

پرورش قارچ در سالن ۱۰۰ متری



فهرست

فصل ۱: استراتژی کلی ۱۰۰ متر—ساده‌سازی کار در مقیاس بالاتر	۳
فصل ۲: آماده‌سازی بستر حجیم—یکنواختی، رطوبت و ردیابی	۱۸
فصل ۳: تلقیح در مقیاس ۱۰۰ متر—سرعت، پاکیزگی، ثبت دقیق	۳۱
فصل ۴: انکوباسیون حجیم—پایش روند و همگام‌سازی	۴۱
فصل ۵: باردهی در مقیاس بالا—پین‌گیری یکنواخت و پایداری کیفیت	۵۳
فصل ۶: مدیریت فلاش‌ها—حفظ راندمان و تصمیم توقف	۶۴
فصل ۷: برداشت در مقیاس بزرگ—کیفیت یکنواخت و سرعت عمل	۷۶
فصل ۸: آلودگی‌ها—پایش نظام‌مند و اقدام سریع	۸۷
فصل ۹: زمان‌بندی و چرخش تولید—برداشت پیوسته در ۱۰۰ متر	۹۷
فصل ۱۰: واژگان و جداول مرجع—کتابچه جیبی سالن ۱۰۰ متری	۱۰۷
فصل ۱۱: ۵۰ پرسش رایج و بسیار مهم در مورد کشت قارچ در سالن ۱۰۰ متری	۱۱۷
فصل ۱۲: ۵۰ اشتباه رایج در مورد کشت قارچ در سالن ۱۰۰ متری	۱۳۴

فصل ۱: استراتژی کلی ۱۰۰ متر—ساده‌سازی کار در مقیاس بالاتر

ورود به مقیاس ۱۰۰ متر مربع، یک جهش هیجان‌انگیز در تولید قارچ است. اما این فقط «بزرگ‌تر کردن» یک سالن ۵۰ متری یا یک اتاق ۱۲ متری نیست؛ این یک تغییر کامل در «فلسفه» تولید است. در مقیاس‌های کوچک‌تر، شما می‌توانید با اتکا به تجربه شخصی، آزمون و خطا و مدیریت «واکنشی» (Reactive) به موفقیت برسید. اما در سالن ۱۰۰ متری، «هرج و مرج» و «تغییرات پیش‌بینی‌نشده» بزرگترین دشمنان شما هستند.

موفقیت در ۱۰۰ متر به معنای کار سخت‌تر نیست، بلکه به معنای کار «هوشمندانه‌تر» از طریق سیستم‌سازی است. کلید موفقیت در این مقیاس، «ساده‌سازی» و «استانداردسازی» است. شما باید بتوانید فرایندها را به چک‌لیست‌ها، اعداد هدف مشخص و رویه‌های عملیاتی استاندارد (SOPs) تبدیل کنید. این فصل، نقشه راه ذهنی و استراتژیک شما برای تسلط بر این مقیاس است. ما یاد می‌گیریم که چگونه مانند یک مدیر فرایند فکر کنیم، نه فقط یک پرورش‌دهنده.

تفاوت‌های اصلی ۱۰۰ متر با ۵۰ متر از دید برنامه‌ریزی صرفاً فرایندی

دو برابر کردن مساحت، چالش‌ها را چهار برابر می‌کند. تفاوت اصلی ۵۰ متر و ۱۰۰ متر، در «نقطه شکست مدیریت دستی» است. در سالن ۵۰ متری، یک مدیر باتجربه هنوز هم می‌تواند با بازرسی چشمی و تنظیمات دستی، همه‌چیز را تحت کنترل نسبی نگه دارد. اما در ۱۰۰ متر، حجم کار و تعداد متغیرها از توانایی مدیریت یک‌نفره فراتر می‌رود.

در این مقیاس، «ناهمگونی» (Inconsistency) از یک مشکل کوچک به یک فاجعه اقتصادی تبدیل می‌شود. اگر در سالن ۵۰ متری، یک گوشه سالن سردتر باشد، شاید ۱۰٪ محصول را از دست بدهید؛ در سالن ۱۰۰ متری، یک نقطه کور در تهویه (HVAC) می‌تواند منجر به آلودگی کامل نیمی از قفسه‌ها شود.

در اینجا تفاوت‌های کلیدی فرایندی این دو مقیاس را بررسی می‌کنیم:

ویژگی	سالن ۵۰ متری (مدیریت واکنشی)	سالن ۱۰۰ متری (مدیریت فرایندی)
جریان کار	اغلب دستی، متکی به حافظه و تجربه فردی	مبتنی بر «رویه‌های استاندارد» (SOPS)، سیستمی و قابل واگذاری
کنترل محیط	قابل کنترل با سنسورهای ساده و تنظیمات دستی (مثلاً باز کردن در)	نیازمند اتوماسیون کامل (HVAC)، سنسورهای چند نقطه‌ای و کالیبره
مدیریت بستر	امکان آماده‌سازی نیمه‌خودکار یا خرید بستر در حجم کم	نیازمند تجهیزات آماده‌سازی حجیم (میکسر، پاستوریزاتور) یا قرارداد تامین بستر فاز ۳
ریسک آلودگی	قابل مدیریت با حذف دستی و قرنطینه محدود	ریسک بسیار بالا، نیازمند پروتکل‌های سختگیرانه بهداشتی (Biosecurity)
برنامه‌ریزی	انعطاف‌پذیر، امکان تغییر در میانه دوره	ثابت، بر اساس تقویم دقیق، عدم تحمل تأخیر (هر روز تأخیر، هزینه‌بر است)
نیروی انسانی	۱-۲ نفر چندکاره (انجام همه کارها)	نیازمند تیم‌های تخصصی (آماده‌سازی، تلقیح، برداشت) با وظایف مشخص



تقسیم‌بندی زمانی و جریان مواد برای حداقل اتلاف

در سالن ۱۰۰ متری، «اتلاف» (Waste) بزرگترین عامل کاهش سود شماست. اتلاف فقط شامل بستر آلوده نیست؛ بلکه شامل موارد زیر است:

- **اتلاف زمان:** انتظار برای آماده شدن بستر، تأخیر در برداشت.
- **اتلاف مواد:** اسپان (بذر) تاریخ گذشته، کمپوست بیش از حد مانده.
- **اتلاف انرژی:** کار کردن سیستم تهویه در سالن خالی.
- **اتلاف فضا:** خالی ماندن قفسه‌ها بین دو دوره.

برای به حداقل رساندن اتلاف، باید یک «جریان» (Flow) منطقی برای مواد و زمان طراحی کنید.

جریان فیزیکی مواد: (Flow of Materials)

سالن شما باید دارای مناطق مشخص با جریان یک‌طرفه باشد تا از آلودگی متقاطع جلوگیری شود:

۱. **منطقه کثیف (Dirty Zone):** (در حالت ایده‌آل خارج از سالن اصلی) محل انبار مواد اولیه (کاه، کلش)، میکس و پاستوریزاسیون.

۲. **منطقه تمیز / تلقیح (Clean / Inoculation Zone):** (بسیار حیاتی) یک اتاق مجزا یا فضای ایزوله که در آن بستر استریل/پاستوریزه با اسپان مخلوط می‌شود. این نقطه، گلوگاه بهداشتی شماست.

۳. **منطقه رشد (Growth Zone):** سالن اصلی ۱۰۰ متری شما (شامل انکوباسیون و باردهی).

۴. **منطقه برداشت و بسته‌بندی (Harvest/Packing Zone):** (در حالت ایده‌آل یک اتاق خروجی) جایی که محصول برداشت شده و برای ارسال آماده می‌شود.

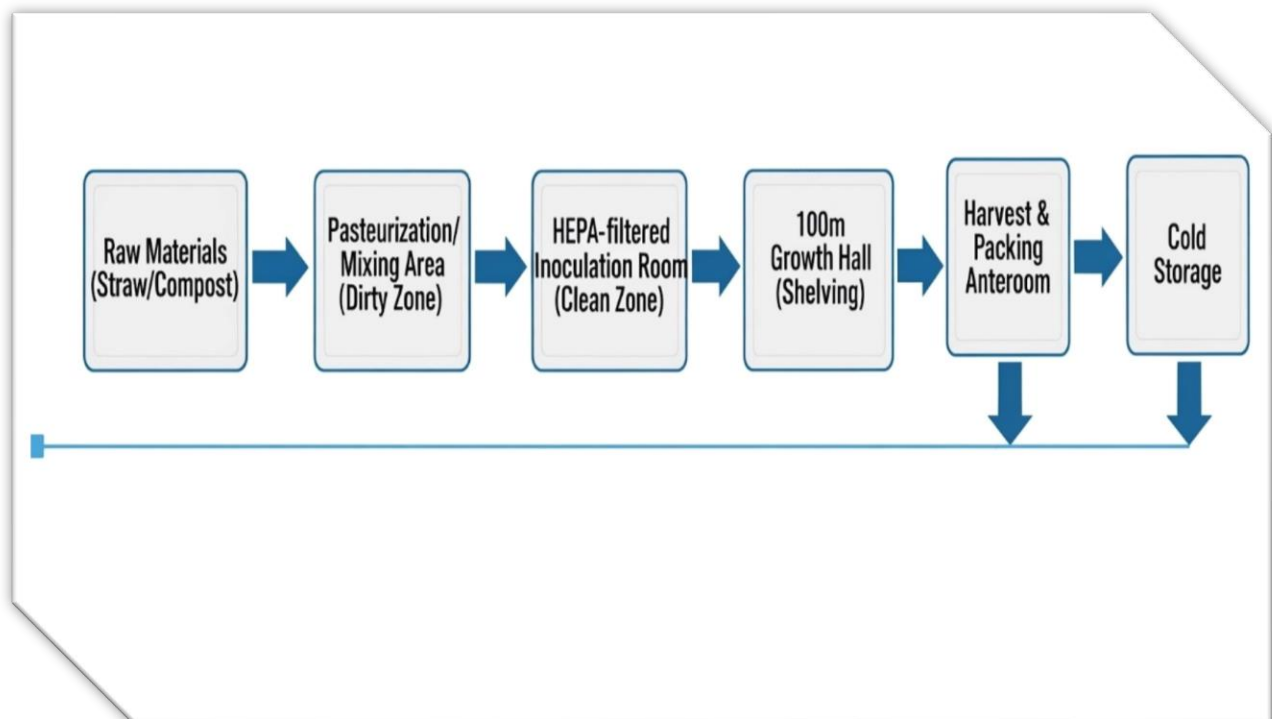
جریان زمانی - (Temporal Flow) تولید دسته‌ای: (Batching)

تلاش برای مدیریت ۱۰۰ متر مربع به‌عنوان یک «واحد یکپارچه» اشتباه است. اگر تمام ۱۸ تن کمپوست (مثال قارچ دکمه‌ای) را در یک روز تلقیح کنید، ۱۰ روز بعد به یکباره نیاز به خاک‌دهی دارید و ۲ هفته بعد، با یک «سونامی» برداشت مواجه می‌شوید که از توان تیم شما خارج است.

راه‌حل/استراتژیک: سالن ۱۰۰ متری را به ۴ «بچ» (Batch) یا زون ۲۵ متری تقسیم کنید (مثلاً ۴ ردیف قفسه مجزا).

- هفته اول: تلقیح بچ A.
- هفته دوم: تلقیح بچ B (و مراقبت از بچ A).
- هفته سوم: تلقیح بچ C (و مراقبت از A و B).
- ... و الی آخر.

این کار بار کاری شما را توزیع می کند و مهم تر از آن، منجر به «برداشت پیوسته» می شود. وقتی بچ D در حال تلقیح است، بچ A آماده اولین فلاش برداشت است. این، استراتژی کلیدی برای درآمد پایدار است.



انتخاب گونه‌ها برای پایداری عملکرد و هم‌زمانی برداشت‌ها

در مقیاس ۱۰۰ متر، شما دیگر نمی‌توانید ۵ نوع قارچ عجیب و غریب را برای سرگرمی پرورش دهید. شما به «قابلیت پیش‌بینی» و «تقاضای بازار» نیاز دارید.

گزینه‌های اصلی برای مقیاس ۱۰۰ متر:

۱. قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) – سفید، قهوه‌ای/کریمینی):

- چرا؟ تقاضای بازار بسیار بالا، فرآورده‌های صنعتی مشخص، قابلیت کشت عمودی بسیار متراکم روی قفسه‌ها (با استفاده از کمپوست فاز ۲ یا ۳).
- چالش: نیاز به مهارت فنی بسیار بالا، مدیریت پیچیده CO₂، نیاز به خاک پوششی (Casing)، حساسیت بالا به بیماری‌ها.

۲. قارچ صدفی (*Pleurotus ostreatus*) – گونه‌های مختلف):

- چرا؟ رشد بسیار سریع، میسلیم بسیار مهاجم، استفاده از بسترهای ساده‌تر (کاه، خاک‌اره)، راندمان بیولوژیکی بالا.
- چالش: عمر انباری کوتاه، حساسیت شدید به کمبود هوای تازه (CO₂ بالا)، نیاز به مدیریت متفاوت رطوبت.

استراتژی انتخاب:

- **تمرکز بر یک گونه:** هرگز در یک سالن ۱۰۰ متری هم‌زمان دو گونه مختلف (مثلاً دکمه‌ای و صدفی) را پرورش ندهید. نیازهای محیطی آن‌ها (دما، CO₂، رطوبت) کاملاً متفاوت است و شما نمی‌توانید محیط را برای هر دو بهینه کنید.
- **انتخاب «سویه» (Strain) مناسب:** در داخل یک گونه، سویه‌ها تفاوت‌های بزرگی دارند. برای قارچ دکمه‌ای، سویه‌ای را انتخاب کنید که برای «پین‌دهی یکنواخت» و «فلاش‌های سنگین» شناخته شده است. برای صدفی، سویه‌ای را انتخاب کنید که در دمای سالن شما بهترین عملکرد را دارد و خوشه‌های سنگین تولید می‌کند.

- همزمانی برداشت‌ها (Flush Synchronization): هدف شما انتخاب سویه‌ای است که بخش عمده محصول (مثلاً ۷۰٪) را در دو فلاش اول تولید کند. فلاش‌های سوم و چهارم ضعیف، غیراقتصادی هستند و فقط فضا و زمان چرخه بعدی را اشغال می‌کنند.



تعریف ظرفیت اسمی هر دوره و هدف گذاری وزن فلاش ها

در مقیاس ۱۰۰ متر، «حدس زدن» ممنوع است. ما باید با «اعداد» کار کنیم.

۱. محاسبه ظرفیت اسمی: (Nominal Capacity)

این عدد، حداکثر مقدار بستری است که سالن شما می تواند در خود جای دهد.

• مثال برای قارچ دکمه ای (قفسه بندی ۵ طبقه):

- مساحت کف: ۱۰۰ متر مربع.
- مساحت مفید قفسه ها: (بسته به طراحی) معمولاً ۱۸۰ تا ۲۰۰ متر مربع.
- بارگیری کمپوست: ۸۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم کمپوست فاز ۳ در هر متر مربع قفسه.
- ظرفیت اسمی: ۲۰۰ متر مربع * ۹۰ کیلوگرم/متر = ۱۸,۰۰۰ کیلوگرم (۱۸ تن) کمپوست.

• مثال برای قارچ صدفی (کیسه های آویز یا بلوک های قفسه ای):

- بارگیری بستر (کاه): ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم در هر متر مربع از فضای کف.
- ظرفیت اسمی: ۱۰۰ متر مربع * ۲۸ کیلوگرم/متر = ۲,۸۰۰ کیلوگرم (این عدد در حالت کیسه های آویز بسیار بیشتر می شود و می تواند به ۸ تا ۱۰ تن هم برسد).

۲. هدف گذاری عملکرد (Target Yield):

- قارچ دکمه ای: هدف واقع بینانه ۲۵٪ تا ۳۵٪ وزن کمپوست است.
- ۱۸,۰۰۰ کیلو کمپوست * ۳۰٪ = ۵,۴۰۰ کیلوگرم قارچ در هر دوره.
- قارچ صدفی: هدف راندمان بیولوژیکی (BE) ۷۰٪ تا ۱۰۰٪ وزن بستر خشک است. (یا ۲۵٪-۲۰٪ وزن بستر مرطوب).
- ۱۰,۰۰۰ کیلو بستر مرطوب * ۲۲٪ = ۲,۲۰۰ کیلوگرم قارچ در هر دوره.

۳. هدف گذاری وزن فلاش ها: (Flush Weight Targeting)

این مهم ترین بخش برنامه ریزی اقتصادی شماست. شما نمی خواهید برداشت یکنواختی داشته باشید. شما یک فلاش اول عظیم می خواهید.

• نمونه هدف گذاری برای قارچ دکمه ای (دوره ۵,۴۰۰ کیلویی):

- فلاش اول (Break 1): ۶۵-۷۰٪ کل محصول = ~۳,۵۰۰ تا ۳,۸۰۰ کیلو گرم
- فلاش دوم (Break 2): ۲۰-۲۵٪ کل محصول = ~۱,۱۰۰ تا ۱,۳۵۰ کیلو گرم
- فلاش سوم (Break 3): ۵-۱۰٪ کل محصول = ~۲۵۰ تا ۵۵۰ کیلو گرم

چرا؟ این استراتژی، نیروی کار برداشت را متمرکز می کند و به شما اجازه می دهد تا پس از فلاش دوم یا سوم، سالن را به سرعت «پخت» (Cook-out) کرده و برای دوره بعدی آماده کنید. نگه داشتن سالن برای فلاش های ضعیف، ضررده است.



شاخص‌های کنترلی روزانه (اعداد هدف) برای کیفیت پایدار

در سالن ۱۰۰ متری، شما با «احساس» رطوبت یا دما را مدیریت نمی‌کنید؛ شما با «ابزار دقیق» پرواز می‌کنید. سنسورهای شما، چشم و گوش شما در تمام نقاط سالن هستند. شما باید یک داشبورد (دیجیتال یا یک وایت‌برد بزرگ) داشته باشید و این اعداد را روزانه ثبت کنید.



در اینجا اعداد هدف کلیدی (KPIs) برای یک چرخه قارچ دکمه‌ای آمده است. (توجه: این اعداد برای صدفی متفاوت خواهد بود).

فاز (Phase)	پارامتر (Parameter)	عدد هدف (Target) (Value)	چرا اهمیت دارد؟ (در مقیاس ۱۰۰ متر)
فاز ۱ (Spawn) (Run)	دمای کمپوست (مرکز)	۲۴-۲۶ سانتی‌گراد	حیاتی برای رشد میسلیم. در حجم ۱۸ تن، کمپوست به سرعت داغ می‌کند و می‌میرد.
	CO_2	۵,۰۰۰ - ۱۰,۰۰۰ ppm	میسلیم دوست دارد. تهویه نکنید.
	رطوبت نسبی هوا	۹۵-۹۸٪	جلوگیری از خشک شدن سطح کمپوست در اثر گردش هوای داخلی.
	دمای هوا	۲۲-۲۴ سانتی‌گراد	برای حفظ دمای کمپوست (دمای هوا همیشه باید ۲-۳ درجه کمتر از دمای هدف کمپوست باشد).
فاز ۲ (Casing/Pinni) (ng)	دمای کمپوست	۱۸-۲۰ سانتی‌گراد (دمایی شوک)	القای پین‌دهی (Pinning). خنک کردن ۱۸ تن کمپوست نیاز به HVAC قوی دارد.
	CO_2	۸۰۰ - ۱,۲۰۰ ppm	تغییر کلیدی! نیاز به ورود حجم عظیم هوای تازه (FAE) برای حذف CO_2 و تشکیل پین.
	رطوبت نسبی هوا	۹۵-۹۸٪	حفظ رطوبت خاک پوششی (Casing) در حین هوادهی سنگین.
	دمای هوا	۱۶-۱۸ سانتی‌گراد	کنترل دمای کمپوست و القای پین یکنواخت.
فاز ۳ (Harvesting)	CO_2	۱,۵۰۰ - ۱,۰۰۰ ppm	جلوگیری از ساقه‌های بلند و کلاهک‌های کوچک (کیفیت محصول).
	رطوبت نسبی هوا	۸۵-۹۲٪	کاهش رطوبت برای جلوگیری از بیماری‌های باکتریایی (لکه باکتریایی) روی کلاهک‌ها.
	دمای هوا	۱۷-۱۹ سانتی‌گراد	حفظ کیفیت، استحکام و عمر انباری قارچ پس از برداشت.

خطاهای رایج در مقیاس بزرگ و پیشگیری عملی

اشتباهات در مقیاس ۱۰۰ متر، بسیار گران تمام می‌شوند. در اینجا رایج‌ترین تله‌ها و نحوه پیشگیری از آن‌ها آمده است:

۱. خطا: ناهمگونی محیطی (Environmental Inconsistency).

- مشکل: دما، رطوبت و CO₂ در نقاط مختلف سالن (مثلاً طبقه بالا و پایین، ابتدا و انتهای سالن) متفاوت است. این منجر به رشد غیر یکنواخت، پین‌دهی لکه‌ای و برداشت طولانی مدت می‌شود.
- پیشگیری: سرمایه‌گذاری بر روی «سیستم توزیع هوا» (Air Ducting) مناسب. استفاده از کانال‌های پلاستیکی سوراخ‌دار (Poly-tubing) یا کانال‌های فلزی با دریچه‌های تنظیم‌شده. داشتن سنسورهای چندگانه (نه فقط یک سنسور) برای پایش نقاط کور.

۲. خطا: شکست بهداشتی (Biosecurity Failure).

- مشکل: ورود آلودگی (تری‌کودرما/کپک سبز، کنه‌ها، مگس‌ها) به سالن. در حجم ۱۸ تن، یک آلودگی می‌تواند به سرعت همه‌گیر شود.
- پیشگیری: ایجاد «اتاق ورودی» (Anteroom) به عنوان منطقه حائل. اجباری کردن تعویض لباس و کفش. نصب فیلترهای هپا (HEPA) یا MERV 13+ بر روی ورودی هوای تازه (HVAC). نصب تله‌های چسبی زرد و تله‌های نوری مگس. داشتن حوضچه ضدعفونی (آهک یا مواد دیگر) در ورودی. ورود افراد متفرقه مطلقاً ممنوع.

۳. خطا: برنامه‌ریزی ضعیف برداشت.

- مشکل: فلاش اول عظیم (۳ تن) آماده برداشت است، اما شما فقط ۲ کارگر دارید. قارچ‌ها در عرض ۲۴ ساعت باز می‌شوند، درجه کیفی خود را از دست می‌دهند و قیمت آن‌ها سقوط می‌کند.
- پیشگیری: برنامه‌ریزی نیروی انسانی قبل از شروع دوره. هماهنگی با تیم برداشت بر اساس جدول زمانی پیش‌بینی‌شده. استفاده از استراتژی «تولید دسته‌ای» (Batching) که در بالا ذکر شد تا بار کاری برداشت توزیع شود.

۴. خطا: زیرساخت ضعیف (Undersized Equipment).

- مشکل: استفاده از رطوبت‌ساز خانگی یا کولر گازی معمولی برای سالن ۱۰۰ متری.

- پیشگیری: تجهیزات باید «صنعتی» باشند. سیستم HVAC باید بتواند در فاز پین‌دهی، دما را به سرعت پایین بیاورد. رطوبت‌ساز باید بتواند (ترجیحاً مه‌پاش فشار بالا) رطوبت را در حین تهویه سنگین، بالای ۹۵٪ نگه دارد.



نقشه اولین دوره ۸-۱۰ هفته‌ای به صورت قدم به قدم

این یک نقشه راه زمانی نمونه برای یک چرخه کامل قارچ دکمه‌ای در سالن ۱۰۰ متری است. (توجه: این زمان‌بندی می‌تواند بر اساس سویه و مدیریت متفاوت باشد).

فاز (Phase)	فعالیت اصلی (Action)	روز	هفته
آماده‌سازی	آماده‌سازی نهایی سالن، تست تجهیزات (HVAC)، ضدعفونی کامل	۱- تا ۷-	هفته ۰
انکوباسیون	ورود کمپوست فاز ۳، تلقیح (Spawning - اگر کمپوست فاز ۲ است) و بارگیری قفسه‌ها	۱	هفته ۱
انکوباسیون	رشد میسلیم (Spawn Run). حفظ دمای کمپوست در ۲۵ درجه سانتی‌گراد.	۲-۷	
انکوباسیون	ادامه رشد میسلیم. پایش روزانه دما و CO ₂ بالا (۵۰۰۰ ppm+).	۸-۱۴	هفته ۲
خاک‌دهی	خاک‌دهی (Casing). (پوشاندن کمپوست با خاک پوششی)	۱۵	هفته ۳
انکوباسیون	رشد میسلیم در خاک (Case Run). حفظ شرایط انکوباسیون.	۱۶- ۲۱	
القای پین	شروع هوادهی (Flushing/Shocking): کاهش دما به ۱۷-۱۸ درجه، کاهش CO ₂ به زیر ۱۲۰۰ ppm.	۲۲	هفته ۴
القای پین	ظهور پین‌ها (Primordia Formation). مدیریت دقیق رطوبت سطحی خاک.	۲۳- ۲۸	
باردهی	رشد پین‌ها تا اندازه برداشت. حفظ شرایط محیطی باردهی.	۲۹- ۳۵	هفته ۵
برداشت	برداشت سنگین فلاش اول (Break 1). برداشت روزانه و پاک‌سازی.	۳۶- ۴۲	هفته ۶
برداشت	پاک‌سازی کامل بین فلاش، آبیاری مجدد خاک. برداشت فلاش دوم (Break 2).	۴۳- ۴۹	هفته ۷
برداشت	پاک‌سازی. برداشت فلاش سوم (Break 3). (تصمیم‌گیری برای ادامه یا توقف)	۵۰- ۵۶	هفته ۸
پایان دوره	پایان دوره: پختن سالن (Steam sterilization / "Cook-out") در دمای ۶۵-۷۰ درجه به مدت ۱۲ ساعت.	۵۷- ۶۳	هفته ۹
آماده‌سازی	تخلیه کامل کمپوست قدیمی، شستشوی کامل و ضدعفونی نهایی سالن برای دوره بعد.	۶۴- ۷۰	هفته ۱۰

چک لیست شروع دوره در سالن ۱۰۰ متری

قبل از اینکه حتی یک کیلوگرم کمپوست وارد سالن شود، این چک لیست باید ۱۰۰٪ تکمیل شده باشد.

۱. زیرساخت و تجهیزات (Infrastructure):

- [] سالن ۱۰۰ متری کاملاً ایزوله (درزگیری درب‌ها، دیوارها، سقف) است.
- [] سیستم HVAC (گرمایش، سرمایش، هوای تازه) تست شده، کالیبره و در حالت اتوماتیک کار می‌کند.
- [] سیستم رطوبت‌ساز (مه‌پاش فشار بالا یا اولتراسونیک صنعتی) تست شده و کار می‌کند.
- [] سیستم کانال کشی هوا (Ducting) نصب شده و توزیع هوا یکنواخت است (تست با دود).
- [] قفسه‌بندی‌ها نصب، تراز، و کاملاً ضد عفونی شده‌اند.
- [] فیلترهای ورودی هوا (HEPA/MERV) تمیز و نصب شده‌اند.

۲. سنسورها و کنترل (Control & Sensors):

- [] سنسورهای دما (حداقل ۴ عدد در نقاط مختلف و ارتفاع‌های متفاوت) کالیبره و به کنترلر متصل هستند.
- [] سنسورهای رطوبت (حداقل ۲ عدد) کالیبره و متصل هستند.
- [] سنسور CO₂ (حداقل ۱ عدد در ارتفاع میانی) کالیبره و به سیستم تهویه متصل است.
- [] کنترلر مرکزی (اتوماتیک) برای تمام فازها برنامه‌ریزی شده است.
- [] دماسنج میله‌ای (Probe Thermometer) برای اندازه‌گیری دمای داخل کمپوست آماده و ضد عفونی شده است.

۳. مواد و تدارکات (Supplies):

- [] قرارداد خرید کمپوست (مثلاً ۱۸ تن فاز ۳) نهایی شده و زمان تحویل دقیقاً مشخص است.
- [] اسپان (بذر) گونه مورد نظر سفارش داده شده و در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری می‌شود.
- [] خاک پوششی (Casing) به مقدار لازم (مثلاً ۵-۴ تن) سفارش داده شده است.
- [] مواد ضد عفونی کننده (وایتکس، الکل، مواد جرم‌کش صنعتی) به مقدار کافی در انبار موجود است.

۴. بهداشت و ایمنی (Biosecurity & Hygiene):

- [] اتاق ورودی (Anteroom) با حوضچه آهک/ضد عفونی پا آماده است.
- [] لباس کار تمیز (روپوش)، دستکش یکبار مصرف، ماسک، و کلاه به تعداد کافی برای تیم موجود است.
- [] چسب‌های زرد مگس گیر و تله‌های نوری نصب شده‌اند.
- [] پروتکل ورود و خروج افراد نوشته و درب ورودی نصب شده است.

۵. اداری و برنامه‌ریزی (Planning & Admin):

- [] جدول زمان‌بندی دوره (بر اساس نقشه ۱۰ هفته‌ای) چاپ و در دفتر نصب شده است.
- [] فرم‌های ثبت داده روزانه (دما، رطوبت، CO₂، فعالیت‌ها) آماده هستند.
- [] تیم کاری (برای روز بارگیری و روزهای اوج برداشت) هماهنگ شده‌اند.



فصل ۲: آماده‌سازی بستر حجیم—یکنواختی، رطوبت و ردیابی

در مقیاس ۱۰۰ متری، بستر (Substrate) دیگر یک «ماده اولیه» ساده نیست؛ بستر «موتور» تولید شماست. در پرورش‌های کوچک، می‌توان با مقداری خطا در آماده‌سازی بستر کنار آمد، اما در مقیاس بزرگ، یک اشتباه کوچک در آماده‌سازی ۱۰۰۰ کیلوگرم بستر، به یک فاجعه اقتصادی ۱۰۰۰ کیلویی تبدیل می‌شود.

تمام هدف این فصل، حذف «تغییرپذیری» و رسیدن به «یکنواختی» (Uniformity) است. ما به دنبال تولید بستری هستیم که هر کیسه یا بلوک آن، دقیقاً مانند کیسه قبلی باشد. در حجم بالا، چالش اصلی، مدیریت وزن، رطوبت، دما و زمان است. در این فصل، ما یاد می‌گیریم که چگونه بستر را نه به عنوان یک کار هنری، بلکه به عنوان یک «فرایند تولید صنعتی» مدیریت کنیم.

انتخاب بستر مناسب هر گونه با تمرکز بر تکرارپذیری

در مقیاس ۱۰۰ متر، شما باید گونه و بستری را انتخاب کنید که بتوانید آن را «هفته به هفته» با کیفیت یکسان تکرار کنید.^۱ تمرکز ما بر دو انتخاب اصلی تجاری است:

۱. برای قارچ دکمه‌ای: (*Agaricus bisporus*)

در مقیاس ۱۰۰ متر، شما نباید، و اساساً نمی‌توانید کمپوست فاز ۱ یا ۲ را خودتان تولید کنید. این یک فرایند بسیار تخصصی، نیازمند ماشین‌آلات سنگین و مدیریت بوی بسیار پیچیده است.

- **استراتژی ۱۰۰ متری:** خرید مستقیم «کمپوست فاز ۳» (Compost Phase III) از یک تأمین‌کننده معتبر.
- **کمپوست فاز ۳ چیست؟** بستری است که قبلاً پاستوریزه شده و بذر (اسپان) به آن تلقیح شده و دوره رشد میسلیمی (Spawn Run) را کامل کرده است. این کمپوست آماده خاک‌دهی (Casing) است.
- **تمرکز بر تکرارپذیری^۲:** تکرارپذیری شما در اینجا، «انتخاب تأمین‌کننده» است. شما باید تأمین‌کننده‌ای پیدا کنید که بتواند ۱۸ تا ۲۰ تن کمپوست یکنواخت (بدون بوی آمونیاک، با رشد میسلیم کامل و سفید، و رطوبت دقیق) را طبق برنامه زمانی به شما تحویل دهد.

۲. برای قارچ صدفی: (Pleurotus ostreatus)

در این مقیاس، آماده‌سازی بستر کاه در محل، کاملاً امکان‌پذیر و اقتصادی است.

