

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 پارسیان، 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 ۱۵cm × ۴۰cm × ۶۰cm 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 ۹۰-۹۵ 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 سرسنگ‌جاقی‌ها 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 خردشدن 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 ۸۵-۹۰ 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 سرسنجاقی‌ها 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	۴/۲۲	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 سرسنجاقی‌های 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 تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده بر اثر خراش‌دهی خاک‌های پوششی مختلف در قارچ دکمه‌ای نژاد ۵۱۲

pH (روز)	ماده خشک %	رطوبت %	میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده						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**	۲	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 ۱/۰۱ = A، = 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 میسلیم 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 میسلیم خاک پوششی را افزایش داد. در طول خراش‌دهی، رشته‌های میسلیم خرد و از یکدیگر مجزا می‌شود. در دوره تجدید فعالیت رشته‌های منفرد، تشکیل شاخه‌هایی داده و قطعات میسلیم دوباره جمع می‌شوند، تا اینکه محیط کشت کاملاً پوشیده از میسلیم می‌شود. با اعمال خاک‌دهی میسلیم 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 بقیه تیمارها به دست آمد (به‌طورکلی، ۶۰-۷۵ درصد از کل محصول مربوط به چین‌های یک و دو بود). خراش‌دهی عمیق میزان

جدول ۴- مقایسه میانگین نوع خراش‌دهی روی 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 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 میسلیم 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 میسلیم 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 دوره تجدید فعالیت، بهترین وضعیت استقرار و پیدایش یک شبکه از رشته‌های نازک و ضخیم میسلیم در درون و سطح خاک پوششی است. در این حالت رابطه مناسب‌تری بین میسلیم 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 (۶۵ درصد و ۳۵ درصد) حاصل شد. در تیمار خاک رس و شن (۶۵ درصد و ۳۵ درصد) 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

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

میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال یک‌درصد آزمون چنددامنه‌ای 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 کلاهک 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

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 سله بستن اطراف میسلیمومها می شود، لذا شروع تشکیل اندام گره ای در زمان طولانی تری نسبت به سایر تیمارها ایجاد شد. با توجه به جدول ۶، خراش دهی عمیق سبب کاهش تعداد قارچ های ریز در خاک های پوششی هلندی و پیت شمال می شود و به نظر می رسد که بر اثر خراش دهی به علت پخش شدن میسلیموم در خاک و توسعه یکنواخت آن در خاک پوششی از تعداد قارچ های ریز در مقایسه با شاهد (عدم خراش دهی) کاسته می شود.

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

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح خراش دهی و نوع خاک پوششی روی صفات اندازه گیری شده در قارچ دکمه ای نژاد ۵۱۲

