مجله ایمنی زیستی
دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴

اهمیت مخمرهای تک سلولی در آبزی‌پروری

آیدا موسویان[1*]، رامین مناف فر[2]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد زیست فناوری میکروبی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه، ارومیه، ایران

[2] استادیار دانشگاه ارومیه، پژوهشکده آرتمیا و آبزیان، گروه بیوتکنولوژی، ارومیه، ایران

Ay.moosavian86@gmail.com

چکیده

مخمرها سلول‌های یوکاریوتی هستند که از نظر اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی حائز اهمیت بوده و از نظر صنعتی و بیوتکنولوژیک درتولید آنزیم‌ها، واکسن‌ها و بعضی از داروهای نوترکیب کاربرد دارند. این تک‌سلولی‌ها در صنایع غذایی و بیوتکنولوژی نیز کاربرد داشته و عموما از محیط‌های طبیعی و یا فلور گیاهان و جانوران تهیه، و پس از شناسایی، بصورت انبوه کشت داده می‌شوند. امتیازات ویژه مخمرها ازجمله تولید آسان، سریع و مقاومت بالا به طیف وسیعی از مواد مختلف، موجب شده است که کاربرد فراوانی در آبزی‌پروری داشته باشند. بی‌شک تامین منابع غذایی مناسب و ارزان قیمت، یکی از جنبه‌های مهم در پرورش آبزیان به شمار می‌رود. در این میان دستکاری مولکولی و غنی نمودن مخمرها، می‌تواند آن‌ها را به میکروارگانیسم‌هایی با ارزش بالای بیوتکنولوژیک، جهت بهبود کیفیت رشد و بقاء آبزیان تبدیل کند. مخمرها همچنین بعنوان مکمل غذایی در تمامی موجودات تحت مطالعات آزمایشگاهی و پرورشی و حتی انسان توصیه شده‌اند. به‌عنوان مثال مخمر *Saccharomyces cerevisiae* از مخمرهای مفیدی است که به فراوانی در صنعت نان بکار می‌رود.

کلمات کلیدی: مخمر، سلول یوکاریوتی، دستکاری مولکولی، غنی نمودن، *Saccharomyces cerevisiae*

مقدمه

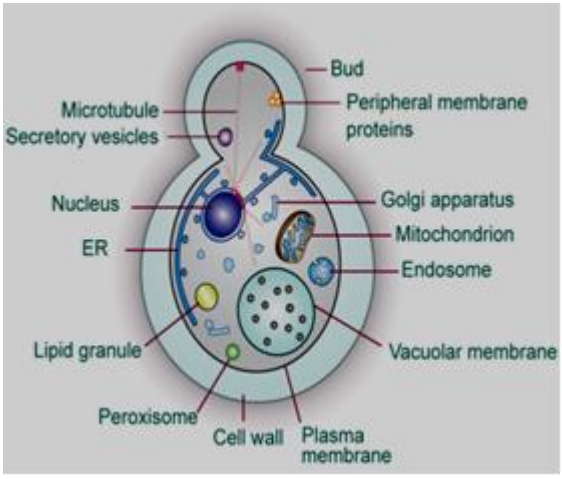
مخمرها در سطح زمین انتشار جغرافیایی وسیعی دارند. آن‌ها در سطح مواد حاوی قند مانند شهد گل‌ها، میوه‌ها، خاک، آب‌های دریایی و شیرین، شیر، ترشحات حیوانات، سبزیجات، گیاهان، حشرات و دستگاه گوارشی پستانداران وجود دارند (۲۹ و ٤٨). این سلول‌ها شیمیوارگانوتروف بوده و می‌توانند از منابع کربنی مختلف استفاده کنند. تا به امروز حدود ۷۰۰ گونه مخمر شناسایی شده است، اما این فقط نماینده‌ی بخش کوچکی از تنوع حیاتی مخمر روی کره‌ی زمین است. با در نظر گرفتن میزان توصیف گونه‌های جدید قارچ در هر سال، حتی با وجود روش‌های متداول جداسازی محیط‌های انتخابی، احتمال دارد که بخش قابل‌توجهی از جامعه مخمر در

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

نظر گرفته نشده باشد (٤١).

