

قارچها

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:

- ۱- قارچها را تعریف کرده و طبقه‌بندی نماید.
- ۲- درباره شکل و ساختمان ظاهری قارچها توضیح دهد.
- ۳- قسمتهای تشکیل دهنده ساختمان قارچها (مخمرها و کپکها) را روی شکل نامگذاری نماید.
- ۴- مشخصات دیواره سلولی مخمر را توضیح دهد.
- ۵- جنس و عمل غشای سیتوپلاسمی قارچ را توضیح دهد.
- ۶- سیتوپلاسم و اجزای آن در مخمرها را توضیح دهد.
- ۷- هسته در مخمرها را از نظر شکل و عمل توضیح دهد.
- ۸- نقش واکوئلها را در مخمرها بیان نماید.
- ۹- جنس گرانولها را در مخمرها توضیح دهد.
- ۱۰- وظیفه دانه‌های چربی را در مخمرها بیان نماید.
- ۱۱- روشهای مختلف تولیدمثل را در قارچها توضیح دهد.
- ۱۲- ساختمان زیگوسپور را توضیح دهد.
- ۱۳- دو نمونه از قارچهای آسکوسپور را نام ببرد.
- ۱۴- ساختمان بازیدیوسپور را توضیح دهد.
- ۱۵- انواع تولیدمثل غیرجنسی در مخمرها را فقط نام ببرد.
- ۱۶- متداولترین روش تولیدمثل غیرجنسی در مخمرها را نام برده، توضیح دهد.
- ۱۷- تقسیم دوتایی در مخمرها را توضیح دهد.
- ۱۸- انواع تولیدمثل جنسی در مخمرها را نام ببرد.
- ۱۹- روش ایزوگامی در تولیدمثل جنسی مخمرها را مختصراً توضیح دهد.
- ۲۰- روش هتروگامی در تولیدمثل جنسی مخمرها را توضیح دهد.
- ۲۱- آمیزش حد واسط ایزوگامی و هتروگامی را توضیح دهد.

- ۲۲- خصوصیات قارچها را از نظر محیط مناسب برای رشد توضیح دهد.
- ۲۳- جنس و گونه کپکهای زیان‌آور به مواد غذایی را توضیح دهد.
- ۲۴- مخمرهای مهم در صنعت را نام برده، دلایل شناخت آنها را بیان کند.

۳-۱- تعریف قارچها^۱

قارچها از نظر ظاهری و اندازه بسیار متنوع‌اند و دارای هسته مشخص می‌باشند و بدون کلروفیل هستند و نمی‌توانند از نور خورشید و دی‌اکسیدکربن برای غذاسازی استفاده نمایند. قارچها در شرایط هوازی رشد نموده، انرژی مورد نیاز را از اکسیداسیون مواد آلی تأمین می‌کنند. قارچها به منظور بقاء باید رطوبت و اکسیژن کافی در اختیار داشته باشند و در شرایط گرم و مرطوب بهترین رشد را دارند. از نظر مواد غذایی مورد نیاز قارچها به سه دسته تقسیم می‌شوند: الف- «گندروی اجباری^۲»: قارچهایی که فقط روی مواد در حال پوسیدن رشد می‌کنند و قادر نیستند موجودات زنده را مورد تهاجم قرار دهند. ب- «انگلهای اختیاری^۳» یا «گندرویهای اختیاری^۴»: قارچهایی که بیماریزا هستند و می‌توانند بر روی مواد آلی مرده زندگی کنند. ج- «انگلهای اجباری^۵»: قارچهایی که جز بر روی سلولهای موجودات زنده روی چیز دیگری نمی‌رویند.

درجه حرارت مناسب برای رشد قارچها بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد است. تعداد کمی دارای دمای دلخواه بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد هستند مانند کپک اسپرژیلوس فومیگاتوس. درجه حرارتهای زیر صفر برای قارچها قابل تحمل است به طوری که برخی از آنها درجه حرارت ۱۹۵. درجه سانتیگراد را تا چندین ساعت ممکن است تحمل نمایند. قارچها محیط اسیدی را برای رشد ترجیح می‌دهند. (۶. ۵. pH)

۳-۲- طبقه‌بندی قارچها

قارچها شامل کپکها، مخمرها و قارچهای گوشتی است.

۱-۲-۳- کپکها: قارچهای رشته‌ای و پرسلولی هستند که از طریق تولید اسپوره‌های جنسی و غیرجنسی تولیدمثل می‌نمایند و به طور معمول در زیر میکروسکوپ رشته‌ای و دارای هسته‌های سلولی هستند که به طور مشخص قابل رؤیت می‌باشند. آسیبهای ناشی از رشد کپکها بر

۱- Funguse

به یونانی Mykes یعنی کلاه و به لاتین Funguse یعنی قارچ

۲- Obligate Saprophyte

۳- Facultative Parasite

۴- Facultative Saprophyte

۵- Obligate parasite

۶- Molds

روی مواد غذایی و بدن موجودات زنده، همچنین ارزش آنها در تولید بسیاری از محصولات مهم صنعتی چشمگیر و با اهمیت می‌باشد.

۲-۲-۳- مخمرها^۱: مخمرها قارچهای تک سلولی و به اشکال کروی، تخم مرغی و میله‌ای دیده می‌شوند این دسته از قارچها مثل کپکها در طبیعت انتشار وسیعی دارند و غالباً می‌توان آنها را بر روی میوه‌ها و برگها به صورت پوشش سفید پودرمانندی پیدا کرد. همچنین در خاک و گردوغبار مناطق کشاورزی و تاکستانها به وفور وجود دارند.

۳-۲-۳- قارچهای گوشتی^۲: از هزاران سال پیش در بین ملل و اقوام مختلف خوردن بعضی از قارچها متداول بوده و اکنون که از ساختمان شیمیایی آنها آگاهی حاصل شده مصرفشان روبه افزایش گذاشته است. خوردن قارچ در اکثر کشورهای جهان متداول است ولی به نظر می‌رسد که میزان مصرف آن در کشور فرانسه بیشتر از سایر کشورهاست. این ماده غذایی را به صورت محصولات غذایی خشک و یا کنسرو شده می‌توان به بازار عرضه نمود. لازم به یادآوری که برخی از انواع قارچهای گوشتی سمی بوده و نبایستی از قارچهای ناشناخته استفاده شود.

۳-۳- ساختمان و شکل ظاهری قارچها

مطالعه شکل قارچها و تمایز آنها به کمک مشاهده ساختمانهای رویشی و زایشی انجام می‌گیرد. ساختمان زایشی قارچها در بحث تکثیر و تولیدمثل شرح داده خواهد شد. در این جا به ساختمان رویشی قارچها پرداخته می‌شود.

۳-۴- ساختمان رویشی کپکها

اندامهای رویشی کپکها عبارت‌اند از رشته‌های مرکب از سلولهای پشت سر هم که آن را هیف^۳ می‌نامند. در اکثر کپکها هیفها دیواره عرضی دارند و این دیواره، هیف را به واحدهای مشخص تک سلولی جدا می‌سازد. هیف ممکن است بدون دیواره عرضی باشد و یا با دیواره عرضی که «سپتا» نامیده می‌شود به قسمتهای مجزا تبدیل گردد. در قارچهای دارای هیف دیواره‌دار در دیواره‌های عرضی منافذی وجود دارد که سیتوپلاسم سلولهای مجاور را به یکدیگر مربوط می‌سازد. مجموعه هیفهای یک قارچ را «میسلیوم»^۴ گویند که جمع آنها میسلیا^۵ است.

