

13-5 عمل‌آوری

1-13-5 تبدیل میسلیم رویشی به زایشی

معمولاً پس از گذشت حدود 10 روز، شبکه میسلیم تمام خاک پوششی را اشغال می‌کند. اگر بعد از این مدت با حفظ همان شرایط محیطی، رشد میسلیم ادامه یابد، شاهد تشکیل یک لایه نمدی شکل از میسلیم بر روی سطح خاک پوششی خواهیم بود که اصلاً خوب نیست، چون بستر قفل می‌کند و اجازه ورود آب به درون خاک پوششی و کمپوست را نمی‌دهد و در نتیجه مانع تبادل گازها بین بستر و هوای سالن می‌شود. این وضعیت وقتی شدیدتر می‌شود که مقادیر زیادی دی‌اکسید کربن در اتاق پرورش به وجود آید. بنابراین برای آنکه مرحله رویشی به مرحله زایشی تبدیل شود، باید شرایط محیطی را به گونه‌ای تغییر داد. معمولاً 5 تا 7 روز پس از خاکدهی یعنی وقتی که میسلیم به سطح خارجی خاک پوششی رسید و تقریباً 70 درصد آن را اشغال کرد (شکل 5-10)، اقدام به تغییر شرایط محیطی می‌کنند.

اولین کاری که بایستی انجام شود این است که اگر دمای کمپوست بیشتر از 24°C است آرا به به 24°C کاهش داد و یک شبانه روز در این دما نگه داشت. دومین کار کاهش درجه حرارت اتاق به 16°C می‌باشد. این کاهش درجه حرارت بایستی به آهستگی در طی 3 تا 4 روز صورت پذیرد، یعنی روزی $1,5^{\circ}\text{C}$ تا 2°C از دمای اتاق بایستی کاسته شود. اگر این کار در مدت زمان کوتاهی و به سرعت انجام شود، قارچ‌ها به صورت خوشه‌ای ظاهر خواهند شد.



شکل 5-10 ظهور پریموردیا و اندام ته‌سنجاقی. این اندام در واقع قارچ‌های تازه نمو یافته‌ای هستند که مقدمه تشکیل اولین تراز برداشت می‌باشند.

در موقع اعمال شوک سرمایی، دمای هوای سالن کشت باید ظرف 3 تا 4 روز از 24°C به حدود 15°C تا 16°C برسد و به مدت 12 ساعت در این درجه نگه داری شود و بعد به حداکثر 18°C افزایش یابد و تا آخر دوره در همین دما بماند.

دمای کمپوست خودش را با دمای سالن تنظیم می کند. اگر دمای کمپوست بیش از 2°C با دمای سالن تفاوت داشته باشد، باید مشکلی وجود داشته باشد. پس از اعمال شوک سرما درجه حرارت هوای اتاق را باید در 17°C تا 18°C نگه داشت. در این حالت درجه حرارت کمپوست به 19°C تا 20°C می رسد. بهترین درجه حرارت کمپوست در وضعیت جدید 18°C گزارش شده است. اما در هر حال نباید از 12°C کمتر و از 20°C بیشتر باشد.

سومین کاری که برای تبدیل حالت رویشی به زایشی در میسلیم قارچ دکمه ای باید انجام داد، تهویه هوا است. باید هوای تازه سرد جایگزین هوای گرم مرطوب کهنه شود. تهویه هوا در واقع برای حذف دی اکسید کربن تجمع یافته و گرمای اضافی اتاق کشت می باشد. در صورتی که هوادهی و سرما کافی نباشد، ممکن است قارچ هایی با ساقه بلند و کلاهک کوچک تشکیل شوند که یک وضعیت نامطلوب در تولید قارچ دکمه ای می باشد. هوادهی بایستی پس از اینکه میسلیم های قارچ به سطح خاک رسیدند و 70% سطح آن را سفید کردند، انجام شود. اگر هوادهی و حذف دی اکسید کربن زود تر از این انجام شود، رشد میسلیم در داخل خاک متوقف می شود و ته سنجاقی ها زیر خاک تشکیل می شوند. در این صورت پس از رشد و سر برآوردن از خاک، قارچ های کثیف و آغشته به خاک خواهید داشت. در فلاشهای بعدی احتیاجی به شوک سرما نیست، چون همان یک شوک سرمای قبل از فلاش اول، خیلی بیشتر از تعداد مورد نیاز در کل دوره، برایمان ته سنجاقی تولید می کند.

معمولاً پس از گذشت سه روز از القای شوک سرمایی (هوادهی و سرمادهی)، اندام های اولیه باردهی تشکیل می شوند. این اندام های اولیه باردهی ابتدا پریموردیا (Primordia) نامیده می شوند که در واقع اولین مرحله نمو مرحله زایشی قارچ دکمه ای است. با رشد و نمو پریموردیا اندام ته سنجاقی (Pinheads) تشکیل می شود (شکل 5-11). به ظهور اندام ته سنجاقی اصطلاحاً Pinning گفته می شود. در واقع آنچه که در تغییر شرایط برای تشکیل اندام های اولیه باردهی از همه مهتر است، کاهش درجه حرارت، ورود هوای تازه و پایین نگه داشتن سطح گاز دی اکسید کربن است. اصولاً قارچ دکمه ای، در مرحله زایشی خود به درجه حرارت های بالاتر از 20°C بسیار حساس است و بهتر است دامنه حرارتی آن 18°C - 16°C باشد. تحقیقات ثابت کرده است که هر چه درجه حرارت محیط به 20°C نزدیکتر باشد، زودرسی بیشتر و عملکرد کمتر خواهد بود و هر چه درجه حرارت به 16°C نزدیکتر باشد، زودرسی کمتر و عملکرد بالاتری بدست می آید. معمولاً پس از 18 تا 21 روز پس از خاکدهی اولین قارچ ها قابل برداشت خواهند بود.

5-11-2 شرایط محیطی مرحله عمل آوری (ظهور قارچ در بستر)

برای شروع مرحله زایشی، تمام گونه های قارچ های خوراکی به نوعی از شرایط محیطی نیاز دارند که متفاوت از شرایط محیطی بهینه برای رشد رویشی آنها است. در این قسمت به برخی از مهمترین تغییرات محیطی اشاره می گردد:

دی اکسید کربن - تراکم بهینه دی اکسید کربن برای مرحله زایشی اهمیت بسیار زیادی دارد. معمولاً تراکم بهینه دی اکسید کربن در این مرحله بصورت شیب تراکم یعنی اختلاف بین تراکم بالای دی اکسید کربن در سطح بستر کشت و تراکم پایین آن در اتاق پرورش ادراک می شود. برای شروع تشکیل اندام های اولیه باردهی، میزان دی اکسید کربن از



شکل 5- 11 ظهور اولین ته سنجاقی ها حدود 10 روز پس از القاء شوک سرما و تهویه

2000 ppm بایستی به کمتر از 800 ppm رسانده شود. غلظت بیشتر از آن برای شروع تشکیل اندام‌های باردهی اولیه نامطلوب است. برای رسیدن به این غلظت، باید از یک تهویه مناسب و شدید در مدت زمان کوتاه استفاده کرد. **درجه حرارت -** در واقع اغلب قارچ‌های خوراکی در درجه حرارت‌هایی پایین‌تر از آنچه برای رشد رویشی آنها لازم است، تولید اندام باردهی می‌کنند. بعد از ظهور اندام‌های اولیه باردهی، درجه حرارت بایستی در حد $16-18^{\circ}\text{C}$ حفظ شود.