- **استراتژی ۱۰۰ متری:** استفاده از «کاه غلات» (مانند گندم یا جو).
- **چرا کاه؟** ارزان است، به صورت فشرده (بیل) قابل انبار کردن است، و فرایند پاستوریزاسیون آن (با آب داغ یا بخار) ساده‌تر از استریل کردن خاکاره است.
- تمرکز بر تکرارپذیری^۳: شما باید یک منبع ثابت برای کاه با کیفیت (خشک، زرد طلایی، بدون کپک‌زدگی) پیدا کنید. همچنین به یک دستگاه کاه‌خردکن (Chopper) نیاز دارید تا کاه را به قطعات یکنواخت ۳ تا ۷ سانتی‌متری خرد کند. اندازه یکنواخت کاه، کلید جذب آب یکنواخت است.



نسبت‌های اختلاط با جداول «۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ کیلو» بستر مرطوب

این جداول برای آماده‌سازی بستر قارچ صدفی بر پایه کاه طراحی شده‌اند. هدف ما رسیدن به رطوبت نهایی ۶۸٪ تا ۷۲٪ است. (توجه: این اعداد تقریبی هستند و به خشکی اولیه کاه بستگی دارند).

- **کاه خشک:** به طور متوسط ۳ تا ۴ برابر وزن خود آب جذب می‌کند.
- **گچ (Gypsum / سولفات کلسیم):** به عنوان مکمل کلسیم و برای جلوگیری از چسبندگی و کلوخه شدن کاه‌ها (معمولاً ۳٪ تا ۵٪ وزن خشک کاه).

در زیر، نسبت‌های اختلاط برای سه حجم هدف بستر مرطوب نهایی آمده است:

هدف نهایی (مرطوب)	(بستر کاه خشک مورد نیاز گچ (تقریبی)	(سولفات آب مورد نیاز (تقریبی)	نیاز
۵۰۰ کیلوگرم	۱۲۵ - ۱۴۰ کیلوگرم	۴ - ۶ کیلوگرم	۳۵۰ - ۳۷۰ لیتر (کیلوگرم)
۷۵۰ کیلوگرم	۱۹۰ - ۲۱۰ کیلوگرم	۶ - ۸ کیلوگرم	۵۳۰ - ۵۵۰ لیتر (کیلوگرم)
۱۰۰۰ کیلوگرم	۲۵۰ - ۲۸۰ کیلوگرم	۸ - ۱۰ کیلوگرم	۷۴۰ - ۷۰۰ لیتر (کیلوگرم)

روش اجرا در مقیاس بزرگ:

برای بچ ۱۰۰۰ کیلویی، شما به یک میکسر بزرگ (مانند میکسر بتن تمیز یا میکسر خوراک دام) یا یک وان بزرگ پاستوریزاسیون نیاز دارید.

۱. کاه خشک و گچ را به صورت خشک با هم مخلوط کنید.

۲. آب را اضافه کنید (اگر از روش غوطه‌وری در آب داغ استفاده می‌کنید، کاه آب مورد نیاز را جذب خواهد کرد).

۳. فرایند پاستوریزاسیون را اجرا کنید (مثلاً غوطه‌وری در آب ۷۵-۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت، یا تزریق بخار).



کنترل رطوبت یکنواخت در حجم زیاد (نمونه‌برداری لایه‌ای)

در حجم ۱۰۰۰ کیلوگرم، «تست فشار» (Squeeze Test) که در آن یک مشت کاه را فشار می‌دهید، دیگر کافی نیست، زیرا ممکن است یک نقطه را تست کنید که تصادفاً خشک یا خیس است. ما به داده‌های واقعی نیاز داریم.

مشکل: آب به صورت یکنواخت نفوذ نمی‌کند. قسمت‌های پایین ممکن است غرقاب شوند در حالی که قسمت‌های بالا خشک می‌مانند.

راه‌حل: نمونه‌برداری لایه‌ای (Layered Sampling)

پس از اتمام مخلوط کردن و خنک شدن بستر، قبل از کیسه‌گیری:

۱. **نقاط نمونه‌برداری:** حداقل ۵ نقطه از توده بستر را انتخاب کنید (چهار گوشه و مرکز).
۲. **عمق نمونه‌برداری:** در هر نقطه، از ۳ عمق نمونه بگیرید: سطح، میانه، و کف توده. (مجموعاً ۱۵ نمونه).

۳. تست دقیق رطوبت:

- یک نمونه ۱۰۰ گرمی (دقیق) از هر نقطه بردارید ($W1$).
- آن را در یک سینی پهن کرده و در فر یا مایکروویو قرار دهید تا کاملاً خشک شود (تا زمانی که وزن آن دیگر تغییر نکند).
- وزن خشک نهایی ($W2$) را ثبت کنید.
- **فرمول:** درصد رطوبت = $100 * (W1 - W2) / W1$

۴. **تحلیل:** رطوبت تمام ۱۵ نمونه باید در محدوده بسیار نزدیک به هم باشند (مثلاً ۶۹٪ تا ۷۲٪). اگر یک نقطه ۷۵٪ و نقطه دیگر ۶۵٪ باشد، بستر شما «ناهمگن» است و باید اصلاح شود.



افزودنی‌های مجاز و مرزهای ایمن در مقیاس بزرگ

افزودنی‌ها (Supplements) می‌توانند راندمان را به طور چشمگیری افزایش دهند، اما در مقیاس ۱۰۰ متر، «ریسک» آلودگی را نیز به شدت بالا می‌برند. افزودنی‌ها (مانند سبوس برنج، سبوس گندم، کنجاله سویا) منبع غنی نیتروژن هستند که نه تنها قارچ شما، بلکه کپک سبز (تری کودرما) نیز عاشق آن است.

افزودنی‌های مجاز و ایمن:

- گچ (Gypsum): همیشه توصیه می‌شود. ریسک: صفر.
- کربنات کلسیم (آهک): فقط در صورتی که کاه شما بیش از حد اسیدی باشد (برای تنظیم pH). ریسک: پایین.

افزودنی‌های مغذی (پر ریسک):

- سبوس گندم یا برنج: رایج‌ترین مکمل.
- کنجاله سویا: بسیار مغذی و بسیار پر ریسک.

مرزهای ایمن در مقیاس بزرگ (The Safe Margin):

- برای شروع: با ۰٪ افزودنی مغذی شروع کنید. ابتدا بر تسلط بر فرایند پاستوریزاسیون و کنترل رطوبت تمرکز کنید.
- پس از تسلط: با ۵٪ (نسبت به وزن خشک کاه) شروع کنید. (مثلاً برای ۱۰۰ کیلو کاه خشک، ۵ کیلو سبوس).
- مرز حداکثر (برای حرفه‌ای‌ها): هرگز از ۱۵٪ تا ۲۰٪ (وزن خشک) فراتر نروید.
- قانون طلایی ۱۰۰ متری: اگر پاستوریزاسیون شما (دما و زمان) ۱۰۰٪ کامل و بی‌نقص نیست، افزودنی مساوی است با آلودگی. افزایش ۵٪ در محصول، ارزش ریسک از دست دادن ۵۰٪ سالن به تری کودرما را ندارد.

زمان بندی خنک سازی برای رسیدن به دمای تلقیح بدون اتلاف

این یک گلوگاه حیاتی در فرایند حجیم است. ۱۰۰۰ کیلوگرم بستر داغ (۸۰ درجه سانتی گراد) انرژی گرمایی عظیمی دارد و به آرامی خنک می شود.

مشکل: اگر بستر داغ به آرامی خنک شود (بیش از ۱۰-۸ ساعت)، باکتری های بی هوازی (Anaerobic) که از پاستوریزاسیون جان سالم به در برده اند، فعال شده و بستر را «ترش» (Sour) می کنند. بوی ترشیدگی نشانه فاجعه است و میسلیموم در آن رشد نخواهد کرد.

اتلاف در اینجا به معنای:

اتلاف زمان: هر ساعتی که بستر در حال خنک شدن است و تلقیح نمی شود، زمان از دست رفته است.

۱. **اتلاف کیفیت:** ریسک رشد باکتری های رقیب.

۲. **اتلاف انرژی:** استفاده از سیستم های خنک کننده.

پروتکل خنک سازی سریع و تمیز:

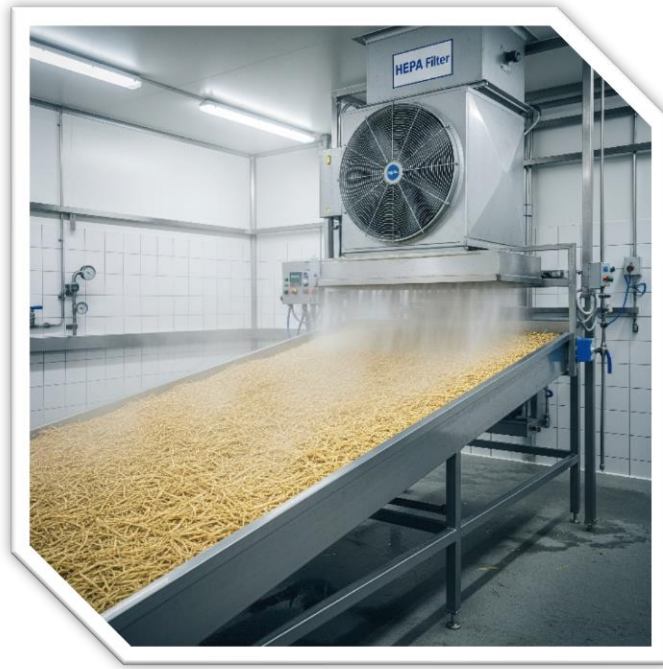
۱. **مکان:** بستر داغ باید از وان پاستوریزاسیون مستقیماً به یک «کف تمیز» یا میز خنک کننده بزرگ (ترجیحاً در اتاق تلقیح یا یک منطقه تمیز) منتقل شود. این سطح باید قبل از آن کاملاً ضد عفونی شده باشد.

۲. **سطح تماس:** بستر را در یک لایه نازک (حداکثر ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر عمق) پخش کنید. عمق زیاد، گرما را در مرکز نگه می دارد.

۳. **جریان هوای تمیز:** از فن های قوی استفاده کنید که هوا را از طریق یک فیلتر HEPA یا حداقل فیلتر MERV 13 می دمنند. هرگز هوای کثیف محیط را روی بستر استریل خود ندمید.

۴. **هدف زمانی:** رسیدن از ۸۰ درجه سانتی گراد به زیر ۳۰ درجه سانتی گراد در ۴ تا ۶ ساعت.

۵. **پایش:** هر ۳۰ دقیقه دمای مرکز توده را با دماسنج میله ای چک کنید.



استانداردسازی اندازه کیسه/بلوک برای همزمانی سفیدشدن

در سالن ۱۰۰ متری، شما ممکن است ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیسه بستر داشته باشید. اگر این کیسه‌ها اندازه‌های متفاوتی داشته باشند (مثلاً برخی ۱۰ کیلویی، برخی ۱۵ کیلویی)، فاجعه‌ای در برنامه‌ریزی رخ می‌دهد.

چرا استانداردسازی حیاتی است؟

- **همزمانی رشد (Colonization):** یک کیسه ۱۰ کیلویی در ۲۰ روز کاملاً سفید می‌شود. یک کیسه ۱۵ کیلویی ممکن است به ۲۸ روز زمان نیاز داشته باشد. شما نمی‌توانید سالن را برای کیسه‌های کندتر منتظر بگذارید.
- **مدیریت دما:** کیسه‌های بزرگتر، گرمای متابولیک بیشتری در مرکز خود تولید می‌کنند (Core Temperature). این می‌تواند منجر به مرگ میسلیم در مرکز کیسه شود، در حالی که کیسه‌های کوچکتر دمای ایده‌آل دارند.
- **برنامه‌ریزی فلاش:** شما می‌خواهید تمام بلوک‌ها همزمان ۱۰ آماده پین‌دهی و همزمان آماده فلاش اول باشند.

پروتکل استانداردسازی:

۱. **انتخاب یک اندازه:** برای قارچ صدفی، یک اندازه استاندارد مانند بلوک‌های ۱۰ کیلویی (وزن مرطوب) را انتخاب کنید.
۲. **استفاده از ترازوی دقیق:** هر کیسه قبل از بسته‌بندی باید وزن شود. اپراتور کیسه‌گیری باید یک ترازوی دیجیتال در کنار خود داشته باشد.
۳. **یکنواختی فشردگی:** همه کیسه‌ها باید با فشردگی یکسانی پر شوند. کیسه‌های شل، مستعد آلودگی و خشک شدن هستند.



برچسب‌گذاری دسته‌ای و کدینگ برای رهگیری بچ تا برداشت

وقتی ۵۰۰ کیسه آلوده می‌شوند، سؤال این است: «کدام ۵۰۰ کیسه؟» و «چرا؟». بدون سیستم ردیابی (Traceability)، شما هرگز پاسخ را نخواهید فهمید.

چرا کدینگ؟

- برای ردیابی مشکلات
- برای جداسازی بچ‌های سریع/کند (که در فصل ۴ بحث می‌شود)
- برای تحلیل داده‌های برداشت (کدام بچ بهترین عملکرد را داشت؟).

سیستم کدینگ ساده و مؤثر:

هر کیسه یا هر پالت از کیسه‌ها باید یک برچسب واضح داشته باشد.

کد نمونه: #DDMMY-B#-R

- DDMMY: تاریخ تلقیح (مثلاً: ۲۵۱۰۲۵ برای ۲۵ اکتبر ۲۰۲۵)
- #B: شماره بچ (Batch) در آن روز (مثلاً: B1 برای اولین بچ ۱۰۰۰ کیلویی، B2 برای دومین بچ)
- #R: شماره دستور پخت بستر (Recipe) (مثلاً: R1 برای «کاه + گچ»، R2 برای «کاه + گچ + ۵٪ سبوس»)

مثال: B1-R2-۲۵۱۰۲۵

- ترجمه: این کیسه در ۲۵ اکتبر ۲۰۲۵ تلقیح شده، بخشی از اولین بچ آن روز بوده، و حاوی دستور پخت با ۵٪ سبوس است.

اجرا:

- از برچسب‌های ضد آب و مائیک‌های دائمی استفاده کنید.

- این کد را در دفتر ثبت داده‌های خود نیز وارد کنید و مواردی مانند زمان دقیق پاستوریزاسیون، دمای خنک‌سازی نهایی، و اپراتور مسئول را ثبت کنید.

عیب‌یابی ناهمگنی بستر و اصلاح در همان روز

ناهمگنی (Heterogeneity) یعنی بستر شما یکدست نیست. اگر در حین نمونه‌برداری لایه‌ای یا کیسه‌گیری متوجه مشکل شدید، باید همان روز^{۱۴} آن را اصلاح کنید. هرگز بستر معیوب را تلقیح نکنید.

۱. مشکل: لکه‌های خشک (Dry Spots)

- مشاهده: بخش‌هایی از کاه به وضوح روشن‌تر هستند و رطوبت را جذب نکرده‌اند.
- ریشه: مخلوط کردن ضعیف یا زمان ناکافی برای جذب آب.
- اصلاح^{۱۵}: کل بیج را دوباره در میکسر بریزید (یا روی زمین پخش کنید). با یک نازل اسپری (Spray Nozzle) به آرامی آب اضافه کنید و همزمان مخلوط کنید. از ریختن آب با سطل (که باعث ایجاد نقاط خیس می‌شود) خودداری کنید. رطوبت را دوباره تست کنید.

۲. مشکل: لکه‌های خیس (Wet Spots / Clumps)

- مشاهده: بخش‌های تیره، سنگین و غرقاب که آب از آن‌ها می‌چکد.
- ریشه: ریختن آب زیاد در یک نقطه، یا زهکشی ضعیف پس از پاستوریزاسیون.
- اصلاح^{۱۶}: کل بیج را پخش کنید. کلوخه‌ها را با دست (با دستکش تمیز) باز کنید. مقداری کاه خشک و استریل (اگر دارید) یا مقدار بیشتری گچ (که جاذب آب است) اضافه کنید و کاملاً مخلوط کنید تا رطوبت اضافی در کل توده پخش شود.

۳. مشکل: بوی ترشیدگی یا آمونیاک (Sour or Ammonia Smell)

- مشاهده: بوی سرکه، الکل، یا بوی تند آمونیاک پس از خنک شدن.
- ریشه: (بوی ترش): خنک‌سازی آهسته و رشد باکتری‌های بی‌هوازی. (بوی آمونیاک): افزودنی نیتروژن بیش از حد و پاستوریزاسیون ناقص.
- اصلاح^{۱۷}: هیچ راه‌حل آسانی وجود ندارد. **این بستر قابل استفاده نیست.** تلقیح کردن آن اتلاف کامل اسپان و زمان است. میسلیم در آن رشد نخواهد کرد. این بچ باید دور ریخته شود. این یک درس گران‌قیمت در مورد اهمیت کنترل فرایند خنک‌سازی و افزودنی‌ها است.

فصل ۳: تلقیح در مقیاس ۱۰۰ متر—سرعت، پاکیزگی، ثبت دقیق

اگر آماده‌سازی بستر (فصل ۲) مانند ساخت موتور بود، تلقیح (Inoculation) یا بذرکاری، لحظه استارت زدن آن موتور است. در مقیاس ۱۰۰ متر، این مرحله یک گلوگاه (Bottleneck) بسیار حساس است. شما با حجم زیادی بستر پاستوریزه و آماده (مثلاً ۵ تا ۱۰ تن بستر کاه برای قارچ صدفی) روبرو هستید که در برابر آلودگی‌ها آسیب‌پذیر است.

در این مقیاس، «تلقیح» یک مسابقه همزمان در برابر دو رقیب است: ۱. آلودگی (Contamination) و ۲. زمان (Time). هر دقیقه‌ای که بستر استریل شما در تماس با هوا قرار می‌گیرد، ریسک آلودگی افزایش می‌یابد. هدف این فصل، طراحی یک «خط تولید» (Production Line) برای تلقیح است که سه اصل را همزمان رعایت کند: **سرعت عمل، پاکیزگی مطلق (Aseptic Technique) و ثبت داده‌های دقیق** برای ردیابی.

سازمان‌دهی توالی کار تلقیح برای حداقل توقف

در سالن ۱۰۰ متری، شما نمی‌توانید بستر را روی زمین تلقیح کنید. شما به یک «اتاق تلقیح» (Inoculation Room) تمیز و اختصاصی نیاز دارید که بین اتاق پاستوریزاسیون/خنک‌سازی و سالن اصلی رشد قرار گرفته باشد.

مدل خطی: (Linear Flow)

این کارآمدترین مدل برای جلوگیری از آلودگی متقاطع است.

۱. **ورودی (Input):** بستر خنک‌شده (زیر ۲۵ درجه سانتی‌گراد) از یک سمت وارد اتاق تلقیح می‌شود (مثلاً از طریق یک دریچه یا درب).

۲. **ایستگاه ۱: توزین بستر و اسپان (Weighing):** بستر در بیج‌های مشخص (مثلاً ۵۰ کیلویی) وزن می‌شود. اسپان (بذر) نیز دقیقاً طبق محاسبات (ف بخش بعد) وزن می‌شود.

۳. **ایستگاه ۲: مخلوط کردن (Mixing):**

○ روش ۱ (دستی/نیمه‌خودکار): بستر و اسپان روی یک میز بزرگ استیل ضد زنگ (Stainless Steel) ریخته شده و به سرعت توسط دو کارگر (با لباس کاملاً تمیز) مخلوط می‌شوند.

○ روش ۲ (خودکار): بستر و اسپان وارد یک میکسر تمیز (Mixing Auger or Ribbon Mixer) می‌شوند که به طور خاص برای این کار ضد عفونی شده است. این روش بسیار سریع‌تر و یکنواخت‌تر است.

۴. ایستگاه ۳: کیسه‌گیری و توزین (Weighing & Bagging): بستر تلقیح شده بلافاصله وارد کیسه‌های استاندارد (مثلاً ۱۰ کیلویی) می‌شود. هر کیسه دوباره وزن می‌شود تا از یکنواختی اطمینان حاصل شود.

۵. ایستگاه ۴: برچسب‌گذاری (Labeling): هر کیسه کد بیچ (که در فصل ۲ توضیح داده شد) را دریافت می‌کند.

۶. خروجی (Output): کیسه‌های آماده بلافاصله به سالن رشد ۱۰۰ متری منتقل شده و در قفسه‌ها چیده می‌شوند.

کلید موفقیت: «توقف صفر». این فرایند باید مانند یک رقص هماهنگ اجرا شود. بستر خنک‌شده نباید بیش از ۳۰ دقیقه منتظر تلقیح بماند.



محاسبه مقدار اسپان بهینه اقتصادی برای هر بچ

اسپان (بذر) یکی از گران‌ترین ورودی‌های شماست. استفاده کم (Spawn Rate پایین) باعث رشد کند میسلیم و افزایش ریسک آلودگی می‌شود. استفاده زیاد (Spawn Rate بالا) هزینه را بالا می‌برد، هرچند رشد را سریع‌تر می‌کند.

نرخ بهینه (Optimal Spawn Rate) برای قارچ صدفی:

- محدوده استاندارد: ۲٪ تا ۵٪ وزن بستر مرطوب.
- توصیه برای مقیاس ۱۰۰ متر: ۴٪ تا ۵٪.
- چرا بالاتر؟ در مقیاس بزرگ، شما به «سرعت» نیاز دارید. نرخ اسپان بالاتر به معنای سفید شدن سریع‌تر بلوک‌ها است (مثلاً ۱۸ روز به جای ۲۵ روز). این ۷ روز صرفه‌جویی در زمان، به معنای ۷ روز صرفه‌جویی در هزینه‌های برق، نیروی انسانی و اجاره سالن است و ریسک آلودگی را کاهش می‌دهد. این صرفه‌جویی، هزینه اسپان اضافی را جبران می‌کند.

جدول محاسبه اسپان (بذر) بر اساس نرخ ۴٪:

وزن بستر مرطوب (بج) نرخ اسپان (۴٪) اسپان مورد نیاز (کیلوگرم)		
۱۰۰ کیلوگرم	۴٪	۴ کیلوگرم
۲۵۰ کیلوگرم	۴٪	۱۰ کیلوگرم
۵۰۰ کیلوگرم	۴٪	۲۰ کیلوگرم
۱۰۰۰ کیلوگرم	۴٪	۴۰ کیلوگرم

نکته اقتصادی: هرگز اسپان را «چشمی» نریزید. اسپان باید دقیقاً وزن شود. ۱۰ کیلوگرم اسپان اضافه در یک بج ۱۰۰۰ کیلویی، ۱۰٪ خطای هزینه‌ای است.



تکنیک‌های تلقیح لایه‌ای و مخلوط‌کردنی در مقیاس بزرگ

۱. مخلوط کردن کامل (Thorough Mixing) – (روش برتر):

- توضیح: اسپان به طور کامل و یکنواخت با کل حجم بستر مخلوط می‌شود.
- چگونه: این کار یا با میکسر مکانیکی انجام می‌شود (بهترین حالت) یا با مخلوط کردن دستی روی میز استیل.
- مزایا: سریع‌ترین رشد میسلیم، زیرا نقاط تلقیح (Inoculation Points) در سراسر بستر پخش شده‌اند. رشد بسیار یکنواخت.
- معایب: نیاز به تجهیزات (میکسر) یا نیروی کار بیشتر برای مخلوط کردن دستی حجم زیاد.

۲. تلقیح لایه‌ای (Layering) – (روش قابل قبول در صورت نبود میکسر):

- توضیح: در این روش، بستر و اسپان به صورت لایه‌ای در کیسه نهایی ریخته می‌شوند.
 - چگونه:
۱. یک لایه ۱۰ سانتی‌متری بستر در کف کیسه بریزید و کمی فشرده کنید.
 ۲. یک لایه نازک اسپان (حدود ۴/۱ کل اسپان کیسه) روی آن بپاشید.
 ۳. لایه بعدی بستر (۱۰ سانتی‌متر).
 ۴. لایه بعدی اسپان...
 ۵. ... تا کیسه پر شود. لایه بالایی باید بستر باشد (نه اسپان).
- مزایا: ساده‌تر است و نیاز به میز مخلوط‌کنی بزرگ ندارد.
 - معایب: رشد میسلیم کندتر است (چون باید از لایه‌ای به لایه دیگر نفوذ کند) و ریسک ایجاد «خطوط مرزی» (Barrier Lines) بین لایه‌ها که ممکن است آلودگی در آن‌ها رشد کند، وجود دارد.

توصیه ۱۰۰ متری: برای سرعت و یکنواختی، روی یک میکسر بستر (Substrate Mixer) سرمایه‌گذاری کنید.

کنترل یکنواختی وزن هر کیسه و اثر آن بر رشد

همانطور که در فصل ۲ اشاره شد، یکنواختی وزن کیسه‌ها برای همزمان‌سازی دوره حیاتی است.

• اثر وزن متفاوت:

- کیسه سنگین‌تر (مثلاً ۱۲ کیلو): مرکز آن گرمای متابولیک بیشتری تولید می‌کند. ریسک داغ شدن مرکز کیسه (بالای ۳۲ درجه سانتی‌گراد) و مرگ میسلیوم. همچنین دیرتر سفید می‌شود.
- کیسه سبک‌تر (مثلاً ۸ کیلو): زودتر سفید می‌شود، اما ممکن است زودتر هم خشک شود و پتانسیل تولید فلاش‌های سنگین را نداشته باشد.

فرایند کنترل کیفیت در خط تلقیح:

۱. استانداردسازی: هدف را مشخص کنید (مثلاً: ۱۰ کیلوگرم، با تolerانس ± ۲۰۰ گرم).
۲. اپراتور کیسه‌گیری: این فرد باید یک ترازو در کنار خود داشته باشد و هر کیسه را بلافاصله پس از پر کردن وزن کند.
۳. اقدام اصلاحی:
 - اگر کیسه ۱۱ کیلو است، ۱ کیلو از آن را برمی‌دارد.
 - اگر کیسه ۹.۵ کیلو است، ۰.۵ کیلو به آن اضافه می‌کند.

۴. یکنواختی فشردگی: کیسه‌ها نه باید «شل» باشند (که منجر به ایجاد فضاهای هوایی و آلودگی می‌شود) و نه آنقدر «فشرده» (که تبادل هوا در مرکز بلوک متوقف شود). فشردگی باید «محکم» و یکنواخت باشد.



پروتکل ساده بهداشت فردی و کاهش ریسک آلودگی

در اتاق تلقیح، «انسان‌ها» بزرگترین منبع آلودگی هستند (پوست، مو، تنفس).

پروتکل ورود به اتاق تلقیح (اجباری):

۱. **لباس:** تعویض کامل لباس‌های بیرون. پوشیدن روپوش تمیز آزمایشگاهی، کلاه یکبار مصرف (برای پوشاندن کامل مو) و ماسک تمیز (N95 یا جراحی).
۲. **کفش:** استفاده از چکمه‌های تمیز که فقط در اتاق تمیز استفاده می‌شوند، یا استفاده از روکش کفش یکبار مصرف. عبور از حوضچه ضد عفونی در ورودی.
۳. **دست‌ها:** شستشوی کامل دست‌ها با آب و صابون (تا آرنج).
۴. **دستکش:** پوشیدن دستکش‌های یکبار مصرف (ترجیحاً نیتریل).
۵. **ضد عفونی دستکش:** اسپری کردن الکل ۷۰٪ روی دستکش‌ها به طور مکرر در طول فرایند کار.

پروتکل محیطی:

- **هوای ورودی:** اتاق تلقیح باید دارای فشار هوای مثبت (Positive Air Pressure) باشد. این کار با یک فن ورودی که هوا را از طریق فیلتر HEPA به داخل می‌دمد، انجام می‌شود. این کار از ورود هاگ‌های آلوده از بیرون هنگام باز شدن در، جلوگیری می‌کند.
- **ضد عفونی سطوح:** قبل از شروع کار، تمام سطوح (میزها، میکسر، دیوارها، کف) باید با مواد ضد عفونی کننده (مانند الکل یا محلول‌های صنعتی) تمیز شوند.



ثبت زمان شروع/پایان هر بچ و ساخت جدول پیگیری

داده‌ها، ابزار مدیریت شما در مقیاس ۱۰۰ متر هستند. شما باید بدانید هر بچ چقدر زمان برده است.

چرا زمان‌بندی مهم است؟

- **عیب‌یابی:** اگر بچی که ۲ ساعت طول کشید تا تلقیح شود (مثلاً به دلیل خرابی میکسر) آلوده شد، شما می‌دانید که «زمان طولانی تماس با هوا» عامل مشکل بوده است.
- **بهینه‌سازی فرایند:** شما می‌توانید گلوگاه‌ها را شناسایی کنید. (مثلاً اگر کیسه‌گیری کندتر از مخلوط کردن است، به یک اپراتور کیسه‌گیری دوم نیاز دارید).

نمونه فرم ثبت داده تلقیح:

کد (Batch) (Code)	بچ تاریخ	وزن بستر (کیلوگرم)	وزن اسپان	نرخ اسپان (%)	زمان شروع (ساعت)	زمان پایان (ساعت)	مدت زمان (دقیقه)	اپراتور مسئول
۲۵۱۰۲۵- B1-R1	۰۴/۰۸/۱۴۰۲	۱۰۰۰	۴۰	۴۰٪	۰۹:۰۰	۱۰:۱۵	۷۵	تیم A
۲۵۱۰۲۵- B2-R1	۰۴/۰۸/۱۴۰۲	۱۰۰۰	۴۰	۴۰٪	۱۰:۲۰	۱۱:۳۰	۷۰	تیم A
۲۵۱۰۲۵- B3-R2	۰۴/۰۸/۱۴۰۲	۵۰۰	۲۵	۵۰٪	۱۱:۴۵	۱۲:۳۰	۴۵	تیم B (سبوس‌دار)

این جدول به شما می‌گوید که تیم A برای هر تن، حدود ۷۵-۷۰ دقیقه زمان نیاز دارد و بچ R2 (با سبوس) جداگانه تلقیح شده است.

ارزیابی روز سوم و هفتم: سنجه‌های موفقیت

پس از اینکه کیسه‌ها به سالن رشد منتقل شدند، کار شما تازه شروع شده است. ارزیابی زودهنگام به شما می‌گوید که آیا تلقیح موفق بوده است یا خیر.

سنجه‌های موفقیت (برای قارچ صدفی):

• ارزیابی روز سوم (Day 3):

- چه باید ببینید: در اطراف هر دانه اسپان (بذر)، باید یک هاله سفید پنبه‌ای و کرکی (میسلیوم) ظاهر شده باشد که شروع به نفوذ در کاه کرده است. به این «جهش اسپان» (Spawn Jumping) می‌گویند.
- نشانه‌های خطر: عدم مشاهده هیچ رشدی (یعنی بستر خیلی داغ، خیلی خشک، یا آلوده بوده)؛ یا مشاهده هاله‌های سبز/سیاه (آلودگی).

• ارزیابی روز هفتم (Day 7):

- چه باید ببینید: هاله‌های سفید باید به هم متصل شده و شبکه‌ای (Network) را تشکیل داده باشند. حدود ۲۰٪ تا ۳۰٪ سطح بستر باید سفید شده باشد.
- نشانه‌های خطر: رشد بسیار کند؛ بوی ترشیدگی یا الکل از فیلتر پچ کیسه؛ مشاهده لکه‌های سبز (تری کودرما) یا لکه‌های صورتی/نارنجی (Neurospora).



اقدام اصلاحی سریع برای بچ‌های عقب‌مانده

در بازبینی روز هفتم، شما متوجه می‌شوید که از ۵ بچی که تلقیح کرده‌اید، بچ B4 (که در جدول ثبت داده شماست) به وضوح عقب‌تر است (مثلاً فقط ۵٪ رشد در مقایسه با ۳۰٪ رشد بقیه).

اقدام اصلاحی (Triage):

۱. جداسازی (Isolate): فوراً تمام کیسه‌های مربوط به بچ B4 را به یک منطقه جداگانه در سالن (مثلاً قفسه پایین یا انتهایی) منتقل کنید. آن‌ها را با بچ‌های سالم مخلوط نکنید.
۲. بررسی علت (Diagnose): به جدول ثبت داده خود نگاه کنید.