هسته‌های سلولی در کپکها معمولاً کوچک‌اند و در بیشتر آنها با روشهای رنگ آمیزی اختصاصی

۱- Yeasts

۲- Mushrooms

۳- Hypha

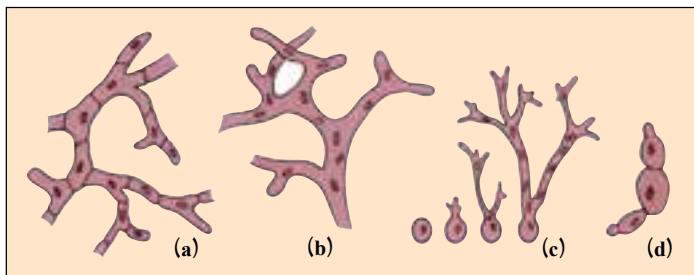
۴- Septa

۵- Mycelium

۶- Mycelia

دیده می‌شود. هسته‌ها هر یک دارای غشا، یک هستک و رشته‌های کروماتین می‌باشند. هر بخش از هیف قادر است رشد نماید و هنگامی که قطعه کوچکی از آن در محیط مناسب قرار می‌گیرد دراز گشته، هیف جدیدی بوجود می‌آورد.

هر یک از رشته‌های کپک (هیف) از لوله باریک و شفافی تشکیل شده که در داخل آن پروتوپلاسم قرار دارد. در داخل پروتوپلاسم، سیتوپلاسم و هسته قرار دارد و از خارج به وسیله دیواره سلولی احاطه می‌شود. سیتوپلاسم مملو از اسید ریبونوکلیک (RNA)، واکولها، دانه‌های چربی و حشرات نامشخص دیگری است. دیواره سلولی کپکها معمولاً به صورت یک دیواره سخت خارجی دیده می‌شود. این دیواره از میکروفیبریلهایی تشکیل گردیده که با یک ماده زمینه‌بی‌شکل پوشیده شده است. در قارچهای رشته‌ای ترکیبات اسکلتی یا میکروفیبریلی دیواره از کیتین و سلولز تشکیل شده است در حالیکه در مخمرها، مواد غیر سلولزی قسمت اسکلتی را می‌سازند. ماده زمینه‌ای که باعث استحکام و استواری دیواره می‌شود از پلی‌ساکاریدها و پروتئینها حاصل شده است. پلی‌ساکاریدها حدود ۹۰-۸۰٪ وزن خشک دیواره سلولی قارچ را تشکیل می‌دهند. ترکیب دیواره سلولی در طول رشد و شرایط مختلف ممکن است متفاوت باشد. سن هیفها و عوامل خارجی همچون pH، درجه حرارت و ترکیب محیط کشت ساختار دیواره سلولی کپکها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در شرایط مناسب محیط، هیفها به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم دیده می‌شوند که با چشم غیر مسلح قابل رؤیت اند. بخشی از میسلیم که در جذب مواد غذایی شرکت می‌کند «میسلیم رویشی» نامیده می‌شود. در قارچهای گندرو، هیف به طور مستقیم با مواد غذایی تماس حاصل می‌نماید و پس از تجزیه آنها با عمل انتشار مواد مزبور را جذب می‌کند. همینطور یک میسلیم می‌روید، منشعب می‌شود، و هیفهای قدیمی‌تر می‌میرند و از بین می‌روند و بر روی بقایای پوسیده آنها میکروارگانسیمهای دیگر رشد می‌کنند. آن قسمت از میسلیم که در تولید مثل قارچ شرکت می‌کند، میسلیم هوایی یا



شکل ۱-۳- هیف کپکها

(a) هیف با دیواره عرضی

(b) هیف بدون دیواره

(c) مخمر

(d) مخمر در حال جوانه زدن

زایشی نامیده می‌شود. میسلیم هوایی غالباً حامل اسپور می‌باشد.

۴-۲-۳- قارچهای دو شکلی: برخی از قارچها بویژه گونه‌های بیماریزا دو شکلی هستند. یعنی در دوره زندگی خود به دو شکل رشد می‌کنند. این قبیل قارچها می‌توانند به صورت کپک یا به حالت مخمر رشد نمایند. غالباً پدیده دو شکلی تابع درجه حرارت محیط می‌باشد. این قارچها در C ۳۷ شکل مخمیری و در C ۲۵ به شکل کپک رشد می‌کنند.

۵-۳- اسپور کپکها

اسپور یک قسمت مشخص از میسلیم است که برای بقا، انتشار و تولید مثل قارچ اختصاص یافته است. یک اسپور دارای دیواره خارجی^۱ و دیواره داخلی^۲ است. دیواره خارجی ممکن است نرم و منفذدار و یا زیر و خشن باشد. دیواره داخلی یا پروتوپلاسم حاوی قطرات روغنی و یا مواد چربی است و همین طور یک یا چند هسته را دربر می‌گیرد. در شرایط مطلوب اسپور متورم شده، به صورت انشعابات شاخه‌ای درمی‌آید و ایجاد میسلیم می‌کند و پس از اینکه اندامهای زایشی ایجاد شد، بعضی از هیفها اجسام خاصی را تولید می‌کنند که در آن اسپور جدید تشکیل می‌شود. اسپور کپکها موجب ضررهای فراوان در صنعت، کشاورزی، پزشکی و مواد غذایی است. این آسیبها به مقدار زیادی مربوط به ایجاد توده‌های فراوانی از اسپورها به وسیله کپکهای است که ممکن است به طور وسیعی به کمک باد در طبیعت پراکنده گردند. اسپورها در اتمسفر نیز به فراوانی وجود دارند. اسپور کپکها نسبت به شرایط نامطلوب محیطی بسیار مقاوم‌اند. سرما، گرما، خشکی، نور ماوراءبنفش، فشار اسمزی بالا و کمبودهای غذایی را تحمل می‌کنند. مقاومت در برابر حرارت معمولاً کمتر از مقاومت اسپور باکتریهاست.