رطوبت نسبی - در هنگام عمل آوری، رطوبت مطلوب در حد 80-85 درصد می‌باشد. در زمان تولید اندام‌های باروری قارچ (عمل آوری) رطوبت اتاق‌ها نبایستی خیلی بالا باشد، چراکه اولاً باعث کاهش تبخیر و تعرق از سطح قارچ‌ها می‌شود. چون بایستی رطوبت در حدی باشد که هم تبخیر و تعرق صورت بگیرد و هم سطح کلاهک قارچ خشک نشود. از آنجاییکه تبخیر و تعرق عامل اصلی انتقال مواد غذایی از کمپوست به کلاهک از طریق میسلیم‌ها می‌باشد، لذا نبایستی با بالا بردن رطوبت نسبی سالن کشت جلوی تبخیر و تعرق از سطح قارچ گرفته شود. ثانیاً رطوبت بالا باعث شیوع بیماری‌های باکتریایی در سطح قارچ‌ها می‌شود.

آبیاری

بعد از رافلینگ و قبل از اعمال شوک سرمایی، بستر را به خوبی آبیاری کنید. چون بعد از ظاهر شدن پین‌ها، به دلیل حساسیت پین‌ها به آبیاری، تا موقعی که پین‌ها به اندازه نخود یا بزرگتر شوند، هرگز آبیاری نکنید، سعی کنید رطوبت را به طریق دیگری تامین و حفظ کنید. اگر هم واقعا آبیاری ضروری بود، آبیاری سبک (به قول خودتان پودری) انجام دهید. ولی بعد از هر دفعه آبیاری با تهویه شدید، قطرات آب روی پین‌ها را تبخیر کند.

زمانی که پین هد ها از نخود بزرگتر شدند، آبیاری خطرش کمتر می شود. البته خطر پین مردگی کمتر می شود، چون پین هد ها بزرگ شده اند، ولی خطر بروز بیماری باکتریایی با هر بار آبیاری وجود دارد، خصوصا اگر پس از آبیاری، قطرات آب روی فارچها را خشک نکنید .

از زمان تولید نخودی ها و یا فندقی ها تا زمان برداشت، ممکن است دو یا سه دفعه آبیاری لازم باشد. که به ظرفیت نگهداری آب خاک پوششی، عمق خاک و میزان قارچ در بستر، بستگی دارد. اما و اما دوستان عزیز شما مجاز هستید تا 12 ساعت قبل از برداشت آبیاری کنید. اینکه می گویم از 12 ساعت مانده به برداشت، آبیاری نکنید، دلیلش این است که کیفیت قارچ و ماندگاری اش در مغازه و یخچال به شدت کاهش پیدا می کند .

با توجه به اینکه بایستی رطوبت سالنها بعد از تشکیل ته سنجاقی ها به 85% کاهش داده شود، تبخیر و تعرق از سطح خاک پوششی و قارچها نسبت به قبل بیشتر می شود. رشد قارچها غالبا به خاطر جذب آب و آماس سلولی است بطوریکه بیش از 90% وزن قارچ را آب تشکیل می دهد. بنابراین برای برداشت هر کیلو قارچ حدود 4 لیتر آب لازم است. این آب بایستی توسط آبیاری به بستر کشت برگردانده شود. آبیاری محصول ظرفیت در عملیات در پرورش قارچ است. آبیاری بایستی با دقت و با ملایمت صورت بگیرد. بهترین زمان آبیاری پس از هر برداشت و تمیز کردن بستر می باشد. اما در فاصله هر برداشت تا برداشت دیگر بازهم آبیاری لازم می شود. در زمانی که هنوز پین هد ها کوچک هستند از آبیاری خود داری کنید چرا که در اثر آبیاری پین ها به راحتی آسیب می بینند. آبیاری با فشار باعث تخریب هیفها شده و پین مردگی را به دنبال خواهد داشت. بایستی آنقدر آب بدهید که مجددا خاک پوششی اشباع شود و لی آب از آن به کمپوست سرازیر نگردد. در غیر این صورت باعث قطع هیفها و پین مردگی می شود. به هر حال اگر به دلایلی خاک پوششی دارد خشک می شود، باید، علی رغم احتمال افزایش خطر پین مردگی، آبیاری سبک به صورت مه پاشی هر دو روز یکبار، انجام شود. چون خسارت خشک شدن خاک خیلی بیشتر است.

بعد از آبیاری تهویه شدیدی انجام دهید تا قطرات آب روی قارچها هر چه سریعتر (حداکثر طرف سه ساعت) خشک شوند، در غیر این صورت بیماری باکتریایی سودوموناس قارچها را آلوده خواهد کرد. زمان و مقدار آب آبیاری در اثر تجربه بدست می آید. در مجموع پارامترهای زیر در تعیین حجم آب آبیاری نقش دارند. و حجم آب مورد نیاز از طریق فرمول زیر حساب می شود.