- آیا این بچ، آخرین بچ روز بود؟ (شاید بستر بیش از حد منتظر مانده).
- آیا دمای بستر در زمان تلقیح بالاتر بود؟ (آسیب حرارتی به اسپان).
- آیا این بچ با نرخ اسپان کمتری تلقیح شد؟
- آیا این بچ رطوبت متفاوتی داشت؟

۳. تصمیم‌گیری (Decision):

- سناریو ۱ (رشد آهسته، اما تمیز): اگر بچ فقط کند است اما علائم آلودگی ندارد، آن را نگه دارید. شاید فقط به ۵ روز زمان اضافی نیاز داشته باشد. (این همان جایی است که کُدینگ بچ اهمیت پیدا می‌کند).
- سناریو ۲ (رشد آهسته + آلودگی): اگر علائم آلودگی (لکه‌های سبز، سیاه، صورتی) مشاهده کردید، کیسه‌ها را فوراً از سالن خارج کنید و دور بریزید. تلاش برای نجات آن‌ها در مقیاس ۱۰۰ متر، ارزش ریسک آلوده کردن کل سالن را ندارد. **اولین ضرر، بهترین ضرر است.**

فصل ۴: انکوباسیون حجیم—پایش روند و همگام‌سازی

فاز انکوباسیون (Incubation) یا دوره رشد میسلیم، فاز «سکوت و تاریکی» در سالن شماست. پس از هیجان و کار فشرده تلقیح، اکنون زمان آن است که میسلیم کار خود را انجام دهد. اما در یک سالن ۱۰۰ متری با هزاران کیسه یا ۱۸ تن کمپوست، این فاز «صبر کردن» به معنای «رها کردن» نیست. این یک فاز مدیریتی بسیار فعال، اما ظریف است.

در این مقیاس، بزرگترین دشمنان شما دو چیز هستند: **گرمای متابولیک** (گرمای تولید شده توسط خود میسلیم) و **آلودگی‌های پنهان**. مدیریت هزاران کیسه که همزمان در حال تولید گرما هستند، چالش اصلی HVAC (سیستم تهویه) شماست. هدف این فصل، رساندن تمام بچ‌ها به نقطه «سفید شدن کامل» (۱۰۰٪ Colonization) به صورت همزمان و سالم است.

محدوده‌های هدف فاز میسلیم و بازبینی روزانه دسته‌ها

در این فاز، میسلیم به تاریکی مطلق، رطوبت بالا و سطح دی‌اکسید کربن (CO_2) بسیار بالا نیاز دارد. شما در این مرحله هیچ هوای تازه‌ای (FAE) وارد سالن نمی‌کنید و فقط هوای داخلی را برای یکنواختی دما به گردش در می‌آورید.

پارامترهای محیطی بسته به گونه‌ای که انتخاب کرده‌اید (صدفی یا دکمه‌ای) متفاوت است:

پارامتر کلیدی	قارچ صدفی (فاز Spawn Run) / قارچ دکمه‌ای (فاز Case Run)	رشد در کاه	رشد در خاک
دمای هدف بستر (دمای مغز)	۲۶ - ۳۰ درجه سانتی‌گراد	۲۴ - ۲۶ درجه سانتی‌گراد	۲۴ - ۲۶ درجه سانتی‌گراد
دمای هوای سالن (Air Temp)	۲۰ - ۲۴ درجه سانتی‌گراد	۲۲ - ۲۴ درجه سانتی‌گراد	۲۲ - ۲۴ درجه سانتی‌گراد
اهمیت دما	دمای مغز بستر نباید از ۳۲ درجه فراتر رود (مرگ میسلیم)	دمای کمپوست باید ۲-۳ درجه گرمتر از هوای سالن باشد	دمای کمپوست باید ۲-۳ درجه گرمتر از هوای سالن باشد
سطح CO_2	۵,۰۰۰ تا ۲۰,۰۰۰ ppm (بسیار بالا)	۵,۰۰۰ تا ۱۰,۰۰۰ ppm (بالا)	۵,۰۰۰ تا ۱۰,۰۰۰ ppm (بالا)
رطوبت نسبی هوا	۹۰٪ - ۹۵٪ (جلوگیری از خشک شدن کیسه‌ها)	۹۵٪ - ۹۸٪ (جلوگیری از خشک شدن پوششی)	۹۵٪ - ۹۸٪ (جلوگیری از خشک شدن خاک)
نور	صفر (تاریکی مطلق)	صفر (تاریکی مطلق)	صفر (تاریکی مطلق)
هوای تازه (FAE)	صفر	صفر	صفر

بازبینی روزانه دسته‌ها:

در سالن ۱۰۰ متری، شما به داده‌های سنسورها اکتفا نمی‌کنید. شما باید روزانه (ترجیحاً دو بار) در سالن «قدم بزیند.»

۱. **چک کردن دما:** با یک دماسنج میله‌ای (Probe Thermometer) تمیز، دمای مغز (Core Temperature) چند کیسه نمونه از بیج‌های مختلف را چک کنید. این عدد، حیاتی‌تر از دمای هوا است.

۲. **چک کردن بو:** هوا باید بوی شیرین، تازه و «قارچی» بدهد. هرگونه بوی ترشیدگی، سرکه، الکل یا آمونیاک، نشانه قطعی آلودگی باکتریایی است.

۳. **چک کردن بصری (با چراغ قوه):** به بیج‌های مختلف نگاه کنید. سرعت رشد را مقایسه کنید. (جزئیات در بخش بعد).



جداسازی و همگام‌سازی بچه‌های سریع/ کند برای برنامه باردهی

در یک دنیای ایده‌آل، تمام ۱۰۰۰ کیسه‌ای که تلقیح کرده‌اید، دقیقاً در روز ۲۰ با هم سفید می‌شوند. در دنیای واقعی، این اتفاق رخ نمی‌دهد. به دلیل تفاوت‌های جزئی در رطوبت بستر، نرخ اسپان، یا موقعیت در سالن (قفسه‌های بالاتر گرم‌تر هستند)، برخی بچه‌ها «سریع‌تر» (Racers) و برخی «کندتر» (Laggers) خواهند بود.

مشکل: شما نمی‌توانید سالن را برای باردهی (فصل ۵) «شوک» دهید، در حالی که ۳۰٪ کیسه‌ها هنوز آماده نیستند (فقط ۷۰٪ سفید شده‌اند).

راه‌حل: همگام‌سازی فعال (Active Synchronization)

۱. **شناسایی (Identify):** در بازبینی روز دهم یا دوازدهم، بچه‌ها را به وضوح علامت‌گذاری کنید. از کُدهای بچ (که در فصل ۳ ایجاد کردید) استفاده کنید. (مثلاً: بچ B1 و B3 سریع هستند، B2 متوسط، و B4 کند است).

۲. **جداسازی فیزیکی (Separate):** این کلید مدیریت ۱۰۰ متر است.

- **منطقه سریع (Ready Zone):** تمام بچه‌های سریع (که مثلاً ۸۰٪ سفید شده‌اند) را به یک بخش مشخص از سالن (مثلاً ردیف قفسه‌های ۱ تا ۳) منتقل کنید.
- **منطقه کند (Lagger Zone):** تمام بچه‌های کند (که مثلاً ۵۰٪ سفید شده‌اند) را به بخش دیگری (مثلاً ردیف قفسه ۴) منتقل کنید.

۳. مدیریت متفاوت (Manage Differently):

- منطقه سریع: این منطقه اکنون آماده انتقال به فاز بعدی است.
- منطقه کند: این منطقه به ۳ تا ۷ روز زمان اضافی در شرایط انکوباسیون (تاریک، CO₂ بالا) نیاز دارد تا به بقیه برسد.

این کار به شما اجازه می‌دهد تا سالن خود را به جای یک واحد ۱۰۰ متری، به عنوان دو واحد ۵۰ متری مدیریت کنید و از فاجعه «شوک پیش از موعد» جلوگیری کنید.



شناسایی الگوهای آلودگی و قرنطینه فرایندی

فاز انکوباسیون، بهشت آلودگی‌ها است: گرم، مرطوب، تاریک و پر از غذا. بازبینی روزانه شما در واقع یک «گشت آلودگی» است.

الگوهای رایج آلودگی در این فاز:

- **تری کودرما (Trichoderma / کپک سبز):** دشمن شماره یک. ابتدا به صورت لکه‌های سفید پنبه‌ای بسیار متراکم و روشن (روشن‌تر از میسلیم) ظاهر می‌شود. در عرض ۲۴ تا ۴۸ ساعت، به رنگ سبز تیره (مانند جنگل) تغییر رنگ داده و هاگ‌های خود را آزاد می‌کند. معمولاً از نقاطی که بستر بیش از حد خیس بوده یا آسیب دیده، شروع می‌شود.
- **کپک تار عنکبوتی (Cobweb Mold):** شبیه تار عنکبوت خاکستری، بسیار کرکی و «هوایی» است. بسیار سریع رشد می‌کند (سریع‌تر از میسلیم) و می‌تواند در یک شب یک کیسه را بپوشاند. نشانه رطوبت بیش از حد بالا و عدم گردش هوای داخلی است.
- **آلودگی باکتریایی (Bacterial Contamination):** شما آن را «می‌بینید» و «بو می‌کنید». کیسه‌ها «خیس» و لزج به نظر می‌رسند. بوی ترشیدگی، سرکه یا «جوراب خیس» می‌دهند. میسلیم اصلاً رشد نمی‌کند یا در نقاطی شروع به رشد کرده و سپس متوقف می‌شود. این معمولاً ناشی از پاستوریزاسیون ناقص یا خنک‌سازی آهسته (فصل ۲) است.
- **کپک صورتی/نارنجی (Neurospora):** بسیار مهاجم، رنگ روشن و بسیار خطرناک. نشانه پاستوریزاسیون ناقص است.

پروتکل قرنطینه فرایندی در مقیاس ۱۰۰ متر:

در این مقیاس، ما «درمان» نمی‌کنیم، ما «حذف» می‌کنیم.

۱. **توقف فوری هوا:** به محض مشاهده آلودگی (به خصوص سبز یا خاکستری)، فوراً تمام فن‌های گردش هوای داخلی و HVAC را خاموش کنید تا هاگ‌ها در سالن پخش نشوند.
۲. **ایزوله کردن منبع:** کیسه آلوده را بدون تکان دادن یا ایجاد جریان هوا در اطراف آن، به آرامی بردارید.
۳. **کیسه‌کشی مضاعف:** کیسه آلوده را قبل از خروج از سالن، در یک کیسه زباله بزرگ و ضخیم قرار دهید و درب آن را محکم ببندید.

۴. **خروج کامل:** کیسه را مستقیماً به خارج از تأسیسات (نه راهرو یا انبار) منتقل کنید و دور بیندازید.
۵. **ضد عفونی:** دستکش‌های خود را عوض کنید، الکل ۷۰٪ اسپری کنید. محلی که کیسه در آن قرار داشت را ضد عفونی کنید.
۶. **راه اندازی مجدد هوا:** فن‌ها را دوباره روشن کنید.

اگر یک «بیج» کامل (مثلاً B4) علائم آلودگی باکتریایی (بوی بد) را نشان می‌دهد، کل بیج را برای حذف برنامه‌ریزی کنید. تلاش برای نجات آن، اتلاف وقت و فضا است.



معیار انتقال به باردهی و خطایابی «پیش از موعد/دیر هنگام»

چه زمانی یک بچ از «منطقه انکوباسیون» به «منطقه باردهی» (فصل ۵) منتقل می‌شود؟ این تصمیم باید بر اساس معیارهای دقیق باشد.

معیارهای انتقال (سیگنال "Go"):

۱. پوشش ۱۰۰٪ بصری: بلوک بستر باید کاملاً سفید، متراکم و یکپارچه شده باشد. هیچ لکه کاه یا کمپوست خامی نباید دیده شود.
۲. انسجام فیزیکی: بلوک باید سفت و منسجم شده باشد. اگر کیسه را کمی فشار دهید، باید مانند یک «کیک» سفت عمل کند. (اغلب کمی از دیواره‌های کیسه فاصله می‌گیرد).
۳. بوی قوی: بوی شیرین و قارچی باید به حداکثر خود رسیده باشد.
۴. (مخصوص صدفی): مشاهده «پین‌های اولیه» (Primordia) - نقاط کوچک بسیار ریزی که شبیه سر سوزن هستند و در زیر پلاستیک کیسه در حال تشکیل‌اند.

خطایابی تصمیم‌گیری:

• خطای «پیش از موعد» (Too Early):

- چه/تفاقی می‌فتد؟ شما یک بلوک ۸۰٪ سفید شده را شوک می‌دهد (یعنی در معرض هوای تازه و نور قرار می‌دهید).
- نتیجه: میسلیم حالت «رشد» را متوقف کرده و به حالت «باردهی» می‌رود. آن ۲۰٪ باقیمانده هرگز سفید نخواهد شد. این ۲۰٪ غذای دست‌نخورده، به هدف اصلی تری کودرما تبدیل می‌شود. عملکرد شما پایین آمده و ریسک آلودگی به شدت بالا می‌رود.

• خطای «دیر هنگام» (Too Late):

- چه اتفاقی می‌افتد؟ شما بلوک ۱۰۰٪ سفید شده را ۱۰ روز اضافی در تاریکی و CO₂ بالا نگه می‌دارید.
- نتیجه: میسلیم شروع به تولید «استروما» (Stroma) می‌کند - یک لایه سطحی ضخیم، چرمی و زرد رنگ که آب‌گریز است و به سختی پین می‌دهد. در قارچ صدفی، قارچ‌ها در داخل کیسه شروع به رشد می‌کنند، به پلاستیک می‌چسبند و قبل از اینکه شما آن‌ها را ببینید، می‌پوسند.



فرم پایش: درصد رشد، بوی غیرعادی، لکه‌ها

برای مدیریت ۱۰۰ متر، شما به حافظه تکیه نمی‌کنید؛ شما به «داده» تکیه می‌کنید. این یک فرم ساده برای بازبینی روزانه بچ‌ها در فاز انکوباسیون است.

فرم پایش روزانه انکوباسیون (نمونه)

تاریخ	کد بچ (Batch)	دمای هوا (C°)	دمای مغز بستر (C°)	درصد رشد تخمینی (%)	بوی (عادی/غیرعادی)	سالن آلودگی (تعداد کیسه/نوع)	اقدامات اصلاحی
۱۰/۰۸/۱۴۰۲	B1	۲۲.۵	۲۸.۰	۸۰٪	عادی (شیرین)	۰	–
۱۰/۰۸/۱۴۰۲	B2	۲۲.۵	۲۸.۵	۸۰٪	عادی (شیرین)	۰	–
۱۰/۰۸/۱۴۰۲	B3	۲۲.۵	۲۷.۵	۶۰٪ (کند)	عادی	۰	انتقال به "منطقه کند"
۱۰/۰۸/۱۴۰۲	B4	۲۲.۵	۳۰.۰	۷۰٪	کمی ترشیدگی	۳ کیسه (باکتریایی)	۳ کیسه حذف شد. بچ B4 تحت نظر

تصمیم‌های اصلاحی بر اساس داده‌های ثبت‌شده

جدول بالا اکنون به شما می‌گوید چه کاری انجام دهید. این مدیریت «واکنشی» مبتنی بر داده است.

- **اگر:** دمای مغز بستر (Core Temp) در چند بیج در حال نزدیک شدن به ۳۰-۳۱ درجه سانتی‌گراد است (مثل بیج B4 در مثال بالا که ۳۰ درجه شده).
- **آنگاه:** دمای هوای سالن (Air Temp) را ۱ تا ۲ درجه کاهش دهید (مثلاً از ۲۲.۵ به ۲۱). این کار به میسلیموم اجازه می‌دهد بدون آسیب دیدن به رشد ادامه دهد. *هوای تازه را باز نکنید!*
- **اگر:** درصد رشد یک بیج (مثل B3) به طور قابل توجهی از بقیه عقب‌تر است.
- **آنگاه:** آن را به «منطقه کند» منتقل کنید و اجازه دهید ۵ روز دیگر رشد کند. (علت را بررسی کنید: آیا این بیج در زمان تلقیح مشکلی داشت؟).
- **اگر:** بوی «ترشیدگی» یا «باکتریایی» از یک بیج استشمام می‌شود (مثل B4).
- **آنگاه:** این بیج اکنون «پر ریسک» است. آن را به دورترین نقطه سالن منتقل کنید. در اولین نشانه قطعی آلودگی (مانند توقف کامل رشد یا لزج شدن)، کل بیج باید حذف شود.
- **اگر:** لکه‌های سبز (تری‌کودرما) در بیش از ۲-۳ کیسه در بیج‌های مختلف مشاهده شد.
- **آنگاه:** شما یک مشکل «سیستماتیک» دارید. این یعنی هاگ در هوا پخش شده. پروتکل قرنطینه را اجرا کنید و آماده باشید که پس از این دوره، کل سالن را «پخت» (Cook-out) و ضدعفونی کامل کنید.

مدیریت تراکم منطقی کیسه‌ها (تمرکز بر یکنواختی رشد)

چگونه ۱۰۰۰ کیسه ۱۰ کیلویی را در سالن می‌چینید؟ «تراکم» (Density) چیدمان، مستقیماً بر «یکنواختی» (Uniformity) رشد تأثیر می‌گذارد.

مشکل: چیدن کیسه‌ها به صورت فشرده و روی هم (مانند یک پالت آجری).

- نتیجه: کیسه‌هایی که در مرکز توده قرار دارند، به اکسیژن دسترسی ندارند و مهم‌تر از آن، نمی‌توانند گرمای متابولیک خود را دفع کنند. دمای مغز آن‌ها به ۳۵-۴۰ درجه می‌رسد و می‌میرند. در همین حال، کیسه‌های بیرونی در دمای عالی ۲۸ درجه هستند. نتیجه، یک فاجعه ناهمگون است.

راه حل ۱۰۰ متری: جریان هوا بین بلوک‌ها

۱. **قفسه‌بندی (Shelving):** بهترین روش، استفاده از قفسه‌بندی‌های فلزی (مانند قفسه‌های قارچ دک‌ای) است. این کار گران است اما مدیریت را بهینه می‌کند.
۲. **فاصله‌گذاری (Spacing):** قانون طلایی: باید بین هر کیسه/بلوک، ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر فضای خالی برای گردش هوا وجود داشته باشد. این فضا اجازه می‌دهد هوای خنک‌تر (۲۲ درجه) به بلوک برسد و گرمای متابولیک (۲۸-۳۰ درجه) را از آن دور کند.
۳. **گردش هوای داخلی:** فن‌های داخلی سالن (نه هوای تازه) باید ۷/۲۴ کار کنند تا این تبادل گرما به طور یکنواخت در کل سالن انجام شود و نقاط داغ (Hot Spots) ایجاد نشود.
۴. **چیدمان روی هم (Stacking):** اگر مجبور به چیدن کیسه‌ها روی هم هستید (بدون قفسه)، هرگز بیش از ۳-۴ کیسه روی هم نچینید و بین ستون‌ها فاصله بگذارید (مدل شطرنجی).



آماده‌سازی برای القای پین به صورت دسته‌ای

پس از ۲۰ تا ۲۵ روز، «منطقه سریع» شما (مثلاً بچ B1 و B2) آماده است. آن‌ها ۱۰۰٪ سفید، سفت و خوش‌بو هستند. اکنون زمان آماده‌سازی نهایی برای «شوک» (فصل ۵) است.

چک‌لیست آماده‌سازی نهایی (برای بچ‌های آماده):

۱. **بازبینی نهایی آلودگی:** این آخرین شانس شما برای حذف کیسه‌های آلوده در شرایط CO₂ بالا (قبل از پخش شدن هاگ‌ها با هوای تازه) است. با دقت بازبینی کنید.
۲. **انتقال به منطقه پین‌دهی (اختیاری):** اگر سالن شما قابلیت تقسیم‌بندی کامل دارد، این بچ‌ها را به «سالن باردهی» منتقل کنید. اگر نه، آن‌ها در همان «منطقه سریع» می‌مانند و کل سالن با هم شوک داده می‌شود (در صورتی که بچ‌های کند هم آماده شده باشند).
۳. **(مخصوص قارچ صدفی):** این لحظه‌ای است که شما کیسه‌ها را «باز» می‌کنید. با یک کاتر (تیغ موکتی) کاملاً تمیز و ضدعفونی‌شده (آغشته به الکل)، الگوی برش خود را اجرا کنید. (مثلاً برش‌های ضربدری (X) در چند نقطه، یا باز کردن کامل بالای کیسه).
۴. **(مخصوص قارچ دکمه‌ای):** هیچ اقدام فیزیکی لازم نیست. بلوک‌ها آماده دریافت سیگنال‌های محیطی جدید هستند.
۵. **اعلام آمادگی:** به سیستم کنترل HVAC خود اعلام کنید که این بخش از سالن آماده دریافت «پروتکل پین‌دهی» است (کاهش دما، کاهش CO₂، افزایش رطوبت و نور) که در فصل بعد به تفصیل بررسی خواهد شد.

فصل ۵: باردهی در مقیاس بالا—پین‌گیری یکنواخت و پایداری کیفیت

این حساس‌ترین و در عین حال هیجان‌انگیزترین فصل در مدیریت سالن ۱۰۰ متری است. تمام کارهایی که در چهار فصل گذشته انجام دادیم – آماده‌سازی بستر یکنواخت، تلقیح تمیز، و مدیریت دقیق انکوباسیون – همگی برای موفقیت در این یک مرحله بوده است.

فاز باردهی، که با «القای پین» (Pinning Induction) یا «شوک» آغاز می‌شود، یک تغییر بنیادی و ناگهانی در محیط سالن است. ما به طور عمدی میسلیم را (که تا کنون در شرایط گرم، تاریک و غنی از CO₂ به راحتی در حال رشد رویشی بوده) تحت «استرس» قرار می‌دهیم تا آن را وادار به ورود به فاز «رشد زایشی» (تولید مثل) کنیم. تولید قارچ، همان تولید مثل میسلیم است.

در مقیاس ۱۰۰ متر، این شوک یک فرایند دقیق مهندسی است. شما باید پارامترهای محیطی چندین تن بستر را به طور همزمان و یکنواخت تغییر دهید. هرگونه عدم یکنواختی در این شوک، منجر به پین‌دهی ناهمزمان، فلاش‌های ضعیف و طولانی شدن دوره برداشت می‌شود که همگی به معنای اتلاف پول است.

تفاوت نیاز باردهی با میسلیم و محدوده‌های هدف

کلید موفقیت، درک این جدول است. این جدول، تفاوت‌های «دستورالعمل» ارسالی شما به قارچ را نشان می‌دهد.

جدول مقایسه پارامترهای فاز انکوباسیون در برابر فاز باردهی (شوک)

پارامتر (Parameter)	فاز ۱: انکوباسیون (رشد میسلیم)	فاز ۲: باردهی (القای پین و رشد قارچ "Shock")	تغییر (The)
دمای هوا	گرم (مثلاً ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد)	سرد (مثلاً ۱۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد)	شوک دمایی: القای سیگنال «پاییز» به میسلیم.
تبادل هوای تازه (FAE)	صفر	بسیار بالا (چندین بار در ساعت)	شوک CO ₂ : حذف CO ₂ و تزریق اکسیژن.
سطح CO ₂	بسیار بالا (۵,۰۰۰ - ۲۰,۰۰۰ ppm)	بسیار پایین (زیر ۱,۲۰۰ ppm)	سیگنال حیاتی برای تشکیل کلاهک (به جای رشد رویشی).
رطوبت نسبی	بالا (۹۰-۹۵٪)	بسیار بالا (۹۵-۹۸٪)	حیاتی برای جلوگیری از خشک شدن پین‌های کوچک در حین هوادهی.
نور (۶۵۰۰ کلوین)	صفر (تاریکی مطلق)	روشن (۸ تا ۱۲ ساعت در روز)	شوک نوری: سیگنال جهت‌یابی و تشکیل کلاهک.

در سالن ۱۰۰ متری، این تغییرات باید توسط سیستم HVAC و اتوماسیون شما به سرعت (در طی ۱۲ تا ۲۴ ساعت) اعمال شوند.

آماده‌سازی سطح بلوک‌ها برای القای پین دسته‌جمعی

قبل از اینکه دکمه «شوک» را فشار دهید، باید بلوک‌ها (در صورت کشت صدفی) یا بسترها (در صورت کشت دکمه‌ای) از نظر فیزیکی آماده باشند.

۱. برای قارچ صدفی (کشت در بلوک/کیسه):

هنگامی که بلوک‌ها ۱۰۰٪ سفید، سفت و کاملاً کلنیزه شدند (طبق معیارهای فصل ۴):

۱. انتقال: بلوک‌های «آماده» را به منطقه باردهی (یا منطقه مشخص شده در سالن) منتقل کنید.

۲. ضدعفونی ابزار: از یک کاتر (تیغ موکتی) بسیار تیز استفاده کنید. قبل از هر برش، تیغه را با الکل ۷۰٪ ضدعفونی کنید.

۳. ایجاد برش: کیسه پلاستیکی را باز کنید. این کار به میسلیم اجازه تنفس (دریافت اکسیژن) می‌دهد و محل خروج پین‌ها را مشخص می‌کند.

- الگوی برش (*Pattern*): یک الگوی استاندارد را انتخاب کنید و دقیقاً آن را تکرار کنید. (مثلاً: چهار برش ضربدری (X) به طول ۵ سانتی متر در هر طرف بلوک).
- یکنواختی: اگر برخی بلوک‌ها ۴ برش و برخی ۸ برش داشته باشند، الگوی باردهی و اندازه خوشه‌ها متفاوت خواهد شد. **استانداردسازی** کلید کار است.

۲. برای قارچ دکمه‌ای (کشت در قفسه/بستر):

آماده‌سازی سطح، همان مدیریت خاک پوششی (*Casing*) است.

۱. **رشد میسلیوم در خاک (Case Run)**: پس از خاک‌دهی، میسلیوم باید تا ۷۰-۸۰٪ سطح خاک رشد کند.

۲. **خراش‌دهی (Ruffling - اختیاری)**: اگر میسلیوم بیش از حد رشد کرده و یک لایه ضخیم (*Stroma*) روی خاک تشکیل داده، ممکن است لازم باشد سطح خاک را به آرامی (با یک ابزار تمیز) خراش دهید تا نقاط پین‌دهی باز شوند. اما در حالت ایده‌آل، شما باید قبل از وقوع این اتفاق، شوک را اعمال کنید.

۳. **آمادگی**: سطح خاک باید مرطوب، اما نه خیس، و آماده دریافت شوک محیطی باشد.



کنترل رطوبت سطحی در تعداد بسیار زیاد (روال بازبینی شیفته)

این سخت‌ترین چالش مهندسی در سالن ۱۰۰ متری است.

- **پارادوکس (Paradox):** شما باید CO₂ را پایین بیاورید (زیر ۱۲۰۰ ppm)، که نیازمند ورود حجم عظیمی از هوای تازه (FAE) است. اما هوای تازه (مخصوصاً در زمستان) خشک است.
- **خطر:** این هوای خشک، رطوبت را از سطح بلوک‌ها یا خاک پوششی «می‌دزدد» و پین‌های تازه متولد شده را (که ۹۰٪ آب هستند) می‌کشد یا از تشکیل آن‌ها جلوگیری می‌کند.

راه‌حل در مقیاس ۱۰۰ متر (مدیریت مه، نه آب):

۱. **تجهیزات:** شما به رطوبت‌ساز دستی یا خانگی نیاز ندارید. شما به یک سیستم مه‌پاش فشار بالا (High-Pressure Fogger) یا رطوبت‌ساز اولتراسونیک صنعتی نیاز دارید. این سیستم‌ها ذرات آب را به قدری ریز می‌کنند (۵ تا ۱۰ میکرون) که به صورت «مه» در هوا معلق می‌مانند و بدون خیس کردن سطح بستر، رطوبت نسبی هوا (RH) را به ۹۵-۹۸٪ می‌رسانند.
۲. **اتوماسیون:** رطوبت‌ساز باید به یک «هیومیدیستات» (Humidistat) دقیق متصل باشد. به محض اینکه رطوبت به زیر ۹۵٪ افتاد، سیستم مه‌پاش باید فعال شود.
۳. **هدف بصری:** سطح بلوک‌ها یا خاک پوششی نباید «خیس» و غرقاب باشد. بلکه باید یک «درخشش مرواریدی» (Pearly Glint) داشته باشد. باید میلیون‌ها قطره آب بسیار ریز روی سطح بدرخشد.

روال بازبینی شیفتی: (SOP for Shift Review)

در این فاز، مدیر سالن باید هر چند ساعت یکبار بازبینی کند. در مقیاس ۱۰۰ متر، این کار به «شیفت» واگذار می‌شود:

• چک لیست شیفت (هر ۴ ساعت):

- [] آیا سنسور رطوبت عدد $+۹۵\%$ را نشان می‌دهد؟
- [] (مهم‌تر) آیا بازبینی چشمی در راهرو A، B، و C «درخشش مرواریدی» را تأیید می‌کند؟
- [] آیا نازل‌های مه‌پاش گرفته‌اند؟
- [] آیا کف سالن بیش از حد خیس و باتلاقی شده است؟ (نشانه اسپری بیش از حد)



نشانه‌های پین سالم و راهکار تأخیرهای نقطه‌ای

نشانه‌های پین سالم:

- **قارچ صدفی:** پین‌ها به صورت خوشه‌های متراکم، شبیه به «مرجان» (Coral) یا سر سنجاق‌های بسیار ریز و سفید ظاهر می‌شوند. همگی باید همزمان ظاهر شوند.
- **قارچ دکمه‌ای:** پین‌ها به صورت «گلوله‌های برفی» بسیار ریز و درخشان از دل خاک پوششی بیرون می‌آیند.

مشکل: تأخیرهای نقطه‌ای (Spot Delays) یا پین‌دهی لکه‌ای: (Patchy Pinning)

شما در سالن قدم می‌زنید و می‌بینید قفسه A کاملاً پین زده، اما قفسه B (درست کنار آن) هیچ خبری نیست.

- **علت یابی:** این تقریباً همیشه یک مشکل «مایکرو-اقلیم» (Micro-Climate) است:

۱. **نقطه کور جریان هوا:** یک گوشه از سالن که هوای تازه به آن نمی‌رسد (سطح CO₂ در آن نقطه بالا مانده).
۲. **نقطه خشک:** یک نقطه که مستقیماً جلوی فن هوای تازه قرار دارد و به سرعت خشک می‌شود.
۳. **نقطه خیس:** یک نقطه که زیر نازل رطوبت‌ساز قرار دارد و آب روی آن چکه کرده و غرقاب شده است (میسلیوم در آب خفه می‌شود).
۴. **مشکل بستر:** آن بچ خاص (مثلاً B4) از ابتدا کندتر بوده است (طبق داده‌های فصل ۴).

• راهکار در مقیاس ۱۰۰ متر:

۱. **تنظیمات کلی را تغییر ندهید:** هرگز پارامترهای کل سالن را برای اصلاح یک نقطه کوچک تغییر ندهید. این کار باعث خرابی نقاط سالم می‌شود.
۲. **مداخله دستی (Spot Treatment):** این یکی از محدود جاهایی است که مدیریت دستی لازم است.

- اگر نقطه خشک است: با یک اسپری دستی (Hand Sprayer) تمیز، فقط آن بلوک یا آن بخش از خاک را به آرامی مه‌پاشی کنید.

- اگر نقطه خیس است (برای قارچ دکمه‌ای): مقداری خاک پوششی خشک و تمیز روی آن بپاشید تا رطوبت اضافی را جذب کند.
- اگر نقطه کور CO₂ است: یک فن کوچک داخلی (Internal Fan) در آن راهرو قرار دهید تا هوا را به گردش درآورد.

تبادل هوا و پیشگیری از ساقه‌های نازک و کلاهک‌های دفرمه

این مستقیم‌ترین نتیجه مدیریت CO₂ است. قارچ‌ها در پاسخ به CO₂ شکل خود را تغییر می‌دهند.