۶-۳- مخمرها

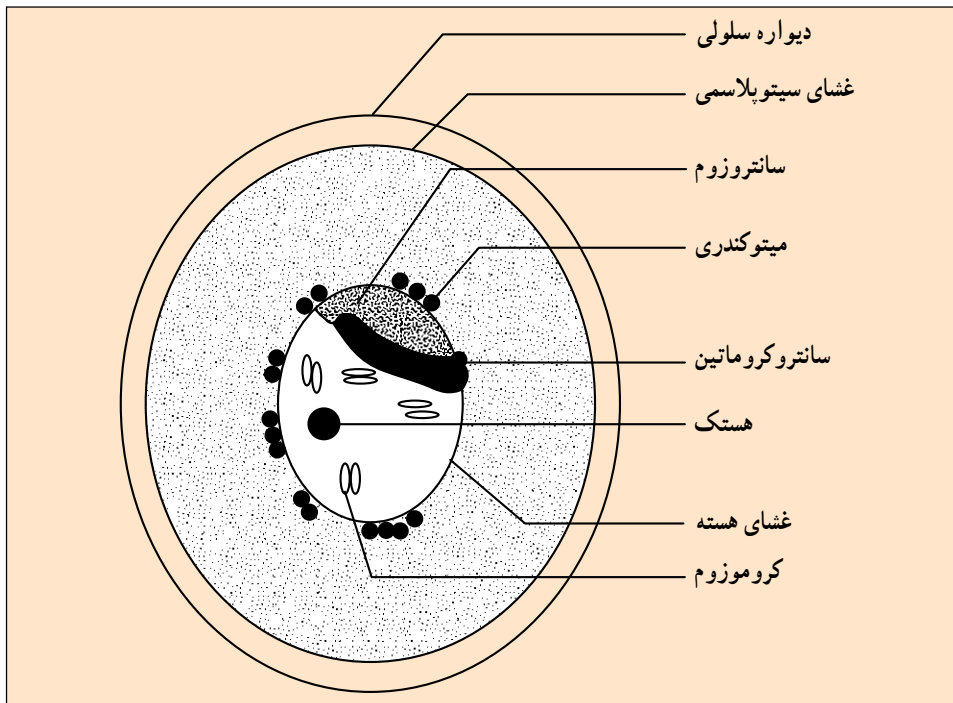
۱-۶-۳- ساختمان رویشی مخمرها: مخمرها قارچهای تک سلولی معمولاً به شکل گرد، بیضوی و یا میله‌ای دیده می‌شوند. معمولاً با جوانه زدن تکثیر می‌یابند. در برخی از گونه‌های مخمیری، جوانه‌ها پس از بوجود آمدن متصل به سلول مادر باقی می‌مانند و زنجیر کوتاهی از سلولها را به نام هیف کاذب بوجود می‌آورند. افزایش تعداد سلولهای مخمیری بر روی محیط جامد (آگار) کلنی شبیه به کلنی باکتریها بوجود می‌آورد.

۲-۶-۳- دیواره سلولی: دیواره سلولی در مخمرها به استحکام دیواره سلولی باکتریها

۱- Epispore

۲- Endospore

نیست و در اثر ساتریفوژ آرام به سرعت چروکیده می‌شود. این دیواره از یک پلی‌ساکارید ساخته شده که مادهٔ نیتروژنی به نام کیتین به آن متصل است.



شکل ۲-۳ - ساختمان سلولی مخمر

۳-۶-۳ - غشای سیتوپلاسمی: یک ساختمان سه لایه‌ای ظریف و باریک است و با افزایش سن سلولها به ضخامت آن افزوده می‌شود. این غشا، دارای خاصیت نفوذپذیری انتخابی است و اجازه می‌دهد که مایعات از محیط خارج به داخل سلول نفوذ یابند.

۳-۶-۴ - کپسول: دیوارهٔ سلولی برخی از مخمرها با مادهٔ پلی‌ساکاریدی (شبیه به کپسول باکتریها) پوشانده شده است.

۳-۶-۵ - سیتوپلاسم و اجزای آن: سیتوپلاسم مایعی شفاف و غنی از اسید ریبونوکلئیک (RNA) است. همچنین حاوی میتوکندری، سانتروزوم، سانتروکروماتین، هسته، واکوئل، گرانول و دانه‌های چربی است.

میتوکندری: میتوکندریها دارای ساختمان کروی، میله‌ای یا طنابی شکل‌اند و به صورت شاخه‌ای دیده می‌شوند. طول آنها ۳ میکرون و قطر آنها $\frac{3}{10}$ تا ۱ میکرون است و اغلب به سطح

سانتروزوم یا غشای هسته می‌چسبند. میتوکندریها مقدار زیادی لیپید، در غشای خود دارند. همچنین دارای مقدار کمی DNA و مقدار بیشتری RNA می‌باشند. میتوکندریها ممکن است به‌عنوان محل ذخیره مواد مورد نیاز سلول در داخل یک لایه روغنی عمل نمایند. همچنین در ایجاد حالت خواب در سلول کمک می‌کنند. علاوه بر اینها، میتوکندری، جایگاه تنفس سلولی است و واکنشهای تولید انرژی در آن صورت می‌پذیرد.

سانتروزوم: استحکام زیادی دارد و به مقدار زیاد از پروتئینهای بازی تشکیل شده است. سانتروزوم متصل به غشای هسته است و تقسیم میوز را رهبری می‌کند.

سانتروکروماتین: این ساختمان به سطح خارجی سانتروزوم متصل است و قسمتی نیز با هسته در تماس می‌باشد. این قسمت در زمان تقسیم به‌صورت یک زنجیره طولانی دیده می‌شود.

هسته: مخمرها از نظر داشتن یک هسته مشخص و بزرگ از باکتریها متمایز می‌گردند. هسته به‌صورت گرد و یا تخم‌مرغی است و با یک غشای دولایه احاطه می‌شود. هسته از کروموزومها و هستک تشکیل می‌شود. کروموزومها در هنگام جوانه زدن سلول مخمرها به مقدار مساوی بین سلول مادر و دختر تقسیم می‌شوند، بدون آنکه رشته دوک تشکیل گردد. دیواره هسته در هیچ دوره‌ای از زندگی مخمر دچار شکستگی نمی‌شود. هسته حاوی مقدار زیادی DNA و پروتئین است. RNA به مقدار کمتری نسبت به سیتوپلاسم در آن وجود دارد.

واکول: واکولها حفرات موجود در پروتوپلاسم و محل تجمع برخی از ترکیبات هستند. گفته شده که واکولها محل جذب اشعه فرابنفش^۱ نیز می‌باشند.

گرانولها: گرانولها حاوی دانه‌های متاکروماتیک و گلیکوژن هستند. دانه‌های متاکروماتیک (رنگ دانه‌ها) به مقدار زیادی در قارچها وجود دارند و حاوی عناصر سلولی مهم مورد نیاز قارچ هستند. گرانولها از متافسفاتها و دیگر فسفاتهای غیرآلی، برخی چربیها و احتمالاً مقدار کمی از پروتئینها و اسیدهای ریبونوکلیک تشکیل یافته‌اند. گلیکوژن ترکیب دیگری است که به‌عنوان ماده غذایی ذخیره سلول محسوب می‌شود و پس از پایان فعالیت مخمرها در سلول تجمع حاصل می‌کند و هنگامی که این سلولها در محیط جدیدی قرار گرفتند ناپدید شده، با افزایش سن سلول، دوباره ظاهر می‌گردند.

دانه‌های چربی: این دانه‌ها اندازه‌های مختلف دارند و از سیتوپلاسم منشأ می‌گیرند. دانه‌های چربی به مقدار زیادی در سلولهای مخمر وجود دارند. در مرحله اسپورزایی، نقش تأمین غذا را بعهده دارند.