مخمر، نمونه‌ای از سلول‌های یوکاریوتی با اندامک‌های داخل سلولی شامل هسته، میتوکندری، دستگاه گلژی، وزیکول‌های ترشحی، شبکه آندوپلاسمی، واکوئل‌ها و میکروبادی‌ها هستند. این موجودات دارای دیواره سلولی، غشای پلاسمایی، سیتوپلاسم بوده و در سیتوپلاسم، ریبوزوم‌ها و گاهی اوقات پلاسمیدها مشاهده می‌شوند. علاوه بر این، برخی مخمرها دارای لایه‌های کپسولی نیز هستند (١١).

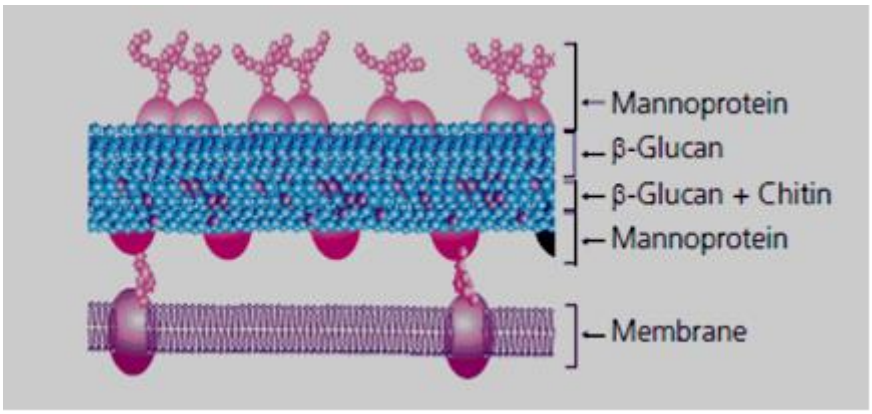


شکل ۱- اجزای داخلی مخمرها

وجود دیواره سلولی، یک ویژگی اساسی است که سلول مخمر را از سلول جانوری متمایز می‌کند. معمولا دیواره سلولی مخمر، یک ساختمان ضخیم است و حدود ۲۵-۱۵ درصد کل وزن خشک سلول را به خود اختصاص می‌دهد. دیواره سلولی مخمر ویژگی تشخیصی برجسته همه‌ی مخمرها است (١١) که به شکل دولایه لیپیدی، کل سلول را احاطه کرده است و استحکام آن تا حد زیادی بر پایه‌ی لایه داخلی از شاخه مولکول بتا-١و٣-گلوکان است که بصورت شبکه‌ی سه‌بعدی، توسط پیوند هیدروژنی بین زنجیره‌های جانبی نگه داشته شده است (٦٠). بتاگلوکان‌ها جزء عمده‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده‌ی دیواره‌ی مخمرهایی چون *Saccharomyces cerevisiae* هستند (١٣). بتا-١و٣-گلوکان از یک انتها به مانن‌پروتئین (Mannoproteins) دیواره سلولی متصل شده است (٣٩). در یک مدل پیشنهادی توسط Lampen، گلیکوپروتئین‌های مانن‌پروتئینی، خارجی‌ترین لایه‌ی دیواره‌ی مخمر را تشکیل می‌دهد (٤٢). در واقع، دیواره‌ی سلولی مخمر شامل ٤ جزء اصلی بتا-١و٣ گلوکان (٥٠ درصد از دیواره سلولی)، کیتین (٢-١ درصد از دیواره سلولی)، بتا-١و٦ گلوکان (٨ درصد دیواره سلولی) و مانان (٤٠-٥٠ درصد از دیواره سلولی)، است (٢٦، ٤٠ و ٤٤).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]



شکل۲- ساختار دیواره سلولی مخمر

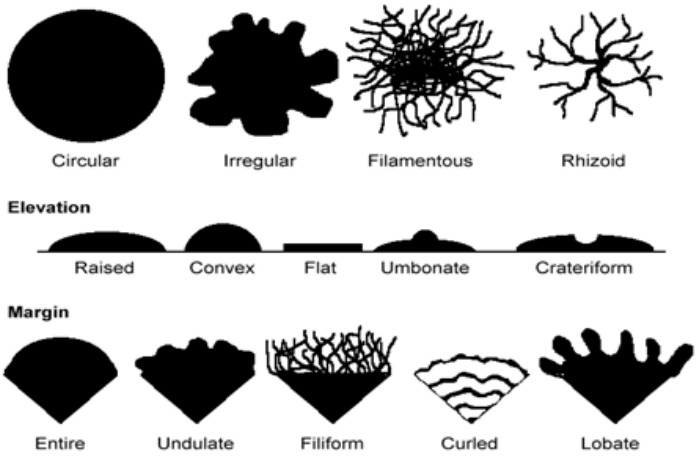
مخمرها، دسته‌ای از یوکاریوت‌های تک‌سلولی هستند که بعنوان قارچ‌ها شناخته شده‌اند. بصورت دقیق‌تر، مخمرها قارچ‌های آسکومیست یا بازیدیومیست هستند که تکثیر آن‌ها به ۲ صورت است:

تقسیم غیرجنسی: تقسیم غیرجنسی ازطریق جوانه‌زنی و تقسیم دوتایی است (۱۱).

تقسیم جنسی: تقسیم جنسی بین دو سلول رویشی (آسکوسپور) رخ می‌دهد که سلول زیگوت را تولید می‌کند (۳).

مخمرها از نظر مورفولوژیکی بر اساس اندازه، شکل سلول، مکانیسم تشکیل سلول‌های دختری، رنگ و قوام کلنی‌ها و تولید یا عدم تولید کپسول طبقه‌بندی می‌شوند (٤).

بطور کلی مخمرها با قطر ۱ الی ۵ میکرومتر و طول ۳ الی ۲۰ میکرومتر، بزرگتر از باکتری‌ها هستند (۳). اندازه کلنی مخمر در محیط کشت جامد به چهار گروه: بزرگ، متوسط، کوچک، خیلی کوچک تقسیم می‌شود (٤، ۷ و ٤۸). شکل کلنی سلول‌های مخمر متغیر بوده و به‌صورت بیضی، کروی، چند ضلعی و گاهی به هم چسبیده هستند. اما در سطح محیط کشت، اکثرا بصورت کروی و یا بیضوی دیده می‌شوند و در عمق محیط کشت، کلنی‌های گرد عدسی شکل ایجاد می‌کنند (۳ و ۷).



شکل ۳- شکل‌های مخمرها

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

از نظر دمایی، بهترین دما برای این میکروارگانیسم‌ها، ۲۵-۳۰°C است و دماهای کمتر از ۰°C آن‌ها را نمی‌کشد. معمولا دماهای بالاتر از ٤٢°C از فعالیت مخمرها کاسته و دماهای بالاتر از ٥٠°C آن‌ها را غیرفعال می‌کند (٥٦). بهترین pH برای فعالیت آن‌ها بین ٤ الی ٦ است، اما مخمرها شرایط اسیدی را برای تخمیر ترجیح می‌دهند. برخی گونه‌ها نظیر *Pichia membranifaciens* و *Dekkera Intermedia* در pH=۱/۳ رشد می‌کنند (٤٧). تشعشعات باعث از بین رفتن مخمرها می‌شود (١٥).

اهمیت و کاربرد مخمرهای تک‌سلولی در صنعت و بیوتکنولوژی

طبق تحقیقات انجام شده، مخمرها دارای دیواره سلولی هستند که به شکل دولایه لیپیدی کل سلول را احاطه کرده و پلی‌ساکاریدهای بتاگلوکان، جزء عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی دیواره‌ی مخمرهایی چون *S.scerevisiae* است (١٣)، که دارای توانایی تحریک سیستم ایمنی در موجودات مختلف و نیز خواص ضدتومورزایی در انسان می‌باشند (٥٢). از نتایج حاصله از آزمایش‌های صورت گرفته در مدل‌های حیوانی (مثل موش و ماهی)، برای بررسی اثرات بتاگلوکان، استفاده‌ی زیادی شده است (٥٢)، به‌طوری‌که بواسطه‌ی خواص ضدتوموری (ضد رگ‌زایی در تومور)، از آن بعنوان یک محرک طبیعی سیستم ایمنی در درمان سرطان‌های انسانی استفاده شده است (١٣). همچنین از بتاگلوکان در تقویت سیستم ایمنی آبزیانی چون آرتمیا و مقاومت آن‌ها نسبت به عوامل بیماری‌زا استفاده شده است (٥٢). علاوه بر این، براساس تحقیقات صورت گرفته، مشاهده شده که گلیکوپروتئین‌های مانن‌پروتئین، لایه‌ی خارجی دیواره‌ی مخمر *S.cerevisiae* را شکل می‌دهند. حذف این لایه با تیمار شیمیایی، منجر به بهبود هضم این مخمر از سوی آرتمیا شده است (٢٤).