• CO₂ بالا (بالای ۲۰۰۰-۱۵۰۰ ppm):

- **نشانه:** قارچ (به خصوص صدفی) «فکر می‌کند» که هنوز زیر زمین است و باید برای رسیدن به هوا تلاش کند.
- **نتیجه:** ساقه‌های بلند، نازک و کشیده (Long, Stringy Stems) و کلاهک‌های کوچک، رنگ‌پریده و بدشکل (Small, Deformed Caps).
- **مشکل اقتصادی:** شما «وزن» را بر اساس کیلوگرم می‌فروشید. ساقه‌ها وزن کمی دارند. کلاهک‌های گوشتی و سنگین چیزی هستند که شما می‌خواهید. ساقه‌های بلند یعنی شما در حال فروش هوا هستید و محصول شما در بازار «درجه دو» محسوب می‌شود.

• CO₂ ایده‌آل (۸۰۰ - ۱۲۰۰ ppm):

- **نتیجه:** ساقه‌های کوتاه و ضخیم، و کلاهک‌های بزرگ، گوشتی و خوش‌رنگ.

راهکار ۱۰۰ متری:

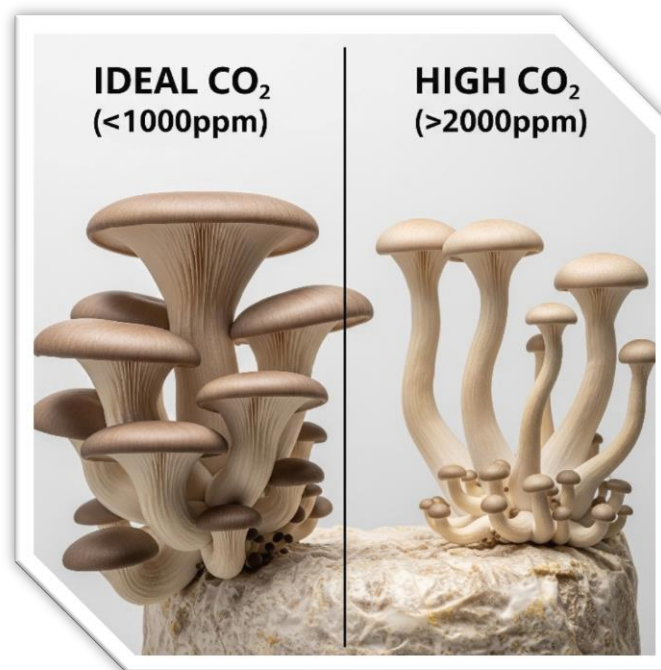
این فقط و فقط با یک سیستم اتوماسیون HVAC حل می‌شود.

۱. **سنسور CO₂:** شما باید حداقل یک سنسور CO₂ دقیق (ترجیحاً در ارتفاع میانی و دور از ورودی هوای تازه) داشته باشید.

۲. کنترلر (Controller): کنترلر شما باید برنامه‌ریزی شده باشد:

- ppm THEN ۱۲۰۰ < IF CO2
- ACTIVATE FAE_Exhaust_Fan (۵۰٪)
- ACTIVATE FAE_Intake_Fan (۵۰٪)
- ACTIVATE Humidifier_Fogger (۱۰۰٪)
- ppm ۹۰۰ > UNTIL CO2

۳. فیلتراسیون: هوای تازه‌ای (Intake) که وارد سالن می‌شود باید از فیلتر (حداقل MERV 13 یا HEPA) عبور کند تا هاگ‌های آلوده، گرد و غبار و حشرات را وارد سالن نکند.



نور کافی برای همراستایی و یکدست شدن کلاهما

نور برای قارچ «غذا» نیست (فتوستنز انجام نمی‌دهد)، بلکه یک «سیگنال» بیولوژیکی است.

• نقش نور:

۱. **القای پین:** نور (همراه با سایر شوک‌ها) به میسلیوم می‌گوید که زمان پین‌دهی است.
۲. **جهت‌یابی:** قارچ‌ها به سمت منبع نور رشد می‌کنند (فتوتروپیسم).
۳. **رنگ و شکل کلاهما:** نور کافی برای توسعه رنگ مناسب کلاهما (مثلاً در صدفی آبی یا صورتی) و باز شدن صحیح آن ضروری است.

راهکار ۱۰۰ متری:

- **مشکل:** در سالن ۱۰۰ متری با قفسه‌های ۵ طبقه، نور سقفی به طبقات پایین نمی‌رسد. این باعث می‌شود قارچ‌های طبقات پایین به سمت راهرو رشد کنند (کج و معوج) و قارچ‌های طبقات بالا صاف باشند.

• راه حل (نورپردازی یکنواخت):

۱. **نوع:** لامپ‌های LED نواری (Strip Lights) یا لامپ‌های فلورسنت (مهمتایی) با دمای رنگ ۶۵۰۰ کلوین (نور روز).
۲. **محل نصب:** نورها نباید فقط روی سقف باشند. آن‌ها باید به صورت عمودی در امتداد چارچوب قفسه‌ها یا به صورت /ققی در هر طبقه نصب شوند تا هر سطح کشت، منبع نور مستقیم خود را داشته باشد.
۳. **شدت:** شدت نور لازم نیست زیاد باشد. به اندازه‌ای که بتوانید به راحتی در سالن روزنامه بخوانید (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ لوکس).
۴. **زمان‌بندی (Timer):** نور باید روی تایمر باشد (مثلاً ۱۲ ساعت روشن، ۱۲ ساعت خاموش) تا یک چرخه شبانه‌روزی طبیعی شبیه‌سازی شود.

همزمان سازی فلاش اول در چندین بچ مجاور

همانطور که در فصل ۴ گفتیم، ما بچ‌های «سریع» و «کند» را جدا کردیم. اکنون ما یک «منطقه آماده» (Ready Zone) داریم که شامل بچ‌های B1, B2, B3 است. هدف ما این است که تمام این بچ‌ها دقیقاً با هم پین بزنند تا تیم برداشت شما در یک روز مشخص وارد سالن شده و بخش عمده فلاش اول را برداشت کند.

چگونه؟

۱. **صبر استراتژیک:** صبر کنید تا آخرین بلوک در آن منطقه آماده (Ready Zone) به ۱۰۰٪ کلنیزاسیون برسد. اگر ۹۵٪ بلوک‌ها آماده‌اند و ۵٪ عقب هستند، شوک را شروع نکنید. آن ۵٪ آلوده خواهند شد (همانطور که در فصل ۴ گفته شد).

۲. **شوک قاطع (The Decisive Shock):** هنگامی که ۱۰۰٪ منطقه آماده شد، شوک را به شدت و سرعت اعمال کنید. سیستم HVAC شما باید بتواند دمای هوای کل سالن را در عرض ۱۲ تا ۲۴ ساعت از ۲۴ درجه به ۱۷ درجه برساند.

۳. **یکنواختی محیط:** اگر توزیع هوای تازه (کانال کشی هوا) و توزیع رطوبت (نازل‌های مه‌پاش) در کل منطقه یکنواخت باشد، تمام بلوک‌های «آماده» سیگنال را به طور همزمان دریافت کرده و به طور همزمان پین خواهند داد.

نتیجه این کار یک «دیوار» (Wall) یکنواخت از پین است، به جای پین‌های پراکنده در طول دو هفته.

چک لیست روزانه باردهی برای جلوگیری از اُفت ناگهانی

در این فاز، اُفت ناگهانی (Crash) می‌تواند در عرض چند ساعت رخ دهد (مثلاً اگر سیستم رطوبت‌ساز قطع شود و پین‌ها خشک شوند). این چک لیست باید توسط مدیر یا مسئول شیفت، حداقل **دو بار** در روز (صبح و عصر) تکمیل شود.

بخش	پارامتر	عدد هدف	عدد واقعی	اقدامات اصلاحی (در صورت نیاز)
هوا	CO ₂ (ppm)	> ۱۲۰۰		(اگر < ۱۲۰۰: افزایش دور فن FAE)
	دمای هوا (C°)	۱۶ - ۱۸		(تنظیم ترموستات HVAC)
	دمای بستر (C°)	۱۷ - ۱۹		(اگر بالاست، دمای هوا را کمی کاهش دهید)
رطوبت	رطوبت نسبی (%)	۹۵ - ۹۸%		(تنظیم هیومیدیستات / چک کردن نازل‌ها)
	بازبینی چشمی	درخشش مروریدی	[] بله [] خیر	(اگر خیر: افزایش چرخه مه‌پاش / بررسی نقاط خشک)
نور	تایمر نور	۱۲ ساعت روشن		(چک کنید که لامپ‌ها در زمان صحیح روشن/خاموش شوند)
آلودگی	بازبینی چشمی	۰		(حذف فوری هرگونه کیسه با لکه سبز/خاکستری)
پین‌ها	وضعیت رشد	سالم / خوشه‌ای		(بررسی نقاط خشک/خیس/بدون پین)
تجهیزات	عملکرد فن‌ها	عادی		(گوش دادن به صداها/ غیرعادی / چک کردن جریان هوا)
	عملکرد مه‌پاش	عادی		(چک کردن نازل‌های گرفته شده)

فصل ۶: مدیریت فلاش‌ها—حفظ راندمان و تصمیم توقف

ورود به فاز «فلاش» (Flush) یا «برداشت» (Break) به این معناست که شما رسماً در حال تبدیل سرمایه‌گذاری (بستر و زمان) به پول نقد (محصول قابل فروش) هستید. در یک سالن ۱۰۰ متری، مدیریت فلاش‌ها یک بازی استراتژیک بر سر «راندمان اقتصادی» است.

هدف ما این نیست که هر قارچی که توانایی رشد دارد را برداشت کنیم. هدف ما این است که **حداکثر وزن ممکن را در کوتاه‌ترین زمان ممکن** برداشت کنیم و سالن را برای چرخه سودآور بعدی آماده کنیم. در مقیاس ۱۰۰ متر، «زمان» بزرگترین هزینه شماست (هزینه انرژی HVAC، اجاره، نیروی انسانی). هر هفته‌ای که یک فلاش ضعیف و غیراقتصادی را «پرستاری» می‌کنید، در حال از دست دادن سود چرخه بعدی هستید.

در این فصل، یاد می‌گیریم که چگونه فلاش‌ها را به صورت علمی مدیریت کنیم، چگونه داده‌ها را ثبت کنیم و چه زمانی «تصمیم سخت» اما اقتصادی را برای توقف چرخه بگیریم.

جدول زمانی فلاش‌ها و سهم هر فلاش در مقیاس ۱۰۰ متری

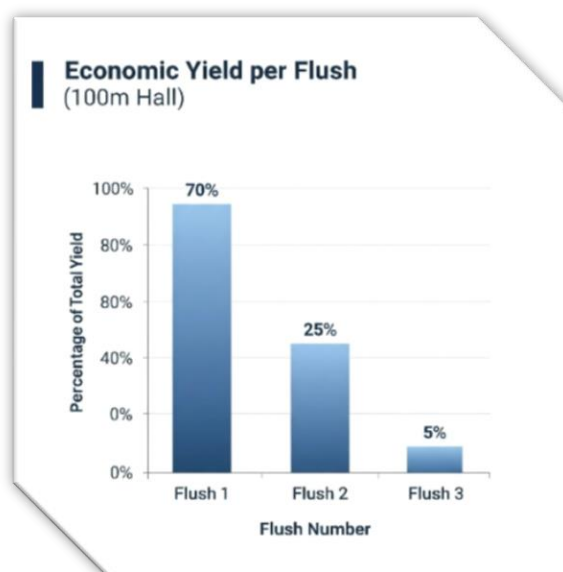
در یک چرخه تولید قارچ دکمه‌ای یا صدفی، برداشت به صورت موجی یا «فلاش» رخ می‌دهد. پس از یک برداشت سنگین، میسلیموم به چند روز «استراحت» (Recovery) نیاز دارد تا انرژی جمع کرده و موج بعدی پین‌ها را ارسال کند.

جدول زمانی و سهم اقتصادی فلاش‌ها (نمونه قارچ دکمه‌ای / صدفی):

فلاش (Break)	زمان‌بندی (پس از شوک)	تقریبی سهم از کل محصول اولویت مدیریتی (اقتصادی)	فلاش
فلاش اول	روز ۱۰ تا ۱۶ (شروع برداشت)	۶۰٪ تا ۷۰٪	حداکثر کیفیت. برداشت در اندازه بهینه، مدیریت کامل نیروی انسانی.
(استراحت)	روز ۱۷ تا ۲۱ (۵-۷ روز)	-	پاک‌سازی کامل، بازگردانی رطوبت بستر، مدیریت آفات.
فلاش دوم	روز ۲۲ تا ۲۶ (شروع برداشت)	۲۰٪ تا ۲۵٪	حفظ راندمان. برداشت سریع، کنترل شدید آلودگی‌های ثانویه.
(استراحت)	روز ۲۷ تا ۳۰ (۳-۵ روز)	-	ارزیابی اقتصادی، تصمیم‌گیری برای ادامه یا توقف.
فلاش سوم	روز ۳۱ تا ۳۴ (شروع برداشت)	۵٪ تا ۱۰٪	حداقل هزینه. برداشت سریع فقط در صورت اقتصادی بودن، آماده‌سازی برای پایان دوره.
فلاش چهارم	روز ۳۵+	> ۵٪	غیراقتصادی. در مقیاس ۱۰۰ متر، تقریباً هرگز توصیه نمی‌شود.

تحلیل استراتژیک ۱۰۰ متری:

تمام سود شما در فلاش اول و دوم نهفته است. فلاش اول، بازگشت سرمایه شماست و فلاش دوم، سود خالص شما. فلاش سوم اغلب فقط هزینه‌های جاری خود را پوشش می‌دهد. نگه داشتن سالن ۱۰۰ متری برای فلاش چهارم، به معنای از دست دادن زمان و پول است.



پاک‌سازی بین‌فلاش‌ها و بازگردانی توان بستر

این مهم‌ترین اقدام فیزیکی برای تضمین یک فلاش دوم قوی است. پس از برداشت سنگین فلاش اول (مثلاً برداشت ۳ تن قارچ از سالن ۱۰۰ متری)، بستر «خسته»، «زخمی» و «خشک» است.

پروتکل پاک‌سازی و بازیابی (Recovery Protocol):

۱. **برداشت کامل (Clean Picking):** (در فصل ۷ به تفصیل می‌آید) اطمینان حاصل کنید که تمام قارچ‌ها، از جمله پین‌های سقط شده (Aborts) و پایه‌های باقیمانده (Stumps)، از سطح بستر حذف شده‌اند.

۲. **حذف ضایعات (Debris Removal):** تمام ضایعات قارچ از روی قفسه‌ها و کف سالن باید جارو شده و فوراً از سالن خارج شوند. این ضایعات، آهنربای مگس‌ها (Sciarid Flies) و کپک‌ها هستند.

۳. **بازگردانی توان بستر (Rehydration):** این اقدام، کلید وزن فلاش دوم است.

- **برای قارچ دکمه‌ای (خاک پوششی):** بلافاصله پس از پاک‌سازی، خاک پوششی باید به شدت «آبیاری» (Flushing) شود. این کار با شلنگ و نازل مه‌پاش سنگین انجام می‌شود. هدف، رساندن مجدد رطوبت خاک به ظرفیت کامل مزرعه‌ای (Field Capacity) است. این کار باید سنگین اما سریع باشد تا آب به کمپوست زیرین نفوذ نکند.
- **برای قارچ صدفی (بلوک کاه):** این کار بسیار دشوارتر است. بلوک‌ها بخش زیادی از آب خود را از دست داده‌اند. غوطه‌ور کردن ۱۰۰۰ بلوک در آب (Dunking) در این مقیاس غیرعملی است. راه‌حل،

- افزایش رطوبت محیط به ۱۰۰٪ (مه سنگین) برای ۲۴ تا ۴۸ ساعت و مه پاشی مستقیم و مکرر روی سطح بلوک‌ها (در محل برش‌ها) است تا بلوک‌ها بتوانند مقداری رطوبت را دوباره جذب کنند.



ثبت وزن‌ها و تحلیل افت عملکرد دسته‌ای

شما نمی‌توانید چیزی که اندازه‌گیری نمی‌کنید را مدیریت کنید. در مقیاس ۱۰۰ متر، برداشت «چشمی» نیست.

فرایند ثبت داده:

۱. **کد بچ:** همانطور که در فصل ۴ گفتیم، سالن شما به بچ‌های A, B, C, D تقسیم شده است.
۲. **توزین مجزا:** هنگام برداشت، محصول هر «بچ» باید جداگانه وزن و ثبت شود. (مثلاً: سبدهای برداشت از ردیف A، جدا از ردیف B وزن شوند).
۳. **جدول تحلیل عملکرد:** داده‌ها را در جدولی مانند این وارد کنید:

جدول تحلیل عملکرد فلاش (نمونه چرخه ۱):

کد (Batch Code)	بج هدف وزنی (کیلوگرم)	۱ فلاش (کیلوگرم)	۲ فلاش (کیلوگرم)	۳ مجموع (کیلوگرم)	درصد تحقق هدف	یادداشت‌ها
B1 (ردیف ۱)	۵۵۰	۳۹۰	۱۴۰	۳۵	۱۰۲٪	عملکرد عالی
B2 (ردیف ۲)	۵۵۰	۳۸۵	۱۳۰	۳۰	۹۹٪	استاندارد
B3 (ردیف ۳)	۵۵۰	۲۱۰	۷۰	۱۵	۵۳٪	شکست. (بج "کند" فصل ۴)
B4 (ردیف ۴)	۵۵۰	۳۷۰	۱۱۰	۰ (حذف شد)	۸۷٪	آلودگی در فلاش ۲

تحلیل داده‌ها (Decision Making):

- داده‌های بالا به وضوح به شما می‌گویند که **B3** یک فاجعه اقتصادی بوده است.
- سوال:** چرا؟ (مراجعه به لاگ‌های قبلی)
- پاسخ:** این همان بچی بود که در زمان تلقیح مشکوک بود، یا در انکوباسیون «عقب مانده» بود.
- درس:** در چرخه بعدی، هر بچی که علائم مشابه B3 را نشان دهد، باید زودتر حذف شود.

حذف هدفمند بچ‌های ضعیف برای آزادسازی ظرفیت

این یکی از مهم‌ترین تصمیمات مدیریتی در مقیاس بزرگ است و مستقیماً از جدول تحلیل بالا ناشی می‌شود.

سناریو:

شما در پایان فلاش اول هستید. بج B3 فقط ۲۱۰ کیلوگرم محصول داده) در مقایسه با ۳۹۰ کیلوگرم بج (B1) فلاش دوم آن نیز (۷۰ کیلو) ضعیف است.

تصمیم اقتصادی:

نگه داشتن بچ B3 برای فلاش سوم (که شاید ۱۰ کیلوگرم محصول بدهد) احمقانه است. این بچ در حال اشغال ۲۵٪ از فضای گران قیمت سالن شماست و ریسک آلودگی بالایی دارد.

اقدام اصلاحی (Culling):

- **حذف هدفمند:** بلافاصله پس از برداشت فلاش دوم (یا حتی اول)، تمام کیسه‌ها/بسترهای بچ B3 را از سالن خارج کنید.
- **آزادسازی ظرفیت:** اکنون شما ۲۵ متر مربع فضای خالی در قفسه دارید.
- **دو گزینه:**

۱. **(بهترین):** این فضا را خالی بگذارید، تمیز کنید و آماده چرخه بعدی شوید (که زودتر شروع می‌شود).
۲. **(ریسک‌دار):** اگر یک بچ «آماده» جدید (از اتاق تلقیح دیگر) دارید، می‌توانید آن را جایگزین کنید (این کار ریسک آلودگی متقاطع دارد).

مزیت: شما «توان تولید» (Throughput) سالیانه خود را افزایش می‌دهید، زیرا اجازه نمی‌دهید واحدهای غیراقتصادی، فضا را اشغال کنند.

بهبود فلاش دوم با اصلاحات سطحی و مراقبت رطوبتی

فلاش دوم به شدت به نحوه مدیریت شما پس از فلاش اول بستگی دارد.

۱. اصلاحات سطحی (مخصوص قارچ دکمه‌ای):

- **مشکل:** پس از برداشت سنگین فلاش اول، سطح خاک پوششی پر از «چاله» (جای قارچ‌های کنده شده) و پایه‌های باقیمانده است. این سطح ناهمگون، به صورت لکه‌ای پین خواهد داد.
- **راه حل:** «پچینگ» (Patching) یا «تسطیح» (Leveling):
 - برخی پرورش‌دهندگان حرفه‌ای، پس از پاک‌سازی، یک لایه بسیار نازک (چند میلی‌متر) خاک پوششی تازه و تمیز را روی سطح می‌ریزند تا چاله‌ها پر شده و سطح یکنواخت شود.
 - در موارد دیگر، فقط تسطیح سطح با یک ابزار تمیز کافی است.
 - این کار نقاط پین‌دهی جدید و یکنواختی را برای فلاش دوم ایجاد می‌کند.

۲. مراقبت رطوبتی (برای هر دو گونه):

- پس از آبیاری سنگین (یا مه‌پاشی شدید بلوک‌ها)، شما باید دوباره شرایط «شوک» (فصل ۵) را ایجاد کنید.
- **پروتکل «استراحت و شوک مجدد»:**
 - **روز ۱-۳ (پس از پاک‌سازی):** دما را کمی بالا ببرید (مثلاً ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و CO₂ را بالا نگه دارید (۲۰۰۰ ppm). این به میسلیم اجازه می‌دهد تا در خاک/بستر ریکاوری شده و رشد رویشی کند.
 - **روز ۴: شوک مجدد.** دما را به ۱۷ درجه کاهش دهید، CO₂ را به زیر ۱۲۰۰ ppm برسانید و نور را روشن کنید.
 - این «شوک دوم» سیگنال قوی‌تری برای یک فلاش دوم یکنواخت و متراکم ارسال می‌کند.

پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه پس از برداشت

سالن ۱۰۰ متری پس از فلاش اول، یک «بشکه باروت» آلودگی است.

چرا ریسک بالا می‌رود؟

۱. **زخم‌های باز:** هر نقطه برداشت، یک زخم باز برای ورود باکتری‌ها (لکه باکتریایی) و هاگ‌های تری‌کودرما است.
۲. **مواد در حال پوسیدگی:** پین‌های سقط‌شده و پایه‌های باقیمانده (Stumps) که در مرحله پاک‌سازی جا مانده‌اند، به سرعت می‌پوسند و به منبع غذایی مستقیم برای کپک سبز تبدیل می‌شوند.
۳. **آفات (Pests):** این مواد در حال پوسیدگی، محل اصلی تخم‌ریزی مگس‌های Sciarid هستند. لاروهای (Maggots) این مگس‌ها سپس به میسلیم سالم حمله می‌کنند.
۴. **میسلیم خسته:** سیستم ایمنی طبیعی میسلیم پس از تولید یک فلاش سنگین، ضعیف شده است.

پروتکل پیشگیری ۱۰۰ متری:

- پاک‌سازی، پاک‌سازی، پاک‌سازی: این تنها راه حل است. کف سالن باید روزانه شسته و تمیز شود. هیچ ضایعاتی نباید باقی بماند.
- کنترل شدید آفات: تله‌های چسبی زرد و تله‌های نوری باید در این فاز به حداکثر تعداد خود برسند و روزانه چک شوند.
- رطوبت دقیق: از «خیس» کردن بیش از حد سطح بستر (که باعث لکه باکتریایی می‌شود) خودداری کنید. رطوبت باید به صورت «مه» (RH بالا) باشد، نه «آب» (خیسی سطح).
- حذف فوری: اولین لکه سبز تری کودرما که مشاهده شد، باید فوراً (طبق پروتکل فصل ۴) حذف شود.



پایان دهی اقتصادی بچها و معیارهای توقف

چه زمانی کل چرخه را متوقف می کنید؟ این یک تصمیم کاملاً اقتصادی است.

معیارهای توقف (Culling Criteria) برای کل سالن ۱۰۰ متری:

۱. معیار بازده نزولی (Diminishing Returns):

- **قانون:** شما زمانی چرخه را متوقف می کنید که «هزینه عملیاتی هفته آینده» (برق HVAC، کارگر) بیشتر از «سود ناخالص مورد انتظار فلاش بعدی» باشد.
- **مثال:** هزینه هفتگی سالن: ۱۰ میلیون تومان. سود مورد انتظار از فلاش سوم: ۸ میلیون تومان. **تصمیم: توقف.**

۲. معیار آلودگی (Contamination Threshold):

- **قانون:** هنگامی که سطح آلودگی قابل مشاهده (تری کودرما، کبک و...) در سالن از یک آستانه مشخص (مثلاً ۱۰٪ تا ۱۵٪ سطح بسترها) فراتر رفت.
- **چرا؟** ادامه دادن به این چرخه، به معنای تولید میلیاردها هاگ آلوده است که پاک سازی سالن برای چرخه بعدی را تقریباً غیرممکن می کند. **ضرر چرخه بعدی، بسیار بیشتر از سود ناچیز فلاش سوم است.**

۳. معیار آفات (Pest Threshold):

- **قانون:** هنگامی که جمعیت مگس های Sciarid (که در تله های چسبی می بینید) از کنترل خارج می شود. لاروهای این مگس ها فلاش سوم را نابود خواهند کرد.

۴. معیار زمانی (Time Threshold):

- **قانون:** چرخه شما طبق برنامه (فصل ۱) باید ۸ هفته طول بکشد. اگر به هفته ۹ رسیده اید، زمان توقف است، صرف نظر از اینکه چقدر قارچ روی بستر باقی مانده است. برنامه ریزی چرخه بعدی اولویت دارد.

آماده‌سازی دوره بعدی بدون تداخل زمانی

این، مهم‌ترین قانون در مدیریت حرفه‌ای قارچ در مقیاس بزرگ است و تفاوت بین آماتور و حرفه‌ای را مشخص می‌کند:

قانون طلایی: چرخه قدیم و جدید هرگز نباید همزمان باشند.

- شما هرگز نباید کمپوست تازه فاز ۳ (برای چرخه جدید) را وارد تأسیسات کنید، در حالی که بسترهای آلوده و خسته چرخه قدیم هنوز در سالن ۱۰۰ متری هستند. این کار «خودکشی بیولوژیکی» است. هاگ‌ها و آفات چرخه قدیم، بلافاصله چرخه جدید شما را آلوده می‌کنند.

پروتکل پایان دوره (End-of-Cycle Protocol):

۱. **پایان‌دهی (Termination):** پس از تصمیم به توقف (بر اساس معیارهای بالا)، برداشت نهایی را انجام دهید.

۲. پختن سالن (Cook-Out / Steam Pasteurization):

- این مرحله حیاتی است. تمام درها و دریچه‌های سالن ۱۰۰ متری را ببندید.
- یک دیگ بخار صنعتی (Steam Boiler) را به سالن متصل کنید.
- بخار زنده را به سالن تزریق کنید تا دمای هوای سالن به ۷۰ درجه سانتی‌گراد (۱۶۰ درجه فارنهایت) برسد و این دما را برای ۱۲ ساعت نگه دارید.
- این کار تمام موجودات زنده را می‌کشد: آفات، لاروها، باکتری‌ها، و مهم‌تر از همه، هاگ‌های تری‌کودرما.

۳. **تخلیه (Emptying):** پس از خنک شدن سالن، اکنون «ایمن» است که بسترهای مرده و پخته شده را تخلیه کنید.

۴. **شستشوی نهایی (Final Washdown):** کل سالن (سقف، دیوارها، قفسه‌ها، کف) باید با شوینده‌های صنعتی فشار قوی شسته و سپس ضدعفونی شود.

۵. آماده‌سازی: سالن اکنون تمیز، استریل و آماده پذیرش کمپوست تازه برای چرخه بعدی است.



فصل ۷: برداشت در مقیاس بزرگ—کیفیت یکنواخت و سرعت عمل

برداشت در سالن ۱۰۰ متری، لحظه «برخورد لاستیک با جاده» است. در این مقیاس، برداشت یک فعالیت ساده و روزمره نیست؛ این یک «عملیات لجستیکی» فشرده است. زمانی که فلاش اول (Break 1) با تمام قدرت می‌رسد، ممکن است با ۳ تا ۴ تن قارچ روبرو شوید که باید در عرض ۴۸ تا ۷۲ ساعت برداشت شوند.

اگر تیم شما آماده نباشد، یا فرایند شما استاندارد نباشد، تمام زحمات ۶ هفته گذشته به هدر می‌رود. قارچ‌ها منتظر شما نمی‌مانند. در عرض چند ساعت، کلاhek‌ها باز می‌شوند (Open Veils)، کیفیت از «درجه یک» به «درجه دو» سقوط می‌کند و ارزش بازاری محصول شما نصف می‌شود.

این فصل بر سه اصل استوار است: **سرعت** (برداشت سریع قبل از افت کیفیت)، **پاکیزگی** (جلوگیری از آسیب به بستر و آلودگی فلاش بعد) و **یکنواختی** (ارسال محصولی یکدست به بازار).

تعیین پنجره برداشت هر گونه در جریان برداشت‌های پی‌درپی

«پنجره برداشت» (Harvest Window) آن بازه زمانی کوتاهی است که قارچ در آن در اوج کیفیت تجاری قرار دارد. این پنجره برای گونه‌های مختلف، متفاوت است.

۱. قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*):

- **معیار برداشت:** معیار اصلی، «پرده» (Veil) زیر کلاhek است.
- **کیفیت درجه یک (Premium):** قارچ‌های سفت، گرد، با کلاhek بسته و پرده‌ای که هنوز پاره نشده (Veil Intact).
- **پنجره برداشت:** بسیار کوتاه (اغلب کمتر از ۲۴ ساعت). به محض اینکه پرده شروع به کشیده شدن می‌کند، قارچ باید چیده شود. اگر پرده پاره شود و تیغه‌ها (Gills) نمایان شوند، قارچ به سرعت ارزش خود را از دست می‌دهد و به «درجه دو» یا «صنعتی» (مخصوص کارخانجات) تبدیل می‌شود.
- **استراتژی ۱۰۰ متری:** در طول فلاش سنگین اول، سالن باید **هر روز** (و گاهی دو بار در روز) به طور کامل برداشت شود.

۲. قارچ صدفی (Pleurotus ostreatus):

- معیار برداشت: معیار اصلی، «لبه کلاهک» (Cap Edge) است.
- کیفیت درجه یک (Premium): خوشه‌ها متراکم هستند، کلاهک‌ها گوشتی و آبدار بوده و لبه آن‌ها هنوز به سمت پایین «لوله» (Rolled Down) است.
- نشانه دیر هنگامی: به محض اینکه لبه کلاهک صاف (Flat) یا بدتر از آن، رو به بالا (Wavy / Upturned) می‌شود، قارچ در حال هاگ‌ریزی است، آب از دست داده و به سرعت در حال افت کیفیت است.
- پنجره برداشت: کمی بخشنده‌تر از دکمه‌ای (شاید ۲۴ تا ۴۸ ساعت)، اما همچنان نیازمند بازبینی روزانه است.
- استراتژی ۱۰۰ متری: برداشت خوشه‌ها باید به صورت کامل انجام شود.



تکنیک جداکردن سریع و تمیز بدون آسیب به بستر

نحوه چیدن قارچ، مستقیماً بر سلامت فلاش دوم تأثیر می‌گذارد. یک برداشت «کشیف» (Sloppy Harvest) به معنای ایجاد زخم‌های بزرگ در بستر و دعوت از آلودگی است.

تجهیزات:

- تیم برداشت (Pickers) باید کاملاً تمیز باشند (دستکش، روپوش).
- چاقوی برداشت تیز و تمیز (مخصوصاً برای دکمه‌ای).
- سبدهای برداشت تمیز.
- سطل‌های مخصوص ضایعات (Cull Buckets) برای قارچ‌های درجه دو یا آلوده.

تکنیک برداشت (قارچ دکمه‌ای):

۱. انتخاب: قارچ هدف را شناسایی کنید.
۲. جدا کردن: قارچ را به آرامی در دست بگیرید، کمی به پایین فشار دهید و به یک سمت «بچرخانید» (Twist). قارچ باید به تمیزی از خاک پوششی جدا شود. هرگز قارچ را مستقیماً به بالا نکشید، این کار توده‌ای از خاک و میسلیم را با خود بیرون می‌کشد و یک چاله بزرگ ایجاد می‌کند.
۳. برش (Trimming): بلافاصله پس از جدا کردن، پایه قارچ (که آغشته به خاک است) را با چاقوی تیز برش دهید.
۴. قرار دادن: قارچ تمیز را در سبد درجه یک و پایه بریده شده را مستقیماً در سطل ضایعات بیندازید. هرگز ضایعات را روی بستر یا کف سالن نریزید.