$$Q = 1.8(1.25P + E + K - 0.1CDM - 0.18TW)$$

Q=حجم کل آب مورد نیاز برای آبیاری

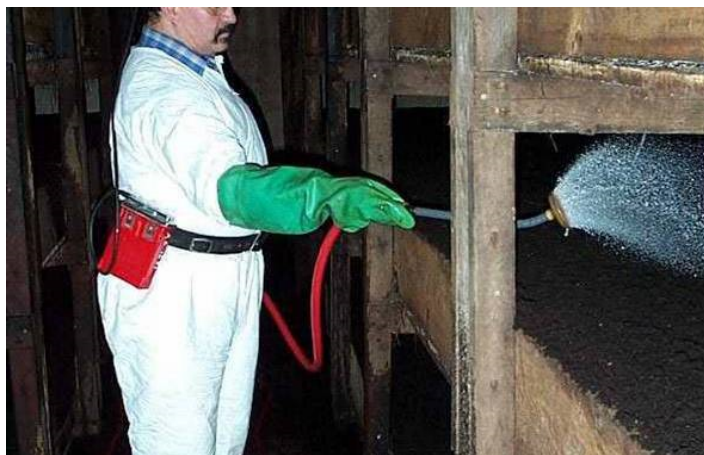
P=وزن تر محصولی که برداشت می شود

E=مقدار تبخیر آب از سطح بستر

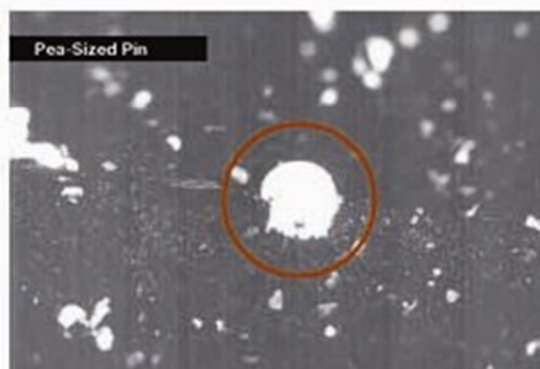
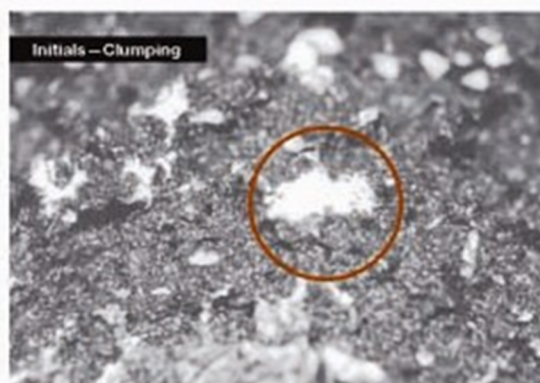
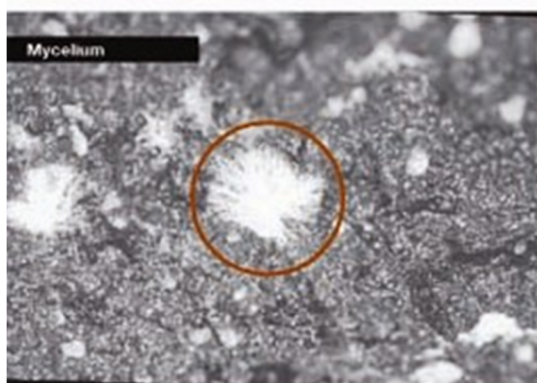
K=ضریب ثابت هدر رفتن آب در آبیاری

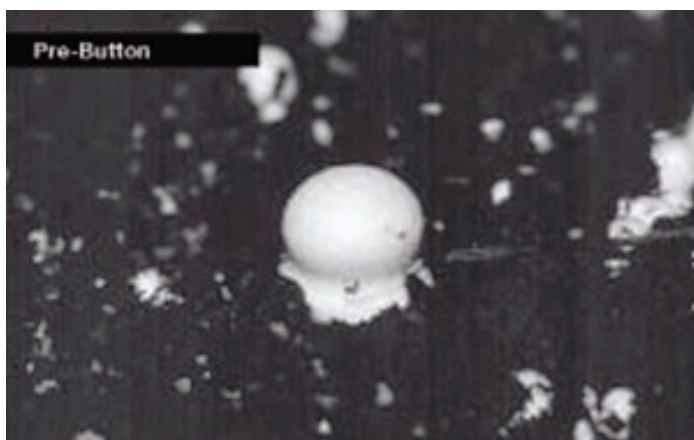
CDM=وزن خشک کمپوست

TW=مقدار کل آب کمپوست در ابتدای مرحله خاک دهی



شکل 5 - 12 روش آبیاری قارچها در بستر کشت





شکل 5- 13 مراحل مختلف نمو اندام‌های باردهی ناشی از تغییر شرایط محیطی

یکی از دلایلی که قارچها پس از برداشت ماندگاری پایینی دارند، زمان کوتاه بین آخرین آبیاری با زمان برداشت قارچ است و دیگری آلودگی آنها به بیماری باکتریایی و یا قارچی است، که خودش را روزهای بعد از برداشت نشان می دهد .

قطر کلاهک در حالت نرمال در سالن قارچ، هر شبانه روز تقریباً دو برابر می شود. بنابراین سالن دار می داند که زمان تقریبی برداشت کی خواهد بود. البته زمان برداشت قارچ به قطر کلاهک بستگی ندارد، بلکه به مرحله رشدی آن بستگی دارد. زمانی که پرده کلاهک زیر قارچ در شرف باز شدن می باشد، بهترین زمان برداشت است، چون در عین اینکه از کیفیت قابل قبولی برخوردار است، از وزن بالایی هم برخوردار خواهد بود. برای داشتن قارچهایی با بافت خوب و ماندگاری زیاد، 12 ساعت مانده به برداشت، از آبیاری دست بکشید.

نور

بعضی از قارچها زمانی اندام‌های میوه‌دهی تولید می‌کنند که مقدار کافی نور دریافت کنند. شدت نور بایستی در حدی باشد که بتوان با آن مطالعه کرد. برخی دیگر از قارچها برای تولید اندام میوه‌دهی نیازی به نور ندارند. جدول زیر نشان می‌دهد که کدام قارچها برای میوه‌دهی به نور احتیاج دارند:

نیاز ندارد	<i>Agaricus bisporus</i> (دکمه ای سفید)
نیاز ندارد	<i>Agaricus bitorquis</i> (دکمه ای سفید)
8 ساعت در شبانه‌روز	<i>Lentinula edodes</i> (شیتاکه)
8 ساعت در شبانه‌روز	<i>Pleurotus spp.</i> (صدفی)
نیاز ندارد	<i>Volvariella volvacea</i>

میزان تهویه

یکی از الزامات بسیار ضروری برای رشد قارچ اکسیژن می باشد، که بایستی توسط تهویه هوای سالن تامین شود. میزان تهویه سالن قارچ، بسته به مرحله رشد قارچ در سالن فرق می کند. در زمان رشد میسلیم در کمپوست و خاک پوششی، تهویه زیادی لازم نیست، چون میسلیم قارچ نسبت به CO_2 در این زمانها، یعنی از ابتدای ورود کمپوست به سالن تا زمان اعمال شوک سرما، زیاد حساس نیست. حتی اگر غلظت CO_2 به میزان 4000 ppm برسد، مشکلی برای رشد میسلیم ایجاد نمی کند. البته این بدان مفهوم نیست که میسلیم احتیاج به اکسیژن ندارد و از CO_2 بالا خوشش می آید. اگر چنین بود، در تولید اسپاون، از این خصوصیت استفاده می شد و کیسه های اسپاون بدون فیلتر هوا ساخته می شد. در آزمایشی بعد از تلقیح کیسه های اسپاون 1 کیلوگرمی، درب آنها را با دستگاه دوخت پلاستیک مهر و موم کردم. وقتی میسلیم ها حدود یک سوم کیسه را پر کردند، رشدشان کاملاً متوقف شد. چون اکسیژن کیسه تمام شده بود و غلظت CO_2 افزایش یافته بود. اگر میسلیم های قارچ از CO_2 خوششان می آمد بایستی با سرعت بیشتری به رشدشان ادامه می دادند.