استفاده از مخمر برای تولید اتانول زیستی، به عنوان یک منبع تجدیدپذیر، امید بزرگی را برای بقاء تمدن به وجود آورده است (٣٦). امروزه در صنایع بیوتکنولوژی داروئی برای تولید دارو و درمان انسان، مخمرها را بصورت دستکاری شده مورد استفاده قرار می‌دهند (١١). اهمیت صنعتی مخمرها به عنوان تولید کننده‌های آنزیم‌ها، واکسن‌ها و بعضی از داروهای نوترکیب و نیز نقش موثر آن‌ها در روشن شدن مکانیسم‌های پایه‌ای مولکولی بسیاری از بیماری‌ها و ناهنجاری‌ها در حوزه‌ی زیست پزشکی، مخمرها را برای انسان بسیار ارزشمند کرده است (١١). بعنوان مثال اولین واکسن تولید شده به روش بیوتکنولوژی توسط مخمرها، واکسن هپاتیت ب بوده و آخرین مورد تحقیق روی تولید واکسن درمانی اچ.آی.وی می‌باشد (١١). تولید روزافزون پروتئین‌های درمانی انسان، به‌طور صنعتی با کلون کردن تعدادی ژن‌های درمانی درون ژنوم مخمرهایی مثل *S.cerevisiae*، *Pichia pastoris* و *Hansenula polymorpha* امکان‌پذیر است. بنابراین مخمرها بیش از پیش تبدیل به ارگانیسم‌های پرطرفدار و ارزشمند در تولید مواد دارویی نوترکیب شده‌اند. برای افزایش و حفظ این محبوبیت، شناخت مخمرها و خصوصیات ژنومی و مولکولی اهمیت بسیاری دارد (١١). علاوه بر این مخمرها به عنوان مدل‌های تجربی در تحقیقات زیست پزشکی شامل سرطان‌شناسی، داروسازی، سم‌شناسی و ژنتیک انسانی ارزشمند هستند. شناخته شده‌ترین تک

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

سلولی‌های یوکاریوتی که ژنوم آن‌ها تعیین توالی شده و به‌طور قابل‌توجه‌ای در این زمینه به کار می‌روند، *S.cerevisiae* و *Schizosaccharomyces pombe* هستند (۱۱). همچنین از عصاره مخمر، در تهیه محیط‌های کشت میکروبیولوژی مانند محیط YEPD استفاده شده است (۱۱).

مخمرهای تک سلولی فلور روده آبزیان (مفید و مضر)

بسیاری از مخمرهای غیرپاتوژن در مجرای روده و پوست حیوانات به صورت همزیست زندگی می‌کنند (۱۱). گونه‌های مختلف مخمر جنس کاندیدا، از جمله کاندیدا آلبکنس، عمدتا در دستگاه گوارش انسان ساکن هستند. حداقل هفت گونه از جنس کاندیدا بعنوان پاتوژن‌های فرصت طلب انسان مطرح هستند (٤). مخمرها بدلیل تولید آسان و سریع و مقاومت بالا به‌عنوان خوراک آبزیان استفاده می‌شوند، همچنین بدلیل طبیعی بودن، اثرات منفی بر محیط و موجودات مصرف‌کننده ندارند (٤٩). مخمرها به عنوان فلور طبیعی سطح بدن و یا دستگاه گوارش نیز مطرح بوده و مخمرهای موجود در روده شامل *Candida* و *S.cerevisiae* معرفی شده‌اند (۱۷). گزارش‌ها نشان می‌دهد که مخمرها بطور طبیعی در روده‌ی آبزیان وحشی و پرورشی وجود دارند (۲۸).

به طور کلی مخمرهای جدا شده از روده‌ی آبزیان به دو شاخه‌ی مجزا از سلسله‌ی قارچ‌ها تعلق دارند که عبارتند از:

الف) Ascomycota: که در بین آن‌ها مهم‌ترین خانواده Saccharomycetaceae است.

ب) Basidomycota: که شامل مخمرهای قرمز رنگ Rhodotorula است (۲۸).

