازم برای شروع تشکیل سرسنجاقی‌ها (مدت زمان لازم از شروع رشد رویشی میسلیموم تا شروع تشکیل گره‌ها)

۱. خاک هلندی (harte peat و topterra) (۵۰ درصد و ۵۰ درصد)، ۲. پیت شمال (نوشهر)، ۳. پیت جنوب (مرودشت)، ۴. کمیوست مصرف‌شدهٔ سه‌ساله (آب‌سویی‌شده)، ۵. خاک رس و شن (۶۵ درصد و ۳۵ درصد)، ۶. ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی (لاهیجان) و خاک لومی (۵۰ درصد و ۵۰ درصد)، ۷. کود دامی پوسیده (گاوی)، ۸. خاک رس و پیت شمال (۶۵ درصد و ۳۵ درصد).

وزن کمیوست در هر مترمربع ۸۰ کیلوگرم است.

عملکرد براساس وزن تر است.

در صورتی که خراش‌دهی در خاک‌های سبک سبب کاهش میزان محصول شد که نتیجهٔ پژوهش حاضر با نتایج Brosius (1981) مطابقت دارد. از طرفی

از طرفی همان‌طور که مشاهده می‌شود به هم زدن خاک پوششی سبب افزایش تعداد قارچ‌های درشت در تیمارهایی که از خاک پیت استفاده شده بود، شد.

بخش‌های خاک شده به‌طوری‌که قارچ‌ها به‌طور یکنواخت در تمام سطوح بستر تشکیل می‌شوند و از تشکیل کپه‌ای و انبوه قارچ‌ها در یک قسمت جلوگیری می‌شود (Ralph, & Kurtzman, 2004). بیشترین و کمترین میزان رطوبت قارچ‌ها در تیمار خاک هلندی که عمل خراش‌دهی در آن انجام شد، بود و کمترین آن در تیمار خاک رس و پیت شمال (۶۵ درصد و ۳۵ درصد) که خراش‌دهی نشده بود به دست آمد. در تیمار خاک هلندی که خراش‌دهی نشده بود، تشکیل سرسنگجاقی‌ها در کمترین زمان (۲۹ روز) در مقایسه با سایر تیمارها شروع شد. پاره‌شدن میسلیم‌ها بر اثر خراش‌دهی سبب طولانی‌شدن زمان هوادهی (شوکه‌دهی) می‌شود، به‌طوری‌که بر اثر جداشدن رشته‌های میسلیم زمان طولانی‌تری به سبب پیوند دوباره آن‌ها نیاز است که با نتایج Sassine *et al.* (2007) مطابقت دارد، بنابراین در این حالت سرعت محصول‌دهی کاهش می‌یابد.

سبک‌بودن خاک پوششی سبب عبور آب و ورود آن به کمپوست می‌شود. بیشترین تعداد قارچ‌های درشت از تیمار خاک پوششی هلندی خراش‌دهی شده به دست آمد. بعد از این خاک تیمار ۲ (پیت شمال) در رتبه بعدی قرار داشت. بیشترین (۲۵/۵۰ کیلوگرم) و کمترین (۶/۸۳ کیلوگرم) میزان عملکرد کل قارچ به ترتیب از تیمار خاک هلندی با خراش‌دهی عمیق و ترکیب ضایعات کارخانه‌های چای‌سازی و خاک لوم (۵۰ درصد و ۵۰ درصد) با تیمار خراش‌دهی نشده، به دست آمد. در خاک‌های پوششی که از پیت استفاده شده و عمل خراش‌دهی انجام شده بود، میزان محصول بین چین‌ها تقریباً به‌طور مساوی تقسیم شد، ولی در سایر خاک‌های پوششی میزان قارچ تولیدی در چین اول بیشتر از دو چین بعدی بود. بنابراین عدم خراش‌دهی در خاک‌های سنگین (تیمار ۱، ۲ و ۳) سبب افزایش میزان تولید در چین اول نسبت به چین‌های دوم و سوم می‌شود. به هم زدن خاک پوششی سبب پخش شدن میسلیم‌ها در تمام

REFERENCES

1. Amsing, J. G. M. (1996). Effect of ruffling and casing on mushroom production. *De Champignon Cultuur* 40, 25-33.
2. Andrej, G., Bojan, P., Roman, G. & Franc, P. (2008). Influence of carbon dioxide, inoculum rate, amount & mixing of casing soil on *Agaricus blazei* fruiting bodies yield. *Acta Agriculturae Slovenica* 91 - 92, pp, 371 -378.
3. Azadbakht, A., Almoshiri, H. & Aghbolaghi, H. (2010). The evaluation of three methods of ruffling (depth ruffling, superficial scratch and CAC) in comparison with non scratch on production of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus* L.). Second National Conference on Agriculture and Sustainable Development. Islamic Azad University of Shiraz.
4. Brosius, C. C. (1981). Spent compost as an alternative casing material. *Journal of Mushroom Sciences*, 11(1),397-403.
5. Diener, G. H. (1972). The effect of various physical properties on the thermal treatment of selected mushroom casing soils and soil mixes. M. Sc. thesis, Pennsylvania State University.
6. Gabriels, R., Keirs Bulk, W. V. & Engels, H. (1993). A rapid method for the determination of physical properties of growing media. *Acta Horticulturae*, 342, 243-247.
7. MacCanna, C. (1986). Casing,. In: Commercial mushroom production. An Foras Taluntais, Dublin, UK. P, 131-138.
8. Motaghi, H. (2004). *Mushroom production (Agaricus bisporus (L.) Sing)*. Cepehr publication, P 340. (In Farsi).
9. Noble, R., Dobrovin-Pennington, A., Evered, C. E. & Mead, A. (1998). Properties of peat-based casing soils and their influence on the water relations & growth of the mushroom (*Agaricus bisporus* L). *Plant and soil*, 207, 1-13.
10. Ralph, H. & Kurtzman, J. R. (2004). Casing properties: required desired and beliefs. *International Journal of Mushroom Sciences*, 97, 24-31.
11. Sassine, Y. N., Abdel-Mawgoud, A. M. R., Ghora, Y., & Bohme, M. (2007). Effect of different mixtures with waste paper as casing soil on the growth and production of mushroom (*Agaricus bisporus* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 1 (2), 96-104.
12. Visscher, H. R. 1982. Substitutes for peat in mushroom casing soil. *Mushroom Journal*, 118, 353-358.