۷-۳- تولیدمثل و تکثیر قارچها

تولیدمثل قارچها به وسیله اسپور انجام می‌گیرد. اسپور در قارچها با آندوسپور باکتریها متفاوت است. آندوسپور باکتریها حیات باکتری را در شرایط نامساعد محیط حفظ می‌کند و یک سلول رویشی به آندوسپور تبدیل شده، سرانجام در شرایط مطلوب و مناسب از تندش^۱ آن مجدداً یک سلول رویشی حاصل می‌گردد و دارای سه مرحله فعال شدن، آغاز تندش و رشد فراگیر است. بنابراین اسپور در باکتریها عامل تکثیر نیست. اما هنگامیکه یک کپک اسپور تشکیل می‌دهد، اسپورها از قارچ مادر جدا شده، سپس با تندش خود کپک جدیدی را بوجود می‌آورند. برخلاف آندوسپور باکتریها، اسپور در قارچها نقش تولیدمثلی دارد و یک سلول اسپور، قارچ چندسلولی کاملی بوجود می‌آورد. اسپور بر روی میسلیمهای هوایی و به روشهای گوناگون (برحسب گونه) بوجود می‌آید. اسپورهای قارچی به طریقه جنسی و غیرجنسی بوجود می‌آید. اسپورهای غیرجنسی بر روی میسلیمهای هوایی تشکیل شده، از تندش آنها قارچی بوجود می‌آید که از نظر ژنتیکی مشابه قارچ مادر است. اسپورهای جنسی از ترکیب دو هسته از دو سویه یک گونه قارچ حاصل می‌شود. قارچی که از تندش اسپورهای جنسی بوجود می‌آید، ویژگیهای ژنتیکی هر دو سویه را دارا خواهد بود. نظر به اینکه نحوه تولیدمثل در تشخیص و شناسایی قارچها نقش مهمی بازی می‌کند، انواع روشهای تولیدمثل را در کپکها و مخمرها مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۸-۳- تولیدمثل در کپکها

۱-۸-۳- تولیدمثل غیرجنسی: تولیدمثل غیرجنسی در کپکها ممکن است به روشهای

زیر انجام گیرد:

الف- قطعه قطعه شدن هیفها: این روش تولیدمثل در قارچهایی که دارای هیف دیواره‌دار هستند دیده می‌شود. بدین صورت که هیف از محل بندها و دیواره‌های عرضی قطعه قطعه شده، هر قطعه به طور جداگانه شروع به رویش می‌کند. این قطعات یا سلولهای جدا شده را اوئیدیا^۲ یا آرتروسپور^۳ می‌نامند. در قارچهایی که قادر نیستند اسپور یا کنیدی تولید کنند، این روش تنها وسیله تولیدمثل و بقای آنهاست. به هر حال تقریباً تمامی قارچهای رشته‌ای از این طریق می‌توانند تکثیر پیدا کنند. هیفهای قارچ دارای قدرت رشد فوق‌العاده‌ای هستند و چنانچه به قطعات زیادی هم تقسیم شوند، هر کدام دارای قدرت جوانه زدن و رشد می‌باشند.

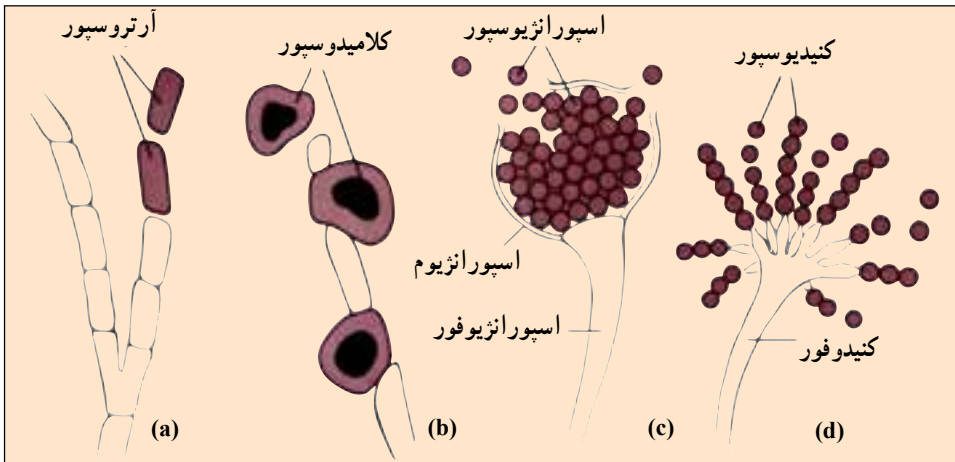
۱- عمل تبدیل اسپور به فرم رویشی در میکروارگانیسم را تندش گویند که بوسیله تحریک عوامل فیزیکی و شیمیایی

انجام می‌گیرد.

ب – ایجاد کلامیدوسپور^۱: در این حالت برخی از سلولهای هیفهای رویشی گرد شده، دیواره آنها ضخیم تر می شود و فرمهای مقاومی ایجاد می کنند که به آنها کلامیدوسپور می گویند. کلامیدوسپور در بسیاری از قارچها از جمله کاندیدا آلبی کنس^۲ ایجاد می گردد و قادر است شرایط نامساعد محیط مانند دمای پایین، کمبود مواد غذایی و... را تحمل کند.

ج – ایجاد بلاستوسپور^۳: در این روش میسلیم سلولهای مادر جوانه زده، بلاستوسپور ایجاد می نماید. این نحوه تکثیر خاص مخمرهاست ولی در گروه زیادی از قارچهای دیگر نیز در دوران خاصی از چرخه زندگی و تحت شرایط محیطی ویژه ای صورت می گیرد.

د – تشکیل اسپورانژیوسپور^۴ و کنیدیوسپور^۵: این روش رایجترین راه تولید مثل غیرجنسی در کپکهاست. اسپورها به روشهای مختلفی در محیط پراکنده شده، هنگامیکه در شرایط محیطی مناسب قرار گرفتند، از طریق ایجاد لوله زایا شروع به رشد می نمایند و توده ای از هیفهای مشابه سلولهای مادر را ایجاد می کنند. مشخصات این اسپورها با یکدیگر تفاوت دارد. مثلاً رنگ آنها از حالت بی رنگ تا سبز، زرد، نارنجی، قرمز، قهوه ای و سیاه تغییر می کند. اندازه این اسپورها ریز و یا نسبتاً درشت است. شکل آنها کروی، بیضوی، مستطیلی، سوزنی و یا ماریچی است و هر یک از اسپورها از یک یا چند حجره تشکیل شده است. طرز تشکیل و استقرار این اسپورها نیز بر روی اندامهای تولید مثلی در انواع مختلف قارچها متفاوت است. اسپورانژیوسپور، نوعی اسپور غیرجنسی



شکل ۳-۳ – تولید مثل غیرجنسی (a) قطعه قطعه شدن هیف منجر به ساخته شدن آرتروسپورها می شود. (b) کلامیدوسپورها سلولهای دیواره ضخیم درون هیف را گویند. (c) اسپورانژیوسپور در داخل اسپورانژی ساخته می شود. (d) کنیدیوسپور به صورت زنجیره ای در انتهای کنیدی تشکیل می یابد.

۱ – Chlamydo-spore

۲ – Candida albicans

۳ – Blastospore

۴ – Sporangiospore

۵ – Conidiospore

است که در درون کیسه‌ای به نام اسپورانژیوم^۱ در انتهای هیف هوایی به نام اسپورانژیوفور^۲ ساخته می‌شود. نوع دیگر این نوع اسپورها کنیدی یا کنیدیوسپور نامیده می‌شود که به صورت تک سلولی یا چندسلولی بر روی پایه‌ای به طور زنجیره‌ای تشکیل می‌شود مانند قارچ پنی‌سیلیوم.