البته در حال‌حاضر چهار جنس دیگر از مخمرها با نام‌های Yarrowia، Kluyvermyces، Filobasidium و Bulleromyces از محتویات روده‌ی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جدا شده‌اند (۲۸). بر اساس برخی منابع، گونه‌ی غالب مخمر در آبزیان آب شور و آب شیرین *Rhodotorula* است، درحالی‌که بیشتر تحقیقاتی که در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت گرفته، نشان می‌دهد که مخمرهای *Debaryomyces hansenii*، فلور غالب هستند. اما سایر محققین اظهار داشته‌اند که مخمرهایی مثل *Candida*، *S.cerevisiae* و *Leucosporidium* فلور غالب روده‌ی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان هستند (۲۸). غذاهای مورد استفاده در آبزی‌پروری معمولا از مواد غذایی گران‌قیمت از قبیل ماهی و پودر ماهی تشکیل شده‌اند. یافتن ترکیبات جایگزین و ارزان‌قیمت، به میزان زیادی به توسعه آبزی‌پروری کمک می‌کند. اخیرا استفاده از پروبیوتیک‌ها بعنوان جایگزین، می‌تواند بسیاری از مشکلات را مرتفع سازد (۲۸). صنعت تکثیر و پرورش آبزیان، علی‌رغم ویژگی‌های مطلوب بازدهی کوتاه مدت و صرفه‌ی بالای اقتصادی، همواره با چالش‌هایی چون کنترل کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها و ... مواجه بوده است، به‌طوری‌که استفاده بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها در جهت کنترل و پیشگیری بیماری‌های شایع، خصوصا درکشورهای درحال توسعه، عوارضی چون مسائل زیست محیطی و مهمتر از آن، مقاوم شدن عوامل بیماری‌زا را ایجاد نموده است (۵). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها جهت درمان بیماری‌های آبزیان به دلایل مقاوم شدن عوامل بیماری‌زا، از بین بردن فلور میکروبی محیط زیست، هزینه بالای این داروها و عوارض جانبی آن‌ها مورد انتقاد قرار گرفته است. پروبیوتیک‌ها نه تنها اثرات منفی آنتی‌بیوتیک‌ها

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

را ندارند، بلکه با تولید و کاهش درصد تلفات آبزیان همراه هستند (۹). ایجاد خواص سلامتی‌بخش پروبیوتیک‌ها، مدیون اثرات سرکوب کننده‌ی آن‌ها بر فلور مضر روده و حفظ و بهبود توازن این فلور به نفع خود است (۲). پروبیوتیک‌ها، عبارتند از میکروارگانیسم‌ها یا فروآرده‌هایی از آن‌ها که اثرات مفیدی بر سلامتی میزبان دارند. امروزه پروبیوتیک‌ها نه‌تنها به عنوان محرک رشد، بلکه برای تحریک سیستم ایمنی بدن و پیشگیری از ابتلا به بسیاری از بیماری‌های عفونی به کارگرفته می‌شوند (۸). مخمرهای زنده، بدلیل وجود مولکول‌هایی مثل پیوتریسکین، اسپرمین و اسپرمیدین که به‌عنوان فاکتورهای اساسی رشد تلقی می‌شوند، نماینده‌های امیدوارکننده به‌عنوان پروبیوتیک‌ها هستند و همچنین این توانایی را دارند که پلی‌آمین‌ها را تولید کنند و به آن‌ها بچسبند و در موکوس روده ماهی رشد کنند (۱٤، ۲۲، ۵۵ و ۵۷). پلی‌آمین‌ها مولکول‌هایی فراگیرند و در همه‌جا وجود دارند، که در واکنش‌های زیست شناختی زیادی شرکت می‌کنند (۵۳). این واکنش‌ها شامل تکثیر، تفکیک سلولی، بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک وپروتئین‌ها هستند (۱۷). مطالعات فیزیولوژیک انجام شده در مورد روند تاثیر مخمر بر آبزیان نشان داده است، مهمترین عاملی که در این فرآیند دخا لت دارد، پلی‌آمین‌ها هستند. بطورکلی پلی‌آمین‌ها نقش اساسی در تکثیر، رشد سریع و ترمیم بافت‌ها ایفا می‌کنند (۱). بر اساس تحقیقات انجام شده، از مخمرهای پروبیوتیک می‌توان به جنس Saccharomyces (گونه‌های *Saccharomyces boulardii* و *Saccharomyces cerevisiae*) اشاره کرد (۲۸).