از زمان اعمال شوک سرما، نیاز به اکسیژن در سالن بیشتر می شود، چون ته سنجاقی ها و قارچها به اکسیژن زیادی نیاز دارند و کمبود آن ناهنجاری های فیزیولوژیکی ایجاد می کند. هرچه ته سنجاقی ها بزرگتر شوند، نیاز به اکسیژن بیشتر می شود. در زمان نزدیک به برداشت فلاش اول، بیشترین حجم اکسیژن بایستی وارد سالن شود. اگر سوال شود که چقدر تهویه لازم است. جواب این است که بعد از اعمال شوک سرما هرگز اجازه ندهید غلظت CO_2 بیشتر از 800 ppm (بشود) غلظت CO_2 در هوای آزاد حدود 300 ppm می باشد (بعضی از منابع میزان هوادهی را در اوج نیاز 225 متر مکعب در ساعت به ازای هر تن کمپوست ذکر کرده اند). یعنی در اوج بار، برای یک سالن 20 تنی 4500 متر مکعب هوا در هر ساعت بایستی وارد سالن شود. ظرفیت هواساز هر سالن را بایستی بر اساس اوج نیاز در نظر گرفت. البته به یاد داشته باشید که پس از هر دفعه آبیاری، به هوادهی شدیدی نیاز می باشد، که این امر هم بایستی در انتخاب ظرفیت هواساز مد نظر قرار گیرد.

قارچ ها موجوداتی هوازی هستند و برای رشد میسلیم ها و اندام میوه دهی خود به اکسیژن زیادی نیاز دارند. در تنفس هوازی، میسلیم هیدراتهای کربن موجود در بستر را تجزیه و به دی اکسید کربن (CO_2) و آب تبدیل می کند. با این وجود رشد رویشی میسلیم ممکن است توسط اندکی افزایش در دی اکسید کربن، افزایش پیدا کند.

برای القای تشکیل ته سنجاقی ها بایستی به وسیله هوادهی غلظت CO_2 به 400 پی پی ام و یا کمتر برسد. از زمان تشکیل ته سنجاقی ها تا برداشت آخر اجازه ندهید غلظت CO_2 به بستر از 800 پی پی ام افزایش یابد. عرض کردم اگر با ورود هوای تازه مشکل تغییر در دمای سالن و کاهش رطوبت پیش نمی آمد، هوای تازه هرچه بیشتر وارد سالن بشود بهتر است. از طرفی همیشه باید قسمتی از هوای سالن سیرکوله شود تا درجه حرارت و رطوبت در همه جای سالن یکنواخت گردد. بنابراین با توجه به بعضی از محدودیت ها است که افزایش غلظت CO_2 را تا دو و یا سه برابر غلظت آن در محیط طبیعی را مجاز می دانند. اگر سوال شود که در هر ساعت چقدر O_2 باید وارد سالن بشود؟ جواب آن بستگی به سطح زیر کشت، مرحله رشدی قارچ، دما و رطوبت

محیط دارد. در هر حال در موقعی در سالن قارچ دارید اجازه ندهید CO₂ سالن بالاتر از 800 پی پی ام برود. از زمان مایه زنی تا اعمال شوک سرمایی، بعضی از منابع غلظت CO₂ را تا حد 1500 حتی 2000 پی پی ام را هم مجاز دانسته اند.

یکی از راههای کنترل زمان و تعداد تشکیل ته سنجاقی ها، کنترل میزان CO₂ سالن است (چیزی که در طبیعت در فضای آزاد کنترل نمی شود و قارچها به صورت خوشه ای و زیر خاک تشکیل می شوند). برای القاء تشکیل پین ها، همزمان هم دمای سالن را پایین می آوریم و هم تهویه خوب انجام می دهیم و غلظت CO₂ را به 400 پی پی ام و یا کمتر می رسانیم. با کنترل میزان CO₂ در زمان هوادهی تعداد ته سنجاقی ها در واحد سطح نیز کنترل می شود.

اما از زمان تشکیل ته سنجاقی ها تا برداشت آخر، چنانچه اکسیژن مورد نیاز قارچ به خوبی تامین نشود، (غلظت اکژن کمتر از 16% شود) ساقه قارچ طویل شده و کلاهک کوچک می ماند و زود پشت باز می شود. در زمان میوه دهی هرچه اکسیژن بیشتر و CO₂ کمتر باشد بهتر است. تامین اکسیژن و حذف CO₂ از سالن فقط با تهویه و ورود هوای تازه میسر است. اما، با تهویه هوای سالن، دما و میزان رطوبت سالن نیز تغییر می کند و از میزان مورد نیاز (85% رطوبت و 18 درجه سانتیگراد دما) خارج می شود. بنابراین تهویه زیاد از حد، در زمان رشد قارچ در سالن، مشکلی برای تنفس و رشد قارچ ایجاد نمی کند، اما باعث پوست سوسماری شدن قارچها، تغییر دمای سالن و هدررفت رطوبت آن می شود، و تامین مجدد آنها هزینه در بر دارد. خلاصه اینکه از زمان تشکیل ته سنجاقی ها تا فلاش آخر، اجازه ندهید غلظت CO₂ به بیشتر از 800 پی پی ام افزایش یابد. عرض کردم اگر با ورود هوای تازه مشکل پوست سوسماری و تغییر در دمای سالن و کاهش رطوبت پیش نمی آمد، هوای تازه هرچه بیشتر وارد سالن بشود، بهتر است. از طرفی همیشه باید قسمتی از هوای سالن سیرکوله شود تا درجه حرارت و رطوبت در همه جای سالن یکنواخت شود. بنابراین با توجه به بعضی از محدودیت ها است که در زمان میوه دهی هم، افزایش غلظت CO₂ را تا 2 و یا 3 برابر غلظت آن در محیط طبیعی را مجاز می دانند.