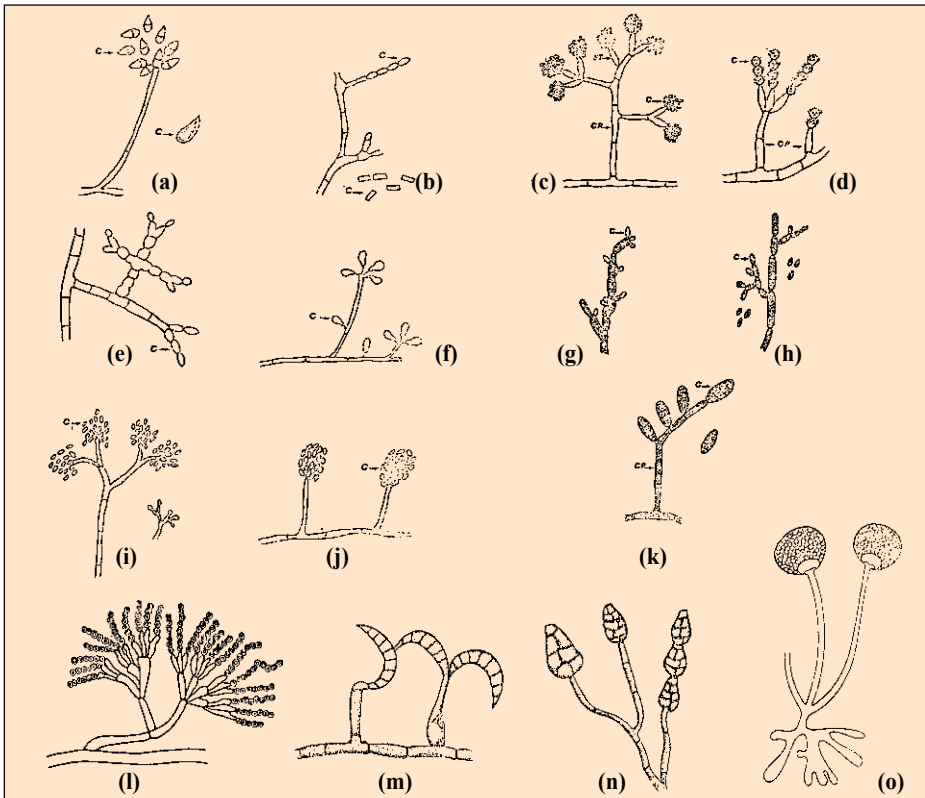
۲- ۸- ۳- تولیدمثل جنسی: تولیدمثل جنسی در قارچها عبارت است از آمیزش هسته دو

سلول نر و ماده که طی سه مرحله مشخص به شرح زیر انجام می‌گیرد:

مرحله اول: در این مرحله که به پلاسموگامی^۳ نیز معروف است، پروتوپلاسم دو سلول نر و ماده با یکدیگر مخلوط شده، پروتوپلاسم واحدی را تشکیل می‌دهند.

مرحله دوم: در این مرحله که کاریوگامی^۴ نامیده می‌شود، هسته‌های نر و ماده درهم آمیخته،

هسته دیپلوئید تخم را بوجود می‌آورند.



شکل ۴-۳- فرمهای مختلف اسپورهای غیرجنسی

- a) Trichothecium, b) Geotrichu, c) Trichoderma, d) Scopulariopsis, e) Monilia, f) Sporotrichum, g) Pullularia, h) Cladosporium, i) Botrytis, j) Cephalosporium, k) Helminthosporium, l) Penicillium, m) Fusarium, n) Alternaria, o) Rhizopus nigricans

۱- Sporangium

۲- Sporangiphore

۳- Plasmogamy

۴- Karyogamy

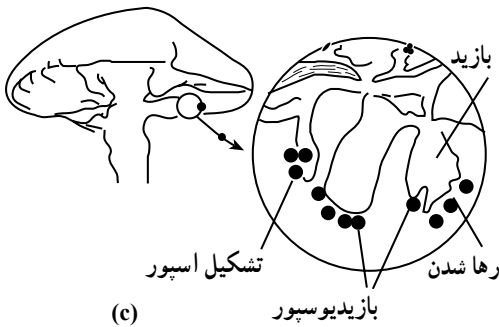
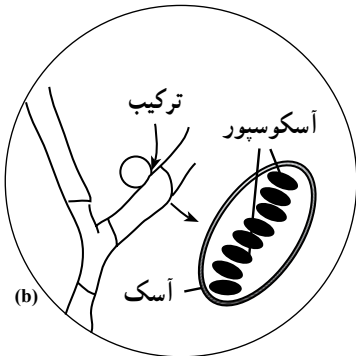
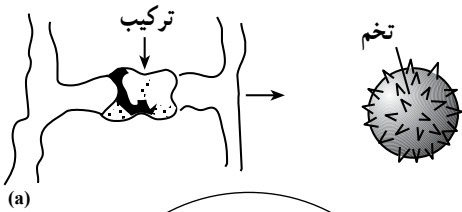
مرحله سوم: در این مرحله سلولی که در مرحله کاریوگامی تشکیل شده (دیپلوئید) به روش میوز یا تقسیم با کاهش کروموزومی تقسیم یافته، در نتیجه از سلول اصلی که دارای $2n$ کروموزوم است سلولهایی بوجود می آید که هر یک دارای n کروموزوم (هاپلوئید) می باشد. برخی از این اسپورها ترکیب ژنتیکی تازه ای را دارا می باشند. در میان قارچها اسپورهای جنسی بمراتب کمتر از اسپورهای غیرجنسی تولید می گردد و اغلب اسپورهای جنسی فقط تحت شرایط خاصی بوجود می آید. اسپورهای جنسی در قارچها مبنایی برای گروه بندی آنهاست. در اینجا به برخی از انواع اسپورهای جنسی اشاره می شود.

۳-۸-۳- زیگوسپور^۱: نوعی از

اسپورهای جنسی است که در یک دیواره ضخیم محصور است و از ترکیب هسته های دو سلول مشابه از نظر شکلی حاصل می گردد. این نوع اسپور خاص شاخه زیگومیستهاست. زیگومیستها کپکهای ساپروفیتی هستند که هیفهای بدون دیواره عرضی دارند. شایعترین مثال برای آنها ریزوپوس نیگریکانس یا کپک سیاه نان می باشد. اسپورهای غیرجنسی این کپک به صورت اسپورانژیوسپور می باشد. اسپورانژیوسپورهای سیاه در درون اسپورانژ باعث شده که نام این قارچ را «کپک سیاه» بنامند. از این کپک امروزه در تهیه ترکیبات کورتونی که در مداوای بسیاری از بیماریها کاربرد دارند استفاده می شود.