تکنیک برداشت (قارچ صدفی):

۱. انتخاب: کل «خوشه» (Cluster) را هدف قرار دهید، نه قارچ‌های تکی.
۲. جدا کردن: کل پایه خوشه را محکم در دست بگیرید و با یک حرکت چرخشی قاطع، آن را از بستر جدا کنید.
۳. برش: در این گونه معمولاً نیازی به برش در سالن نیست.



درجه‌بندی اندازه‌ها برای ثبات کیفیت هر محموله داخلی

در مقیاس ۱۰۰ متر، شما به بازار «فله» نمی‌فروشید؛ شما «کیفیت یکنواخت» می‌فروشید. مشتری شما (رستوران یا سوپرمارکت) انتظار دارد هر سبدی که از شما می‌خرد، دقیقاً شبیه سبد قبلی باشد. این درجه‌بندی (Grading) باید در همان زمان برداشت انجام شود.

سیستم درجه‌بندی ساده (مثال برای قارچ دکمه‌ای):

- **سبد ۱: درجه یک / ممتاز (Premium / Buttons):** قارچ‌های کوچک تا متوسط، کلاhek کاملاً بسته، سفید و بدون لکه. (بالاترین قیمت).
- **سبد ۲: درجه یک / باز (Flats / Opens):** قارچ‌های بزرگتر، کلاhek ممکن است کمی باز شده باشد اما هنوز تازه و باکیفیت است. (قیمت متوسط، مناسب رستوران‌ها).
- **سبد ۳: درجه دو / صنعتی (Grade 2 / Processing):** قارچ‌های لکه‌دار، بدشکل، یا با پرده کاملاً باز. (پایین‌ترین قیمت، مناسب کارخانجات سس یا پیتزا).
- **سطل ۴: ضایعات (Culls / Trash):** قارچ‌های آلوده به باکتری (لزج)، یا آسیب‌دیده. / این سطل هرگز نباید فروخته شود و باید مستقیماً دور ریخته شود.

آموزش تیم برداشت:

تیم شما باید آموزش ببیند که در یک لحظه تصمیم بگیرد: این قارچ متعلق به کدام سبد است؟ این کار از دوباره‌کاری در اتاق بسته‌بندی جلوگیری کرده و سرعت را به شدت افزایش می‌دهد.

پاک‌سازی باقی‌مانده‌ها جهت حفظ سلامت فلاش بعد

این مهم‌ترین اقدام بهداشتی در فاز برداشت و کلید موفقیت فلاش دوم است (همانطور که در فصل ۶ اشاره شد).

مشکل: پس از برداشت سنگین فلاش اول، بستر پر از:

- **پایه‌های باقیمانده (Stumps):** پایه‌هایی که هنگام برداشت جا مانده‌اند.
- **پین‌های سقط شده (Aborts):** پین‌های کوچکی که میسلیم تصمیم گرفته انرژی خود را صرف آن‌ها نکند و اکنون در حال مردن هستند.
- **ضایعات برداشت:** تکه‌های کلاhek یا ساقه که روی بستر افتاده‌اند.

چرا اینها خطرناک هستند؟

این مواد ارگانیک در حال مرگ، منبع غذایی شماره یک برای کپک سبز (تری کودرما) و لکه باکتریایی (Bacterial Blotch) هستند. همچنین محل تخم‌ریزی مگس‌های قارچ (Sciarid Flies) می‌باشند.

پروتکل پاک‌سازی (Clean Sweep):

- بلافاصله پس از اتمام برداشت هر بخش (مثلاً هر ردیف قفسه)، یک تیم «پاک‌سازی» باید وارد شود.
- این تیم وظیفه دارد تمام ضایعات، پین‌های مرده و پایه‌های باقیمانده را به صورت دستی از سطح بستر جمع‌آوری کند.
- کف سالن باید روزانه جارو و شسته شود.
- قانون طلایی ۱۰۰ متری: هیچ ماده ارگانیکی نباید روی بستر یا کف سالن باقی بماند.



ثبت وزن و تعداد هر ردیف/بج برای تحلیل عملکرد

این بخش، ورودی مستقیم برای «جدول تحلیل عملکرد» در فصل ۶ است. بدون این داده‌ها، شما نمی‌توانید تصمیمات اقتصادی درستی بگیرید.

فرایند در ایستگاه توزین (Weighing Station):

- ایستگاه توزین باید خارج از سالن رشد (در اتاق بسته‌بندی یا راهرو) باشد تا از آلودگی جلوگیری شود.
- یک ترازوی دقیق صنعتی مورد نیاز است.
- یک وایت‌برد یا فرم ثبت داده باید در کنار ترازو باشد.

روال ثبت:

۱. کارگر برداشت، سبدهای خود را از «بج B1» (ردیف ۱) می‌آورد.

۲. اپراتور توزین، سبدها را بر اساس درجه کیفی وزن می‌کند:

○ "B1"، درجه یک: ۲۵ کیلوگرم

○ "B1"، درجه دو: ۵ کیلوگرم

۳. این اعداد بلافاصله در فرم ثبت می‌شوند.

۴. این فرایند برای تمام بج‌ها (B2, B3, B4) تکرار می‌شود.

چرا این کار حیاتی است؟

در پایان روز، شما دقیقاً می‌دانید که کدام ردیف قفسه (بج) عملکرد بهتری داشته است. اگر B1 (نزدیک درب) ۳۰۰ کیلو محصول داده و B4 (نزدیک فن) فقط ۱۵۰ کیلو محصول داده، شما می‌دانید که یک مشکل محیطی (احتمالاً جریان هوای بیش از حد) در انتهای سالن دارید که باید برای چرخه بعدی آن را برطرف کنید.

اشتباهات رایج برداشت گروهی و راه‌حل‌های پیشگیرانه

برداشت گروهی (Team Picking) می‌تواند بسیار کارآمد یا بسیار فاجعه‌بار باشد.

اشتباه (Common Mistake)	رایج عواقب (Consequence)	راه‌حل پیشگیرانه (Prevention)
۱. برداشت کثیف (Sloppy Picking)	ایجاد چاله‌های بزرگ در بستر، آسیب به پین‌های مجاور، باقی گذاشتن ضایعات.	آموزش دقیق تکنیک «چرخش و جدا کردن» (Pull & Twist). اختصاص دادن «سطل ضایعات» به هر کارگر.
۲. درجه‌بندی غلط (Poor Grading)	مخلوط کردن قارچ‌های درجه یک و دو در یک سبد.	آموزش بصری روشن. قرار دادن نمونه‌های هر گرید در ایستگاه توزین. بازرسی تصادفی سبدها.
۳. برداشت دیرهنگام (Late Picking)	افت شدید کیفیت (باز شدن پرده‌ها)، کاهش قیمت فروش.	برنامه‌ریزی دقیق نیروی انسانی بر اساس زمان‌بندی فلاش. شروع برداشت در ساعات اولیه صبح.
۴. آلودگی متقاطع (Cross-Contamination)	کارگران لکه‌های آلوده (مثلاً تری‌کودرما) را لمس کرده و سپس به برداشت در نقاط سالم ادامه می‌دهند.	پروتکل سختگیرانه: هر کارگری که لکه آلودگی دید، نباید آن را لمس کند. باید بلافاصله دستکش خود را عوض کرده و به مدیر گزارش دهد تا تیم حذف، آن را بردارد.
۵. آسیب فیزیکی (Physical Damage)	انداختن سبدها، کبود شدن قارچ‌ها (Browning/Bruising).	آموزش ملایمت در جابجایی. استفاده از سبدهای کوچکتر برای جلوگیری از سنگین شدن بیش از حد.

آماده‌سازی فلاش بعد طی ۴۸-۷۲ ساعت

این همان پروتکل «بازیابی» (Recovery) است که در فصل ۶ به آن اشاره شد، اما اکنون در چارچوب زمانی برداشت قرار می‌گیرد.

جدول زمانی ۴۸ ساعته (پس از اتمام فلاش اول):

• ساعت ۰ تا ۱۲:

- اتمام برداشت نهایی فلاش اول.
- اجرای «پاک‌سازی کامل» (Clean Sweep) - حذف تمام ضایعات، پایه‌ها و پین‌های سقط شده.
- شستشوی کامل کف سالن.

• ساعت ۱۲ تا ۲۴:

- اجرای «بازگردانی توان بستر».
- (برای دکمه‌ای): آبیاری سنگین (Flushing) خاک پوششی تا حد اشباع.
- (برای صدفی): مه‌پاشی سنگین و مداوم بلوک‌ها و افزایش رطوبت به ۱۰۰٪.
- (اختیاری): تسطیح یا «پچینگ» سطح خاک پوششی.

• ساعت ۲۴ تا ۷۲ (فاز استراحت):

- تغییر پارامترهای محیطی برای ریکاوری میسلیوم (همانطور که در فصل ۶ گفته شد: افزایش دما، افزایش CO₂).
- این کار به میسلیوم اجازه می‌دهد تا انرژی خود را بازیابی کرده و برای «شوک مجدد» و ارسال فلاش دوم آماده شود.

استانداردسازی کیفیت خروجی در کل دوره‌ها (فقط فرایندی)

مشتری شما برای «ثبات» (Consistency) به شما پول می‌دهد. آن‌ها باید مطمئن باشند که قارچی که در اردیبهشت می‌خرند، دقیقاً همان کیفیتی را دارد که در آبان خریده‌اند.

این کار با «سلیقه» به دست نمی‌آید، بلکه با «فرایند» (Process) به دست می‌آید:

۱. **استانداردسازی بستر (SOP 1):** استفاده از دستور پخت بستر و نرخ اسپان یکسان در هر دوره.
(فصل ۲ و ۳)

۲. **استانداردسازی محیط (SOP 2):** استفاده از «اعداد هدف» یکسان برای دما، رطوبت و CO₂ در هر فاز (انکوباسیون، پین‌دهی، باردهی). (فصل ۴ و ۵)

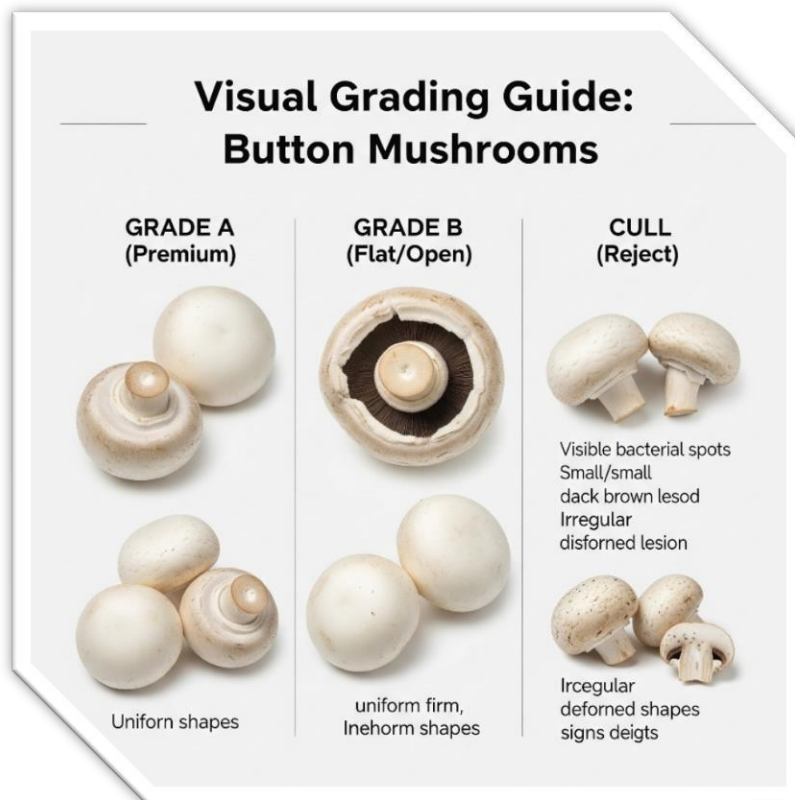
۳. **استانداردسازی برداشت (SOP 3):**

- ایجاد یک «راهنمای بصری درجه‌بندی» (Visual Grading Guide).
- این راهنما باید عکس‌های واضحی از قارچ «درجه یک»، «درجه دو» و «ضایعات» داشته باشد.
- این راهنما باید در اتاق برداشت و ایستگاه توزین نصب شود.

۴. **استانداردسازی بسته‌بندی (SOP 4):**

- استفاده از وزن‌های استاندارد (مثلاً سبدهای ۵ کیلویی یا بسته‌های ۲۰۰ گرمی).
- استفاده از برچسب‌گذاری یکسان (شامل تاریخ برداشت و کد بیچ).

نتیجه: در مقیاس ۱۰۰ متر، شما دیگر «قارچ» نمی‌فروشید؛ شما در حال فروش یک «محصول صنعتی استاندارد» هستید که بر اساس فرایندهای تعریف‌شده و تکرارپذیر تولید شده است. این تنها راه برای حفظ مشتریان بزرگ و تضمین سودآوری بلندمدت است.



فصل ۸: آلودگی‌ها—پایش نظام‌مند و اقدام سریع

در یک سالن ۱۰۰ متری، آلودگی یک «احتمال» نیست؛ یک «قطعیت» آماری است. وقتی شما با ۱۸ تن کمپوست یا ۱۰ تن بستر کاه کار می‌کنید، غیرممکن است که هرگز با یک هاگ رقیب مواجه نشوید.

تفاوت بین یک پرورش‌دهنده حرفه‌ای در مقیاس ۱۰۰ متر و یک آماتور، «نداشتن آلودگی» نیست. تفاوت در «سرعت تشخیص» و «نظام‌مند بودن اقدام» است. در این مقیاس، یک لکه کوچک کپک سبز که نادیده گرفته شود، در عرض ۴۸ ساعت می‌تواند تبدیل به یک همه‌گیری (Epidemic) در سطح سالن شده و کل چرخه اقتصادی شما را نابود کند.

مدیریت آلودگی در مقیاس بزرگ، یک عملیات نظامی است: نیاز به پایش مداوم (نظام‌مند)، شناسایی فوری دشمن (تشخیص)، و پروتکل‌های اقدام سریع (قرنطینه و حذف) دارد. این فصل، کتابچه راهنمای دفاع بیولوژیکی (Biosecurity) سالن شماست.

Common Contaminations



Suveras



Musthnoons



Mushrooms



Frechtsie

لیست دیداری آلودگی‌های متداول و نشانه‌های اولیه

شما باید بتوانید دشمنان اصلی را از فاصله دور و بر اساس نشانه‌های اولیه شناسایی کنید، نه زمانی که دیگر کار از کار گذشته است.

آلودگی (رقیب)	نام رایج	نشانه‌های اولیه (چشمی و بویایی)
Trichoderma harzianum	کپک سبز (Green Mold)	نشانه اولیه: لکه‌های سفید پنبه‌ای، بسیار متراکم و روشن (روشن‌تر از میسلیم قارچ). نشانه ثانویه (۴۸ ساعت بعد): تغییر رنگ سریع به سبز تیره (شبیه جنگل انبوه). بوی کپک‌زدگی مشخص.
Dactylium dendroides	کپک تار عنکبوتی (Cobweb Mold)	شبیه تار عنکبوت واقعی، خاکستری‌رنگ، بسیار کرکی و «هوایی». با سرعت فوق‌العاده زیاد (چندین سانتی‌متر در روز) روی سطح بستر می‌خزد. بوی کپک و خاک مرطوب.
Pseudomonas tolaasii	لکه باکتریایی (Bacterial Blotch)	فقط روی کلاهک قارچ. لکه‌های لزج، چسبناک، قهوه‌ای یا زرد رنگ. در رطوبت بالا به سرعت پخش می‌شود. بوی ماهی گندیده یا پوسیدگی.
Neurospora crassa	کپک صورتی / نان (Pink Mold)	رشد بسیار سریع، صورتی یا نارنجی روشن. به شدت مهاجم و خطرناک. می‌تواند از فیلترپیچ کیسه‌ها عبور کند.
Sciaridae	مگس قارچ (Fungus Gnat)	نشانه اولیه: مشاهده حشرات بالغ کوچک و سیاه (شبیه پشه) که در اطراف بلوک‌ها یا تله‌های چسبی پرواز می‌کنند. نشانه ثانویه: لاروهای (کرم‌های) سفید و شفاف با سر سیاه در داخل بستر یا پایه‌های قارچ.
Bacterial Contamination	آلودگی باکتریایی (بستر)	در فاز انکوباسیون رخ می‌دهد. بستر به جای سفید شدن، لزج، تیره و آبکی می‌شود. بوی بسیار بد ترشیدگی، سرکه، الکل یا آمونیاک (بوی تند).

پروتکل قرنطینه و دورریز ایمن در مقیاس بالا

هنگامی که آلودگی (به‌ویژه کپک‌ها) را مشاهده کردید، هر ثانیه اهمیت دارد. هاگ‌ها با جریان هوا حرکت می‌کنند.

پروتکل اقدام فوری (SOP-CONTAM-01):

۱. **توقف هوا (STOP AIR):** بلافاصله تمام سیستم‌های HVAC، فن‌های گردش داخلی و مه‌پاش‌ها را خاموش کنید. این حیاتی‌ترین اقدام برای جلوگیری از پخش شدن هاگ‌ها در کل سالن ۱۰۰ متری است.

۲. ایزوله کردن منبع (ISOLATE):

- اگر لکه کوچک است: یک حوله کاغذی یا دستمال تمیز را با الکل ۷۰٪ یا محلول سفیدکننده (وایتکس) خیس کنید و به آرامی روی لکه آلوده بگذارید تا هاگ‌ها به آن بچسبند و در هوا پخش نشوند.
- اگر کیسه آلوده است: دهان باز کیسه را (اگر دارد) ببندید.

۳. **کیسه‌کشی مضاعف (DOUBLE BAG):** یک کیسه زباله ضخیم و بزرگ بیاورید. کیسه آلوده (یا بلوک آلوده) را به آرامی و در همان محل داخل کیسه زباله قرار دهید. درب کیسه زباله را محکم گره بزنید.

۴. **خروج ایمن (SAFE EXIT):** کیسه زباله مهر و موم شده را از کوتاه‌ترین و مستقیم‌ترین مسیر از سالن خارج کنید. آن را مستقیماً به محل دورریز نهایی (خارج از تأسیسات) منتقل کنید. هرگز آن را در راهرو، انبار یا اتاق بسته‌بندی نگذارید.

۵. **پاک‌سازی نقطه (CLEAN ZONE):** محلی که کیسه آلوده در آن قرار داشت (سطح قفسه) باید بلافاصله با محلول سفیدکننده (وایتکس ۱۰٪) یا ضدعفونی‌کننده صنعتی تمیز شود.

۶. **بهداشت فردی (HYGIENE):** فردی که عملیات را انجام داده باید دستکش‌های خود را دور بیندازد، روپوش خود را تعویض کند و دست‌های خود را بشوید.

۷. **راه‌اندازی مجدد (RESTART):** تنها پس از خروج کامل آلودگی و پاک‌سازی، سیستم HVAC و فن‌ها را دوباره روشن کنید.



ریشه‌یابی مرحله‌ای (بستر/تلقیح/دوره میسلیومی/باردهی)

پیدا کردن یک کیسه آلوده، پایان کار نیست؛ شروع ریشه‌یابی (Root Cause Analysis) است. شما باید بدانید «چرا» این اتفاق افتاد تا از تکرار آن در بچ ۱۰۰۰ کیلویی بعدی جلوگیری کنید.

جدول ریشه‌یابی سریع:

ریشه احتمالی (علت)	اگر آلودگی در ... نوع آلودگی رخ داد:
پاستوریزاسیون ناقص (دما کافی نبوده) یا خنک‌سازی آهسته (رشد باکتری‌های بی‌هوازی).	مرحله ۱: بستر (قبل از تلقیح) بوی ترشیدگی یا آمونیاک، لزج شدن
۱. بستر آلوده (از مرحله ۱). ۲. اسپان (بذر) آلوده. ۳. تکنیک تلقیح کثیف (هوای آلوده، دست‌های کثیف، میکسر آلوده).	مرحله ۲: تلقیح (روز ۷-۳) کپک سبز (Trichoderma) یا صورتی (Neurospora)
رطوبت ۱۰۰٪ + گردش هوای داخلی صفر. هوا راکد است.	مرحله ۳: انکوباسیون (روز ۲۱-۷) کپک تار عنکبوتی (Cobweb)
۱. پنهان بوده (از مرحله ۲). ۲. وجود مگس قارچ (که هاگ‌ها را جابجا کرده). ۳. بستر بیش از حد خیس.	کپک سبز (Trichoderma)
آبیاری/مه‌پاشی مستقیم روی کلاهک‌ها + تهویه (FAE) ناکافی. (کلاهک‌ها خیس می‌مانند).	مرحله ۴: باردهی (پس از شوک) لکه باکتریایی (Bacterial Blotch)
۱. پاک‌سازی ضعیف (پایه‌های قارچ و ضایعات روی بستر مانده‌اند). ۲. آسیب ناشی از مگس قارچ. ۳. آلودگی متقاطع توسط تیم برداشت.	کپک سبز (در فلاش ۲ و ۳)

آستانه‌های تصمیم: حذف یا ادامه مراقبت

در مقیاس ۱۰۰ متر، «احساساتی» عمل نکنید. «اقتصادی» عمل کنید. تلاش برای نجات یک بچ ۱۰ کیلویی، ارزش ریسک آلوده کردن ۹۹۰ کیلوی دیگر را ندارد.

• آستانه ۱: تک لکه / تک کیسه (Spot / Single Bag)

- **مشاهده:** ۱ یا ۲ کیسه از ۱۰۰۰ کیسه، لکه آلودگی (مثلاً تری کودرما) را نشان می‌دهند.
- **تصمیم: حذف فوری (Immediate Culling).** (طبق پروتکل قرنطینه).
- **توجیه:** غیرقابل مذاکره است. ریسک نگهداری، بسیار بیشتر از ارزش ۲ کیسه است.

• آستانه ۲: آلودگی بچ (Batch Contamination)

- **مشاهده:** یک بچ خاص (مثلاً بچ B4 که از ابتدا کند بود) ۱۰٪ تا ۲۰٪ آلودگی نشان می‌دهد.
- **تصمیم: حذف کل بچ (Cull Entire Batch).**
- **توجیه:** این بچ یک «نقطه داغ» (Hotspot) آلودگی است. هاگ‌های آن به زودی بچ‌های سالم B1, B2, B3 را آلوده خواهند کرد. **اولین ضرر، بهترین ضرر است.** (همانطور که در فصل ۶ بحث شد).

• آستانه ۳: آلودگی همه‌گیر (Epidemic / Systemic)

- **مشاهده:** شما لکه‌های آلودگی را در تمام بچ‌ها و در نقاط مختلف سالن می‌بینید (مثلاً بیش از ۳۰٪ کل سالن).
- **تصمیم: پایان دوره (Terminate Cycle).**
- **توجیه:** شما این نبرد را باخت‌اید. هر روز اضافی که HVAC کار می‌کند، اتلاف پول است.
- **اقدام:** برداشت هر قارچ سالم باقیمانده (اگر هنوز وجود دارد) و اجرای فوری «پختن سالن» (Cook-Out) (طبق پروتکل فصل ۶).

بازگردانی بچ‌های مرزی با اصلاحات فرایندی

این بخش بسیار ریسکی است و فقط برای مشکلات «محیطی» توصیه می‌شود، نه آلودگی‌های «بیولوژیکی» (مانند تری کودرما).

• سناریوی مرزی ۱: کپک تار عنکبوتی (Cobweb Mold) – تشخیص خیلی زود

- مشکل: رطوبت بالا و هوای راکد.
- /قد/م: ۱. خاموش کردن رطوبت‌ساز. ۲. افزایش شدید گردش هوای داخلی (فن‌های داخلی) و کمی هوای تازه (FAE) برای خشک کردن سطح. ۳. (در صورت تمایل) اسپری مستقیم پراکسید هیدروژن (۳٪) روی لکه. (توجه: این کار میسلیم را هم می‌سوزاند اما ممکن است تار عنکبوتی را بکشد).

• سناریوی مرزی ۲: لکه باکتریایی (Bacterial Blotch) – در مراحل اولیه

- مشکل: کلاهک‌های خیس.
- /قد/م: ۱. توقف کامل مه‌پاشی و آبیاری. ۲. کاهش رطوبت نسبی سالن به ۸۵-۹۰٪ به مدت ۲۴ ساعت. ۳. افزایش شدید هوای تازه (FAE) برای «خشک کردن» سطح کلاهک‌ها.
- نتیجه: این کار جلوی گسترش لکه‌ها را می‌گیرد، اما لکه‌های موجود را درمان نمی‌کند. قارچ‌های لکه‌دار باید به عنوان درجه دو برداشت شوند.

• سناریوی مرزی ۳: بچ کند (Slow Batch) – بدون آلودگی

- مشکل: بستر خیلی خشک بوده یا دما در آن نقطه پایین است. (این یک مشکل فرایندی است، نه آلودگی).
- /قد/م: (همانطور که در فصل ۴ گفته شد) این بچ را به منطقه‌ای با شرایط مناسب‌تر (مثلاً گرم‌تر) منتقل کنید و به آن زمان بدهید.

بانک اطلاعاتی آلودگی: ثبت عکس/شرح/نتیجه اقدام

در مقیاس ۱۰۰ متر، حافظه شما غیرقابل اعتماد است. شما به یک «بانک اطلاعاتی» یا «لاگ‌بوک آلودگی» (Contamination Logbook) نیاز دارید. این ارزشمندترین ابزار شما برای بهبود بلندمدت است.

نمونه فرم ثبت در بانک اطلاعاتی:

تاریخ مشاهده	کد Batch (ID)	بج نوع آلودگی (عکس/ضمیمه شود)	محل سالن (قفسه/طبق/ه)	در مرحله (انکوباسیون/فلاش ۱...)	ریشه احتمالی (حدس اولیه)	اقدام انجام شده	نتیجه (۲ روز بعد)
۱۴۰۲/۲۰/۰۸	B3 (۳)	تری کودرما (سبز)	[عکس ۰۴۵]	قفسه ۲، طبقه پایین	انکوباسیون (روز ۱۵)	بستر کند / نقطه سرد؟	حذف فوری ۵ کیسه آلوده.
۱۴۰۲/۲۲/۰۸	B3 (۳)	تری کودرما (گسترده)	[عکس ۰۴۹]	قفسه ۲ و ۳	انکوباسیون (روز ۱۷)	گسترش از آلودگی قبلی	حذف کل بج B3 (۸۰ کیسه)
۱۴۰۲/۲۸/۰۸	کل سالن	لکه باکتریایی (زرد)	[عکس ۰۵۵]	فلاش ۱ (پس از آبیاری)	آبیاری بیش از حد سنگین	توقف آبیاری، کاهش رطوبت به ۸۵٪	لکه‌ها متوقف شدند.

چرا؟ این لاگ‌بوک به شما می‌گوید که مشکل اصلی شما «بج B3» (که شاید نزدیک درب ورودی بوده) و «آبیاری سنگین» بوده است.

سناریوهای «اگر... آنگاه...» برای مدیریت سریع

این یک چک‌لیست ذهنی سریع برای مسئول سالن است.

- اگر بوی سرکه یا ترشیدگی در فاز انکوباسیون استشمام کردید...
 - آنگاه به دنبال بچ‌های باکتریایی (لزج و تیره) بگردید و فوراً آنها را حذف کنید. ریشه مشکل: پاستوریزاسیون.
- اگر یک مگس قارچ (Gnat) دیدید...
 - آنگاه فرض کنید هزاران لارو وجود دارد. تمام تله‌های چسبی را چک کنید، ضایعات کف سالن را تمیز کنید و به دنبال منبع (بسترهای آلوده) بگردید.
- اگر یک لکه سبز (تری کودرما) دیدید...
 - آنگاه فوراً پروتکل قرنطینه (SOP-CONTAM-01) را اجرا کنید (توقف هوا، ایزوله، حذف).
- اگر کلاهک‌ها ساقه‌های بلند و نازک داشتند (فصل ۵)...
 - آنگاه CO₂ شما بالاست. فوراً سیستم هوای تازه (FAE) را تقویت کنید.
- اگر کلاهک‌ها لزج شدند (لکه باکتریایی)...
 - آنگاه رطوبت بالاست و هوا راکد است. فوراً مه‌پاش را متوقف و FAE را افزایش دهید.

مرور و به‌روزرسانی پروتکل پس از هر رخداد

«بانک اطلاعاتی آلودگی» شما (بخش ۷۱) نباید به یک گورستان داده تبدیل شود.

پروتکل مرور پس از چرخه: (Post-Cycle Review)

پس از پایان هر چرخه تولید (یعنی پس از پختن و تخلیه سالن)، مدیر سالن باید جلسه‌ای (حتی با خودش) برگزار کند و «لاگ‌بوک آلودگی» را مرور کند.

• سوالات کلیدی:

۱. بیشترین آلودگی که داشتیم چه بود؟ (مثلاً: تری کودرما)
۲. در کدام مرحله رخ داد؟ (مثلاً: انکوباسیون، روز ۱۵)
۳. در کدام بچ یا کدام نقطه از سالن متمرکز بود؟ (مثلاً: بچ B3، ردیف ۳، طبقات پایین)

• تحلیل و نتیجه‌گیری:

- "به نظر می‌رسد ردیف ۳، طبقات پایین، سردترین نقطه سالن ماست (چون نزدیک ورودی هوای سرد است). این باعث کند شدن رشد میسلیموم در بچ B3 شد و به تری کودرما فرصت رشد داد."

• به‌روزرسانی پروتکل (Actionable Update):

- **SOP جدید:** ۱. در چرخه بعدی، دریچه هوای تازه نزدیک ردیف ۳ باید ۵۰٪ بسته شود تا از شوک سرمایی جلوگیری شود. ۲. بچ‌های تلقیح‌شده نباید مستقیماً در طبقات پایین ردیف ۳ قرار گیرند. ۳. دمای آن نقطه باید به طور خاص پایش شود.

این فرایند «بازخورد» (Feedback Loop)، تنها راهی است که تضمین می‌کند شما یک اشتباه را دو بار در مقیاس ۱۰۰ متری تکرار نخواهید کرد.

فصل ۹: زمان بندی و چرخش تولید—برداشت پیوسته در ۱۰۰ متر

در مقیاس ۱۰۰ متر، سالن شما یک «مزرعه» نیست؛ یک «کارخانه» تولید قارچ است. بزرگترین هزینه در این کارخانه، «زمان» و «فضای خالی» است. هر روزی که سالن شما خالی بماند، یا هر روزی که به دلیل برنامه ریزی ضعیف، بار کاری شما صفر باشد، شما در حال از دست دادن پول هستید.

برخلاف مقیاس های کوچک که در آن کل سالن را با هم شروع کرده و با هم تمام می کنید (سیستم All-in/All-out)، در مقیاس ۱۰۰ متر این کار منجر به هرج و مرج لجستیکی می شود. تصور کنید بخواهید در یک روز ۱۰ تن بستر را تلقیح کنید، یا در یک روز با سونامی برداشت ۴ تنی مواجه شوید. این غیرقابل مدیریت است.

راه حل، «تولید پیوسته» (Continuous Flow) است. ما کارخانه ۱۰۰ متری را به خطوط تولید کوچکتر تقسیم می کنیم تا بار کاری توزیع شود و جریان درآمد، پیوسته گردد. این فصل، نقشه راه مدیریت زمان و ظرفیت در این کارخانه است.

تعیین اندازه بچ ها بر اساس توان نیروی انسانی و زمان بندی

اولین قدم، دست برداشتن از تفکر «۱۰۰ متری» و شروع تفکر «بچ» (Batch) یا «زون» (Zone) است.

مشکل: مدیریت ۱۰۰ متر مربع (مثلاً ۱۰۰۰ کیسه ۱۰ کیلویی قارچ صدفی یا ۱۸ تن کمپوست دکمه ای) به عنوان یک واحد یکپارچه، غیرممکن است.