کاربرد و اهمیت مخمرها به عنوان مکمل غذایی

استفاده از مخمرهای تک‌سلولی به عنوان مکمل غذایی در تمامی موجودات تحت مطالعات آزمایشگاهی و پرورشی و حتی انسان توصیه شده و در حال افزایش است. این موجودات هر روزه برای تهیه مواد غذایی در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳۵). مخمرها بعنوان پروتئین غذایی در نشخوارکنندگان، باعث بهبود دسترسی به مواد غذایی و افزایش رشد حیوان می‌شوند (۲۳ و ٤۳). همچنین محصولات مخمری، به عنوان یک منبع پروتئینی در رژیم غذایی برای تولید میگوی آب شور استفاده می‌شوند. برای مثال استفاده از مخمر نانوایی (*S.cerevisiae*) در آبزی‌پروری در چندین پروژه تحقیقاتی مورد تائید قرار گرفته‌است (۳۸، ٥٤)، گونه *Kluyveromyc marxianus*، جهت تخمیر ضایعات آب پنیر حاصل از ساخت پنیر بکار می‌رود و به تولید پروتئین تک‌سلولی (Single Cell Protein) برای تغذیه جانوران و همچنین برخی الکل‌ها، ضمن تقلیل آلودگی که بوسیله آب پنیر تولید می‌شود، می‌انجامد. ارزش غذایی مخمرها در وجود مقدار قابل توجه اسیدهای آمینه، ازت، فسفر، پروتئین‌ها و ویتامین‌های C، K، P، E، D، B_1، B_2 در آن‌ها می‌باشد. مخمر نانوایی علی‌رغم داشتن تمامی اسیدهای آمینه ضروری، مقادیر برخی اسیدهای آمینه مانند متیونین، سیستئین و تریپتوفان در آن ناچیز می‌باشد (۵۸ و ٦۱). در بسیاری از کشورها، چندین هزار تن مخمر خشک یا مرطوب تهیه می‌شود، بخصوص در ایام جنگ جهانی دوم که ارسال گوشت و سبزیجات به سربازان مقدور نبود، مخمرها به شکل پروتئین میکروبی در جیره غذایی بکار می‌رفتند (٤). مخمرها در صنایع

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

غذایی مورد توجه هستند و در اثر تخمیر، هیدرات کربن را به الکل و CO_2 تبدیل می‌کنند، بنابراین نام ساکارومایست یا قارچ‌های قندی به آن‌ها داده شده است. مزه‌ی مخمر تلخ و نامطبوع است و بهتر است آن را همراه آب‌میوه یا شیرینی مصرف کرد (٤).

استفاده از مخمرهای دستکاری شده در بیوتکنولوژی و آبزی پروری

آزمایش‌هایی که توسط Blanco برروی تغذیه از ۵۱ گونه‌ی آبزی انجام گرفت، نشان داد که مخمر Torula می‌تواند غذای مناسبی برای پرورش آرتمیا باشد (۱۹). مخمرهای تک سلولی با دارا بودن سایز مناسب (کمتر از ۲۰ میکرون) و همچنین ترکیب و ارزش غذایی مناسب، کاربرد روز افزونی در پرورش آبزیان دارند (۲۰، ۲۱ و ۵۹). در این راستا Coutteau و همکاران نشان دادند که یک رژیم غذایی که تنها شامل مخمر نانوائی است، منجر به حصول نتایج ضعیفی می‌شود (۲۵). Coutteau و همکاران همچنین طی تحقیقاتی نشان دادند که سطوح جایگزینی ۷۵ و ۹۵ در صد جلبک Dunaliella tertiolecta با مخمر خشک عمل‌آوری شده (دست‌کاری شده) تحت تیمارهای شیمیایی در تغذیه آرتمیا، منجر به بازماندگی مشابه و حتی نرخ رشد بهتر در مقایسه با جیره جلبکی می‌شود (۲۵). بالا بردن درصد بقاء و افزایش مقاومت موجودات آبزی‌پرورشی در سیستم‌های مصنوعی، از اصلی‌ترین موضوعات تحقیقاتی می‌باشد. برخی از گونه‌های موجود (مانند آرتمیای بومی ایران *A. urmiana*) با وجود دارا بودن ارزش‌های اقتصادی، معمولا کیفیت خوبی از نظر بقاء در سیستم‌های مصنوعی پرورشی نشان نمی‌دهند (۱۲). اغلب آبزیان در دوران لاروی متحمل استرس‌های مختلف و تلفات شدیدی می‌شوند و بدلیل بالابودن درصد تلفات در دوران لاروی، گونه‌هایی از آرتمیا (همانند *A. urmiana*) هیچ‌گاه بعنوان تجاری، جهت پرورش مورد توجه قرار نگرفته‌اند. همچنین در اغلب میگوهای آب شیرین و شور پرورشی نیز ارائه یک روش ساده و مطمئن جهت بالا بردن مقاومت این دسته از موجودات به استرس‌های محیطی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. بنابراین برای تغذیه این دسته از موجودات به‌جای استفاده از مخمرهای معمولی از مخمرهای غنی شده از اسیدهای‌چرب (Highly Unsaturated Fatty Acids) و همچنین غنی از پروتئین‌های شوک حرارتی (Heat Shock Proteins) تحریک شده، می‌توان استفاده نمود. بدین‌ترتیب می‌توان با هزینه کم و بسیار ساده، لاروهایی با مقاومت بالاتر و درصد تلفات کمتر تولید کرد تا بدون نیاز به آنتی‌بیوتیک‌ها قادر به مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و استرس‌زای محیطی باشند (۱۸).