۴-۸-۳- آسکوسپور^۲: این نوع از

اسپورهای جنسی از ترکیب هسته های دو سلول مشابه یا نامشابه از نظر شکلی حاصل می شود. این نوع اسپورها در درون ساختمان کیسه مانندی به نام «آسک» تولید می گردد. درون هر آسک ۲ تا ۸ آسکوسپور وجود دارد. آسکوسپور در قارچهای شاخه ای آسکومیست دیده می شود. آسکومیستها



شکل ۵-۳- اسپورهای جنسی.
 (a) زیگوسپور (b) آسکوسپور (c) بازیدیوسپور

با قارچهای کیسه‌دار شامل کپکهای دارای هیفهای دیواره‌دار و نیز مخمرها می‌باشند. چون اسپور این قارچها در درون آسک قرار دارد از این نظر آنها را کیسه‌داران نیز می‌نامند. اسپورهای غیرجنسی در آنها به صورت کنیدیوسپورهای زنجیره‌ای است که در انتهای کنیدیو فور قرار می‌گیرد. نمونه بارز این نوع قارچها، پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس می‌باشد که در ساخت بسیاری از ترکیبات دارویی و آنتی‌بیوتیکها و مواد شیمیایی از آنها استفاده می‌شود.

۵-۸-۳- بازیدیوسپور^۱: بازیدیوسپور در ساختمان خارج سلولی به نام بازیدی تشکیل می‌گردد. معمولاً هر بازیدی دارای چهار بازیدیوسپور می‌باشد. این نوع اسپورهای جنسی در شاخه بازیدیومیسیته‌ها دیده می‌شود.

۹-۳- تولیدمثل در مخمرها

۱-۹-۳- تولیدمثل غیرجنسی: متداولترین روش تکثیر مخمرها، جوانه زدن است که تقریباً در همه مخمرها دیده شده است. جوانه زدن هنگامیکه سلول مخمر به اندازه خاصی رسید اتفاق می‌افتد. در طول مرحله جوانه زدن ممکن است یک سلول مادر از نقاط مختلف جوانه زده، همینطور جوانه‌ها نیز به نوبه خود سلولهای جدیدی ایجاد نمایند، بدون آنکه از سلول مادری جدا شوند. در این حالت مجموعه‌ای از مخمرها بوجود آمده که به صورت زنجیری کنار هم قرار گرفته‌اند.

۲-۹-۳- تقسیم دوتایی: در تعداد کمی از مخمرها تولیدمثل به روش دوتایی صورت می‌گیرد. این روش تقسیم شبیه تقسیم در باکتریها است. در این روش تقسیم، ابتدا سلول مخمر به اندازه خاصی بزرگ شده، سپس یک دیواره عرضی در وسط تشکیل می‌شود. دو سلول به طرفین کشیده شده، انتهای آنها گرد می‌گردد. این چرخه ممکن است چندین بار صورت گیرد. بدون اینکه سلولها از یکدیگر جدا شوند در این حالت زنجیره‌ای از مخمرها ایجاد شده که شبیه میسلیم کپکها به نظر می‌رسد. سلولها سرانجام از یکدیگر جدا می‌شوند.

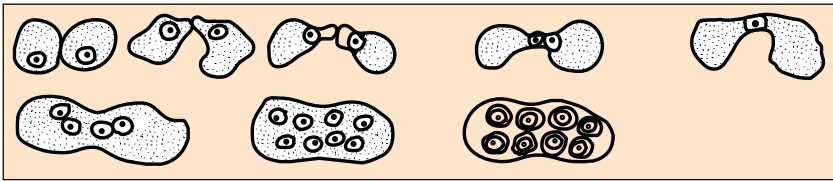
۳-۹-۳- تولید اسپورهای غیرجنسی: تولید اسپورهای غیرجنسی در مخمرها در واقع روشی برای تولیدمثل نیست بلکه برای بقای آنهاست. در این حالت سلولهای مخمر پس از اینکه جوانه زدن در آنها متوقف شد، می‌توانند زنده بمانند. در سلولهای هرگونه به‌طور معمول تعداد معینی اسپور تولید می‌گردد. سلولهایی مولد آسک^۲ هستند و اسپورهای آنها آسکوسپور نامیده می‌شوند. در بیشتر گونه‌ها در هر سلول چهار اسپور تولید می‌شود و در گروهی دیگر ممکن است یک، دو و در موارد نادری هشت اسپور ایجاد شود.

۱- Bazidiospore

۲- Asci

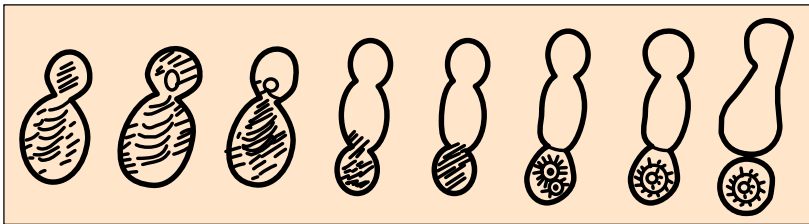
۱۰-۳- تولیدمثل جنسی

۱-۱۰-۳- روش ایزوگامی: در این روش دو گامت مشابه با هم آمیزش می‌کنند بدین معنی که دو سلول مشابه که مجاور هم قرار دارند، به وسیله کانال آمیزشی به همدیگر متصل می‌گردند. در چنین شرایطی این دو سلول گامت نامیده می‌شوند. دیواره‌ای که دو گامت را از همدیگر مجزا می‌کند، بسرعت ناپدید شده و هسته‌های هر کدام به داخل کانال آمیزشی وارد می‌گردند. نتیجه این عمل تشکیل یک سلول منفرد یا زیگوسپور است. سپس زیگوسپور بزرگ شده، در پی آن تقسیم هسته اتفاق می‌افتد. هسته‌ها به وسیله سیتوپلاسم احاطه و اطراف آن دیواره تشکیل می‌شود.



شکل ۶-۳- روش ایزوگامی

۲-۱۰-۳- روش هتروگامی: در این روش دو سلول غیر مشابه با هم آمیزش می‌کنند. آسک در نتیجه امتزاج دو گامت با بزرگی متفاوت ایجاد می‌شود. سلول بزرگتر در واقع سلول مادر و دیگری جوانه محسوب می‌شود چون در جوانه فضای کافی برای آمیزش هسته‌ها نیست، اسپورها در سلول مادر بوجود می‌آیند. هنگامی که دو سلول با هم آمیختند، محتوای گامت نر با جوانه به داخل گامت مادر وارد شده، سپس یک سلول جدید از طریق جوانه زدن ایجاد می‌شود و محتوی سلول مادر به داخل آن وارد می‌گردد. این سلول جدید یک آسک را تشکیل می‌دهد که معمولاً حاوی یک آسکوسپور می‌باشد.



شکل ۷-۳- تشکیل یک آسک به روش آمیزش هتروگامی

۳-۱۰-۳- آمیزش حد واسط ایزوگامی و هتروگامی: این روش فرم نادری در آمیزش مخمرهاست. در این روش، دو سلول یا گامت از لحاظ اندازه شبیه هم هستند و از نظر جنسی هیچ تمایزی را نشان نمی‌دهند. اما پس از آمیختن گامتها، محتوای یکی از سلولها به سلول دوم وارد

می‌شود که اولی گامت نر و دومی گامت ماده نام دارد. آسکوسپور دو سلول مادر تشکیل می‌شود و معمولاً تعداد آنها دوتا است.