2- سرعت حرکت هوا در سالن

به غیر از زمان محدودی که برای خشک کردن قطرات آب روی قارچ ها پس از آبیاری، سرعت هوادهی را زیاد می کنید، در زمان وجود قارچ در بستر، سرعت هوا در سالن نباید از 10 سانتی متر بر ثانیه بیشتر شود. سرعت حرکت هوا در سالن به میزان رطوبت هوای سالن بستگی دارد. سرعت حرکت هوا در سالن در رطوبت 85% باید بین 3 تا 6 سانتی متر بر ثانیه و در رطوبت 90% بین 5 تا 8 سانتی متر بر ثانیه باشد. سرعت بیش از این باعث پوست سوسماری شدن قارچها، خشکی بیمورد بستر کشت و نیاز به آبیاری بیشتر و تورفتگی سطح قارچهای بالغ و کاهش عملکرد می شود. سرعت کمتر از این نیز باعث افزایش خطر آلودگی قارچها به بیماری هایی چون لکه باکتریایی و ورتیسیلیوم می گردد.

5-12 ترازهای برداشت (فلاش)

تشکیل اندامهای اولیه باردهی و سپس اسپورفورهای بالغ در واقع طی دورههای هم زمانی متناوب به وقوع می پیوندد، بطوریکه در خلال این دورههای هم زمانی، تشکیل اندامهای اولیه باردهی و اسپورفورهای بالغ مشاهده می شود، ولی در بین این دورهها هیچ قارچی تولید نمی شود. در طی عمل آوری معمولاً سه تا پنج تا از این دورههای هم زمانی دیده می شوند. به هریک از این دورههای هم زمانی اصطلاحاً **تراز برداشت (Flush, Break or Bloom)** می گویند.

معمولا هر تراز برداشت، 7 تا 13 روز طول می کشد و یا فاصله بین دو تراز برداشت به طور متوسط 10 روز است. در طی همان 4 هفته یا سه فلاش اول معمولا 80% عملکرد قارچ برداشت می شود.

تنظیم و کنترل مقدار فلاشهای برداشت

با یک سری تمهیداتی می توان مقدار قارچ قابل برداشت را در هر فلاش کنترل کرد. عواملی که در میزان برداشت در هر فلاش موثر می باشند، عبارتند از:

1. دمای هوای سالن و سرعت کاهش آن
2. دمای کمپوست و سرعت کاهش آن
3. غلظت CO₂ و سرعت کاهش آن
4. رطوبت نسبی

فلاش اول با برداشت زیاد: ¶

برای اینکه در فلاش اول محصول زیادی داشته باشیم، نباید بعد از شوک سرمایی در میزان هوادهی محدودیت ایجاد کنیم. در این صورت تعداد پین ها زیاد و محصول فلاش اول بیشتر خواهد شد. اگر از فلاش اول محصول بیشتری برداشت کنیم، قطعاً محصول فلاشهای بعدی کمتر خواهد شد. فاکتورهای رشدی قابل دستورزی برای هوادهی شدید و محصول زیاد در فلاش اول طبق جدول زیر می باشند. ¶

دمای سالن ¶	به 15° درجه سانتیگراد هرچه سریعتر ¶
دمای کمپوست ¶	به 20° درجه سانتیگراد در ظرف 24 ساعت ¶
غلظت CO ₂ ¶	به کمتر از 1000 در ظرف 12 ساعت ¶
رطوبت نسبی ¶	از 98% به 90% در ظرف 12 ساعت ¶

فلاش اول با برداشت متوسط: ¶

برای اینکه در فلاش اول محصول متوسطی داشته باشیم، باید بعد از شوک سرمایی در میزان هوادهی مقداری محدودیت ایجاد کنیم. در این صورت تعداد پین ها متوسط و محصول فلاش اول نیز متوسط خواهد شد. فاکتورهای رشدی قابل دستورزی برای هوادهی متوسط و محصول متوسط در فلاش اول طبق جدول زیر می باشند.

دمای سالن	به 17 درجه سانتیگراد ظرف 24 ساعت
دمای کمپوست	به 20 درجه سانتیگراد ظرف 72 ساعت
غلظت CO_2	به کمتر از 2000 تا 2500 ppm ظرف 24 ساعت و به 1000 ppm ظرف 48 ساعت
رطوبت نسبی	از 98٪ به 92٪ ظرف 24 ساعت

فلاش اول با برداشت کم: ¶

برای اینکه در فلاش اول محصول کمتری داشته باشیم، باید بعد از شوک سرمایی در میزان هوادهی محدودیت زیادی ایجاد کنیم. در این صورت تعداد پین ها کم و محصول فلاش اول نیز کم خواهد شد. فاکتورهای رشدی قابل دستورزی برای هوادهی کم و محصول کمتر در فلاش اول طبق جدول زیر می باشند.

دمای سالن	به 19 درجه سانتیگراد ظرف 48 ساعت
دمای کمپوست	به 21 درجه سانتیگراد ظرف 96 ساعت
غلظت CO_2	به کمتر از 4000 ppm ظرف 48 ساعت و به 2000 ppm ظرف 24 ساعت بعدی و 1000 ppm بعد از 72 ساعت
رطوبت نسبی	از 98٪ به 92٪ ظرف 24 ساعت

این مطالب و جداولی که ملاحظه نمودید در رابطه با کنترل مقدار قارچ در رابطه با کنترل میزان برداشت در فلاش اول است. در فلاشهای بعدی، کنترل چندانی روی مقدار قارچ در واحد سطح نخواهیم داشت. آنچه که واضح است این است که اگر فلاش اول پر بار گرفته شود، انرژی کمپوست برای فلاشهای بعدی کمتر می شود و برعکس. آنچه که باید تاکید کنم این است که در فلاشهای بعدی احتیاجی به شوک سرما نیست، چون همان یک شوک سرمای قبل از فلاش اول، خیلی بیشتر از تعداد مورد نیاز، برایمان ته سنجاقی تولید می کند.



شکل 5 - 14

قفل کردن بستر

اصطلاح قفل کردن بستر به حالتی گفته می شود که در اثر تاخیر در هوادهی و اعمال شوک سرما، میسلیم های قارچ انقدر بالا آمده اند که سطح خاک پوششی را کاملاً مثل نمد پوشانده اند، بطوریکه تبادل هوا از سطح خاک با بستر کشت، به سختی صورت می گیرد و آب در بستر نفوذ نمی کند (شکل 5 -).

اگر تبادل هوا بین محیط و بستر کشت به راحتی انجام نشود، گاز کربنیک حاصل از تنفس میسلیم ها در بستر حبس خواهد شد و پیامد آن تخمیر بی هوازی و ترشیدگی زودرس کمپوست خواهد بود. اصولاً زمانی که کمپوست مایه زنی می شود و به سالن کشت برده می شود، اسیدیته آن (pH) حدود 7,2 است. کم کم در اثر فعل و انفعالات شیمیایی و تنفس میسلیم ها و باکتریهای موجود در کمپوست، اسیدیته آن کاهش یافته و در پایان فلاش 3 به حدود 5,5 می رسد. اسیدیته بهینه برای رشد میسلیم قارچ دکمه ای حدود 6,5 است. بنابراین با ترش شدن کمپوست، محیط برای فعالیت میسلیم قارچ، به دلایل متعددی، نامناسب خواهد شد و میسلیم قارچ نمی تواند عملکرد مناسبی تولید نماید.