پروتئین‌های شوک حرارتی، گروهی از پروتئین‌های موجود در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها هستند که با شوک حرارتی تحریک می‌شوند. برجسته‌ترین اعضای این گروه‌ها، دسته‌ای از پروتئین‌های عملکردی هستند که در تاخوردن صحیح پروتئین‌های دیگر نقش دارند و بیان آن‌ها زمانی که سلول‌ها در معرض دماهای بالا و یا استرس هستند، افزایش می‌یابد (۲۷). پروتئین‌های شوک حرارتی، توسط بسیاری از ژن‌های تنظیم‌کننده فاکتور رونویسی شوک حرارتی کد می‌شوند، که این فاکتورهای رونویسی شوک حرارتی (Heat Shock Factors) نقش اصلی را در هموستاز بدن در پاسخ به شرایط گوناگون استرس، با فعال کردن بیان ژن دارند

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

(٤٦). با توجه به نقش پروتئین‌های شوک حرارتی در افزایش مقاومت جاندار به استرس‌های محیطی و با توجه به این‌که افزایش سطح این پروتئین‌ها در بدن، اغلب نیازمند ایجاد استرس و شوک خارجی است و اغلب مواقع، نمی‌تواند به موقع موجب بروز مقاومت داخلی شود، بنابراین در تعدادی از بررسی‌های مقدماتی انجام شده برروی موجودات مختلف نشان داده است که تغذیه با این دسته از پروتئین‌ها نیز می‌تواند باعث تقویت سیستم ایمنی موجود زنده شود. در این تحقیقات مشخص شده است که این دسته از پروتئین‌ها، دارای ساختمان تقریبا یکسانی در اغلب موجودات می‌باشند و در صورت ورود این پروتئین‌ها به هر نحو ممکن که شده، باعث تقویت رشد و بقا در شرایط استرس‌زای محیطی خواهند شد (٥١). همچنین برخی تحقیقات حاکی از این است که پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs) خصوصا HSP26 در دوران لاروی، HSP70 و HSP90 در دوران رشد و بلوغ نقش مهمی در ایجاد مقاومت در برابر استرس‌های حرارت و شوری در آرتمیا را ایفا می‌کنند (٣٠ و ٥٠).

میکروارگانیسم‌هایی که غنی از داکوزاهگزانوئیک اسید می‌باشند شامل: *Saccharomyces cerevisiae* (٣٧)، *Euglena gracilis* (٣١و ٣٢) و *Labyrinthulales* (٣٣ و ٣٤) است که بعنوان غذای لاروی در محیط‌های کشت آبی استفاده می‌شوند. بنابراین غنی‌سازی مخمر با اسیدهای چرب HUFA یا حذف لایه پروتئینی مخمر غنی شده، سبب هضم بهتر آن شده که نهایتا رشد و بازماندگی قابل قبول‌تری در آرتمیا، در مقایسه با مخمرهای ساده و بعضا مخمر *Lansy PZ* ایجاد می‌کند (٦).

