

شناسایی نیازهای آموزشی کلیدی برای بهبود بهره‌وری تولید قارچ دکمه‌ای

علیرضا عباداللهی نطنزی^{۱*} و امیر افضل‌ی گروه^۲

۱- دانشیار آموزشی، گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی امام خمینی^(ره)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- کارشناس پژوهشی، مرکز آموزش عالی امام خمینی^(ره)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* نویسنده مسئول: a.ebadollahi@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۵

چکیده

با توجه به گسترش صنعت تولید قارچ خوراکی و پیچیده‌تر شدن فرآیندهای تولید، شناسایی نیازهای آموزشی تولیدکنندگان به عنوان یکی از پیشنهادها برای ارتقای بهره‌وری و پایداری این صنعت اهمیت فزاینده‌ای یافته است. این پژوهش با رویکرد کیفی و با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی انجام گرفت. مشارکت کنندگان شامل ۲۸ نفر از تولیدکنندگان قارچ خوراکی، تولیدکنندگان کمپوست و کارشناسان فنی فعال در صنعت قارچ بودند که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته گردآوری و با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد که نیازهای آموزشی مشارکت کنندگان در هفت مضمون اصلی شامل: کنترل شرایط محیطی و مدیریت دما، رطوبت و تهویه، ارزیابی و مدیریت کیفیت کمپوست، بیماری‌شناسی و کنترل آلودگی‌های قارچی، مدیریت بهداشت و ایمنی زیستی واحدهای تولیدی، مدیریت تلفیقی بیماری‌ها، کاربرد روش‌های آزمایشگاهی، بیوتکنولوژیک و مولکولی در کنترل کیفیت و تشخیص بیماری‌ها و استفاده از فناوری‌ها و ابزارهای نوین طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد که تولیدکنندگان مورد مطالعه، کمبود دانش کاربردی در زمینه مدیریت هم‌زمان عوامل محیطی، تشخیص کیفیت کمپوست، شناسایی زودهنگام بیماری‌ها به‌ویژه تریکودرما و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین را از مهم‌ترین چالش‌ها در زمینه تولید قارچ خوراکی می‌دانند. بر اساس یافته‌های پژوهش، طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی مبتنی بر نیازهای واقعی تولیدکنندگان، با تأکید بر آموزش‌های کاربردی، فناوری‌های نوین، روش‌های تشخیصی و مدیریت تلفیقی بیماری‌ها، می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای دانش فنی، افزایش بهره‌وری، کاهش خسارت‌های ناشی از آلودگی و بهبود پایداری تولید قارچ خوراکی دکمه‌ای داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: قارچ خوراکی دکمه‌ای، نیازسنجی آموزشی، کمپوست، فاکتورهای بهداشتی، آموزش، افزایش تولید

مقدمه

قارچ خوراکی دکمه‌ای^۱ یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی و پرورش‌یافته در جهان محسوب می‌شود و سهم قابل توجهی از تولید جهانی قارچ‌های خوراکی را به خود اختصاص داده است. ارزش غذایی بالا، دوره کوتاه تولید، بهره‌وری مناسب از فضای تولید و نقش آن در امنیت غذایی موجب شده است تا پرورش قارچ دکمه‌ای به یکی از فعالیت‌های مهم کشاورزی و صنایع غذایی در بسیاری از کشورها تبدیل شود (Prasad & Singh, 2020). در ایران نیز صنعت تولید قارچ خوراکی طی دهه‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته و به یکی از بخش‌های مهم تولیدات کشاورزی تبدیل شده است (Nostratabadi et al., 2020).

با وجود توسعه کمی این صنعت، تولید قارچ خوراکی همچنان با چالش‌های متعددی روبه‌روست. موفقیت در تولید این محصول به مجموعه‌ای از عوامل فنی، زیستی و مدیریتی وابسته است که هرگونه اختلال در آنها می‌تواند موجب کاهش عملکرد، افت کیفیت محصول و افزایش خسارت‌های اقتصادی شود. در میان این عوامل، مدیریت شرایط محیطی شامل دما، رطوبت نسبی، تهویه و غلظت دی‌اکسید کربن از مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر رشد میسلیم، تشکیل اندام بارده و کیفیت نهایی محصول شناخته می‌شود (Prasad & Singh, 2020; Bahl, 2018). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نوسانات دمایی در مراحل مختلف رشد قارچ می‌تواند علاوه بر کاهش عملکرد، زمینه را برای گسترش عوامل بیماری‌زای فرصت‌طلب فراهم کند (Qian et al., 2025).

در کنار شرایط محیطی، کیفیت کمپوست نیز یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در تولید قارچ دکمه‌ای به شمار می‌رود. کمپوست به‌عنوان

بستر اصلی رشد قارچ، باید دارای ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی مناسب باشد. نسبت کربن به نیتروژن، اسیدیته، رطوبت و فعالیت میکروبی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت کمپوست هستند (Contò et al., 2019). مطالعات تای^۲ و همکاران (۲۰۲۲) و چاین^۳ و همکاران (۲۰۲۵) نشان داده‌اند که تغییرات در ترکیب شیمیایی و میکروبی کمپوست می‌تواند به طور مستقیم بر رشد میسلیم، عملکرد محصول و کیفیت قارچ تولیدی تأثیر بگذارد. همچنین مانیکاندان^۴ و همکاران (۲۰۲۱) بر ضرورت استفاده از ابزارهای محاسباتی و سامانه‌های تصمیم‌یار برای مدیریت ترکیبات کمپوست و بهبود کیفیت آن تأکید کرده‌اند.