۱۰-۳- آمیزش آسکوسپور: در برخی از گونه‌ها، بین آسکوسپوره‌های یک نوع، آمیزش اینزوگامی صورت می‌گیرد و یک آسک تولید می‌شود. برخی از اسپورها به تنهایی قادرند جوانه بزنند و بقیه قبل از جوانه زدن باید جفت شده، آمیزش نمایند. این بدین معناست که بعضی از اسپوره‌های گروه اخیر مجبور به آمیزش با آسکوسپوره‌های مختلف می‌باشند. ترکیب آسکوسپورها به عنوان آمیزش حقیقی تلقی نمی‌شود ولی به عنوان یک روش جدیدی که جای باروری جنسی طبیعی را می‌گیرد تلقی می‌شود.

۱۰-۳- بکرزایی^۱: به مفهوم ایجاد ارگانسیم از سلول غیر بارور است و در واقع یک فرم تغییر یافته تولیدمثل است و نباید با روش غیرجنسی اشتباه شود. در برخی از مخمرها تولیدمثل جنسی مشاهده نشده است.

۱۱-۳- نقش قارچها در صنایع غذایی

۱۱-۳- زیانهای ناشی از قارچها: قارچها دارای ویژگیهای تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی خاصی هستند که از نظر اقتصادی در زندگی انسان مؤثرند از جمله این خصوصیات موارد زیر می‌باشد:

۱- قارچها معمولاً در pH اسیدی (حدود ۵) که برای رشد اکثر باکتریها نامناسب است رشد می‌کنند.

۲- اغلب قارچها هوازی هستند.

۳- اکثر قارچها در برابر فشار اسمزی مقاوم‌تر از باکتریها هستند و از اینرو می‌توانند در محلولهای غلیظ قندی و نمکی رشد نمایند.

۴- قارچها می‌توانند بر روی موادی با رطوبت کم - که برای باکتریها نامناسب است - رشد نمایند.

۵- قارچها برای رشد به ازت کمتری نسبت به باکتریها نیاز دارند و از نظر غذایی کارایی بیشتری داشته، کم‌توقع و سازش پذیرترند. بنابراین براحتی بر روی موادی نظیر چرم و رنگها رشد می‌کنند.

با توجه به موارد فوق، فساد بسیاری از مواد غذایی مثل میوه‌ها، دانه‌ها و سبزیها... به وسیله قارچها نباید عجیب باشد در حالیکه این مواد غذایی به وسیله باکتریها کمتر دچار فساد می‌شوند. در سطح شکافته نشده این قبیل مواد غذایی رطوبت کمی وجود دارد و بخش درونی میوه‌ها نیز برای رشد اکثر باکتریها اسیدی است. در حالیکه قارچها هم در رطوبت کم و هم محیط اسیدی براحتی

رشد می‌کنند. مریا و ژله اسیدی هستند و به علت داشتن قند زیاد، فشار اسمزی بالایی دارند. رشد باکتریها در این شرایط امکان‌پذیر نیست اما قارچها و بخصوص کپکها در این محیط قادر به رشدند. ریختن یک لایه پارافین در بالای ظروف محتوی ژلوز و یا رب گوجه‌فرنگی رشد کپکها را متوقف می‌سازد. زیرا کپکها هوازی هستند و لایه پارافین از نفوذ اکسیژن به داخل محتویات جلوگیری می‌کند. غذاهای دیگری مثل گوشت، آنقدر محیط مناسبی برای رشد باکتریها هستند که در رقابت، قارچها از رشد بازمی‌مانند. توانایی قارچها برای رشد در رطوبت کم، اهمیت آنها را به‌عنوان عوامل بیماری‌زای گیاهی افزایش می‌دهد. البته باید بدانیم که بیماریهای باکتریایی در گیاهان زیاد نیستند. در انسان نیز قارچها قادر به تولید بیماری هستند. بسیاری از بیماریهای پوستی در نتیجه رشد قارچها بر روی سطح پوست ایجاد می‌شود. همچنین کچلی نیز در اثر رشد قارچها در بین دامها و انسانها نسبتاً شایع است.

بیماری ارگوئیسم^۱ - که در قرون وسطی در اروپا شیوع داشت - به‌وسیله سم تولید شده از یک قارچ به نام کلادوسپس پورپورا^۲ ایجاد می‌گردد. این سم که ارگوت نام دارد، در انسان حالت خلسه ایجاد می‌کند. همچنین با انقباض مویرگها سبب کاهش یا قطع جریان خون در دست و پاها و قسمت‌های انتهایی بدن و موجب مرگ سلولی آنها می‌شود.

بسیاری از سموم در اثر رشد قارچها روی دانه‌های غلات ایجاد می‌گردند. مثلاً آفلاتوکسین سم مهلک و خطرناکی است که در اثر رشد قارچ اسپرژیلوس فلاووس^۳ بر روی دانه‌های خوراکی (غلات، حبوبات و مغزها) ایجاد می‌شود. اگر مواد غذایی آلوده به سم آفلاتوکسین به مصرف تغذیه انسان و دامها برسد خسارت هنگفتی را به بار می‌آورد. برخی از قارچهای چتری سمومی تولید می‌کنند که با خوردن قارچ اثرات خود را در بدن ظاهر می‌سازند. مهمترین این سموم قارچی، آمانیتا فالوئیدس^۴ است که فرشته مرگ نیز نامیده می‌شود. سموم این قارچ یعنی فالوئیدین و آمانیتین سموم عصبی قوی هستند که انتقال جریان عصبی را متوقف می‌سازند. خوردن این نوع قارچها سبب مرگ انسان خواهد شد.

۱-۱۱-۲- اهمیت قارچها در صنعت: استفاده از قارچها در صنعت برای تولید محصولات مهم در نیم قرن گذشته به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. البته باید متذکر شد که استفاده از قارچ، از زمانهای بسیار دوری شروع شده و انسان، به انرژی قارچها آگاه بوده است. بهترین نمونه شناخته شده از بکارگیری فعالیتهای بیوشیمیایی قارچها از سوی انسان پیشین، تخمیر نوشابه‌های الکلی در دوران فراعه^۵

۱- Ergotism

۲- Claviceps Purpurea

۳- Aspergillus Flavus

۴- Amanita Phalloides

۵- Pharaohs

است. همچنین استفاده از مخمرها در ورآمدن خمیر به دوران ظهور کتابهای مقدس برمی گردد. انسان در گذشته‌های دور از قارچهای عالی و خوراکی به عنوان ماده غذایی استفاده می کرده است و هم اکنون نیز در ژاپن و بسیاری از کشورهای آسیایی و اروپا، قارچهای خوراکی جزو لذیذترین غذاها هستند. تولید انواع نوشابه‌ها و ترکیبات درمانی، آنتی بیوتیکها، انواع ویتامینها، هورمونها و... و بسیاری از فرآورده‌های تخمیری نظیر پنیر بیانگر نقش مهم قارچها در زندگی بشر می باشد. امروزه تعداد رو به افزایشی از تولیدات مهم صنعتی به کمک قارچها صورت می گیرد.

۱۱-۳- قارچهای مهم در صنایع غذایی: از مهمترین قارچها در صنایع غذایی در دو گروه مشخص کپکها و مخمرها به جنسها و گونه‌های مهم زیر می توان اشاره نمود:

— کپکها

۱- جنس *رایزوپوس*: گونه *رایزوپوس استولونیفر* (*Rhizopus Stolonifer*) که به نام کپک معمولی نان معروف است و در صنعت از آن برای ساختن و تهیه اسیدفوماریک و بعضی مواد دارویی استفاده می شود.