راه حل: سالن ۱۰۰ متری را به ۴ زون ۲۵ متری (Zone A, B, C, D) تقسیم کنید. هر زون، یک خط تولید مستقل در نظر گرفته می شود.

چگونه اندازه بچ (زون) را تعیین کنیم؟

اندازه بچ شما باید بر اساس «گلوگاه» (Bottleneck) اصلی شما تعیین شود، که معمولاً «توان نیروی انسانی» و «ظرفیت تجهیزات» است.

• **سوال کلیدی:** تیم شما (مثلاً ۲ یا ۳ نفر) در یک روز کاری کامل (۸ ساعت) قادر به انجام چه حجمی از کار باکیفیت است؟

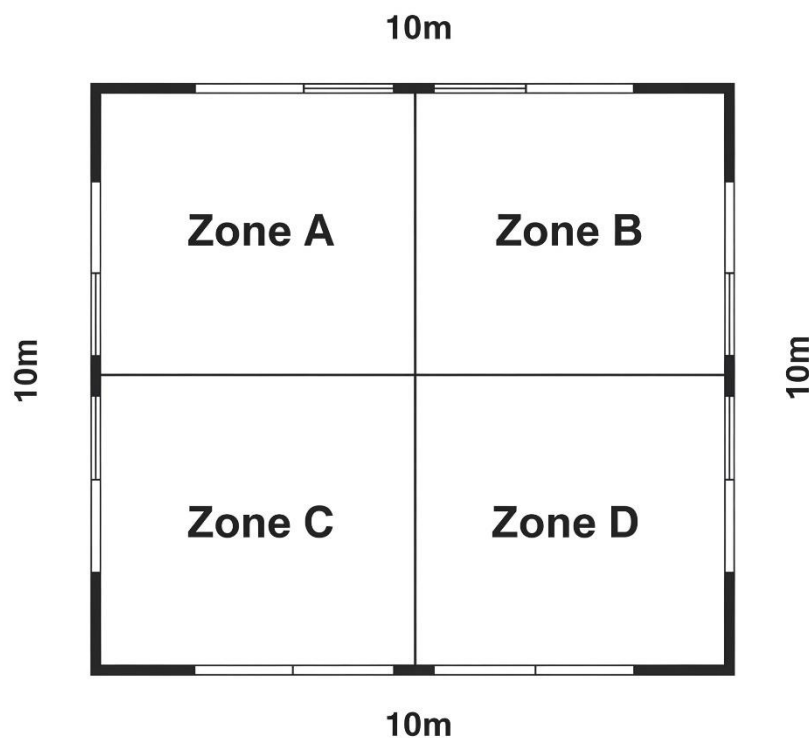
• **مثال:**

○ آیا تیم شما می‌تواند ۲.۵ تن بستر کاه (برای قارچ صدفی) را پاستوریزه، خنک‌سازی، تلقیح و کیسه‌گیری کند؟

○ آیا تیم شما می‌تواند قفسه‌های یک زون ۲۵ متری (حدود ۴.۵ تن کمپوست دکمه‌ای) را پر کرده و خاک‌دهی کند؟

○ آیا تیم برداشت شما می‌تواند محصول یک زون ۲۵ متری (مثلاً ۸۰۰ کیلوگرم در فلاش اول) را در یک روز برداشت کند؟

اگر پاسخ مثبت است، پس اندازه بچ (زون) شما **۲۵ متر مربع** (یا معادل وزنی آن) است. این تقسیم‌بندی، بار کاری را از حالت «انفجاری» به حالت «یکنواخت» و روزانه تبدیل می‌کند.



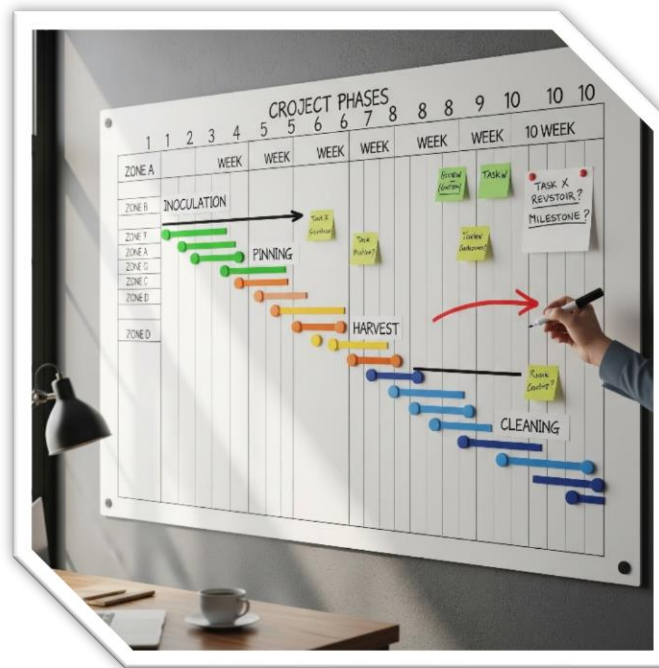
تقویم ۸-۱۰ هفته‌ای نمونه با توالی تلقیح‌ها

اکنون که ۴ زون داریم، کلید موفقیت در «فاصله‌گذاری» (Staggering) تلقیح آن‌هاست. ما آن‌ها را پشت سر هم تلقیح نمی‌کنیم. ما بین آن‌ها فاصله زمانی ایجاد می‌کنیم تا فازهای کاری با هم تداخل ویرانگر نداشته باشند.

در اینجا یک تقویم نمونه ۸ هفته‌ای (برای یک چرخه سریع مانند صدفی) بر اساس ۴ زون و فاصله‌گذاری ۲ هفته‌ای ارائه شده است.

تقویم چرخشی ۴ زون (مدل ۸ هفته‌ای با فاصله ۲ هفته):

هفته	زون A (۲۵ متر)	زون B (۲۵ متر)	زون C (۲۵ متر)	زون D (۲۵ متر)
هفته ۱	تلقیح / انکوباسیون (۱)	-	-	-
هفته ۲	انکوباسیون (۲)	-	-	-
هفته ۳	انکوباسیون (۳)	تلقیح / انکوباسیون (۱)	-	-
هفته ۴	شوگ / پین‌دهی	انکوباسیون (۲)	-	-
هفته ۵	برداشت فلاش ۱	انکوباسیون (۳)	تلقیح / انکوباسیون (۱)	-
هفته ۶	برداشت فلاش ۲	شوگ / پین‌دهی	انکوباسیون (۲)	-
هفته ۷	برداشت فلاش ۳ (ضعیف)	برداشت فلاش ۱	انکوباسیون (۳)	تلقیح / انکوباسیون (۱)
هفته ۸	پایان دوره / پخت / تخلیه	برداشت فلاش ۲	شوگ / پین‌دهی	انکوباسیون (۲)
هفته ۹	تلقیح (چرخه جدید)	برداشت فلاش ۳ (ضعیف)	برداشت فلاش ۱	انکوباسیون (۳)
هفته ۱۰	انکوباسیون (۲)	پایان دوره / پخت / تخلیه	برداشت فلاش ۲	شوگ / پین‌دهی



همپوشانی فازها برای برداشت مداوم و بدون وقفه

جادوی واقعی جدول بالا در «همپوشانی» (Overlap) فازها نهفته است. به «هفته ۹» در جدول نگاه کنید:

- در زون A: شما در حال تلقیح چرخه بعدی هستید (کار آماده‌سازی).
- در زون B: شما در حال برداشت فلاش سوم هستید (کار سبک برداشت).
- در زون C: شما در حال برداشت سنگین فلاش اول هستید (کار فشرده برداشت).
- در زون D: شما در حال پین‌دهی هستید (کار پایش محیطی).

نتایج استراتژیک این همپوشانی:

۱. برداشت مداوم و بدون وقفه: همانطور که می‌بینید، از هفته ۵ به بعد، هر هفته حداقل یک زون در حال برداشت (Harvest) است.
۲. جریان نقدینگی پیوسته (Continuous Cash Flow): به جای ۸ هفته انتظار برای یک چک حقوقی بزرگ، شما هر هفته درآمد ثابت دارید. این برای سلامت کسب و کار ۱۰۰ متری حیاتی است.
۳. توزیع بار کاری (Leveled Workload): به جای یک روز «جهنمی» برداشت (۴ تن)، شما هر هفته یک بار برداشت سنگین (مثلاً ۱ تن از زون C) دارید. تیم شما می‌تواند این حجم را به راحتی مدیریت کند.
۴. کاهش ریسک (Risk Mitigation): اگر زون D (که در هفته ۷ تلقیح شد) دچار آلودگی شدید شود و مجبور به حذف آن شوید، شما فاجعه کامل را تجربه نکرده‌اید. شما همچنان از زون B و C درآمد برداشت دارید. در مدل «همه با هم»، یک آلودگی به معنای ۱۰۰٪ شکست است.

مدیریت ظرفیت و تصمیم برای افزایش/کاهش حجم

ظرفیت اسمی سالن شما ۱۰۰ متر مربع است، اما «ظرفیت عملیاتی» (Operational Capacity) شما توسط گلوگاه‌هایتان (Bottlenecks) تعیین می‌شود.

• گلوگاه‌ها:

- **تجهیزات:** آیا دستگاه پاستوریزاتور شما می‌تواند هر ۲ هفته ۲.۵ تن بستر را آماده کند؟
- **نیروی انسانی:** آیا تیم برداشت شما (مثلاً ۳ نفر) می‌تواند فلاش اول ۱ تنی را در ۲ روز مدیریت کند؟
- **بازار:** آیا شما می‌توانید هر هفته ۵۰۰ کیلوگرم قارچ را بفروشید؟

تصمیم برای افزایش/کاهش حجم:

- **افزایش:** شما نمی‌توانید به سادگی اندازه بچ‌ها را از ۲۵ به ۳۰ متر افزایش دهید. اگر گلوگاه شما «تیم برداشت» است، افزایش حجم فقط منجر به برداشت دیر هنگام و افت کیفیت می‌شود. قبل از افزایش حجم، باید گلوگاه را برطرف کنید (مثلاً یک کارگر برداشت دیگر استخدام کنید).

- **کاهش (مدیریت بحران):** اگر با کمبود تقاضای بازار یا شیوع آلودگی مواجه شدید، تولید را متوقف نکنید. به سادگی، یک بیج را حذف کنید. مثلاً، پس از زون C، تلقیح زون D را انجام ندهید. این کار یک «فاصله» ۲ هفته‌ای در تقویم شما ایجاد می‌کند که به شما زمان برای پاک‌سازی عمیق یا منتظر ماندن برای بهبود بازار می‌دهد، بدون اینکه «ریتیم» کلی تولید از بین برود.

فرم برنامه هفتگی و شیفت‌بندی وظایف (صرفاً فرایندی)

تقویم بزرگ (بخش ۷۶) استراتژیک است. مدیر سالن به یک «برنامه کاری هفتگی» (Weekly Plan) عملیاتی نیاز دارد. این فرم، وظایف روزانه را بر اساس تقویم بالا مشخص می‌کند.

فرم نمونه برنامه هفتگی (بر اساس «هفته ۹» تقویم):

روز هفته	وظایف زون A (انکوباسیون)	وظایف زون B (فلاش ۳)	وظایف زون C (فلاش ۱)	وظایف زون D (پین‌دهی)	وظایف عمومی
شنبه	بازبینی جهش اسپان (روز ۳)	برداشت نهایی فلاش ۳	برداشت سنگین فلاش ۱	بازبینی پین‌ها (روز ۴)	شستشوی کف، ثبت داده
یکشنبه	چک دمای مغز بستر	پخت / تخلیه (شروع)	برداشت سنگین فلاش ۱	بازبینی پین‌ها / چک رطوبت	شستشوی کف، ثبت داده
دوشنبه	چک دمای مغز بستر	تخلیه کامل / شستشو	برداشت باقیمانده فلاش ۱	چک پین‌ها / چک CO ₂	ضد عفونی زون B
سه‌شنبه	بازبینی روز ۷ (رشد)	ضد عفونی نهایی	پاک‌سازی بین فلاش	رشد پین‌ها (چک) CO ₂	جلسه تیم / سفارش بذر
چهارشنبه	چک دمای مغز بستر	(آماده چرخه بعد)	آبیاری/ریکاوری فلاش ۲	رشد پین‌ها (چک) CO ₂	آماده‌سازی مواد اولیه
پنج‌شنبه	چک دمای مغز بستر	–	ریکاوری فلاش ۲	رشد پین‌ها (آماده برداشت)	ثبت داده‌های هفتگی
جمعه	چک دمای مغز بستر	–	(استراحت)	شروع برداشت فلاش ۱ (سبک)	نظافت عمومی HVAC

شیفت‌بندی وظایف: (Task Shifting)

در این مقیاس، یک نفر نمی‌تواند همه کارها را انجام دهد. وظایف باید تخصصی شوند:

- **شیفت صبح (تیم برداشت):** (مثلاً ۶ صبح تا ۲ ظهر). وظیفه اصلی: فقط «برداشت» و «درجه‌بندی».
- این کار به تمرکز و سرعت نیاز دارد (مانند زون C در مثال بالا).
- **شیفت بعدازظهر (تیم عملیات):** (مثلاً ۱۰ صبح تا ۶ عصر). وظیفه اصلی: «پایش محیطی» (چک کردن تمام زون‌ها)، «پاک‌سازی» (شستشوی کف)، «آماده‌سازی بستر» (برای تلقیح بعدی) و «ثبت داده‌ها».



پایش KPIها: وزن هر فلاش، درصد آلودگی، طول چرخه

شما نمی‌توانید کارخانه‌ای را که اندازه‌گیری نمی‌کنید، مدیریت کنید. «احساس» شما در مورد خوب بودن اوضاع، کافی نیست. شما به «اعداد» نیاز دارید.

شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) برای سالن ۱۰۰ متری:

۱. وزن هر فلاش (به تفکیک بچ): (همانطور که در فصل ۶ بحث شد). آیا وزن A همانقدر محصول می‌دهد که وزن D؟ اگر نه، چرا؟ (شاید وزن D به فن HVAC نزدیک‌تر و خشک‌تر است).
۲. درصد آلودگی (% Contamination):

- فرمول: (تعداد کل کیسه‌های حذف شده در یک بچ / تعداد کل کیسه‌های آن بچ) * ۱۰۰
- هدف: زیر ۳٪.
- هشدار: اگر این عدد به ۱۰٪ برسد، شما یک مشکل سیستماتیک (پاستوریزاسیون، بهداشت تلقیح) دارید.

۳. طول چرخه (Cycle Length):

- فرمول: (تعداد روز از تلقیح تا تخلیه نهایی)
- هدف: مثلاً ۵۶ روز (۸ هفته).
- هشدار: اگر چرخه شما به ۶۵ روز کشیده می‌شود، یعنی ۹ روز «اتلاف زمان» داشته‌اید. این ۹ روز، سود چرخه بعدی شما را می‌خورد. ریشه‌یابی کنید (آیا انکوباسیون کند بود؟ چرا؟).

۴. راندمان بیولوژیکی (BE) یا درصد عملکرد: (وزن کل برداشت / وزن بستر خشک) * ۱۰۰.
۵. راندمان نیروی کار (Labor Efficiency): (کیلوگرم برداشت شده / کل نفر-ساعت کار).
آیا تیم شما کارآمد است؟

بازتنظیم تقویم پس از افت عملکرد یا بروز آلودگی

تقویم شما یک «برنامه» است، نه «قانون» ثابت. واقعیت همیشه اتفاق می‌افتد و شما باید واکنش نشان دهید.

سناریو ۱: افت عملکرد (Performance Drop)

- **اتفاق:** زون B فقط ۵۰٪ از وزن مورد انتظار فلاش اول را تولید کرد.
- **تحلیل (بر اساس KPI):** لاگ‌ها (فصل ۸) نشان می‌دهد که این بچ در انکوباسیون «کند» بوده است.
- **بازتنظیم:** تقویم را تغییر ندهید. اما، تصمیم بگیرید که زون B را فقط پس از فلاش دوم (به جای فلاش سوم) تخلیه کنید، زیرا غیراقتصادی است. این کار زون B را یک هفته زودتر برای چرخه بعدی آزاد می‌کند.

سناریو ۲: بروز آلودگی شدید (Major Contamination)

- **اتفاق:** در «هفته ۷»، زون D (که تازه تلقیح شده) علائم تری کودرمای گسترده (بیش از ۳۰٪) را نشان می‌دهد.
- **تحلیل:** این یک «آتش‌سوزی» بیولوژیکی است. هاگ‌ها اکنون در کل سالن ۱۰۰ متری پخش شده‌اند.
- **بازتنظیم اضطراری (پروتکل "Firebreak"):**

۱. فوراً کل زون D را حذف و تخلیه کنید (حتی تلاش برای نجات آن نکنید).
۲. **تصمیم سخت:** تلقیح بعدی (زون A در هفته ۹) را **لغو کنید**.
۳. برداشت از زون B و C را در هفته‌های ۷، ۸ و ۹ تسریع کنید (هرچه می‌توانید نجات دهید).
۴. به محض تخلیه زون C در هفته ۹، کل سالن ۱۰۰ متری را **متوقف** کنید و یک «پخت کامل» (Cook-Out) (فصل ۶) و ضدعفونی عمیق اجرا کنید.
۵. **نتیجه:** شما ۲ تا ۳ هفته «خاموشی» (Downtime) و توقف درآمد خواهید داشت، اما کارخانه را از آلودگی سیستمی نجات داده‌اید. سپس تقویم را از «هفته ۱» برای هر ۴ زون مجدداً راه‌اندازی می‌کنید.

چارچوب انتخاب گونه‌های دوره بعد بر پایه داده‌های ثبت‌شده

در یک سالن ۱۰۰ متری، شما نمی‌توانید همزمان صدفی و دکمه‌ای را پرورش دهید (نیازهای محیطی متفاوت). اما می‌توانید تصمیم بگیرید که کل کارخانه را برای ۶ ماه آینده به کدام «گونه» یا «سویه» (Strain) اختصاص دهید. این تصمیم نباید بر اساس «علاقه» باشد؛ باید بر اساس «داده» باشد.

چارچوب تصمیم‌گیری (بر اساس مرور KPI های ۶ ماه گذشته):

۱. تحلیل عملکرد (KPIs):

- سویه A (صدفی خاکستری): طول چرخه: ۸ هفته. میانگین راندمان: ۹۰٪. درصد آلودگی: ۴٪. قیمت بازار: ۱۰۰ واحد.
- سویه B (شاه‌صدف): طول چرخه: ۱۰ هفته. میانگین راندمان: ۶۰٪. درصد آلودگی: ۲٪. قیمت بازار: ۱۸۰ واحد.

۲. تحلیل محیطی (KPIs):

- سوال: آیا HVAC شما در تابستان برای نگه داشتن دما روی ۱۶ درجه (مورد نیاز سویه A) دچار مشکل بود؟
- داده: KPI «هزینه انرژی» شما در تابستان سر به فلک کشیده است.

۳. تحلیل بازار:

- سوال: آیا مشتریان شما از سویه A راضی بودند یا تقاضای بیشتری برای سویه B (شاه‌صدف) داشتند؟

۴. تصمیم نهایی (مبتنی بر داده):

- «اگرچه سویه A راندمان بالاتری داشت، اما سود آن در تابستان توسط هزینه برق خورده شد. از طرفی، بازار تقاضای قوی‌تری برای شاه‌صدف (B) با قیمت بالاتر دارد. بنابراین، برای ۶ ماه آینده، کل برنامه زمان‌بندی ۴ زونی را به سویه B (شاه‌صدف) تغییر می‌دهیم. اگرچه چرخه آن ۱۰ هفته‌ای است، اما سودآوری هر کیلوگرم بالاتر و ریسک آلودگی آن کمتر است.»

فصل ۱۰: واژگان و جداول مرجع—کتابچه جیبی سالن ۱۰۰ متری

این فصل، جعبه ابزار مرجع شماست. در مدیریت یک سالن ۱۰۰ متری، شما به داده‌های سریع، تعاریف روشن و چک‌لیست‌های عملیاتی نیاز دارید. این فصل به گونه‌ای طراحی شده که بتوانید به سرعت به اطلاعات حیاتی دسترسی پیدا کنید، چه در حال عیب‌یابی یک مشکل باشید و چه در حال برنامه‌ریزی برای چرخه بعدی. این خلاصه‌ای از تمام اصول علمی است که پیش از این آموختیم، و اکنون در قالب یک کتابچه جیبی فشرده ارائه شده است.

فرهنگ واژگان کامل با توضیح ساده

- **بچ (Batch):** یک بخش مشخص از تولید شما که به صورت یکجا مدیریت می‌شود. در سالن ۱۰۰ متری، این می‌تواند معادل ۲۵ متر مربع از فضا باشد.
- **بستر (Substrate):** ماده غذایی که میسلیوم قارچ روی آن رشد می‌کند (مانند کاه پاستوریزه برای قارچ صدفی).
- **بیوسکیوریتی (Biosecurity):** مجموعه‌ای از پروتکل‌های بهداشتی (مانند تعویض لباس، حوضچه ضد عفونی) برای جلوگیری از ورود آلودگی به سالن.
- **پاستوریزاسیون (Pasteurization):** فرایند اعمال حرارت (نه استریلیزاسیون کامل) به بستر برای کشتن رقبا (مانند کپک‌ها) اما زنده نگه داشتن باکتری‌های مفید.
- **پختن سالن (Cook-Out):** فرایند استریلیزاسیون سالن با بخار در دمای بالا (۷۰ درجه سانتی‌گراد) در پایان چرخه برای کشتن تمام آفات و آلودگی‌ها.
- **پین (Pin / Primordia):** جنین یا شکل اولیه قارچ که به صورت دسته‌های کوچک (سر سوزنی) ظاهر می‌شود.
- **تری کودرما (Trichoderma):** کپک سبز. مهاجم‌ترین و رایج‌ترین آلودگی در پرورش قارچ.
- **تلقیح (Inoculation / Spawning):** فرایند مخلوط کردن اسپان (بذر) با بستر پاستوریزه.
- **خاک پوششی (Casing Soil):** لایه‌ای از مواد (عمدتاً پیت ماس) که روی کمپوست قارچ دکمه‌ای ریخته می‌شود تا رطوبت را حفظ کرده و سیگنال پین‌دهی را صادر کند.

- **راندمن بیولوژیکی (BE / Biological Efficiency):** معیاری برای سنجش عملکرد. (وزن کل قارچ تازه برداشت شده / وزن بستر خشک اولیه) * ۱۰۰.
- **زون (Zone):** یک منطقه فیزیکی مشخص در سالن ۱۰۰ متری (مثلاً یک ردیف قفسه یا یک بخش ۲۵ متری) که به عنوان یک «بج» مدیریت می‌شود.
- **اسپان (Spawn):** بذر قارچ. دانه‌های غلات استریل شده که میسلیوم روی آن‌ها رشد کرده است.
- **شوک (Shock):** تغییر ناگهانی پارامترهای محیطی (کاهش دما، کاهش CO₂، افزایش نور) برای وادار کردن میسلیوم به باردهی.
- **فلاش (Flush / Break):** موج برداشت محصول. قارچ‌ها به صورت موجی رشد می‌کنند و بین هر موج، یک دوره استراحت وجود دارد.
- **CO₂ (دی‌اکسید کربن):** گازی که توسط میسلیوم تنفس می‌شود. سطح بالای آن برای رشد میسلیوم خوب است، اما سطح پایین آن برای پین‌دهی و رشد کلاهک ضروری است.
- **FAE (Fresh Air Exchange):** تبادل هوای تازه. فرایند وارد کردن هوای تازه (غنی از اکسیژن) به سالن و خارج کردن هوای کهنه (غنی از CO₂).
- **KPI (Key Performance Indicator):** شاخص کلیدی عملکرد. اعداد قابل اندازه‌گیری (مانند درصد آلودگی، وزن فلاش) که موفقیت شما را نشان می‌دهند.
- **میسلیوم (Mycelium):** بخش رویشی قارچ (شبیه به ریشه گیاه). شبکه سفید پنبه‌ای که در بستر رشد می‌کند.
- **HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning):** سیستم تهویه مطبوع صنعتی که مسئول کنترل کامل دما، رطوبت و هوای تازه در سالن است.

محدوده‌های عددی هدف برای فازها (گونه‌های منتخب)

این جدول، مهم‌ترین اعداد مرجع شماست. این اعداد را در دفتر خود یا روی دیوار اتاق کنترل نصب کنید.

گونه	فاز	دمای هوا (C°)	دمای بستر/مغز (C°)	رطوبت نسبی (%)	CO2 (ppm)	نور (ساعت/روز)
قارچ صدفی (Pleurotus)	انکوباسیون	۲۰ - ۲۴	۲۶ - ۳۰ (حیاتی)	۹۰ - ۹۵٪	۵,۰۰۰ - ۲۰,۰۰۰	۰ (تاریکی)
	القای پین (شوگ)	۱۵ - ۱۸	۱۶ - ۱۹	۹۵ - ۹۸٪	۱,۰۰۰ >	۱۲
	باردهی (پین) (رشد)	۱۶ - ۱۸	۱۷ - ۱۹	۸۸ - ۹۲٪	۱,۲۰۰ >	۱۲
	استراحت (بین) (فلاش)	۱۸ - ۲۰	-	۹۵ - ۱۰۰٪	۳,۰۰۰ - ۵,۰۰۰	۰
قارچ دکمه‌ای (Agaricus)	رشد در کمپوست	۲۲ - ۲۴	۲۴ - ۲۶	۹۵٪	۵,۰۰۰ - ۱۰,۰۰۰	۰
	رشد در خاک (Case Run)	۲۲ - ۲۴	۲۴ - ۲۶	۹۵ - ۹۸٪	۵,۰۰۰ - ۱۰,۰۰۰	۰
	القای پین (شوگ)	۱۶ - ۱۸	۱۸ - ۲۰	۹۵ - ۹۸٪	۱,۲۰۰ >	(نیاز ندارد)
	باردهی (پین) (رشد)	۱۷ - ۱۹	۱۸ - ۱۹	۸۵ - ۹۲٪	۱,۰۰۰ - ۱,۵۰۰	(نیاز ندارد)
	آبیاری (بین) (فلاش)	۱۷ - ۱۹	-	۹۵ - ۱۰۰٪	-	-

نسبت‌های اختلاط بستر با جداول مقیاس بزرگ

این جدول برای قارچ صدفی (بستر کاه) است. هدف، رسیدن به رطوبت نهایی ۶۸٪ تا ۷۲٪ است.

توجه: برای قارچ دکمه‌ای در مقیاس ۱۰۰ متر، توصیه اکید بر خرید کمپوست فاز ۳ آماده است و تولید آن در محل توصیه نمی‌شود.

هدف نهایی (بستر مرطوب)		کاه خشک مورد نیاز (تقریبی)		گچ (سولفات آب مورد نیاز تقریبی)	
				کلسیم) (۳-۵٪)	
۵۰۰ کیلوگرم	۱۲۵ - ۱۴۰ کیلوگرم	۴ - ۶ کیلوگرم	۳۵۰ - ۳۷۰ لیتر		
۷۵۰ کیلوگرم	۱۹۰ - ۲۱۰ کیلوگرم	۶ - ۸ کیلوگرم	۵۳۰ - ۵۵۰ لیتر		
۱۰۰۰ کیلوگرم	۲۵۰ - ۲۸۰ کیلوگرم	۸ - ۱۰ کیلوگرم	۷۴۰ - ۷۰۰ لیتر		
نرخ اسپان (بذر):		۴٪ تا ۵٪ وزن بستر مرطوب (مثال: ۴۰ کیلو اسپان برای ۱۰۰۰ کیلو بستر مرطوب)			

الگوی زمانی از تلقیح تا فلاش دوم برای چندین بچ موازی

این یک نمایش بصری ساده از «تقویم چرخشی» است که نشان می‌دهد چگونه بار کاری و برداشت، همپوشانی دارند.

I) = انکوباسیون | P = پین‌دهی | H1 = برداشت فلاش ۱ | H2 = برداشت فلاش ۲ | C = پاک‌سازی/تخلیه

هفته	زون A (بچ ۱)	زون B (بچ ۲)	زون C (بچ ۳)
۱	I (شروع)		
۲	I		
۳	I	I (شروع)	
۴	P	I	
۵	H1	I	I (شروع)
۶	H2	P	I
۷	C (پایان)	H1	I
۸	I (چرخه جدید)	H2	P
۹	I	C (پایان)	H1
۱۰	I	I (چرخه جدید)	H2

فرم‌های ثبت داده و نمونه‌های تکمیل شده

۱. فرم ثبت داده تلقیح

هدف: ردیابی کیفیت بچ از روز اول.

کد بچ	تاریخ	وزن بستر (kg)	وزن اسپان (kg)	نرخ اسپان (%)	شروع (ساعت)	پایان (ساعت)	مدت (دقیقه)	اپراتور
A-0111	۰۱/۰۸/۱۴۰۲	۱۰۰۰	۴۰	۴۰٪	۰۹:۰۰	۱۰:۱۵	۷۵	تیم A
B-0111	۰۱/۰۸/۱۴۰۲	۱۰۰۰	۴۰	۴۰٪	۱۰:۲۰	۱۱:۳۰	۷۰	تیم A

۲. فرم پایش روزانه انکوباسیون

هدف: شناسایی زودهنگام آلودگی و بچ‌های کند.

تاریخ	کد بچ	دمای هوا (C°)	دمای مغز (C°)	رشد (%)	بو (عادی/غیرعادی)	آلودگی (تعداد/نوع)	اقدام
۰۸/۰۸/۱۴۰۲	A-0111	۲۲.۰	۲۸.۵	۶۰٪	عادی	۰	-
۰۸/۰۸/۱۴۰۲	B-0111	۲۲.۰	۲۹.۰	۵۵٪ (کند)	عادی	۰	علامت‌گذاری (کند)

۳. لاگ‌بوک آلودگی

هدف: ریشه‌یابی سیستماتیک مشکلات.

تاریخ	کد بچ	نوع (عکس)	آلودگی محل	مرحله	ریشه احتمالی	اقدام
۱۵/۰۸/۱۴۰۲	B-0111	تری کودرما (سبز)	قفسه طبقه ۱	۴، انکوباسیون	نقطه سرد / بستر کند	حذف فوری ۵ کیسه

۴. فرم تحلیل عملکرد فلاش

هدف: تصمیم‌گیری اقتصادی برای توقف چرخه.

کد بچ	فلاش ۱ (kg)	فلاش ۲ (kg)	فلاش ۳ (kg)	مجموع (kg)	یادداشت‌ها
A-0111	۳۹۰	۱۴۰	۳۵	۵۶۵	عملکرد عالی
B-0111	۲۱۰ (ضعیف)	۷۰	۱۵	۲۹۵	حذف پس از فلاش ۲.

عیب‌یابی سریع بر پایه مشاهده (اگر X، انجام Y)

- اگر: بوی ترشیدگی، سرکه یا آمونیاک در فاز انکوباسیون حس کردید...
 - آنگاه: آلودگی باکتریایی دارید. بچ‌های لزج و تیره را پیدا کرده و فوراً حذف کنید. ریشه مشکل: پاستوریزاسیون ناقص یا خنک‌سازی آهسته.
- اگر: ساقه‌های قارچ (صدفی) بلند و نازک و کلاهک‌ها کوچک هستند...
 - آنگاه: CO₂ شما بسیار بالاست (بالای ۱۵۰۰ ppm). فوراً تبادل هوای تازه (FAE) را افزایش دهید.
- اگر: لکه‌های لزج و قهوه‌ای روی کلاهک قارچ (دکمه‌ای) ظاهر شد...
 - آنگاه: لکه باکتریایی دارید. رطوبت بیش از حد بالاست و کلاهک‌ها خیس مانده‌اند. فوراً مه‌پاشی را متوقف، FAE را افزایش و رطوبت را به ۸۵-۹۰٪ کاهش دهید.
- اگر: لکه‌های سفید پنبه‌ای (و سپس سبز تیره) دیدید...
 - آنگاه: تری‌کودرما (کپک سبز) دارید. فوراً پروتکل قرنطینه را اجرا کنید: توقف هوا، ایزوله کردن، حذف کیسه.
- اگر: کپک خاکستری شبیه تار عنکبوت به سرعت روی بستر می‌خزد...
 - آنگاه: تری‌کودرما (کپک سبز) دارید. فوراً پروتکل قرنطینه را اجرا کنید: توقف هوا، ایزوله کردن، حذف کیسه.