یکی دیگر از چالش‌های اساسی صنعت قارچ خوراکی، بیماری‌ها و آلودگی‌های قارچی است. در میان عوامل بیماری‌زا، کپک سبز ناشی از گونه‌های *Trichoderma* یکی از مهم‌ترین تهدیدهای تولید قارچ دکمه‌ای در سطح جهان محسوب می‌شود. گارسکی^۵ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که آلودگی به تریکودرما می‌تواند موجب کاهش شدید عملکرد و کیفیت محصول شود. همچنین الطاف^۶ و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که مدیریت موفق این بیماری نیازمند بهره‌گیری از راهبردهای تلفیقی شامل روش‌های شیمیایی، بیولوژیکی و مدیریتی است. در ایران نیز مطالعات انجام‌شده توسط رضایی‌دانش و محمدی گل‌تپه (۱۳۸۵) و داوری و همکاران (۱۳۹۷) نشان داده است که آلودگی‌های قارچی به‌ویژه تریکودرما و بیماری حباب خشک از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا در واحدهای تولید قارچ خوراکی هستند.

1- *Agaricus bisporus*

2- Thai

3- Qian

4- Manikandan

5- Górski

6- Altaf

انتظار می‌رود نتایج این پژوهش بتواند مبنایی برای طراحی برنامه‌های آموزشی و ترویجی متناسب با نیازهای واقعی فعالان این صنعت فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر رویکرد، یک مطالعه کیفی است که با هدف شناسایی نیازهای آموزشی مرتبط با عوامل مؤثر بر افزایش تولید قارچ خوراکی دکمه‌ای و کاهش مشکلات تولیدکنندگان انجام شده است. روش پژوهش، از نوع تحلیل محتوای کیفی بود که امکان استخراج مفاهیم، مقوله‌ها و نیازهای آموزشی را از دیدگاه‌های مشارکت‌کنندگان فراهم می‌کند. جامعه آماری این پژوهش شامل کارشناسان فنی و افراد با تجربه عملی در صنعت پرورش قارچ خوراکی از سه منطقه مختلف تولید قارچ دکمه‌ای در ایران بود. مشارکت‌کنندگان با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند^۱ و به صورت گلوله برفی انتخاب شدند؛ به گونه‌ای که افرادی مورد مطالعه قرار گرفتند که دارای دانش، تجربه و آگاهی کافی در زمینه فرایندهای تولید قارچ خوراکی و چالش‌های موجود در این صنعت بودند. فرایند نمونه‌گیری تا زمان دستیابی به اشباع نظری داده‌ها ادامه یافت؛ به این معنا که پس از انجام مصاحبه‌ها، اطلاعات جدیدی به مقوله‌های استخراج‌شده افزوده نمی‌شد. در مجموع تعداد ۲۸ نفر مورد مصاحبه قرار گرفتند داده‌های پژوهش از طریق مصاحبه عمیق به شیوه گفتگوی دوطرفه^۲ جمع‌آوری شد. برای این منظور، راهنمای مصاحبه بر اساس اهداف پژوهش و مرور منابع علمی مرتبط طراحی گردید. سؤالات مصاحبه پیرامون چالش‌های فنی و مدیریتی در مراحل مختلف فازبندی تولید اعم از؛ تخمیر کمپوست، فرمولاسیون کمپوست،

در سال‌های اخیر، توسعه فناوری‌های نوین و روش‌های مولکولی، افق‌های جدیدی را در مدیریت تولید قارچ خوراکی ایجاد کرده است. پژوهش‌های زوریک^۱ و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که روش‌های مولکولی می‌توانند امکان تشخیص سریع و دقیق عوامل بیماری‌زا را فراهم کنند و نقش مهمی در پیشگیری از خسارت‌های ناشی از آلودگی داشته باشند. از سوی دیگر، استفاده از سامانه‌های هوشمند پایش محیطی، نرم‌افزارهای تخصصی مدیریت تولید و فناوری‌های مبتنی بر داده به عنوان رویکردهای نوین در صنعت قارچ مورد توجه قرار گرفته است (Nostratabadi et al., 2020). با وجود مطالعات متعدد درباره جنبه‌های فنی، مدیریتی و بیماری‌شناختی تولید قارچ خوراکی، اغلب پژوهش‌های انجام‌شده بر اندازه‌گیری شاخص‌های کمی، ارزیابی عملکرد یا بررسی عوامل فنی تولید متمرکز بوده‌اند. در حالی که موفقیت در مدیریت واحدهای تولیدی تنها به فناوری و تجهیزات وابسته نیست، بلکه به دانش، تجربه و درک تولیدکنندگان از مسائل تولید نیز بستگی دارد. بنابراین، چگونگی شناخت چالش‌های تولید و نیازهای آموزشی آنان می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت برنامه‌های آموزشی و ترویجی داشته باشد.

بررسی ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که تاکنون پژوهش‌اندکی به واکاوی تجربه زیسته تولیدکنندگان قارچ خوراکی و درک عمیق نیازهای آموزشی آنان پرداخته است. بیشتر مطالعات موجود به شناسایی عوامل فنی تولید محدود شده‌اند و کمتر تلاش کرده‌اند تا نیازهای آموزشی را از منظر تولیدکنندگان و براساس تجربیات واقعی آنان تبیین کنند. از این رو، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد پدیدارشناسی، درصدد است تجربه زیسته تولیدکنندگان قارچ خوراکی دکمه‌ای را در زمینه نیازهای آموزشی مورد نیاز برای مدیریت فرایند تولید، کنترل بیماری‌ها، ارتقای کیفیت کمپوست و استفاده از فناوری‌های نوین شناسایی و تبیین کنند.

1- Zorić

2- Purposive Sampling

3- open-ended questions

بیشترین انطباق را با دیدگاه‌های مشارکت‌کنندگان داشته باشند.