از طرف دیگر وقتی بستر کشت قارچ قفل می کند، آبی که به بستر داده می شود، به درون خاک به سختی نفوذ می کند و برای مدت مدیدی این آب روی بستر می ماند که پیامد آن، علاوه بر نرسیدن آب به کمپوست و خاک پوششی، رشد باکتریها در آب راکد روی خاک پوششی است. این باکتریها پین مردگی ایجاد می کنند.

بنابراین بعد از مرحله رافلینگ خیلی مواظب باشید که به موقع بستر را آبیاری، شوک سرما را اعمال و هوای تازه به سالن وارد نمایید، تا میسلیم ها از رشد رویشی باز ایستاده و وارد فاز زایشی شوند (به هم تنیده شدن و ضخیم شدن میسلیمها). بسته به شرایط سالن، معمولاً 36 تا 48 ساعت پس از رافلینگ اقدامات فوق باید انجام شود.

خوب با این تفاسیر اگر به دلایلی بستر کشت قارچ قفل کرد، چکار باید بکنیم؟

اگر بستر کشت قارچ به اصطلاح قفل کرد، با استفاده از راهکارهای زیر می توان تا حد زیادی مشکل را برطرف کرد. عرض کردم تا حد زیادی، چون برگرداندن بستر به حالت نرمال و عادی، بدون کاهش عملکرد، تقریباً غیر ممکن است.

(1) اگر برایتان میسر می باشد، خاک بستر را تا سطح کمپوست بردارید و بستر را با خاک جدید دوباره خاکدهی نمایید. این راهکار برای شرکتهایی که خودشان خاک پوششی تولید می کنند میسر می باشد. چون خاک آماده برای استفاده دارند و بعد هم از این خاکی که از بستر برداشته اند، بعد از اعمال فرایندهایی، مجدداً استفاده می کنند. این روش نیز مقداری کاهش عملکرد به دنبال خواهد داشت. اگر قفل بستر شدید است و تعداد پین کافی در آن وجود ندارد، بهترین راهکار برداشتن خاک پوششی از روی بستر و اعمال خاک پوششی با خاک جدید می باشد. این راهکار برای استرومای شدید هم توصیه می شود.

(2) در بستری که قفل کرده است، به احتمال بسیار زیاد رطوبت خاک کاهش چشمگیری پیدا کرده است. وقتی این بستر با کف دست به سمت پایین فشرده شود، حالت فنری خواهد داشت. در حالت فنری، رابطه پین ها با کمپوست قطع شده و پیامد آن مرگ پینها خواهد بود. اگر با این شرایط مواجه شدید، در وهله اول باید رطوبت از دست رفته خاک را به آن برگردانید. این کار با چند بار آبیاری سبک به فاصله های 2 تا 3 ساعت از یکدیگر، قابل انجام است. مواظب باشید به اندازه ای آب بدهید که خاک اشباع شود و آب اضافی از خاک پوششی به کمپوست چکه نکند. به این صورت خاک حالت فنری خود را از دست داده و به سطح کمپوست نشست خواهد کرد و پینهای موجود در سطح خاک به رشد خود ادامه خواهند داد. در ادامه باید، مثل مراقبت از یک فرد مریض، مواظب این بستر باشید تا مجدداً خشک نشود. اگر بستر قفل شده به اندازه کافی پین دارد، این راهکار مقرون به صرفه تر است. اگرچه خطر بروز لکه باکتریایی را به دنبال دارد، اما از نظر زمان و هزینه نسبت به راهکار اول مقرون به صرفه تر است.

(3) راهکار سوم استفاده از شن کش و خراشدهی سطحی بستر می باشد. در واقع مثل اینکه از نو مجدداً عمل رافلینگ را انجام می دهید. با این عمل درصد زیادی از پین های تشکیل شده در سطح بستر کنده خواهند شد و خطر آلودگی های باکتریایی و کپک های سبز را به دنبال خواهد داشت. توصیه می شود در آبیاری بعد از خراشدهی، از سموم قارچ کش عمومی از قبیل کاربندازیم و یا بنومیل، همراه با آبیاری استفاده کنید. سپس عملیات شوک سرما برای پین دهی مجدد، اعمال گردد.

در مورد راهکار سوم، که در واقع به نوعی مثل راهکار اول است، با این تفاوت که خاک جدید نمی دهیم ولی با رافلینگ به مرحله قبل از اعمال شوک سرمایی می رویم، باید عرض کنم که شن کشی و یا رافلینگ مجدد هرگز نمی تواند دانه بندی این خاک را به حالت ایده ال قبلی برگرداند و از طرفی هم ارتباط پین ها تشکیل شده را با بستر قطع نموده و خطر آلودگی های باکتریایی و کپک های سبز را بیشتر می کند.

هیچکدام از روشهای فوق، عملکرد بستر را به حالت نرمال و بدون قفل شدن بر نمی گرداند. سالن دار بسته به وضعیت بستر، امکانات و تجربه ای که دارد، یکی از روشهای فوق را انتخاب خواهد کرد.

14-5 جنبه‌های بیوشیمیایی و مولکولی نمو اندامهای باردهی

اصولاً تشکیل اندامهای باردهی در قارچ‌های خوراکی یک مدل مناسب برای مطالعه تمایز در موجودات پرسلولی می‌باشد. در این زمینه مطالعات زیادی بر روی قارچ دکمه‌ای، انجام شده است. این مطالعات نشان داده‌اند که قند مانیتول (Manitol) به عنوان ایجاد کننده پتانسیل اسمزی (Osmotitant) عمل می‌کند. این قند در اندام ته‌سنجاقی تشکیل شده و تجمع می‌یابد. در طی نمو اندامهای باردهی این تجمع ادامه می‌یابد. ظاهراً این قند در نمو اندامهای باردهی نقش مهمی دارد. در یک تراز برداشت، دو مرحله متفاوت وجود دارد:

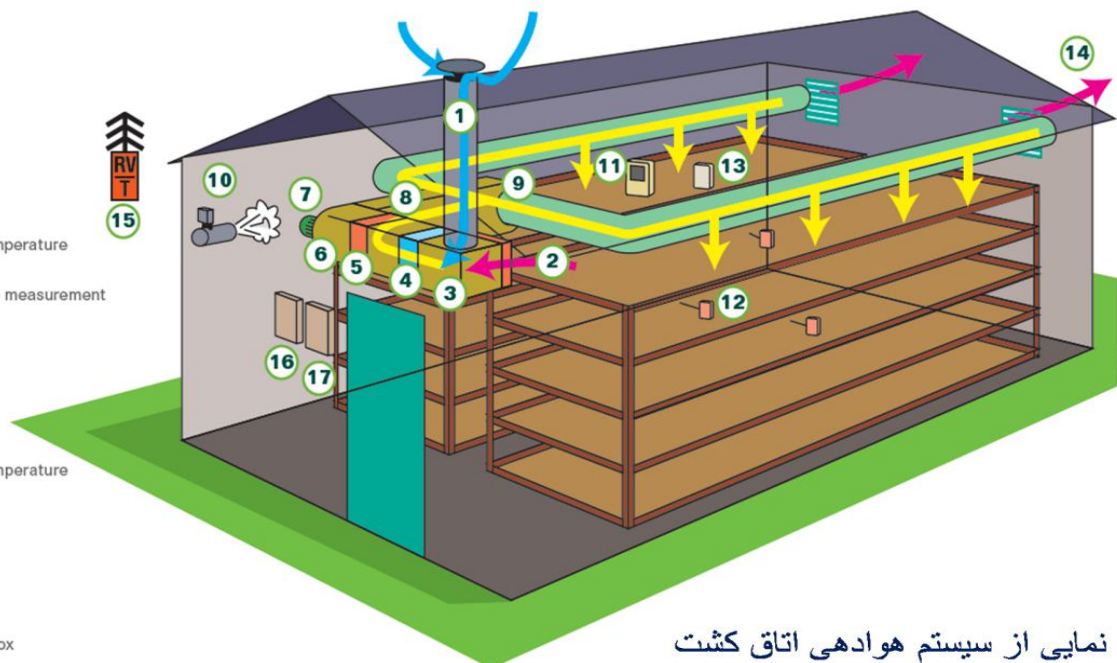
- **مرحله شروع:** در این مرحله میسلیم رویشی به پریمودیا و اندام‌های ته‌سنجاقی شکل تبدیل می‌شود.
- **مرحله مورفوژنیک:** در این مرحله، اندام‌های ته‌سنجاقی به تدریج به اندام‌های دکمه‌ای و در نهایت اندامهای باردهی بالغ (دارای پایه، کلاهک، تیغه‌ها و غیره) تبدیل می‌شوند.



شکل 5-15 تصویر اندامهای بالغ قارچ دکمه‌ای سفید آماده برداشت

بر طبق یک نظریه، تمام و یا اغلب ظرفیت بالقوه تشکیل اندام ته‌سنجاقی قبل از اولین تراز برداشت مشخص می‌شود، سپس در طی تراز برداشتهای بعدی، برخی از این اندام ته‌سنجاقی به اندامهای باردهی بالغ تبدیل می‌شوند.

1. Fresh air
2. Return air
3. Mixed air control with temperature measurement
4. Cooling with temperature measurement
5. Heating
6. Frost thermostat
7. Fan
8. Inlet temperature
9. Inlet humidity
10. Steam supply
11. RH measuring box for temperature measurement and RH
12. Compost sensors
13. CO₂ measurement
14. Air exhaust
15. Outside condition
16. 765 computer
17. MCB manual operation box



نمایی از سیستم هوادهی اتاق کشت

شکل 5 - 16 تصویر ترسیمی از سیستم هوادهی اتاق کشت. البته توصیه می‌شود که خروجی های هوا نزدیک به کف سالن باشند تا گاز کربنیک که سنگین تر از هوا است، به راحتی خارج شود. در این تصویر این موضوع رعایت نشده است.

سوال: دلیل ظاهر شدن تعداد زیادی ته سنجاقی (pinheads) در روی خاک پوششی چیست؟

جواب: ظاهر شدن تعداد زیاد ته سنجاقی ممکن است به خاطر:

1. خیلی سطح خاک پوششی سفید شده است. یعنی در واقع دیر شوک سرما را اعمال کرده اید. بهتر است وقتی میسلیم حدود 70% سطح خاک را پر کرد، شوک سرما اعمال شود.
2. شوک سرما را سریع اعمال کرده اید. لازم است هر روز 2°C دمای سالن را کاهش دهید. یعنی در طی 3 تا 4 روز از 28°C به 24°C درجه برسید.
3. وقتی شوک سرما را (هوادهی) را شروع کرده اید، درجه حرارت کمپوست بالا بوده است، مثلاً 27°C و یا 28°C . قبل از اعمال شوک سرما درجه حرارت کمپوست را در حد 25°C درجه برای مدت 24 ساعت تنظیم کنید، بعد شوک سرما اعمال شود.
4. رطوبت نسبی هوای سالن در دوره شوک سرمایی پایین بوده است. برای هوادهی از هوای مرطوب استفاده کنید و یا سطح دیوارها و کف سالن را خیس نگهدارید. توصیه می‌شود که رطوبت نسبی هوای سالن در طی دوره 3 روزه اعمال شوک سرمایی، در حد 92% باشد.

روش اندازه گیری رطوبت نسبی با استفاده از دماسنج معمولی

دو تا دماسنج جیوه ای معمولی در نزدیک هم در سالن آویزان کنید. ته یکی آزاد باشد که دمای خشک را نشان دهد و ته دیگری در درون لیوان آب باشد که دمای مرطوب را نشان می‌دهد. در رطوبت اشباع دمای هردو یکسان خواهد بود. هرچه رطوبت نسبی کمتر باشد، دماسنجی که ته آن در لیوان آب قرار گرفته است، دمای کمتری نشان خواهد داد. در 24°C دمای خشک، اگر دمای تر

23 °C باشد، رطوبت نسبی 92% می باشد. اگر در همین 24 °C دمای خشک، دمای تر 22 °C باشد، رطوبت نسبی 84% خواهد بود. جدول 5 - 1 با استفاده از اختلاف درجه دماسنج خشک و دماسنج تر، رطوبت نسبی سالن را نشان می دهد. ردیف اول بالای جدول، درجه خشک، و اولین ستون سمت چپ، اختلاف درجه حرارت خشک و تر را نشان می دهد. از تقاطع این دو رطوبت نسبی بدست می آید. مثلاً وقتی که دمای خشک 18 درجه و دمای مرطوب 16 °C، یعنی دو درجه کمتر، باشد، رطوبت نسبی برابر با 82% خواهد بود.