- **آنگاه:** کپک تار عنکبوتی (Cobweb) دارید. رطوبت ٪۱۰۰ و هوای داخلی را کد است. فوراً رطوبت‌ساز را خاموش و فن‌های گردش داخلی را روشن کنید.
- **اگر:** پین‌دهی شما لکه‌ای و ناهمگون است...
- **آنگاه:** مایکرو-اقلیم ناهمگون دارید. نقاط کور CO₂ یا نقاط خشک/خیس را پیدا کنید. جریان هوای داخلی را تنظیم کنید.
- **اگر:** مگس‌های سیاه کوچک در حال پرواز دیدید...
- **آنگاه:** مگس قارچ (Gnat) دارید. فوراً تله‌های چسبی زرد را نصب کنید و تمام ضایعات و پایه‌های قارچ (محل تخم‌ریزی) را پاک‌سازی کنید.

چک‌لیست‌های ایمنی و بهداشت در مقیاس بزرگ (سطح فرآیندی)

۱. چک‌لیست ورود روزانه به سالن باردهی:

- [] عبور از حوضچه ضدعفونی (آهک یا محلول دیگر) در ورودی.
- [] تعویض کفش‌های بیرون با چکمه‌های مخصوص سالن.
- [] پوشیدن روپوش تمیز (مخصوص سالن).
- [] شستن دست‌ها قبل از ورود.
- [] بازرسی چشمی تله‌های چسبی آفات در ورودی.

۲. چک‌لیست پروتکل اتاق تلقیح (قبل از شروع کار):

- [] اتاق کاملاً مهر و موم شده و دارای فشار هوای مثبت (فن با فیلتر HEPA) است.
- [] تمام سطوح (میزها، میکسر، کف) با الکل ٪۷۰ یا ضدعفونی‌کننده صنعتی شسته شده‌اند.
- [] هیچ ماده اولیه‌ای (کاه، خاک) در اتاق وجود ندارد.
- [] تمام اپراتورها لباس کاملاً تمیز (گان، کلاه، ماسک، دستکش) پوشیده‌اند.
- [] اسپری الکل ٪۷۰ برای ضدعفونی مکرر دستکش‌ها در دسترس است.

۳. چک لیست اقدام سریع آلودگی (SOP-CONTAM-01):

- [] ۱. توقف HVAC: آیا تمام فن‌ها فوراً خاموش شدند؟
- [] ۲. ایزوله: آیا لکه آلوده (با دستمال مرطوب) پوشانده شد تا از پخش هاگ جلوگیری شود؟
- [] ۳. کیسه کشی: آیا کیسه آلوده در محل و به صورت دویل کیسه کشی شد؟
- [] ۴. خروج: آیا کیسه مستقیماً به خارج از تأسیسات منتقل شد؟
- [] ۵. پاک سازی: آیا محل قفسه و دستکش‌ها ضد عفونی شد؟
- [] ۶. راه اندازی مجدد: آیا فن‌ها پس از اتمام پاک سازی روشن شدند؟

نقشه راه تثبیت تولید پایدار و بهبود دوره به دوره

موفقیت در سالن ۱۰۰ متری یک «رویداد» نیست، بلکه یک «چرخه» (Cycle) بی پایان از بهبود است. این نقشه راه، فلسفه نهایی این کتاب است.

(شروع از بالا و چرخش در جهت عقربه‌های ساعت)

۱. برنامه ریزی (Plan):

- تقویم چرخشی را تنظیم کنید.
- اهداف وزنی (KPIs) برای هر بیج را مشخص کنید.
- SOPها (چک لیست‌ها) را آماده کنید.

۲. اجرا (Do):

- چرخه تولید را دقیقاً بر اساس SOPها اجرا کنید (آماده سازی بستر، تلقیح، پایش محیطی، برداشت).

۳. بررسی (Check):

- ثبت داده‌های سخت: وزن هر فلاش، درصد آلودگی، طول چرخه (KPIs).
- ثبت مشاهدات: لاگ بوک آلودگی، مشکلات محیطی، باز خورد تیم برداشت.

۴. اقدام (Act):

- تحلیل داده‌ها: چرا بچ B3 شکست خورد؟ چرا فلاش دوم ضعیف بود؟
- ریشه‌یابی: آیا مشکل از پاستوریزاسیون بود؟ آیا نقطه کوری در HVAC وجود داشت؟
- به‌روزرسانی پروتکل: «SOP پاستوریزاسیون را اصلاح کنید: دما باید ۲ ساعت در ۷۵ درجه بماند.»
- یا «SOP چیدمان: کیسه‌ها نباید در ردیف ۴، طبقه پایین چیده شوند.»

(بازگشت به ۱. برنامه‌ریزی)

- اکنون چرخه بعدی را با SOPهای بهبود یافته برنامه‌ریزی کنید.
- این چرخه تضمین می‌کند که هر اشتباهی (که در مقیاس ۱۰۰ متر گران تمام می‌شود) فقط یک بار رخ می‌دهد و به یک «درس» دائمی برای افزایش سودآوری و پایداری تولید شما تبدیل می‌شود.

فصل ۱۱: ۵۰ پرسش رایج و بسیار مهم در مورد کشت قارچ در سالن ۱۰۰ متری

ورود به مقیاس ۱۰۰ متر، دنیایی از پرسش‌های جدید را به همراه دارد. در این مقیاس، دیگر مشکلات کوچک وجود ندارند؛ هر مشکل پتانسیل تبدیل شدن به یک بحران لجستیکی یا مالی را دارد. در فصول گذشته، ما «فرایند» استاندارد را آموختیم. در این فصل، به ۵۰ پرسش «اگر... آنگاه...» می‌پردازیم که اغلب از پرورش‌دهندگان در این مقیاس می‌شنوم.

این پرسش‌ها، ترکیبی از نکات فنی پیشرفته، مدیریت بحران و بهینه‌سازی‌های اقتصادی هستند که به طور خاص برای چالش‌های یک سالن ۱۰۰ متری طراحی شده‌اند.

بخش ۱: استراتژی، چیدمان و سرمایه‌گذاری (۱-۱۰)

۱. آیا واقعاً برای ۱۰۰ متر به HVAC کامل نیاز دارم یا می‌توانم با چند کولر گازی اسپلیت و فن شروع کنم؟ خیر، نمی‌توانید. این رایج‌ترین و پرهزینه‌ترین اشتباه در شروع کار ۱۰۰ متری است. کولر گازی فقط هوا را «سرد» می‌کند. سیستم HVAC صنعتی (گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع) چهار کار حیاتی را همزمان انجام می‌دهد: ۱. کنترل دقیق دما، ۲. فیلتراسیون هوای تازه ورودی (FAE)، ۳. تزریق اکسیژن و تخلیه CO₂، و ۴. گردش یکنواخت هوا در کل حجم عظیم سالن. یک کولر گازی نمی‌تواند CO₂ را مدیریت کند و منجر به ساقه‌های بلند و فاجعه کیفی می‌شود.

۲. در عمل، سیستم «همه با هم» (All-in/All-out) «بهتر است یا «چرخشی/زون‌بندی» (Zoning)؟» برای یک تازه‌کار در مقیاس ۱۰۰ متر، سیستم «همه با هم» (که در این کتاب توضیح دادیم) ایمن‌تر است. یعنی کل سالن را با هم تلقیح کنید، با هم برداشت کنید و با هم «پیزید» (Cook-out). «این کار مدیریت آلودگی را بسیار ساده‌تر می‌کند.

سیستم «چرخشی» (Zoning) «(که در فصل ۹ به آن اشاره شد) یک استراتژی پیشرفته برای تولید پیوسته است. اما ریسک بالایی دارد: شما در حالی که در زون A برداشت می‌کنید، در زون C در حال تلقیح هستید. هرگونه آلودگی از زون A (که پیرتر است) می‌تواند زون C (که آسیب‌پذیر است) را نابود کند. ابتدا بر مدل «همه با هم» مسلط شوید.

۳. ارتفاع ایده‌آل سقف برای سالن ۱۰۰ متری چقدر است؟

حداقل ۴ متر. در مقیاس ۱۰۰ متر، شما نیاز به قفسه‌بندی چند طبقه (حداقل ۴ تا ۵ طبقه) دارید. شما باید فضایی برای لوله‌کشی‌های ضخیم HVAC در بالای قفسه‌ها، سیستم مه‌پاش، و نورپردازی داشته باشید. ارتفاع کم (مثلاً ۳ متر) جریان هوا را مختل می‌کند، باعث ایجاد نقاط داغ در طبقات بالایی شده و کار برداشت را بسیار دشوار می‌سازد.

۴. آیا باید برای اتاق تلقیح، یک هود لامینار (Laminar Flow Hood) گران‌قیمت بخرم؟

برای سالن ۱۰۰ متری، به شدت توصیه می‌شود. در این مقیاس، شما با ده‌ها کیلوگرم اسپان (بذر) گران‌قیمت و چندین تن بستر پاستوریزه کار می‌کنید. هود لامینار (یا یک سیستم فیلتراسیون HEPA با فشار مثبت) تضمین می‌کند که هوایی که در زمان مخلوط کردن بذر و بستر با هم تماس دارد، استریل است. هزینه یک بار آلوده شدن کل بیج ۱۰۰۰ کیلویی، بسیار بیشتر از هزینه خرید یک هود است.



۵. چقدر واقعی باید برای هزینه‌های جاری (برق، گاز) یک سالن ۱۰۰ متری اتوماتیک کنار بگذارم؟

بسیار زیاد. این هزینه‌ها، بخش عمده‌ای از هزینه‌های عملیاتی شما (پس از بستر و نیروی کار) خواهند بود. سیستم HVAC برای پایین آوردن دما (شوکه‌دهی) و سیستم مه‌پاش برای حفظ رطوبت ۹۵٪ در حین تهویه سنگین، انرژی بسیار زیادی مصرف می‌کنند. هزینه‌های انرژی شما در فاز «پین‌دهی» و «باردهی» (که HVAC و مه‌پاش ۷/۲۴ کار می‌کنند) به اوج خود می‌رسد. این هزینه‌ها را در محاسبه قیمت تمام شده محصول خود، دست بالا بگیرید.

۶. آیا می‌توانم در همان سالن ۱۰۰ متری، همزمان دکمه‌ای و صدفی پرورش دهم؟

مطلقاً خیر. این دو گونه دشمنان محیطی یکدیگرند.

- **دکمه‌ای:** به CO₂ بالا در زمان رشد در خاک و CO₂ متوسط در زمان باردهی نیاز دارد.
- **صدفی:** به CO₂ بسیار پایین در زمان باردهی نیاز دارد (هوادهی بسیار سنگین).
- شما نمی‌توانید محیط را برای هر دو بهینه کنید. هر تلاشی منجر به شکست هر دو گونه خواهد شد. یک سالن، یک گونه.

۷. بهترین چیدمان قفسه‌ها در سالن ۱۰۰ متری (مثلاً ۱۰ در ۱۰ متر) چیست؟

از چسباندن قفسه‌ها به دیوارهای جانبی خودداری کنید. شما به یک «راهرو بازرسی (Inspection Aisle)» با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر در دورتادور سالن نیاز دارید.

- **چیدمان پیشنهادی:** دو ردیف قفسه دوتایی (Double-Row) در مرکز، با یک راهروی مرکزی عریض (مثلاً ۱.۲ متر) برای حمل و نقل، و دو راهروی جانبی (بین قفسه و دیوار) برای بازرسی و جریان هوا.
- این چیدمان تضمین می‌کند که هوا به طور یکنواخت در اطراف تمام بلوک‌ها گردش می‌کند و هیچ «نقطه کور» مرده‌ای در کنار دیوارها ایجاد نمی‌شود.

۸. آیا کفپوش اپوکسی واقعاً ضروری است یا کف بتنی ساده کافی است؟

کف بتنی ساده «کافی» است، اما کفپوش اپوکسی «ایده‌آل» است. بتن ساده، متخلخل است؛ یعنی آب آلوده، هاگ‌ها و باکتری‌ها می‌توانند در منافذ آن پنهان شوند و پس از شستشو و ضدعفونی، دوباره فعال گردند. اپوکسی

یک سطح کاملاً صاف، نفوذناپذیر و «قابل ضدعفونی (Sanitizable)» ایجاد می‌کند. در مقیاس ۱۰۰ متر که «پختن» و شستشوی بین دوره‌ها حیاتی است، اپوکسی به شدت به بهداشت کمک می‌کند.

۹. آیا می‌توانم به جای قفسه‌بندی گران، کیسه‌ها را روی هم بچینم؟

برای قارچ دکمه‌ای مطلقاً خیر. برای قارچ صدفی، این کار یک اشتباه بزرگ در مقیاس ۱۰۰ متر است. چیدن ۱۰۰۰ کیسه روی هم (Stacking) باعث ایجاد «نقاط داغ (Hot Spots)» در مرکز توده می‌شود. کیسه‌های مرکزی نمی‌توانند گرمای متابولیک خود را دفع کنند، دمای مغز آن‌ها از ۳۵ درجه فراتر رفته و میسلیوم می‌میرد. قفسه‌بندی، سرمایه‌گذاری حیاتی برای تضمین «جریان هوا» بین هر کیسه است.

۱۰. بین اتوماسیون کامل (سنسورها و کنترلر مرکزی) و کنترل دستی (با تکیه به تجربه) کدام را انتخاب کنم؟

در ۱۲ متر، تجربه کافی است. در ۱۰۰ متر، اتوماسیون یک «ضرورت» است نه یک «تجمل». شما نمی‌توانید هر ۱۰ دقیقه CO₂ را چک کنید. سیستم HVAC شما باید به سنسور CO₂ متصل باشد تا بلافاصله پس از عبور CO₂ از ۱۲۰۰ ppm، هوای تازه را تزریق کند. اتوماسیون، «یکنواختی» (Consistency) را تضمین می‌کند و یکنواختی، کلید سودآوری در مقیاس بزرگ است.

بخش ۲: بستر، تلقیح و انکوباسیون (۲۰-۱۱)

۱۱. آیا خرید کمپوست فاز ۳ (آماده قارچ دکمه‌ای) اقتصادی است؟

در مقیاس ۱۰۰ متر، این تنها راه اقتصادی است. تلاش برای تولید کمپوست فاز ۱ و ۲ در این مقیاس، بدون داشتن تجهیزات میلیون دلاری (تراکتورهای همزن، تونل‌های پاستوریزاسیون، بویلرهای بخار) و بدون مدیریت بوی شدید (که منجر به شکایات قانونی می‌شود)، غیرممکن است. سود شما در «مدیریت باردهی» است، نه در تولید کمپوست.

۱۲. چگونه کیفیت ۱۸ تن کمپوست فاز ۳ را هنگام تحویل چک کنم؟

بلافاصله پس از باز کردن درب کامیون:

۱. **بو:** باید بوی شیرین و قارچی بدهد. هرگونه بوی تند آمونیاک یعنی کمپوست «برگشته» و پاستوریزاسیون آن ناقص بوده است. آن را تحویل نگیرید.
۲. **دما:** دمای مغز کمپوست باید طبق توافق با تأمین کننده باشد (معمولاً خنک شده).
۳. **رنگ و رطوبت:** باید قهوه‌ای تیره یکنواخت، با رشد کامل میسلیم سفید باشد و در تست فشار دست، چند قطره آب از آن بچکد.

۱۳. در یک بچ ۱۰۰۰ کیلویی کاه (صدفی)، چطور مطمئن شوم مرکز توده به دمای پاستوریزاسیون رسیده است؟

با یک سنسور دما نمی‌توانید. شما باید از «دیتالاگرهای (Datalogger)» دما با پروب‌های (Probe) بلند و چندگانه استفاده کنید. حداقل ۳ پروب در نقاط مختلف توده (مرکز، بالا، پایین) قرار دهید و مطمئن شوید که تمام نقاط، دمای هدف (مثلاً ۷۵ درجه) را برای مدت زمان لازم (مثلاً ۲ ساعت) حفظ کرده‌اند.



۱۴. آیا میکسر بتن (بتونیر) برای مخلوط کردن اسپان و بستر در حجم بالا مناسب است؟

این یک راه حل رایج اما «پر ریسک» است. میکسر بتن برای «ساییدن» طراحی شده و می تواند به دانه های اسپان (بذر) آسیب فیزیکی بزند. همچنین تمیز کردن کامل درزها و گوشه های آن برای ضد عفونی بسیار دشوار است. راه حل بهتر، «میکسر نواری (Ribbon Mixer)» یا «میکسر پارویی (Paddle Mixer)» افقی (مخصوص خوراک دام) از جنس استیل ضد زنگ است که ملایم تر عمل کرده و بهداشتی تر است.

۱۵. چقدر اسپان (بذر) تاریخ گذشته قابل استفاده است؟

در مقیاس ۱۰۰ متر، ریسک نکنید. قانون طلایی: صفر.

اسپان (میسلیوم روی غلات) یک موجود زنده با عمر محدود است. اسپان تاریخ گذشته یا ضعیف، به معنای رشد کندتر میسلیوم در بستر است. این «کند بودن» به رقبای وحشی (تری کودرما) زمان طلایی می دهد تا بستر شما را قبل از میسلیوم، تصاحب کنند. همیشه از تازه ترین اسپان موجود استفاده کنید.

۱۶. چرا برخی از کیسه های من (در فاز انکوباسیون) زرد و آبکی می شوند؟

این «آلودگی باکتریایی (Bacterial Contamination)» یا «ترشیدگی بستر Sour) (Substrate)» است.

- **علت ۱ (رایج ترین):** خنک سازی بسیار آهسته بستر پس از پاستوریزاسیون. اگر ۱ تن کاه داغ، ۸ ساعت طول بکشد تا خنک شود، باکتری های بی هوازی مقاوم به گرما در آن فعال شده و بستر را ترش می کنند.
- **علت ۲:** بستر بیش از حد خیس (رطوبت بالای ۷۵٪).
- **اقدام:** این کیسه ها هرگز رشد نخواهند کرد. آن ها را فوراً حذف کنید چون منبع بوی بد و جذب آفات هستند.

۱۷. در انکوباسیون ۱۰۰۰ کیسه، دمای مغز بلوک ها به ۳۳ درجه رسیده است. چه کنم؟

این یک «وضعیت اضطراری» است. دمای بالای ۳۲ درجه میسلیوم را می کشد.

۱. **اقدام فوری:** دمای هوای سالن (Air Temp) را بلافاصله ۲ تا ۳ درجه کاهش دهید (مثلاً از ۲۲ به ۱۹ درجه).

۲. **افزایش گردش هوا:** فن‌های گردش هوای د/خلی (نه هوای تازه) را روی حداکثر سرعت بگذارید تا هوای خنک‌تر به مغز بلوک‌ها برسد.

۳. **فاصله‌گذاری:** اگر کیسه‌ها فشرده هستند، بین آن‌ها فاصله ایجاد کنید.

• هرگز هوای تازه (FAE) را باز نکنید. این کار CO₂ را کاهش داده و شوک زودهنگام ایجاد می‌کند.

۱۸. آیا لازم است کیسه‌های انکوباسیون را در تاریکی مطلق نگه داریم؟

بله. نور، حتی کم، یک سیگنال بیولوژیکی برای «پین‌دهی» است. اگر در فاز انکوباسیون نور به میسلیموم برسد (مثلاً از درز در)، میسلیموم گیج شده و ممکن است قبل از سفید شدن کامل بستر، شروع به پین‌دهی ناقص کند (که منجر به آلودگی می‌شود).

۱۹. آیا می‌توانم از کاه‌های قدیمی (مثلاً مانده از سال قبل) برای بستر ۱۰۰۰ کیلویی استفاده کنم؟

بسیار ریسکی است. گاهی که یک سال مانده، احتمالاً رطوبت محیط را جذب کرده و حاوی کلنی‌های پنهان کپک (*Aspergillus, Penicillium*) است. پاستوریزاسیون استاندارد شما ممکن است برای از بین بردن این حجم بالای آلودگی اولیه کافی نباشد. همیشه از کاه طلایی، خشک و «برداشت همان سال» استفاده کنید.

۲۰. چه تفاوتی بین فیلتر پچ (Filter Patch) ۰.۲ میکرون و ۵ میکرون روی کیسه‌ها وجود دارد؟

تفاوت حیاتی است.

• **فیلتر ۰.۲ میکرون:** منافذ آن به قدری ریز است که جلوی عبور باکتری‌ها را می‌گیرد اما اجازه تبادل گاز (CO₂ بیرون، O₂ داخل) را می‌دهد. این برای استریل کردن بستر (مانند شاه‌صدف) استفاده می‌شود.

• **فیلتر ۵ میکرون:** منافذ بزرگتری دارد. جلوی هاگ‌های کپک را می‌گیرد اما جلوی باکتری‌ها را نه. این فیلتر تبادل گازی بسیار بیشتری دارد و برای بسترهای پاستوریزه (مانند صدفی روی کاه) که به تنفس زیاد نیاز دارند، ایده‌آل است.

• استفاده اشتباه (مثلاً فیلتر ۰.۲ میکرون برای کاه) باعث «خفگی» میسلیموم می‌شود.

بخش ۳: مدیریت محیطی در مقیاس بالا (۳۰-۲۱)

۲۱. سنسورهای CO₂، دما و رطوبت را دقیقاً در کجای سالن ۱۰۰ متری باید نصب کنیم؟

هرگز فقط یک سنسور نصب نکنید. شما حداقل به ۳ «ایستگاه سنسور» نیاز دارید:

۱. نقطه ۱ (نزدیک ورودی هوا): برای سنجش پارامترهای هوای ورودی.
۲. نقطه ۲ (مرکز سالن): در ارتفاع میانی قفسه‌ها (مثلاً طبقه ۳ از ۵). این «میانگین» سالن شماست.
۳. نقطه ۳ (دورترین نقطه از ورودی هوا): این «نقطه کور» یا «نقطه مرده» شماست.

• CO₂ همیشه در پایین‌ترین نقطه (نزدیک کف) جمع می‌شود. قرار دادن سنسور CO₂ در ارتفاع میانی، خوانش دقیق‌تری می‌دهد. سنسورها را مستقیماً جلوی فن یا مه‌پاش نصب نکنید.

۲۲. چرا با وجود کارکردن HVAC، در گوشه‌های سالن ساقه‌های بلند) نشانه CO₂ بالا (دارم؟

شما «نقاط مرده (Dead Spots)» یا «جیب‌های (CO₂ Pockets)» CO₂ دارید. این مشکل HVAC نیست، مشکل «توزیع هوا (Air Distribution)» است. سیستم کانال کشی (Ducting) شما ضعیف است. هوا از ورودی مستقیماً به خروجی می‌رود و گوشه‌ها را نادیده می‌گیرد.

- راه‌حل: از کانال‌های پارچه‌ای سوراخ‌دار (Poly-tubes) استفاده کنید که هوا را به طور یکنواخت در طول سالن توزیع می‌کنند، یا با نصب فن‌های کوچک داخلی (Internal Circulation Fans) در آن گوشه‌ها، هوا را به گردش درآورید.



۲۳. اگر سیستم مه‌پاش فشار بالای من از کار بیفتد، برنامه پشتیبان (Backup) چیست؟

در فاز پین‌دهی (رطوبت ۹۸٪)، این یک فاجعه است. پین‌ها در عرض ۲-۳ ساعت خشک می‌شوند.

- **برنامه A (کوتاه مدت):** استفاده از مه‌پاش‌های دستی یا سم‌پاش‌های پستی فقط برای مرطوب نگه داشتن کف و راهروها. هرگز آب را مستقیماً روی پین‌ها اسپری نکنید (باعث لکه باکتریایی می‌شود).
- **برنامه B (واقعی):** شما باید قطعات یدکی حیاتی (پمپ، نازل‌ها) را همیشه در انبار داشته باشید. در مقیاس ۱۰۰ متر، «انتظار برای تعمیرکار» به معنای از دست دادن کل فلاش اول است.

۲۴. چگونه رطوبت ۹۸٪ را در حالی که FAE سنگین در حال کار است، حفظ کنم؟

این بزرگترین چالش مهندسی ۱۰۰ متر است.

- **راه حل:** رطوبت‌ساز شما باید «صنعتی» باشد. رطوبت‌سازهای اولتراسونیک (Ultrasonic) یا مه‌پاش‌های فشار بالا (High-Pressure Foggers) که «مه» (ذرات زیر ۱۰ میکرون) تولید می‌کنند، بهترین هستند. این مه در هوا معلق می‌ماند.
- **تنبیه:** استفاده از نازل‌های آب‌پاش ساده (Mist Nozzles) که قطرات درشت تولید می‌کنند. این قطرات به سرعت روی زمین (و قارچ‌ها) می‌افتند، هوا را مرطوب نمی‌کنند و باعث بیماری می‌شوند.

۲۵. در تابستان، دمای سالن ۱۰۰ متری من از ۲۰ درجه پایین‌تر نمی‌آید. چه کنم؟

سیستم سرمایشی شما (Chiller/HVAC) برای این بار گرمایی «کوچک» (Undersized) طراحی شده است. شما نه تنها باید دمای هوا را خنک کنید، بلکه باید با گرمای متابولیک عظیم تولید شده توسط ۱۸ تن کمپوست در حال رشد، مبارزه کنید.

- **راه حل کوتاه مدت:** در شب (که هوای بیرون خنک‌تر است) FAE را به حداکثر برسانید.
- **راه حل بلندمدت:** سیستم چیلر خود را ارتقا دهید یا یک واحد مکمل اضافه کنید.

۲۶. آیا کانال‌کشی پارچه‌ای (Poly-tube) بهتر است یا کانال‌کشی فلزی (Metal Ducting) ؟

هر دو مزایایی دارند.

- **فلزی:** دائمی، بادوام، قابل شستشوی آسان. اما گران‌تر است و تنظیم دریچه‌ها برای توزیع یکنواخت، سخت است.

- **پارچه‌ای (پلی تیوب):** بسیار ارزان‌تر، توزیع هوا (از طریق سوراخ‌های مهندسی‌شده) عالی و یکنواخت است. اما نقطه ضعف آن «بهداشت» است؛ تمیز کردن داخل آن دشوار است و باید بین هر چرخه تعویض شود (که خود یک هزینه است).

۲۷. آیا باید هوای خروجی (Exhaust) را فیلتر کنم؟

بله، اگر به همسایگان خود و چرخه‌های بعدی خود اهمیت می‌دهید. هوای خروجی از سالن شما مملو از هاگ (هم قارچ و هم آلودگی‌ها) است. رها کردن این هوا در محیط، می‌تواند باعث آلودگی هوای ورودی (Intake) خودتان یا شکایت همسایگان شود. یک فیلتر ساده (MERV 8) در خروجی می‌تواند جلوی بخش عمده‌ای از هاگ‌ها را بگیرد.

۲۸. آیا می‌توانم از هوای «بازچرخانی (Recirculated)» در HVAC استفاده کنم؟

این یک شمشیر دولبه است.

- **مزیت:** بازچرخانی مثلاً ۷۰٪ هوا و مخلوط کردن آن با ۳۰٪ هوای تازه، مصرف انرژی (گرمایش/سرمایش) را به شدت کاهش می‌دهد.
- **ریسک:** اگر یک لکه تری‌کودرما در سالن داشته باشید، سیستم HVAC شما هاگ‌های آن را مکیده و به طور کامل در کل سالن پخش می‌کند و یک آلودگی نقطه‌ای را به یک همه‌گیری تبدیل می‌کند.
- **قانون:** فقط در صورتی از بازچرخانی استفاده کنید که ۱۰۰٪ از بهداشت سالن خود مطمئن هستید (مثلاً در فاز انکوباسیون تمیز).

۲۹. چرا طبقات بالای قفسه‌ها زودتر خشک می‌شوند؟

هوای گرم و خشک‌تر به سمت بالا حرکت می‌کند. همچنین، اگر کانال هوای تازه شما در سقف باشد، مستقیماً روی طبقات بالا می‌دمد.

- **راه‌حل:** نازل‌های مه‌پاش خود را طوری تنظیم کنید که تمرکز بیشتری بر طبقات بالا داشته باشند. یا، جریان هوای خروجی از کانال را طوری هدایت کنید که مستقیماً به قفسه‌ها برخورد نکند (مثلاً به سمت راهروها).

۳۰. بهترین راه برای اندازه‌گیری رطوبت «سطح بستر» (نه هوا) چیست؟

سنسورهای رطوبت هوا (RH) عالی هستند، اما چیزی که پین به آن نیاز دارد، «رطوبت سطحی» است.

- **راه‌حل:** سنسورهای «نقطه شبنم» (Dew Point) یا استفاده از «دوربین‌های حرارتی» (Thermal Cameras) (ابزار پیشرفته) می‌تواند نقاط خشک را نشان دهد.
- **راه‌حل عملی:** بهترین سنسور، «چشم» شماس است. سطح خاک پوششی یا بستر باید «بدرخشد» (Glisten) اما «خیس» (Wet) نباشد. باید شبیه میلیون‌ها الماس ریز زیر نور چراغ قوه باشد.

بخش ۴: آلودگی و مدیریت آفات (۳۱-۴۰)

۳۱. تفاوت اصلی مدیریت مگس Sciariid با مگس Phorid چیست؟

این دو، دشمنان متفاوتی هستند.

- **مگس Sciariid (مگس قارچ):** آهسته پرواز می‌کند، جذب نور زرد و بوی کمپوست می‌شود. لارو آن از میسلیم تغذیه می‌کند. **کنترل:** تله‌های چسبی زرد، بهداشت کف سالن (حذف ضایعات)، و استفاده از نماتدهای انگلی (*Steinernema feltiae*) در خاک پوششی.
- **مگس Phorid:** سریع و عصبی پرواز می‌کند (شبیه مگس میوه)، جذب نور زرد نمی‌شود. لارو آن می‌تواند به پین‌ها حمله کند و مهم‌تر از آن، ناقل اصلی بیماری (مانند تری کودرما) است. **کنترل:** بسیار دشوارتر. بهداشت مطلق، تله‌های نوری UV، و «پختن» کامل سالن بین دوره‌ها.

۳۲. آیا می‌توانم از «نمک» برای از بین بردن لکه‌های تری کودرما استفاده کنم؟

این یک «درمان خانگی» است که در مقیاس ۱۰۰ متر یک «فاجعه» است. ریختن نمک روی لکه سبز، آن را نمی‌کشد؛ بلکه باعث می‌شود شما آن نقطه را به حال خود رها کنید. آن لکه از زیر نمک به رشد خود ادامه داده و هاگ‌های خود را آزاد می‌کند. تنها راه‌حل: (طبق فصل ۸) توقف هوا، ایزوله کردن با دستمال خیس، و حذف فیزیکی کامل کیسه یا بلوک آلوده.

۳۳. در «لاگ‌بوک آلودگی» من، تری کودرما همیشه از قفسه‌های نزدیک درب ورودی شروع می‌شود. چرا؟

این یک مشکل «بیوسکیوریتی (Biosecurity)» است. درب ورودی، نقطه ضعف شماست.

۱. هاگ‌ها از طریق کفش یا لباس کارگران وارد می‌شوند.

۲. جریان هوای ورودی (Intake) شما ممکن است هوای آلوده بیرون را به داخل بکشد.

• **راه‌حل:** ایجاد یک «اتاق ورودی» (Anteroom) با فشار هوای مثبت. اجباری کردن تعویض کامل لباس و چکمه. نصب فیلتر HEPA روی ورودی هوای HVAC.

۳۴. آیا کارکنان من می‌توانند منبع آلودگی باشند؟

بله. دست‌های شسته نشده، لباس‌های کثیف، یا حتی فردی که در خانه خود کپک نان دارد، می‌تواند ناقل هاگ باشد. همچنین، باکتری‌های انسانی (مانند استافیلوکوک) می‌توانند روی قارچ‌ها ایجاد لکه کنند. آموزش بهداشت فردی به اندازه آموزش برداشت، اهمیت دارد.