نتایج

هدف این پژوهش، تبیین و درک تجربه زیسته تولیدکنندگان قارچ خوراکی دکمه‌ای از نیازهای آموزشی مرتبط با فرایند تولید بود. تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه با مشارکت‌کنندگان نشان داد که آنان در طول فعالیت حرفه‌ای خود با چالش‌های متعددی در زمینه مدیریت شرایط محیطی، کیفیت کمپوست، کنترل بیماری‌ها و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مواجه هستند. این چالش‌ها در قالب نیازهای آموزشی متنوعی نمود یافته‌اند که بر کیفیت و کمیت تولید تأثیر مستقیم دارند.

در ابتدا گزاره‌های معنادار مرتبط با تجربه مشارکت‌کنندگان استخراج و سپس کدگذاری شدند. در ادامه، کدهای مشابه در قالب مفاهیم مشترک سازمان‌دهی و در نهایت هفت مضمون اصلی از دل تجربه‌های مشترک تولیدکنندگان قارچ خوراکی استخراج شد. این مضامین بیانگر مهم‌ترین حوزه‌هایی هستند که مشارکت‌کنندگان برای ارتقای دانش، مهارت و توانمندی حرفه‌ای خود به آموزش نیاز دارند.

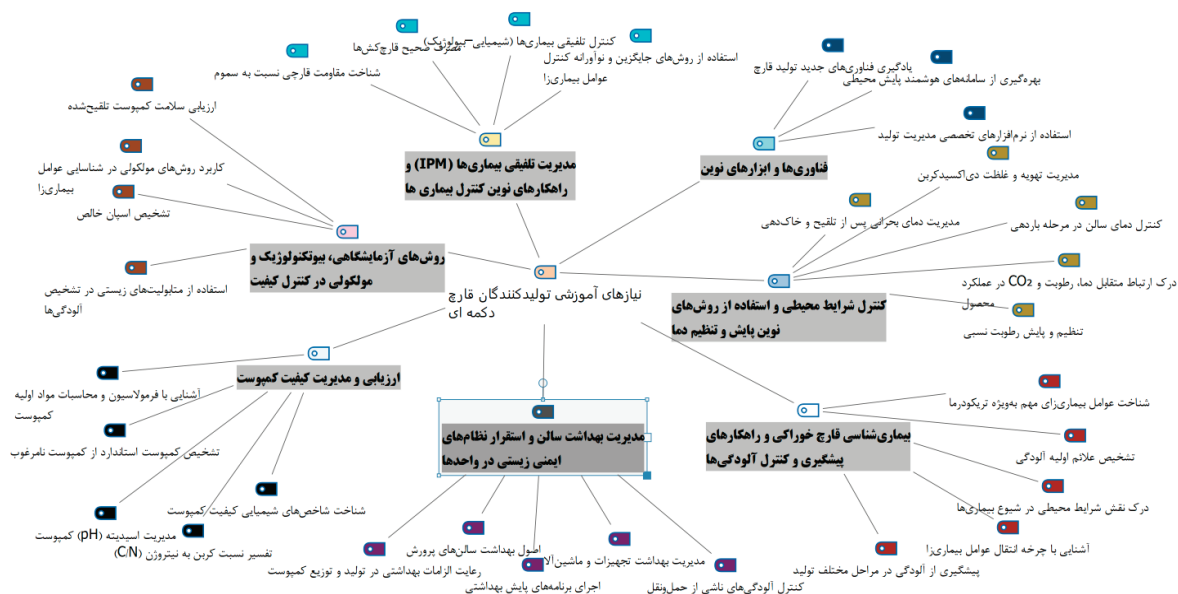
مضامین اصلی استخراج‌شده شامل: مدیریت شرایط اقلیمی و محیطی سالن پرورش، ارزیابی و مدیریت کیفیت کمپوست، کنترل آلودگی‌ها و بیماری‌های قارچی، مدیریت بهداشت و ایمنی زیستی واحدهای تولید، بهره‌گیری از روش‌های نوین کنترل بیماری‌ها، کاربرد روش‌های آزمایشگاهی و مولکولی در تشخیص و کنترل کیفیت و استفاده از فناوری‌ها و ابزارهای نوین بود. هر یک از این مضامین، ابعاد مختلفی از تجربه زیسته تولیدکنندگان را بازتاب می‌دهند و در قالب زیرمضامین مرتبط در جدول ۱ تشریح شده‌اند.

فازبندی کمپوست، تولید اسپان - بذرقارچ، روش‌های تولید، فاکتورهای دما، رطوبت، ضد عفونی خاک، بیماری‌ها و چگونگی مرتفع شدن آن تدوین شد. مصاحبه‌ها به صورت فردی و حضوری ضبط و سپس به صورت کامل پیاده‌سازی شد. داده‌های مصاحبه‌ها از طریق الگوی شش مرحله‌ای براون و کلارک (۲۰۰۶) تجزیه و تحلیل شدند. مرحله اول به آشنایی پژوهشگر با داده‌های جمع‌آوری شده اختصاص داشت. پس از نوشتن مصاحبه‌ها، چندین مرتبه مصاحبه‌ها بازخوانی شدند. در مرحله دوم کدگذاری اولیه انجام شد؛ به طوری که هر کد شامل یک یا چند کلمه، عبارت، جمله یا پاراگراف می‌باشد. در این مرحله ۳۲ کد اولیه به دست آمد. مرحله سوم جستجوی مضمون و مرحله چهارم بازبینی مضامین بود تا با مرور مضامین و بررسی رابطه آنها، نقشه شماتیک آنها ترسیم می‌شود. در مرحله پنجم پس از بازبینی و رفت و برگشت میان مضامین و به دست آوردن تصویر رضایت بخش از مضامین، به نام‌گذاری مضامین پرداخته شد. در مرحله آخر گزارش نویسی صورت گرفته که نتایج آن در بخش یافته‌ها ارائه شده است.