جدول 5 - 1 استفاده از اختلاف دمای دماسنج خشک و دماسنج مرطوب رد تعیین میزان رطوبت نسبی سالن

دمای خشک (°C)		اختلاف دمای خشک و مرطوب						
۲۳	۳۰	۲۷	۲۵	۲۲	۲۰	۱۸	۱۵	
۹۳	۹۳	۹۲	۹۲	۹۲	۹۱	۹۱	۹۰	۱
۸۷	۸۶	۸۵	۸۵	۸۴	۸۳	۸۲	۸۰	۲
۸۰	۷۹	۷۸	۷۷	۷۶	۷۵	۷۳	۷۱	۳
۷۴	۷۳	۷۱	۷۰	۶۸	۶۷	۶۵	۶۲	۴
۶۹	۶۷	۶۵	۶۴	۶۱	۵۹	۵۷	۵۳	۵
۶۳	۶۱	۵۹	۵۷	۵۴	۵۲	۴۹	۴۴	۶
۵۸	۵۵	۵۳	۵۱	۴۷	۴۵	۴۲	۳۶	۷
۵۳	۵۰	۴۷	۴۵	۴۱	۳۸	۳۴	۲۸	۸
۴۸	۴۵	۴۱	۳۹	۳۴	۳۱	۲۷	۲۱	۹
۴۳	۴۰	۳۶	۳۳	۲۸	۲۵	۲۰	۱۳	۱۰

سوال: چرا پین هد ها (ته سنجاقی ها) می میرند؟

اکثراً مرگ ته سنجاقی ها به خاطر آلودگی توسط باکتری سودوموناس تالاسی است. این باکتری همه جا هست. اگر قطرات آب روی ته سنجاقی ها بنشینند، قند های محلول در آب که در قارچ وجود دارد، در قطره آب جمع می شوند و باعث ترغیب رشد این باکتری می شود. جالب است که بدانید اگر یک باکتری تنها باشد، حتی اگر شرایط محیطی و غذا آماده باشد، جرات تکثیر پیدا نمی کند. مثل گرگ که وقتی تنها است، جرات حمله پیدا نمی کند، زوزه می کشد و گرگهای دیگر را صدا می زند. وقتی تعدادشان زیاد

شد حمله می کنند. در اینجا نیز قطره آب روی قارچ باعث می شود که باکتریها دور هم جمع شوند و جرات تکثیر پیدا کنند. عواملی که به تجمع باکتریها و مرگ ته سنجاقی ها کمک می کنند عبارتند از:

1. در هر بار آبیاری ناگزیر آب روی ته سنجاقی ها می نشیند. باید بلافاصله پس از آبیاری با افزایش هوای ورودی به سالن، حداکثر ظرف سه ساعت آب روی ته سنجاقی ها را تبخیر کرد. قطعاً اگر آبیاری با آب کلر دار انجام شود، کلر باکتری کش است و احتمال آلودگی باکتریایی کاهش می یابد.
2. آبیاری های مکرر باعث تشدید بروز این بیماری می شود. اگر به دلیل کم بودن ظرفیت نگهداری آب در خاک پوششی، و یا ضخامت کم آن، مجبور شوید دفعات آبیاری را افزایش دهید، این آبیاری مکرر شانس آلودگی را افزایش می دهد.
3. کاهش سریع دمای سالن و تشکیل قطرات آب روی ته سنجاقی ها. اگر دمای سالن کاهش پیدا کند، رطوبت نسبی افزایش می یابد و در زمانی که رطوبت نسبی بالا است. با افزایش رطوبت نسبی در حد اشباع، قطرات آب روی قارچها تشکیل می شود، مثل شبنم که صبح زود روی سطوح صاف و برگها می نشیند .
4. بالا بودن درجه حرارت کمپوست نیز باعث مردن ته سنجاقی ها می شود. همچنین حضور لاروهای بعضی از حشرات نیز ته سنجاقی ها را می کشد.

قبل از تخلیه سالنها، آنرا **cookout** نمایید. یعنی درجه حرارت آنها را با استفاده از دیگ بخار به حدود 80°C درجه سانتیگراد رسانده و به مدت 12 ساعت در این درجه نگهدارید. قبل از تخلیه سالنها، روی کمپوست ها آب بپاشیم تا در موقع تخلیه اسپورها به راحتی در محیط مزرعه پخش نشوند. هرگز اجازه ندهید تکه های کمپوست، ضایعات قارچ و اثری از خاک پوششی در اطراف سالنها دیده شود. کمپوست تخلیه شده و ضایعات قارچ را به فاصله ای دور (حداقل یک کیلومتر) منتقل کنید و روی آنها را با آهک بپوشانید. هیچوقت وسایل و ادوات یک سالن را به سالن دیگر نبرید، مگر اینکه آنها را ضدعفونی کرده باشید. روش ضدعفونی را انشالله در آینده خواهیم گفت.

هرسالن قارچی دو تا درب دارد. یک درب به محوطه مزرعه باز می شود که فقط موقع پر و خالی کردن کمپوست استفاده می شود. بقیه مواقع این درب باید کاملاً بسته باشد. یک درب سالن به کوریدور باز می شود که برای رفت و آمد مدیر تولید و قارچ چین ها می باشد. این درب هم باید فقط برای ورود و خروج باز شود. یعنی بی مورد باز نماند. فشار هوای داخل کوریدور همیشه باید از فشار هوای داخل سالن تولید بیشتر باشد، تا هوای داخل سالن وارد کوریدور نشود. هوایی که به داخل کوریدور دمیده می شود، باید فیلتر شده باشد، یعنی از فیلتر هپا رد شده باشد. همچنین اگر هوایی که از طریق هواساز وارد سالن ها می شود، از فیلتر هپا عبور داده شود، خطر بروز بیماریها به شدت کاهش پیدا می کند

5-13 برداشت محصول

معمولاً هنگامیکه قطر کلاهک به اندازه طول پایه و یا دو برابر آن شد و یا اینکه پرده زیر کلاهک در شرف باز شدن بود، موقع برداشت است (شکل 5-8). برای برداشت هر قارچ ابتدا آنرا با انگشت شست و سبابه گرفته و ضمن فشار به پایین حدود 30 تا 40 درجه به یک سمت چرخانده تا ارتباط قارچ با هیفها قطع شود (شکل 5-9). سپس قسمت انتهایی هر قارچ که از خاک بیرون آمده است باید توسط چاقوی تیزی قطع شود. بایستی بعد از برداشت هر قارچ، در محل خالی آن، خاک پوششی اضافه شده و در طول دوره برداشت، یک روز در میان توسط مه پاشی آبیاری سبکی انجام شود. کل طول دوره تولید قارچ دکمه ای با احتساب تفاوت های موجود در واحدهای تولید قارچ و با توجه به تهیه

کمپوست توسط خود واحدهای تولیدی، 3 تا 4 ماه می‌باشد. از زمان پر کردن سالنها تا تخلیه آنها حدود 2 تا 3 ماه طول می‌کشد.

مطلب ادامه دارد