۳۵. آیا «پختن (Cook-Out)» سالن در دمای ۷۰ درجه در پایان دوره واقعاً ضروری است؟

در مقیاس ۱۰۰ متر، بله. ۱۰۰٪ ضروری است. اگر سالن را فقط بشویید و تخلیه کنید، لارو مگس‌ها، هاگ‌های تری‌کودرما و باکتری‌ها در درزها و شکاف‌های قفسه‌ها و دیوارها زنده می‌مانند و منتظر چرخه بعدی شما (غذای تازه) می‌نشینند. پختن با بخار، تنها راهی است که تضمین می‌کند چرخه بعدی را از «صفر» شروع می‌کنید.

۳۶. آیا می‌توانم از قارچ‌کش‌ها (Fungicides) در سالن استفاده کنم؟

هرگز. به یاد داشته باشید: محصول شما خودش یک قارچ است. هر چیزی که کپک (یک قارچ) را بکشد، میسلیم شما را نیز می‌کشد یا به آن آسیب می‌زند و رشد را متوقف می‌کند. مدیریت آلودگی فقط از طریق «پیشگیری»، «بهداشت» و «حذف فیزیکی» انجام می‌شود.

۳۷. چرا در فلاش دوم و سوم، آلودگی ناگهان منفجر می‌شود؟

چون میسلیم «خسته» است. پس از تولید یک فلاش سنگین، سیستم ایمنی طبیعی میسلیم ضعیف می‌شود. همچنین، پایه‌های قارچ‌های برداشت شده (Stumps) و پین‌های سقط شده (Aborts) که روی بستر باقی مانده‌اند، غذای عالی و نقاط ورود مستقیم برای تری‌کودرما و مگس‌ها هستند. راه‌حل: «پاک‌سازی کامل» (Clean Picking) بین فلاش‌ها.

۳۸. آیا تله‌های نوری UV برای مگس‌ها کار می‌کنند؟

بله، اما بستگی به نوع مگس دارد.

- **مگس Sciariid (مگس قارچ):** تا حدی جذب می‌شود، اما تله‌های چسبی زرد مؤثرترند.
- **مگس Phorid:** بسیار مؤثر است. از آنجایی که به تله‌های زرد جذب نمی‌شوند، تله‌های نوری UV آبی، خط دفاعی اصلی شما در برابر آن‌ها هستند.



۳۹. بوی تند «آمونیاک» در اواسط دوره انکوباسیون از چیست؟

این یک فاجعه باکتریایی است. این یعنی پاستوریزاسیون شما شکست خورده و باکتری‌های خاصی (که اغلب در کمپوست دکمه‌ای رخ می‌دهد) فعال شده‌اند و در حال تولید آمونیاک هستند. آمونیاک برای میسلیم سمی و کشنده است.

- **اقدام:** آن بیج غیرقابل نجات است. باید فوراً حذف شود.

۴۰. آیا می‌توانم یک بچ «کمی آلوده» را نگه دارم به این امید که میسلیم با آن مبارزه کند؟

در مقیاس ۱۰۰ متر، این یک قمار پرهزینه است. میسلیم ممکن است بتواند بر یک لکه کوچک باکتری غلبه کند، اما هرگز نمی‌تواند تری کودرما را شکست دهد. تری کودرما سریع‌تر رشد می‌کند و سمی است. با حذف نکردن آن بچ «کمی آلوده»، شما در حال ریسک کردن روی ۹۹٪ باقی‌مانده سالن هستید. قانون: شک نکنید، حذف کنید.

بخش ۵: برداشت، لجستیک و اقتصاد (۵۰-۴۱)

۴۱. چگونه یک تیم برداشت (Picker Team) را برای فلاش اول ۳ تنی استخدام و مدیریت کنم؟

در این مقیاس، شما به یک تیم آموزش‌دیده نیاز دارید.

- **نحوه پرداخت:** پرداخت بر اساس «وزن» (Piece-Rate) (مثلاً به ازای هر کیلوگرم برداشت) بسیار کارآمدتر از پرداخت «ساعتی» (Hourly) است. این کار به تیم انگیزه می‌دهد که سریع و کارآمد کار کنند.
- **آموزش:** مهم‌ترین بخش، آموزش «برداشت تمیز» (Clean Picking) (تکنیک پیچاندن و جدا کردن) و «درجه‌بندی درجا» (Grading at the bed) است. هر کارگر باید بداند قارچ درجه ۱، ۲ و ضایعات چیست.

۴۲. با ۵۰۰ کیلوگرم قارچ درجه دو (کلاhek باز) که بازار اصلی (سوپرمارکت) نمی‌خرد، چه کنم؟

این محصول هنوز ارزشمند است. شما باید «بازارهای ثانویه» (Secondary Markets) «را از قبل پیدا کرده باشید»:

۱. **رستوران‌ها و کترینگ‌ها:** آن‌ها به ظاهر قارچ اهمیت نمی‌دهند، چون قرار است خرد شود.
۲. **کارخانجات فرآوری:** تولیدکنندگان سس، پیتزای منجمد، یا کنسرو.
۳. **خشک کردن:** سرمایه‌گذاری روی یک دستگاه خشک‌کن صنعتی کوچک می‌تواند قارچ درجه دو را به محصولی با ارزش افزوده و ماندگاری بالا تبدیل کند.

۴۳. بهترین راه برای حفظ «زنجیره سرد (Cold Chain)» برای ۳ تن قارچ چیست؟

قارچ ۹۰٪ آب است و پس از برداشت به سرعت تنفس کرده و کیفیت خود را از دست می‌دهد.

۱. **پیش‌سردکن (Pre-Cooler):** برداشت باید مستقیماً به یک اتاق «پیش‌سردکن» (دمای حدود

۵-۷ درجه) برود تا دمای آن به سرعت پایین بیاید.

۲. **سردخانه (Cold Storage):** پس از پیش‌سرد شدن، محصول باید به سردخانه اصلی (دمای

۲-۴ درجه سانتی‌گراد) منتقل شود.

۳. **حمل و نقل:** ارسال باید با کامیون یخچال‌دار انجام شود. هرگز قارچ گرم را مستقیماً در سردخانه ۲

درجه قرار ندهید (باعث تعریق و لکه باکتریایی می‌شود).



۴۴. چرا راندمان (BE) من در تابستان به شدت افت می‌کند؟

دو دلیل رایج:

۱. **مشکل HVAC:** سیستم سرمایشی شما (همانطور که در سوال ۲۵ گفته شد) توانایی مقابله با گرمای تابستان + گرمای متابولیک بستر را ندارد. شما نمی‌توانید «شوک دمایی» لازم برای پین‌دهی قوی را ایجاد کنید.

۲. **کیفیت بستر:** اگر از کاه استفاده می‌کنید، کاه جدید (تازه برداشت شده) ممکن است هنوز «خواب» (Dormant) باشد یا خواص متفاوتی نسبت به کاه کهنه داشته باشد و به خوبی آب جذب نکند.

۴۵. آیا آبیاری بین فلاش‌ها (برای قارچ دکمه‌ای) واقعاً ضروری است؟

بله، حیاتی است. فلاش اول، حجم عظیمی از آب را از خاک پوششی (Casing) خارج کرده است. اگر این آب را از طریق آبیاری سنگین (Flushing) جایگزین نکنید، خاک پوششی خشک شده و میسلیم سیگنال پین‌دهی برای فلاش دوم را صادر نخواهد کرد. فلاش دوم شما بسیار ضعیف یا اصلاً وجود نخواهد داشت.

۴۶. چقدر می‌توانم قارچ برداشت شده را در سردخانه نگه دارم؟

بستگی به گونه و کیفیت اولیه دارد.

- **دکمه‌ای (بسته):** ۵ تا ۷ روز در دمای ۲-۴ درجه.
- **صدفی:** ۳ تا ۵ روز. عمر انباری (Shelf Life) بسیار کوتاه‌تری دارد و به سرعت آب از دست می‌دهد.
- در مقیاس ۱۰۰ متر، شما نباید «انبار» کنید. شما باید بر اساس «سفارش» برداشت کنید. محصول باید ظرف ۲۴ ساعت پس از برداشت، فروخته و ارسال شود.

۴۷. آیا ارزش دارد برای فلاش سوم و چهارم صبر کنم؟

از نظر اقتصادی در مقیاس ۱۰۰ متر، تقریباً هرگز.

همانطور که در فصل ۶ گفته شد، فلاش اول و دوم ۸۵-۹۵٪ محصول شما هستند. فلاش سوم ضعیف، پر از آفات و مستعد آلودگی است. زمانی که شما صرف «پرستاری» از فلاش سوم می‌کنید، زمان طلایی‌ای است که می‌توانستید سالن را «بپزید» و چرخه بعدی (سودآور) را شروع کنید. زمان، گران‌ترین دارایی شماست.

۴۸. چگونه وزن دقیق بستر خشک را برای محاسبه راندمان بیولوژیکی (BE) به دست آورم؟

شما نمی‌توانید ۱۰۰۰ کیلو کاه را خشک کنید. شما باید «نمونه‌برداری (Sampling)» کنید.

۱. قبل از پاستوریزاسیون، یک نمونه دقیق ۱ کیلوپی (۱۰۰۰ گرم) از کاه خشک خرد شده بردارید (W1).

۲. آن را در فر یا خشک‌کن قرار دهید تا کاملاً خشک شود (وزن آن دیگر تغییر نکند) (W2).

۳. درصد رطوبت اولیه کاه را محاسبه کنید.

۴. این درصد را به کل وزن کاه خشکی که استفاده کرده‌اید، تعمیم دهید تا «وزن خشک اولیه کل» را به دست آورید.

۴۹. چرا قارچ‌های من در سبد، پس از انتقال به سردخانه «کبود (Bruised)» یا قهوه‌ای می‌شوند؟

این آسیب فیزیکی ناشی از برداشت خشن یا بسته‌بندی نادرست است. قارچ‌ها بسیار ظریف هستند. اگر کارگران برداشت، قارچ‌ها را در سبد «پرتاب» کنند یا سبدها بیش از حد عمیق باشند و وزن قارچ‌های بالایی، پایینی‌ها را له کند، این اتفاق می‌افتد. آموزش ملایمت در برداشت و استفاده از سبدهای کم‌عمق‌تر راه‌حل است.

۵۰. مهم‌ترین KPI (شاخص کلیدی عملکرد) که باید روزانه پایش کنم چیست؟

در مقیاس ۱۰۰ متر، این یک عدد واحد نیست، بلکه «سه داده حیاتی (The Daily Trio)» است:

۱. **CO₂ (ppm)**: (در فاز باردهی) این مستقیماً کیفیت و وزن محصول شما را تعیین می‌کند.

۲. **دمای مغز بستر (Core Temp)**: (در فاز انکوباسیون) این بقای میسلیوم شما را تعیین می‌کند.

۳. **درصد آلودگی (% Cull)**: (روزانه) تعداد کیسه‌هایی که امروز حذف کردید. اگر این عدد از صفر بیشتر شد، شما یک مشکل فعال دارید که باید ریشه‌یابی شود.

فصل ۱۲: ۵۰ اشتباه رایج در مورد کشت قارچ در سالن ۱۰۰ متری

در فصول گذشته، ما مسیر «موفقیت» در یک سالن ۱۰۰ متری را ترسیم کردیم: فرایندهای استاندارد، کنترل دقیق محیط، و برنامه‌ریزی لجستیک. در این فصل پایانی، ما نقشه «شکست» را بررسی می‌کنیم. اینها ۵۰ اشتباه رایج و اغلب فاجعه‌بار هستند که مزارع نیمه‌حرفه‌ای را به ورشکستگی می‌کشاند. هر یک از این اشتباهات، نتیجه نادیده گرفتن این واقعیت است که سالن ۱۰۰ متری یک «سرگرمی بزرگ» نیست، بلکه یک «عملیات صنعتی کوچک» است.

بخش ۱: اشتباهات برنامه‌ریزی، طراحی و سرمایه‌گذاری (۱-۱۰)

۱. **کوچک در نظر گرفتن HVAC (Under-sizing):** این اشتباه شماره یک است. استفاده از کولر گازی اسپلیت یا تجهیزات خانگی برای سالن ۱۰۰ متری. این تجهیزات توانایی خنک کردن بار گرمایی متابولیک ۱۸ تن کمپوست و مدیریت تبادل هوای تازه سنگین (CO₂) را به طور همزمان ندارند.

۲. **حذف اتاق ورودی (Anteroom):** طراحی سالن بدون یک منطقه حائل (اتاق ورودی) برای تعویض لباس، شستن دست‌ها و ایجاد فشار هوای مثبت. این کار به معنای باز کردن درب سالن مستقیماً به روی هاگ‌ها و آفات دنیای بیرون است.

۳. **عایق‌کاری ضعیف:** صرفه‌جویی در هزینه عایق‌کاری سقف و دیوارها. این کار منجر به تعریق (Condensation) روی دیوارها (ایجاد محل رشد آلودگی) و هزینه‌های سرسام‌آور انرژی برای حفظ دمای ۱۶ درجه در تابستان می‌شود.

۴. **نداشتن ژنراتور برق پشتیبان:** در مقیاس ۱۰۰ متر، قطع شدن برق به مدت ۴ ساعت در طول فاز انکوباسیون (که دمای مغز بستر به سرعت بالا می‌رود) یا در فاز پین‌دهی (که رطوبت قطع می‌شود) می‌تواند کل چرخه را نابود کند.

۵. **خرید رطوبت‌سازهای «سرگرمی»:** استفاده از چندین رطوبت‌ساز اولتراسونیک خانگی به جای یک سیستم مه‌پاش فشار بالا یا اولتراسونیک صنعتی. این دستگاه‌های کوچک نمی‌توانند رطوبت ۹۵٪ را در برابر تهویه سنگین (FAE) حفظ کنند.

۶. طراحی چیدمان «مرده»: چسباندن قفسه‌ها به دیوارهای پشتی و جانبی. این کار باعث ایجاد «نقاط مرده» بدون جریان هوا می‌شود که بهشت CO_2 بالا و آلودگی هستند.

۷. نداشتن بودجه کافی برای «چرخه دوم»: تمام سرمایه خود را صرف راه‌اندازی و چرخه اول کردن. درآمد چرخه اول ممکن است هفته‌ها طول بکشد تا نقد شود. شما باید سرمایه در گردش کافی برای خرید بستر و پرداخت حقوق چرخه دوم را قبل از شروع کار داشته باشید.

۸. نادیده گرفتن قوانین تخلیه آب و بو: تخلیه آب پاستوریزاسیون (که بسیار آلوده است) در محیط زیست یا ایجاد بوی کمپوست (در صورت استفاده از فاز ۲) که منجر به شکایت همسایگان و پلمپ شدن مزرعه می‌شود.

۹. انتخاب گونه «جذاب» به جای «تجاری»: تلاش برای پرورش گونه‌ای کمیاب که بازار مشخصی ندارد. سالن ۱۰۰ متری باید بر روی گونه‌های با تقاضای بالا (دکمه‌ای، صدفی، شاه‌صدف) متمرکز شود.

۱۰. یکی در نظر گرفتن «اتاق تلقیح» و «اتاق بستر»: مخلوط کردن کاه خشک و آلوده (منبع تری‌کودرما) در همان فضایی که قرار است تلقیح استریل انجام شود. این یک خودکشی بیولوژیکی است.



بخش ۲: اشتباهات بستر، تلقیح و انکوباسیون (۲۰-۱۱)

۱۱. تلاش برای تولید کمپوست فاز ۲ دکمه‌ای در محل: بدون داشتن دانش تخصصی، ماشین‌آلات سنگین (ترنر) و تونل‌های پاستوریزاسیون، این کار فقط منجر به تولید یک توده آمونیاکی و آلوده می‌شود.

۱۲. «چشمی» ریختن اسپان (بذر): تلاش برای صرفه‌جویی در وقت با تخمین زدن نرخ اسپان (Spawn Rate). این کار منجر به ناهمگونی شدید در رشد می‌شود؛ برخی کیسه‌ها با نرخ ۵٪ سریع رشد می‌کنند و برخی با نرخ ۲٪ به شدت عقب می‌مانند.

۱۳. خنک‌سازی آهسته بستر پاستوریزه: تلنبار کردن ۱ تن کاه داغ پاستوریزه روی هم و منتظر ماندن برای خنک شدن طبیعی. این کار بیش از ۶-۸ ساعت طول می‌کشد و باعث ترش شدن بستر (رشد باکتری بی‌هوازی) می‌شود.

۱۴. تلقیح در دمای اشتباه: عجله کردن و تلقیح بستر در زمانی که دمای آن هنوز ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. این دما اسپان (میسلیوم) را می‌کشد یا به آن شوک وارد می‌کند و آن را ضعیف می‌سازد.

۱۵. وزن‌های کیسه/بلوک ناهماهنگ: اجازه دادن به کارگران برای پر کردن کیسه‌ها با وزن‌های متفاوت (مثلاً ۸ کیلویی کنار ۱۲ کیلویی). این کار همزمان‌سازی کل سالن را غیرممکن می‌کند، زیرا بلوک‌های سنگین‌تر بسیار دیرتر سفید می‌شوند.

۱۶. فشرده‌سازی بیش از حد بستر کاه: کوبیدن کاه در کیسه‌ها با فشار زیاد. این کار تمام اکسیژن را خارج کرده و یک مرکز «بی‌هوازی» (Anaerobic) ایجاد می‌کند که میسلیوم در آن خفه شده و باکتری‌ها رشد می‌کنند.

۱۷. نادیده گرفتن بوی آمونیاک در کمپوست خریداری شده: تحویل گرفتن کمپوست فاز ۳ که بوی تند آمونیاک می‌دهد، به این امید که «در سالن برطرف می‌شود». این بو سمی است و میسلیوم هرگز در آن رشد نخواهد کرد. باید کل محموله را مرجوع کنید.

۱۸. استفاده از اسپان (بذر) کهنه: استفاده از اسپانی که تاریخ انقضای آن نزدیک است یا در یخچال به درستی نگهداری نشده، برای صرفه‌جویی. این اسپان ضعیف، مسابقه را به آلودگی‌ها می‌بازد.

۱۹. باز کردن درب سالن انکوباسیون برای «چک کردن»: کنجکاو و باز کردن مکرر درب سالن در فاز انکوباسیون. این کار CO₂ گرانبهایی را که میسلیموم برای رشد نیاز دارد، خارج کرده و دما و رطوبت را به هم می‌ریزد.

۲۰. استفاده از کاه کپک‌زده یا خیس: تلاش برای صرفه‌جویی با خرید کاه ارزان‌قیمت که زیر باران مانده و لکه‌های سیاه کپک دارد. پاستوریزاسیون استاندارد شما توانایی کشتن این حجم عظیم از هاگ‌های آلوده را ندارد.

بخش ۳: اشتباهات کنترل محیطی (HVAC) (۲۱-۳۰)

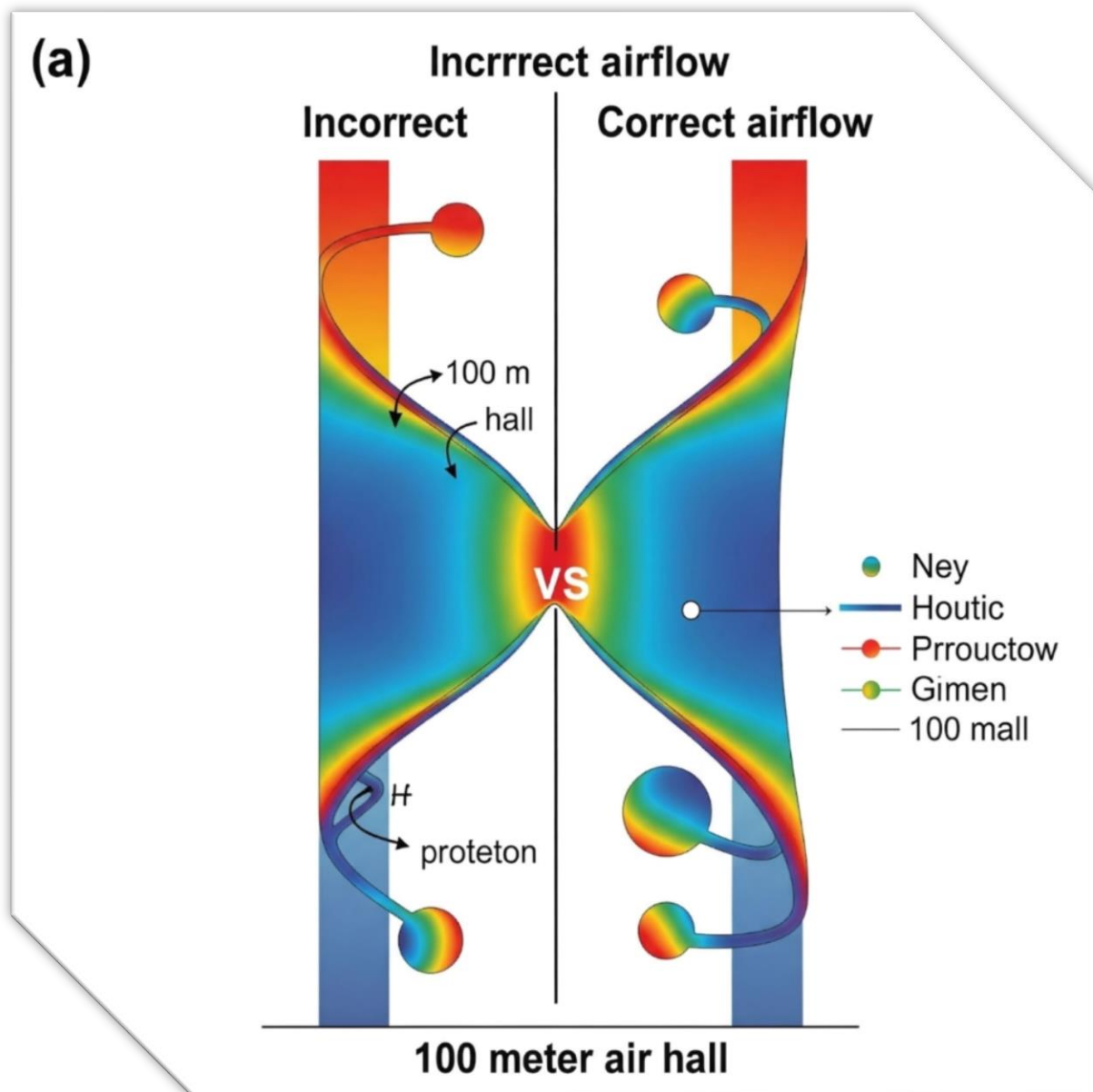
۲۱. اعتماد به یک سنسور دما/رطوبت: نصب فقط یک سنسور در کل سالن ۱۰۰ متری. دمای نزدیک درب با دمای انتهای سالن و دمای طبقه پایین با طبقه بالا، می‌تواند ۵ درجه اختلاف داشته باشد.

۲۲. نصب سنسور در محل اشتباه: قرار دادن سنسور CO₂ یا دما مستقیماً در مسیر جریان هوای تازه (FAE) یا جلوی مه‌پاش. این سنسور «داده غلط» می‌خواند و مدیریت کل سالن را بر اساس آن داده غلط، به هم می‌ریزد.

۲۳. نادیده گرفتن «گرمای متابولیک»: تنظیم دمای هوای سالن انکوباسیون روی ۲۴ درجه و فراموش کردن اینکه دمای «مغز» ۱۸ تن کمپوست در حال رشد، چندین درجه گرم‌تر است. این کار منجر به مرگ میسلیموم در مرکز بستر (بالای ۳۲ درجه) می‌شود.

۲۴. شوک زودهنگام (Early Shocking): اعمال شوک (هوای تازه و کاهش دما) قبل از اینکه بسترها ۱۰۰٪ سفید شوند (مثلاً در ۸۰٪). آن ۲۰٪ باقیمانده، به غذای آماده برای تری‌کودرما تبدیل می‌شود.

۲۵. توزیع هوای ضعیف (ایجاد نقاط مرده): داشتن ورودی هوای تازه قوی در یک سمت سالن و خروجی در سمت دیگر، بدون کانال‌کشی (Ducting) مناسب. این کار باعث می‌شود قارچ‌های نزدیک ورودی هوا عالی و قارچ‌های انتهای سالن (جیب CO₂) ساقه‌بلند و دفرمه شوند.



۲۶. مه پاشی مستقیم روی پین‌ها: تلاش برای جبران رطوبت پایین با اسپری کردن آب به طور مستقیم روی پین‌های تازه تشکیل شده. این کار باعث ایجاد «لکه باکتریایی» (Bacterial Blotch) شده و کل فلاش را لکه‌دار و غیرقابل فروش می‌کند.

۲۷. تزریق هوای تازه بدون رطوبت‌سازی همزمان: باز کردن FAE برای کاهش CO_2 ، اما فراموش کردن اینکه این هوای تازه (مخصوصاً در زمستان) خشک است. این کار در عرض چند ساعت پین‌ها را می‌کشد.

۲۸. **نادیده گرفتن کالیبراسیون سنسورها:** اعتماد کورکورانه به سنسور CO₂ یا رطوبتی که ۲ سال است کالیبره نشده. ممکن است سنسور عدد ۱۰۰۰ ppm را نشان دهد در حالی که CO₂ واقعی ۲۰۰۰ ppm است و کیفیت محصول در حال نابودی است.

۲۹. **تلاش برای «گرم کردن» سالن در فاز باردهی:** ترسیدن از دمای ۱۶-۱۷ درجه و افزایش آن به ۲۰ درجه برای «رشد سریعتر». این کار باعث می شود قارچ ها نرم، آبکی و با عمر انباری بسیار کوتاه رشد کنند.

۳۰. **عدم درک «نقطه شبنم»:** گرم کردن دیوارها یا سقف بدون عایق کاری مناسب، که منجر به تعریق (چگالش) می شود. چکه کردن آب از سقف روی بسترها، فاجعه بهداشتی ایجاد می کند.

بخش ۴: اشتباهات آلودگی و بهداشت (۴۰-۳۱)

۳۱. **«صبر کردن» برای دیدن اینکه لکه آلودگی چه می شود:** مشاهده یک لکه کوچک سبز (تری کودرما) و امید داشتن به اینکه «میسلیوم آن را شکست می دهد». این کشنده ترین اشتباه در مدیریت قارچ است. آن لکه تا فردا، میلیاردها هاگ آزاد خواهد کرد.

۳۲. **خاموش نکردن فن ها قبل از حذف آلودگی:** مشاهده یک کیسه آلوده و برداشتن سریع آن در حالی که HVAC و فن های داخلی با تمام قدرت کار می کنند. این کار مانند منفجر کردن یک بمب هاگ در کل سالن است.

۳۳. **ریختن الکل روی تری کودرما:** اسپری کردن الکل روی لکه سبز. الکل تری کودرما را نمی کشد، اما باعث می شود هاگ های خشک آن به هوا پرتاب شوند و پخش گردند. (راه حل صحیح: پوشاندن با دستمال خیس و سپس حذف).

۳۴. **اجازه ورود «بازدیدکننده»:** اجازه دادن به دوستان، خانواده یا مشتریان برای ورود به سالن ۱۰۰ متری با کفش های بیرون. هر بازدیدکننده یک ناقل بالقوه هاگ های رقیب است.

۳۵. **اولویت ندادن به «پختن» سالن (Cook-Out):** پس از پایان دوره، عجله کردن برای تخلیه بسترها و شستشوی ساده سالن. این کار لارو مگس‌ها و هاگ‌های مقاوم را در درزها زنده نگه می‌دارد و چرخه بعدی را از همان ابتدا آلوده می‌کند.

۳۶. **نادیده گرفتن اولین مگس:** دیدن یک یا دو مگس قارچ (Gnat) و نادیده گرفتن آن. هر مگس ماده می‌تواند صدها تخم بگذارد. یک مگس به معنای یک فاجعه در فلاش دوم است.

۳۷. **برداشت «کثیف»:** اجازه دادن به کارگران برای باقی گذاشتن پایه‌های قارچ (Stumps) و پین‌های سقط شده (Aborts) روی بستر. این مواد در حال پوسیدن، غذای اصلی و محل تخم‌ریزی مگس‌ها و تری‌کودرمای فلاش دوم هستند.



۳۸. **استفاده از یک سطل زباله مشترک:** کارگران برداشت، قارچ‌های آلوده به لکه باکتریایی را در همان سبد قارچ‌های سالم درجه دو می‌ریزند. این کار باعث آلودگی متقاطع در اتاق بسته‌بندی می‌شود.

۳۹. **عدم تعویض دستکش پس از لمس آلودگی:** کارگری که یک بلوک آلوده را (برای حذف) لمس می‌کند و سپس با همان دستکش به کار در بخش سالم ادامه می‌دهد.

۴۰. **انبار کردن ضایعات آلوده در نزدیکی ورودی هوا:** ریختن بسترهای آلوده و حذف شده در پشت سالن، درست کنار ورودی هوای تازه (Intake) سیستم HVAC.

بخش ۵: اشتباهات برداشت، لجستیک و اقتصاد (۵۰-۴۱)

۴۱. **نداشتن نیروی کار کافی برای فلاش اول:** برنامه‌ریزی نکردن برای نیروی کار. رسیدن فلاش اول (مثلاً ۳ تن) و نداشتن تیم برداشت کافی. نتیجه: برداشت دیر هنگام، باز شدن کلاhekها و سقوط ارزش محصول از «درجه یک» به «درجه دو».

۴۲. **نداشتن «زنجیره سرد» (Cold Chain):** برداشت قارچ‌ها در سبدهای پلاستیکی و رها کردن آنها در دمای اتاق به مدت چند ساعت. قارچ به سرعت آب از دست داده، زرد شده و عمر انباری خود را از دست می‌دهد. محصول باید بلافاصله پیش‌سرد شود.

۴۳. **برداشت با کشیدن (Pulling) به جای چرخاندن (Twisting):** آموزش ندادن به کارگران. کشیدن مستقیم قارچ دکمه‌ای به بالا، توده‌ای از خاک پوششی را بیرون می‌کشد، چاله ایجاد می‌کند و به پین‌های اطراف آسیب می‌زند.

۴۴. **تلاش برای نگهداری سالن برای فلاش چهارم:** طمع کردن برای برداشت چند کیلوگرم قارچ اضافی در فلاش چهارم. این کار از نظر اقتصادی در مقیاس ۱۰۰ متر فاجعه است. هزینه برق و استهلاک یک هفته سالن، بسیار بیشتر از ارزش آن چند کیلو قارچ است.

۴۵. **نداشتن بازار ثانویه:** تمرکز فقط بر سوپرمارکت‌ها (برای قارچ درجه یک) و نداشتن هیچ برنامه‌ای برای فروش قارچ‌های درجه دو (کلاhek باز). این قارچ‌ها در صورت نداشتن بازار، مستقیماً به ضایعات تبدیل می‌شوند.

۴۶. **ثبت نکردن داده‌ها (No Record Keeping):** مدیریت سالن به صورت «حسی». ثبت نکردن وزن دقیق هر بیج، درصد آلودگی، یا تنظیمات دمایی. این کار تضمین می‌کند که شما اشتباهات این چرخه را در چرخه بعدی دقیقاً تکرار خواهید کرد.

۴۷. **درجه‌بندی نکردن در زمان برداشت:** ریختن تمام قارچ‌ها (بزرگ، کوچک، باز، بسته) در یک سبد بزرگ و سپس صرف زمان و هزینه مضاعف در اتاق بسته‌بندی برای جداسازی آن‌ها.

۴۸. **آبیاری نکردن بین فلاش‌ها (قارچ دکمه‌ای):** فراموش کردن آبیاری سنگین خاک پوششی پس از فلاش اول. این کار منجر به خشک شدن خاک و شکست کامل فلاش دوم می‌شود.

۴۹. **استفاده از سبدهای برداشت بسیار عمیق:** انباشتن قارچ‌های ظریف روی هم در سبدهای عمیق. وزن قارچ‌های بالایی، قارچ‌های پایینی را کبود و له می‌کند.

۵۰. **تغییر مداوم «سویه» (Strain):** عوض کردن مداوم سویه یا گونه قارچ در هر چرخه، بدون تسلط کامل بر هیچ کدام. مدیریت ۱۰۰ متری نیازمند «تکرارپذیری» و «تسلط» بر یک سویه خاص است، نه «آزمایش» مداوم.

پایان کتاب