برای مدیریت، سازماندهی و تحلیل نظام‌مند داده‌های کیفی از نرم‌افزار MAXQDA استفاده شد. این نرم‌افزار امکان کدگذاری، دسته‌بندی مفاهیم، استخراج شبکه ارتباطی میان کدها و افزایش دقت در فرایند تحلیل داده‌ها را فراهم کرد. به منظور افزایش اعتبار (Credibility) یافته‌ها، از روش بازبینی مشارکت‌کنندگان (Member Check-ing) و مرور همتایان (Peer Debriefing) استفاده شد. همچنین برای اطمینان از قابلیت اعتماد (Dependability)، تمامی مراحل جمع‌آوری، کدگذاری و تحلیل داده‌ها به صورت مستند ثبت و نگهداری شد. افزون بر این، پژوهشگر با صرف زمان کافی در فرایند جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و مقایسه مستمر کدها و مقوله‌ها، تلاش کرد تا تفسیرها

جدول ۱: مضامین اصلی و فرعی حاصل از واکاوی مصاحبه با تولیدکنندگان قارچ دکمه‌ای

مضمون اصلی	مضمون فرعی	فراوانی
کنترل شرایط محیطی و استفاده از روش‌های نوین پایش و تنظیم دما، رطوبت و تهویه	تنظیم دمای کمپوست در مراحل مختلف تولید	۲۷
	مدیریت دمای بحرانی پس از تلقیح و خاک‌دهی	۲۰
	کنترل دمای سالن در مرحله باردهی	۲۵
	تنظیم و پایش رطوبت نسبی	۲۸
	مدیریت تهویه و غلظت دی‌اکسید کربن	۱۹
	درک ارتباط متقابل دما، رطوبت و CO ₂ در عملکرد محصول	۱۸
ارزیابی و مدیریت کیفیت کمپوست	شناخت شاخص‌های شیمیایی کیفیت کمپوست	۲۰
	تفسیر نسبت کربن به نیتروژن (C/N)	۱۹
	مدیریت اسیدیته (pH) کمپوست	۱۸
	تشخیص کمپوست استاندارد از کمپوست نامرغوب	۲۱
بیماری‌شناسی قارچ خوراکی و راهکارهای پیشگیری و کنترل آلودگی‌ها	آشنایی با فرمولاسیون و محاسبات مواد اولیه کمپوست	۲۰
	شناخت عوامل بیماری‌زای مهم به‌ویژه تریکودرما	۲۵
	تشخیص علائم اولیه آلودگی	۲۳
	درک نقش شرایط محیطی در شیوع بیماری‌ها	۱۶
	آشنایی با چرخه انتقال عوامل بیماری‌زا	۱۵
مدیریت بهداشت سالن و استقرار نظام‌های ایمنی زیستی در واحدهای تولید قارچ	پیشگیری از آلودگی در مراحل مختلف تولید	۲۲
	اصول بهداشت سالن‌های پرورش	۱۹
	مدیریت بهداشت تجهیزات و ماشین‌آلات	۱۶
	کنترل آلودگی‌های ناشی از حمل و نقل	۱۴
	رعایت الزامات بهداشتی در تولید و توزیع کمپوست	۱۵
مدیریت تلفیقی بیماری‌ها ^۱ (IPM) و راهکارهای نوین کنترل عوامل بیماری‌زا	اجرای برنامه‌های پایش بهداشتی	۲۰
	مصرف صحیح قارچ‌کش‌ها	۱۷
	شناخت مقاومت قارچی نسبت به سموم	۱۵
	کنترل تلفیقی بیماری‌ها (شیمیایی-بیولوژیک)	۱۳
روش‌های آزمایشگاهی، بیوتکنولوژیک و مولکولی در کنترل کیفیت و تشخیص بیماری‌ها	استفاده از روش‌های جایگزین و نوآورانه کنترل عوامل بیماری‌زا	۲۱
	تشخیص اسپان خالص	۲۴
	ارزیابی سلامت کمپوست تلقیح شده	۱۶
	کاربرد روش‌های مولکولی در شناسایی عوامل بیماری‌زا	۸
فناوری‌ها و ابزارهای نوین	استفاده از متابولیت‌های زیستی در تشخیص آلودگی‌ها	۷
	استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مدیریت تولید	۱۰
	بهره‌گیری از سامانه‌های هوشمند پایش محیطی	۱۴
	یادگیری فناوری‌های جدید تولید قارچ	۶



شکل ۱: خروجی نرم افزار مکس کیودا از مضامین اصلی و فرعی نیازهای آموزشی تولید کنندگان قارچ دکمه ای

می‌شود."

مضمون دوم: ارزیابی و مدیریت کیفیت کمپوست
کیفیت کمپوست در تجربه مشارکت کنندگان به عنوان زیربنای موفقیت تولید شناخته شد. آنان بیان کردند که بسیاری از مشکلات تولیدی ناشی از ناآگاهی نسبت به شاخص‌های شیمیایی کمپوست از جمله نسبت کربن به نیتروژن و اسیدیته است. همچنین تولید کنندگان بر ضرورت توانایی تشخیص کمپوست استاندارد تأکید داشتند.

یکی از مشارکت کنندگان اظهار داشت:

"گاهی کمپوست را خریداری می‌کنیم اما بعد از مدتی متوجه می‌شویم که کیفیت لازم را نداشته است. اگر بتوانیم شاخص‌های اصلی کمپوست را خودمان ارزیابی کنیم، بسیاری از مشکلات کمتر می‌شود." یکی دیگر از مشارکت کنندگان بیان کرد:

"بیشتر اختلاف‌هایی که بین پرورش‌دهنده و تولیدکننده کمپوست ایجاد می‌شود به خاطر ندانستن وضعیت واقعی نسبت کربن به نیتروژن و اسیدیته کمپوست است."