۲- جنس *موکور* (*Mucor*): نیز در فساد بسیاری از مواد غذایی و فرآورده‌های آن دخالت دارد. گونه شایع آن *موکوراسموسوس* (*M.racemosus*) است و گونه *موکورراکسی* (*M.rouxii*) در تخمیر نشاسته و تولید الکل بکار برده می شود. *موکورها* در عمل آوردن پنیر و بعضی از غذاهای مناطق گرمسیری نیز دارای اهمیت اند.

۳- جنس *آسپرژیلوس* (*Aspergillus*): جنس *آسپرژیلوس* دامنه انتشار بسیار وسیعی دارد. قارچهای *آسپرژیلوس* می توانند بر روی انواع زیادی از محیطهای غذایی زندگی نمایند زیرا این قارچها قادر به ترشح و ایجاد انواع زیادی آنزیم می باشند. گونه *آسپرژیلوس نایجر* در تولید اسیدسیتریک و اسید گلوکونیک کاربرد دارد. *آسپرژیلوس اوریزه* برای تخمیر کردن انواع مواد غذایی تخمیری و تهیه یک نوع الکل آشامیدنی از برنج بکار می رود. از گونه *آسپرژیلوس ونتی* (*A.wentii*) در عملیات روغن کشی از دانه‌های سویا استفاده می کنند زیرا قدرت نرم کنندگی این قارچ بر روی نسوج سخت سویا بسیار عالی می باشد.

۴- جنس *پنی سیلیوم* (*Penicillium*): این قارچها به طور معمول روی مرکبات، میوه‌ها، زله‌ها، مرباها یا بر روی سایر مواد خوراکی که با اسپور مربوط آلودگی پیدا کرده باشد، ایجاد کپکهایی به رنگ سبز یا آبی می نماید. گونه‌های مختلف جنس *پنی سیلیوم* به میوه‌ها حمله نموده، موجب خرابی و فساد آنها می شود. برای مثال گونه‌های *پنی سیلیوم ایتالیکوم* (*P.italicum*) یا *کپک آبی* با کنیدی‌های

سبز - آبی و پنی سیلیوم دیژیتاتوم (*P. digitatum*) دارای کنیدی تخم مرغی سبز - زرد که پاتوژنهای معمولی میوه مرکبات می باشد.

۵ - جنس نورو سپورا (*Neurospora*): گونه نورو سپوراسیتوفیلا (*N. sitophila*) که به نام کپک نان یا کپک قرمز نان معروف است. این قارچ در صنایع نانوائی خسارات قابل ملاحظه ای به بار می آورد.

۶ - جنس آلترناریا (*Alternaria*): دارای انتشار جهانی است. بعضی از گونه های آن گندرو بوده، در فساد مواد غذایی مؤثرند.

۴ - ۱۱ - ۳ - مخمرها: مخمرهای مهم، در صنعت عبارتند از:

۱ - جنس شیزوساکارومایسیس (*Schizosaccharomyces*): که اغلب در میوه های مناطق گرمسیری، ملاس، خاک و عسل دیده می شود.

۲ - جنس ساکارومایسیس (*Saccharomyces*): گونه *(S. cerevisiae)* در صنایع غذایی کاربرد فراوان دارد و سوشهای خاصی برای ورآوردن خمیر و تولید الکل، گلیسرول مورد استفاده قرار می گیرند.

۳ - جنس زیگوساکارومایسیس (*Zygosaccharomyces*): این مخمر به علت توانایی قابل توجه در رشد بر روی مواد قندی با غلظت بالا مورد توجه است و در فساد عسل، ملاس و شربت اثر می گذارد.

۴ - جنس هانسولا (*Hansenula*): این قارچ از لحاظ ظاهر شبیه پیشیا است ولی به طور معمول دارای قدرت تخمیر بیشتری می باشد. بعضی گونه ها تشکیل لایه نازک می دهند.

۵ - جنس هانسیناسپورا (*Hanseniaspora*): این مخمر لیمویی شکل است و اغلب بر روی مواد غذایی دیده می شود.

۶ - جنس کاندیدا (*Candida*): این جنس در فرآورده های شیر برای فعال نمودن باکتریهای مولد اسیدلاکتیک و افزایش آنها بکار گرفته می شود و باعث فساد کره می گردد.

۷ - جنس رودوتورولا (*Rhodotorula*): این مخمر به رنگهای زرد، صورتی و یا قرمز دیده شده و باعث تغییر رنگ مواد غذایی بخصوص گوشت می گردد.

ارزشیابی فصل سوم

۱ - قارچها چه موجوداتی هستند؟

۲ - چون قارچها هستند نمی توانند از نور خورشید برای غذاسازی خود

استفاده کنند.

- ۳- انواع قارچها را از نظر نحوه زندگی و تأمین غذا توضیح دهید.
- ۴- ساختمان رویشی کپکها را شرح دهید.
- ۵- ساختمان رویشی مخمرها را شرح دهید.
- ۶- هیف، میسلیوم و سپتا چیست؟
- ۷- تفاوت میسلیوم رویشی و زایشی را شرح دهید.
- ۸- منظور از قارچهای دو شکلی چیست؟ توضیح دهید.
- ۹- اجزای ساختمان سلولی کپکها را نام ببرید.
- ۱۰- قسمتهای مختلف ساختمان اسپورکپکها را نام ببرید.
- ۱۱- اسپور قارچها و باکتریها را با یکدیگر مقایسه نمایید.
- ۱۲- ساختمان سلولی یک مخمر را شرح دهید.
- ۱۳- نقش دانه‌های چربی در زندگی مخمرها را توضیح داده، منشأ آنها را بیان کنید.
- ۱۴- روشهای تولیدمثل غیرجنسی در کپکها را نام ببرید.
- ۱۵- کلامیدیوسپور چگونه تشکیل می‌شود؟
- ۱۶- تفاوت‌های اسپورائیزوسپور و کنیدیوسپور را با رسم شکل بنویسید.
- ۱۷- مراحل تولیدمثل جنسی را در قارچها بنویسید.
- ۱۸- آسکوسپور چیست و چگونه ایجاد می‌شود؟
- ۱۹- رایجترین روش تکثیر غیرجنسی در مخمرها چیست؟ آن را توضیح دهید.
- ۲۰- تقسیم به روش دوتایی در مخمرها چگونه انجام می‌شود؟
- ۲۱- روشهای تولیدمثل جنسی در مخمرها را بنویسید.
- ۲۲- آمیزش حد واسط ایزوگامی و هتروگامی را توضیح دهید.
- ۲۳- ویژگیهای رشد قارچها را بنویسید.
- ۲۴- چرا میوه‌ها بیشتر به وسیله قارچها فاسد می‌شوند؟
- ۲۵- چرا با ریختن یک لایه پارافین بر روی رب گوجه‌فرنگی می‌توان آن را از کپک‌زدگی محفوظ داشت؟
- ۲۶- آفلاتوکسین چیست؟
- ۲۷- از مخمرهای مهم در صنعت فقط چهار مورد را نام ببرید.
- ۲۸- نام علمی جنس و گونه کپک معمولی نان را بنویسید.