pH (روز)	ماده خشک %	رطوبت %	عملکرد (کیلوگرم) در مترمربع کمیوست				تعداد قارچ در مترمربع			خاک پوششی	خراش دهی
			چین سوم	چین دوم	چین اول	عملکرد کل (در مترمربع کمیوست)	درشت (کلاهک بزرگتر از ۴ سانتی متر)	متوسط (کلاهک بین ۱/۵-۴ سانتی متر)	ریز (کلاهک کوچکتر از ۱/۵ سانتی متر)		
۲۹ ^h	۱۱/۴ ^{ef}	۸۸/۸ ^{bcd}	۱/۵۴ ^{ghi}	۷/۷۶ ^{bc}	۱۲/۵۵ ^d	۲۱/۸۶ ^{bc}	۱۱۳/۷ ^{cd}	۱۶۶ ^b	۳۰۵ ^a	۱	
۳۱ ^{hi}	۱۲/۵ ^{abcdef}	۸۶/۹ ^g	۴/۰۷ ^{cd}	۶/۳۶ ^d	۱۰/۰۴ ^b	۲۰/۴۳ ^{cd}	۷۰/۳۳ ^{fghi}	۱۲۳ ^d	۱۹۳ ^b	۲	
۳۲ ^{gh}	۱۲/۳ ^{abc}	۸۷/۴ ^{fg}	۴/۱۹ ^c	۶/۲۵ ^d	۷/۵۲ ^{cd}	۱۷/۹۹ ^e	۷۲/۳۳ ^{fghi}	۱۱۰ ^{def}	۱۹۱ ^b	۳	
۳۲ ^{gh}	۱۲/۴ ^{abcdef}	۸۸/۳ ^{bcdef}	۱/۴۱ ^{ghi}	۲/۸۴ ^{hi}	۵/۴۶ ^{efgh}	۹/۷۱ ^{hij}	۶۲ ^{ghij}	۹۷/۳۳ ^{efg}	۱۲۷ ^{de}	۴	بدون خراش دهی
۳۲/۶۷ ^{def}	۱۲/۷ ^{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	
۳۴/۲۳ ^{cde}	۱۲/۳ ^{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 ^{fgh}	۱۲/۳ ^{abcde}	۸۷/۶ ^{efg}	۱/۱۴ ⁱ	۱/۵۱ ^{kl}	۴/۸۱ ^{efghi}	۷/۸۱ ^{ijk}	۶۲/۳۳ ^{ghij}	۸۵/۳۳ ^g	۱۱۲ ^{fg}	۷	
۳۲/۶۷ ^{def}	۱۲/۳ ^{abcde}	۸۷/۴۴ ^{fg}	۱/۹۲ ^{ghi}	۲/۷۹ ^{hi}	۴/۰۴ ^{efghi}	۸/۱۶ ^{ijkl}	۵۱/۶۷ ^{hij}	۸۸ ^{fg}	۹۲ ⁱ	۸	
۳۲/۲۳ ^{fgh}	۹/۷۳ ^g	۹۰/۴۷ ^a	۶۰/۰۷ ^a	۹/۷۳ ^a	۹/۶۹ ^b	۵۵ ^{۵۰۰}	۲۰/۳۳ ^a	۲۴۴/۷ ^a	۲۸ ^۱	۱	
۳۳ ^{cde}	۱۱/۲۷ ^f	۸۸/۸۱ ^{bcd}	۶/۵۲ ^a	۷/۰۹ ^{cd}	۹/۷۴ ^b	۲۳/۳۶ ^b	۱۴۹/۷ ^b	۱۲۷ ^{cd}	۲۱ ^۱	۲	
۳۴/۲۳ ^{cde}	۱۲/۰ ^{bcdef}	۸۹/۰۷ ^{bc}	۵/۶۵ ^{ab}	۶/۶۴ ^d	۹/۱۹ ^{bc}	۲۱/۴۸ ^{bc}	۷۶ ^{efgh}	۱۲۳ ^{cd}	۱۹۹ ^b	۳	
۳۴/۶۷ ^{bcd}	۱۱/۹ ^{cdef}	۸۸/۹۱ ^{bc}	۳/۷۳ ^{cde}	۳/۸۸ ^{efg}	۳/۷۲ ^{ghi}	۱۱/۴۱ ^{gh}	۹۱/۶۷ ^{def}	۱۲۶ ^{cd}	۱۰۴/۷ ^{gh}	۴	خراش دهی عمیق
۳۶/۶۷ ^a	۱۱/۳۷ ^f	۸۹/۲۳ ^b	۴/۰۲ ^{cde}	۴/۶۷ ^e	۳/۸۹ ^{ghi}	۱۲/۵ ^{fg}	۷۶ ^{efgh}	۱۰۰ ^{defg}	۶۷/۳۳ ^k	۵	
۳۵/۲۳ ^{abc}	۱۱/۹۳ ^{def}	۸۸/۵۱ ^{bcdef}	۲/۷۸ ^{defg}	۳/۲۸ ^{ghi}	۳/۱۷ ⁱ	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}	۱۲/۰ ^{bcdef}	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}	۱۲/۳۳ ^{abc}	۸۷/۴۸ ^{fg}	۴/۹ ^{bc}	۶/۹۸ ^{cd}	۱۰/۲۴ ^b	۲۱/۷۱ ^{bc}	۹۸ ^{de}	۱۴۷/۷ ^{bc}	۷۵/۳۳ ^{jk}	۲	
۳۳ ^{efg}	۱۳/۵ ^a	۸۸/۱۰ ^{bcdef}	۲/۶۴ ^{efgh}	۷/۲۸ ^{cd}	۸/۹۳ ^{bc}	۱۸/۸۵ ^{de}	۷۳ ^{efgh}	۱۱۵/۷ ^{de}	۱۹۳ ^b	۳	
۳۳ ^{efg}	۱۲/۷ ^{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	خراش دهی سطحی
۳۴/۶۷ ^{bcd}	۱۲/۲۵ ^{bcdef}	۸۸/۳۸ ^{bcdef}	۱/۲۵ ^{ghi}	۳/۴۹ ^{fgh}	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}	۱۲/۴ ^{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	
۳۵/۲۳ ^{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	

میانگین هایی با حروف مشابه در سطح احتمال یک درصد آزمون چنددامنه ای دانکن تفاوت معناداری ندارند.

pH: روزهای لازم برای شروع تشکیل سرسنجاقی ها (مدت زمان لازم از شروع رشد رویشی میسلیموم تا شروع تشکیل گره ها)

۱. خاک هلندی (topterra و harte peat) (۵۰ درصد و ۵۰ درصد)، ۲. پیت شمال (نوشهر)، ۳. پیت جنوب (مرودشت)، ۴. کمیوست مصرف شده سه ساله (آبویی شده)، ۵. خاک رس و شن (۶۵ درصد و ۳۵ درصد)، ۶. ضایعات کارخانه های چای سازی (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 بر اساس وزن تر است.

در صورتی که خراش دهی در خاک های سبک سبب کاهش میزان محصول شد که نتیجه پژوهش حاضر با نتایج Brosius (1981) مطابقت دارد. از طرفی

از طرفی همان طور که مشاهده می شود به هم زدن خاک پوششی سبب افزایش تعداد قارچ های 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 سرسنجاقی‌ها 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.