مضمون اول: کنترل شرایط محیطی و استفاده از

روش‌های نوین بایستی و تنظیم دما، رطوبت و تهویه

تولید کنندگان قارچ دکمه‌ای تجربه خود را از مدیریت شرایط محیطی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت یا شکست در تولید بیان کردند. آنان معتقد بودند که کوچک‌ترین تغییر در دما، رطوبت و تهویه می‌تواند عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار دهد و زمینه را برای بروز آلودگی‌ها فراهم کند. از نظر مشارکت کنندگان، فقدان دانش کاربردی درباره تنظیم همزمان این عوامل، یکی از مهم‌ترین موانع تولید پایدار است.

یکی از مشارکت کنندگان بیان کرد:

"بیشتر خسارت‌هایی که ما می‌بینیم از دمای نامناسب سالن شروع می‌شود. وقتی دمای کمپوست بالا می‌رود، هم رشد قارچ کند می‌شود و هم آلودگی‌ها سریع‌تر ظاهر می‌شوند."

مشارکت کننده دیگری اظهار داشت:

"خیلی از تولیدکننده‌ها می‌دانند دما مهم است، اما نمی‌دانند چطور دما، رطوبت و تهویه را همزمان مدیریت کنند. همین موضوع باعث افت تولید

مضمون سوم: بیماری‌شناسی قارچ خوراکی و

راهکارهای پیشگیری و کنترل آلودگی‌ها

یافته‌ها نشان داد که ترس از آلودگی و بیماری‌های قارچی بخش مهمی از تجربه زیسته تولیدکنندگان را تشکیل می‌دهد. در میان بیماری‌ها، تریکودرما بیشترین نگرانی را برای مشارکت‌کنندگان ایجاد کرده بود.

یکی از مشارکت‌کنندگان گفت:

"وقتی تریکودرما وارد سالن شود، کنترل آن بسیار سخت می‌شود و ممکن است بخش زیادی از محصول از بین برود".

مشارکت‌کننده دیگری اظهار داشت:

"بعضی وقت‌ها علائم اولیه آلودگی را نمی‌شناسیم و زمانی متوجه بیماری می‌شویم که خسارت وارد شده است".

مضمون چهارم: مدیریت بهداشت سالن و استقرار

نظام‌های ایمنی زیستی در واحدهای تولید قارچ

مشارکت‌کنندگان بهداشت سالن را نخستین خط دفاعی در برابر بیماری‌ها می‌دانستند. آنان بر رعایت اصول بهداشتی در تمامی مراحل تولید، از ورود کمپوست تا برداشت محصول، تأکید داشتند.

یکی از مشارکت‌کنندگان بیان کرد:

"اگر بهداشت سالن به درستی رعایت نشود، حتی بهترین کمپوست هم نمی‌تواند از بروز آلودگی جلوگیری کند".

مشارکت‌کننده دیگری افزود:

"گاهی آلودگی از خود سالن نیست؛ از ماشین حمل، تجهیزات یا حتی رفت‌وآمد افراد منتقل می‌شود".

مضمون پنجم: مدیریت تلفیقی بیماری‌ها و

راهکارهای نوین کنترل عوامل بیماری‌زا

تجربه تولیدکنندگان نشان داد که روش‌های سنتی کنترل بیماری‌ها دیگر پاسخگوی چالش‌های جدید نیست. آنان بر ضرورت یادگیری روش‌های تلفیقی

کنترل بیماری‌ها تأکید داشتند.

یکی از مشارکت‌کنندگان اظهار داشت:

"سال‌ها از یک قارچ کش استفاده کردیم اما الان اثر آن کمتر شده است و به نظر می‌رسد برخی آلودگی‌ها مقاوم شده‌اند".

مشارکت‌کننده دیگری گفت:

"به نظر من آموزش روش‌های غیر سمی (بیولوژیک) در کنار استفاده درست از سموم می‌تواند خسارت بیماری‌ها را کمتر کند".

مضمون ششم: روش‌های آزمایشگاهی،

بیوتکنولوژیک و مولکولی در کنترل کیفیت و

تشخیص بیماری‌ها

تولیدکنندگان حرفه‌ای و تولیدکنندگان کمپوست، نیاز به روش‌های دقیق تشخیص را از مهم‌ترین الزامات آینده صنعت قارچ می‌دانستند.

یکی از مشارکت‌کنندگان بیان کرد:

"اگر بتوانیم خلوص اسپان را قبل از مصرف بررسی کنیم، بسیاری از مشکلات بعدی ایجاد نخواهد شد".

مشارکت‌کننده دیگری اظهار داشت:

"تشخیص مولکولی بیماری‌ها باعث می‌شود قبل از گسترش آلودگی بتوانیم اقدامات لازم را انجام دهیم".

مضمون هفتم: فناوری‌ها و ابزارهای نوین

آخرین مضمون بیانگر تمایل تولیدکنندگان به استفاده از فناوری‌های جدید برای مدیریت بهتر فرایند تولید بود. مشارکت‌کنندگان معتقد بودند که روش‌های سنتی به تنهایی پاسخگوی نیازهای امروز صنعت قارچ نیست.

یکی از مشارکت‌کنندگان گفت:

"اگر نرم‌افزاری وجود داشته باشد که وضعیت دما، رطوبت و دی‌اکسیدکربن را همزمان تحلیل کند، تصمیم‌گیری برای ما بسیار آسان‌تر خواهد شد".

مشارکت‌کننده دیگری اظهار داشت:

"صنعت قارچ به سمت هوشمندسازی حرکت می‌کند و ما هم باید استفاده از این فناوری‌ها را یاد بگیریم تا بتوانیم رقابت کنیم".

بحث و نتیجه گیری:

هدف این پژوهش، واکاوی تجربه زیسته تولیدکنندگان قارچ خوراکی دکمه‌ای از نیازهای آموزشی مرتبط با فرایند تولید بود. نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که نیازهای آموزشی تولیدکنندگان عمدتاً در هفت حوزه شامل کنترل شرایط محیطی، مدیریت کیفیت کمپوست، بیماری‌شناسی و کنترل آلودگی‌ها، مدیریت بهداشت و ایمنی زیستی، مدیریت تلفیقی بیماری‌ها، روش‌های آزمایشگاهی و مولکولی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین متمرکز است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که چالش‌های تولید قارچ خوراکی صرفاً ناشی از کمبود امکانات فنی نیست، بلکه بخش مهمی از آن به شکاف دانشی و آموزشی در مدیریت فرایندهای تولید بازمی‌گردد.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر، تأکید مشارکت‌کنندگان بر نقش مدیریت دما، رطوبت نسبی، تهویه و غلظت دی‌اکسیدکربن در موفقیت تولید بود. تولیدکنندگان بیان کردند که نوسانات دمایی به‌ویژه در مراحل بحرانی پس از تلقیح و خاک‌دهی، علاوه بر کاهش عملکرد محصول، زمینه را برای توسعه آلودگی‌های قارچی فراهم می‌کند. این یافته با نتایج پژوهش پراساد و سینگ^۱ (۲۰۲۰) همسو است که کنترل دقیق شرایط محیطی را یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در تولید قارچ دکمه‌ای معرفی کرده‌اند. همچنین نتایج مطالعات جدید نشان می‌دهد که در تولید تجاری قارچ دکمه‌ای، دمای مرحله رشد رویشی معمولاً در محدوده ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و در مرحله باردهی در محدوده ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد نگه داشته می‌شود و هرگونه انحراف از این محدوده می‌تواند کیفیت و عملکرد

محصول را کاهش دهد.

یافته‌های پژوهش همچنین نشان داد که کیفیت کمپوست و شناخت شاخص‌های شیمیایی آن، از جمله نسبت کربن به نیتروژن و اسیدیته، از مهم‌ترین دغدغه‌های تولیدکنندگان است. مشارکت‌کنندگان معتقد بودند که بخش قابل توجهی از مشکلات تولید و حتی اختلافات میان تولیدکنندگان قارچ و تولیدکنندگان کمپوست ناشی از نبود دانش کافی درباره ارزیابی کیفیت کمپوست است. این نتیجه با مطالعات تایی و همکاران (۲۰۲۲) و همخوانی دارد که کیفیت کمپوست را مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد و کیفیت محصول معرفی کرده‌اند. این پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تغییرات pH، میزان نیتروژن و فرایندهای میکروبی کمپوست تأثیر مستقیمی بر رشد میسلیم و عملکرد نهایی قارچ دارند.

یکی دیگر از یافته‌های مهم این پژوهش، تجربه مشترک تولیدکنندگان در مواجهه با بیماری‌ها و آلودگی‌های قارچی به‌ویژه تریکودرما بود. مشارکت‌کنندگان تریکودرما را مهم‌ترین عامل خسارت‌زا در واحدهای تولیدی معرفی کردند و بر ضرورت آموزش تشخیص زودهنگام و پیشگیری از آلودگی تأکید داشتند. این یافته با نتایج گارسکی و همکاران (۲۰۱۴) و الطاف و همکاران (۲۰۲۲) همسو است که کپک سبز تریکودرما را یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید قارچ دکمه‌ای در سطح جهانی معرفی کرده‌اند. مطالعات مذکور نشان داده‌اند که این پاتوژن قادر است عملکرد محصول را به شدت کاهش دهد و کنترل آن نیازمند رویکردهای چندبعدی و تلفیقی است.

در ارتباط با مدیریت بهداشت سالن و ایمنی زیستی نیز یافته‌ها نشان داد که تولیدکنندگان، رعایت اصول بهداشتی را نخستین خط دفاعی در برابر آلودگی‌ها می‌دانند. این یافته با ادبیات موجود درباره

1- Prasad & Singh

اهمیت پاستوریزاسیون، کنترل آلودگی‌های ثانویه و مدیریت بهداشتی در زنجیره تولید قارچ مطابقت دارد. پژوهش‌های مرتبط با فرایند کمپوست‌سازی و تولید بستر کشت نیز نشان داده‌اند که کنترل صحیح مراحل پاستوریزاسیون و رعایت استانداردهای بهداشتی نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش شیوع عوامل بیماری‌زا دارد. از دیگر یافته‌های مهم این پژوهش، تأکید مشارکت‌کنندگان بر ضرورت استفاده از روش‌های تلفیقی کنترل بیماری‌ها بود. تولیدکنندگان معتقد بودند که اتکای صرف به قارچ‌کش‌های شیمیایی دیگر پاسخگوی چالش‌های موجود نیست و مقاومت برخی عوامل بیماری‌زای قارچ‌کش‌های رایج، اثربخشی این روش‌ها را کاهش داده است. این نتیجه با یافته‌های الطاف و همکاران (۲۰۲۲) و میلیاشویچ-مارچیچ^۱ و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد که بر ضرورت استفاده از راهکارهای تلفیقی شامل کنترل شیمیایی، زیستی و مدیریتی در کنترل بیماری‌های قارچ دکمه‌ای تأکید کرده‌اند.

همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد که تولیدکنندگان نیاز فزاینده‌ای به آموزش روش‌های آزمایشگاهی، بیوتکنولوژیک و مولکولی برای تشخیص کیفیت اسپان، ارزیابی سلامت کمپوست و شناسایی عوامل بیماری‌زا دارند. این یافته با نتایج زوریچ^۲ و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد که استفاده از روش‌های مولکولی را یکی از دقیق‌ترین راهکارهای شناسایی سریع آلودگی‌های قارچی در صنعت تولید قارچ معرفی کرده‌اند.

در نهایت، مضمون «فناوری‌ها و ابزارهای نوین» بیانگر حرکت تدریجی صنعت قارچ به سمت کشاورزی هوشمند و داده‌محور است. مشارکت‌کنندگان استفاده از سامانه‌های هوشمند پایش محیطی، نرم‌افزارهای مدیریت تولید و فناوری‌های نوین را لازمه افزایش بهره‌وری و کاهش خسارت‌های تولید می‌دانستند. این یافته با روندهای جهانی توسعه فناوری در صنعت

قارچ و استفاده روزافزون از سامانه‌های هوشمند پایش و کنترل محیط تولید همخوانی دارد.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که نیازهای آموزشی تولیدکنندگان قارچ خوراکی دکمه‌ای ماهیتی چندبعدی داشته و طیفی از دانش فنی، مهارت‌های مدیریتی، فناوری‌های نوین و روش‌های تشخیصی را در بر می‌گیرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود. توسعه دوره‌های تخصصی در زمینه مدیریت شرایط محیطی، کنترل کیفیت کمپوست، بیماری‌شناسی، ایمنی زیستی، روش‌های مولکولی و فناوری‌های هوشمند می‌تواند نقش مؤثری در افزایش بهره‌وری، کاهش خسارت‌های ناشی از آلودگی و ارتقای پایداری تولید قارچ خوراکی در کشور داشته باشد.

توصیه‌های آموزشی ترویجی:

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، نیازهای آموزشی تولیدکنندگان قارچ خوراکی دکمه‌ای ابعاد مختلفی از مدیریت فنی، بهداشتی و فناورانه تولید را در بر می‌گیرد. از این رو، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های آموزشی و ترویجی آینده با تأکید بر نیازهای واقعی بهره‌برداران و به‌صورت کاربردی، مسئله‌محور و متناسب با شرایط واحدهای تولیدی طراحی و اجرا شوند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های آموزشی و ترویجی صنعت پرورش قارچ خوراکی بر اساس اولویت نیازهای آموزشی، ویژگی گروه‌های هدف، روش مناسب آموزش و زمان‌بندی مراحل تولید طراحی و اجرا شوند. مهم‌ترین توصیه‌های کاربردی عبارت‌اند از:

۱. اولویت‌بندی نیازهای آموزشی

با توجه به فراوانی مضامین استخراج‌شده از مصاحبه‌ها، پیشنهاد می‌شود نیازهای آموزشی در سه سطح اولویت‌بندی شوند:

1- Milijašević-Marčić

2- Zorić

- **اولویت اول:** مدیریت شرایط محیطی (دما، رطوبت، تهویه و دی اکسید کربن)، ارزیابی کیفیت کمپوست و پیشگیری و کنترل بیماری‌های قارچی، به‌ویژه تریکودرما؛ زیرا این عوامل بیشترین تأثیر را بر کاهش عملکرد و افزایش خسارت دارند.

- **اولویت دوم:** آموزش مدیریت بهداشت، ایمنی زیستی و مدیریت تلفیقی بیماری‌ها (IPM) با هدف کاهش آلودگی و مصرف بی‌رویه قارچ‌کش‌ها.

- **اولویت سوم:** آموزش فناوری‌های نوین، روش‌های آزمایشگاهی و مولکولی، سامانه‌های هوشمند و نرم‌افزارهای مدیریت تولید که بیشتر برای ارتقای بهره‌وری و توسعه حرفه‌ای واحدهای تولیدی کاربرد دارند.

۲. انتخاب شیوه‌های آموزشی متناسب با ماهیت موضوع

با توجه به ماهیت متفاوت نیازهای آموزشی، استفاده از ترکیبی از روش‌های آموزش توصیه می‌شود:

- آموزش‌های کارگاهی و عملی برای موضوعاتی مانند ارزیابی کیفیت کمپوست، تنظیم شرایط محیطی، تشخیص بیماری‌ها و عملیات بهداشتی در سالن‌های پرورش؛

- آموزش‌های حضوری برای انتقال مهارت‌های تخصصی و حل مسائل فنی از طریق بازدید از واحدهای موفق، روز مزرعه و کلینیک‌های آموزشی؛ - آموزش‌های مجازی و الکترونیکی برای مباحث نظری، آموزش فناوری‌های نوین، مرور دستورالعمل‌ها و به‌روزرسانی دانش تولیدکنندگان؛

- استفاده از فیلم‌های آموزشی کوتاه، اپلیکیشن‌های تلفن همراه و شبکه‌های اجتماعی تخصصی برای انتقال سریع توصیه‌های فنی و پاسخ‌گویی به مشکلات روزمره تولیدکنندگان.

۳. زمان‌بندی اجرای آموزش‌ها

برنامه‌های آموزشی باید متناسب با تقویم تولید

قارچ طراحی شوند، به گونه‌ای که:

- پیش از آغاز هر دوره تولید، آموزش‌های مرتبط با آماده‌سازی سالن، کمپوست و بهداشت برگزار شود.

- همزمان با مراحل ریشه‌دوانی، خاک‌دهی و باردهی، کارگاه‌های عملی مدیریت شرایط محیطی و کنترل بیماری‌ها اجرا شود.

- پس از پایان هر دوره تولید، نشست‌های ارزیابی تجربه‌ها و انتقال درس‌آموخته‌ها با حضور تولیدکنندگان برگزار شود.

۴. گروه‌بندی مخاطبان آموزشی

با توجه به تفاوت نیازهای آموزشی، پیشنهاد می‌شود برنامه‌ها به‌صورت تفکیک‌شده برای گروه‌های مختلف اجرا شوند:

- تولیدکنندگان تازه‌کار؛

- تولیدکنندگان حرفه‌ای و مدیران واحدهای تولیدی؛

- تولیدکنندگان کمپوست و اسپان؛

- کارشناسان فنی، مروجان کشاورزی و مشاوران صنعت قارچ.

۵. تدوین بسته‌های آموزشی مبتنی بر نیازسنجی

بر اساس نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود بسته‌های آموزشی به‌صورت مرحله‌محور و متناسب با چرخه تولید تدوین شوند و علاوه بر مباحث فنی، شامل چک‌لیست‌های مدیریتی، راهنماهای تصویری، فیلم‌های آموزشی و دستورالعمل‌های عملی برای استفاده تولیدکنندگان باشند.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از همکاری کلیه واحد‌های تولیدکننده پرورش قارچ خوراکی که در این بررسی مساعدت نمودند تشکر و قدردانی نمایند.

فهرست منابع

۱. داوری، م.، احمد، ش.، بهنامیان، م.، دژستان، س. و علی حسین زاده، ف. (۱۳۹۷). شناسایی قارچ‌های بیماریزای متداول در مراکز پرورش قارچ دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*) استان اردبیل با روش‌های ریخت شناسی و مولکولی. *پژوهش‌های کاربردی در گیاه پزشکی*، ۷(۱): ۱۰۹-۱۲۱.
۱. رضایی دانش، ی.، و محمدی گل تپه، ا. (۱۳۸۵). بررسی تاثیر دو قارچ کش بنومیل و کاربندازیم در کنترل کپک سبز تریکو در شرایط آزمایشگاهی و سالن‌های پرورش قارچ خوراکی دکمه‌ای. *دانش کشاورزی*، ۱۶(۴): ۱۵۷-۱۶۵.
3. Altaf, S., Kousar Jan, S., Ahanger, S.A., Basu, U.R., Rather, A., Ali Wani, O., Rasoo, F., Mushtaq, M., Taha Yassin, M., Mostafa, A.A.F., Elgorban A.M., El-Haroun, E., El-Sabrou, A.M., Casini, R., & Elansary, H.O. (2022). Management of green mold disease in white button mushroom (*Agaricus bisporus*) and its yield improvement. *Fungi*, 8(554), 1-22.
4. Andrade, M., Zied, D.C. & Minihoni, A. (2008). Yield of four *Agaricus bisporus* strains in three compost formulations and chemical composition analyses of the mushrooms. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39: 593-598.
5. Bahl, N. (2018). Handbook on Mushrooms. Oxford & IBH Publishing. Pp129.
6. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
7. Contò, P., Giandon, P., Zennaro, M., Facca, C. & Pavoni, B. (2019). Substrate preparation for *Agaricus bisporus* cultivation. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 25(4), 1137-1150.
8. Górski, R., Sobieralski, K., Siwulski, M., Frąszczak, B., & Sas-Golak, I. (2014). The effect of *Trichoderma* isolates, from family mushroom growing farms, on the yield of four *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach strains. *Journal of plant protection research*, 54(1), 102-106.
9. Jalal, B.J. & Alqaisi, M.R.M. (2024). Improving the production and quality of white button mushroom (*Agaricus bisporus*) by adding biochar and ash to the casing layer. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 24(1): 22-33.
10. Manikandan, K., Sharma, R. & Ahlawat, O. (2021). Nitrogen calculator: A decision support tool for compost production of white button mushroom. *International Journal of Chemical Studies*, 9(2), 649-652.
11. Milijašević-Marčić, S., Stepanović, M., Todorović, B., Duduk, B., Stepanović, J., Rekanović, E., & Potočnik, I. (2017). Biological control of green mould on *Agaricus bisporus* by a native *Bacillus subtilis* strain from mushroom compost. *European Journal of Plant Pathology*, 148(3), 509-519.
12. Nostratabadi, S., Vinogradov, S. & Almadi, B. (2020). Mushroom farming in Iran: a case study of ten Iranian mushroom companies. *Technology sciences*, 2(36), 111-117.
13. Prasad, D., & Singh, R. (2020). Button mushroom (*Agaricus bisporus*): composting and cultivation technology. *Composting and cultivation technology*, 15(2): 81-86.
14. Prasad, D., & Singh, R. (2020). *Button mushroom (Agaricus bisporus): Composting and cultivation technology*. New Delhi: Directorate of Mushroom Research.

15. Qian, K., Dong, P., Alim, A., Li, Y., Qi, Z., Jacob, M.S., Su, W., Liu, Z., Li, W., Xu, A., Zhang, B., Li, Y. & Li, X. (2025). Microbial community succession patterns and assembly mechanisms in the white button mushroom (*Agaricus bisporus*) production with corn straw-based compost. *Environmental Technology & Innovation*, 38, 1–13.
16. Thai, M., Safianowicz, K., Bell, T. L., & Kertesz, M. A. (2022). Dynamics of microbial community and enzyme activities during preparation of *Agaricus bisporus* compost substrate. *ISME Communications*, 2(1), 88.
17. Vos, A. M., Heijboer, A., Boschker, H. T. S., Bonnet, B., Lugones, L. G., & Wösten, H. A. B. (2017). Microbial biomass in compost during colonization of *Agaricus bisporus*. *AMB Express*, 7(12), 1–10.
18. Zorić, L. Š., Janjušević, L., Djisalo, M., Knežević, T., Vunduk, J., Milenković, I., & Gadjanski, I. (2023). Molecular approaches for detection of *Trichoderma green* mold disease in edible mushroom production. *Biology*, 12(1), 99.