همچنین تغذیه با مخمرهای دستکاری شده، موجب تقویت سیستم ایمنی آرتمیا می‌شود، به‌طوری‌که مخمر فاقد غشای پروتئینی، می‌تواند به راحتی در درون دستگاه گوارش آرتمیا جانشین شود و به منزله‌ی یک پروبیوتیک، سبب عملکرد بهتر فلور باکتریایی دستگاه گوارش موجود و نهایتا افزایش فعالیت‌های مربوط به ایمنی در موجود شود (١٦، ٤٥ و ٥٢). در آزمایش Marques و همکاران، از ٦ نوع مخمر نانوایی برای تغذیه آرتمیا استفاده شد که شامل ١) مخمر فاقد مانان ٢) مخمر فاقد فسفو مانان ٣) مخمر فاقد β-١و٦ گلوکان ٤) مخمر فاقد β-١و٣ گلوکان ٥) مخمر فاقد کیتین ٦) مخمر دستکاری نشده بود، که نتایج بقاء و رشد بدین ترتیب حاصل شد ١ > ٢ > ٥ > ٣ > ٦ > ٤ (٤٤).

باتوجه به‌این‌که پس از تولید چنین مخمرهایی، می‌توان آن‌ها را خشک و بتدریج در جیره غذایی آبزیان اضافه کرد، بنابراین با افزودن مخمرهای فوق به غذای کنسانتره آبزیان می‌توان بدین طریق فرمولاسیون جدیدی نیز برای آبزیان ارائه کرد. دستکاری مولکولی مخمرهای تک‌سلولی با فعال نمودن پروتئین‌های شوک حرارتی، غنی‌سازی اسیدهای‌چرب و همچنین حذف لایه پروتئین‌های خارجی مانن‌پروتئین (که احتمالا مانع اصلی برای هضم مخمر توسط آرتمیاست)، امکان تولید محصول بیوتکنولوژیکی با کیفیت بسیار بالا برای عرضه در رژیم غذایی موجودات را فراهم می‌کند (١٠).

نتیجه‌گیری

مخمرها به فراوانی در آبزی‌پروری، صنایع مختلف و حتی تغذیه انسان مورد استفاده بوده‌اند، با دستکاری و بهبود کیفیت مخمرها می‌توان مصرف آن‌ها را بعنوان

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

غذا و در آبزی پروری بهینه ساخت. این ویژگی بدلیل طبیعی بودن این موجودات و عدم ایجاد آلودگی زیستی آن‌ها، تولید آسان، سریع و مقاومت بالا به طیف وسیعی از مواد مختلف، بسیار حائز اهمیت است. این میکروارگانیسم‌ها بعنوان فلور روده اکثر جانوران و گیاهان بوده و برای این موجودات نقش بسزایی دارند. همچنین برای تولید دارو و درمان انسان، مخمرها را بصورت دستکاری شده مورد استفاده قرار می‌دهند. اهمیت صنعتی مخمرها به عنوان تولید کننده‌های آنزیم‌ها، واکسن‌ها و بعضی از داروهای نوترکیب و نیز نقش موثر آن‌ها در روشن شدن مکانیسم‌های پایه‌ای مولکولی، بسیاری از بیماری‌ها و ناهنجاری‌ها در حوزه‌ی زیست پزشکی، مخمرها را برای انسان بسیار ارزشمند کرده است. از این رو مخمرها جز دسته مهمی از موجودات بخصوص در صنعت بیوتکنولوژی، شناخته شده و مورد استفاده هستند.

فهرست منابع References

۱- پورامینی، م. حسینی‌فر، س. ح. (۱۳۸٦). کاربرد پروبیوتیک‌ها و پری بیوتیک‌ها در آبزی پروری. انتشارات موج سبز. ۱۰٤ ص.

۲- پورداود، م. سجادی، م .م و بحری، ا. م (۱۳۸۹). بررسی اثرات جیره‌های غذایی حاوی مخمر ساکارومایسیس سرویزیا بر رشد، زنده مانی و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی ماهی سوروم (Heros severus). مجله‌ی علمی آبزیان و شیلات. سال اول. پیش شماره‌ی ۱.

۳- چلپیان، ف. مجد، ا. (۱۳۸۷). تالوفیت‌ها، چاپ اول، ویرایش دوم، تهران: انتشارات آییژ.

٤- دیبا، ک (۱۳۹۰). اصول قارچ شناسی پزشکی، چاپ اول. ارومیه: موسسه فرهنگی انتشاراتی شاهد و ایثارگران دانشگاه علوم پزشکی ارومیه.

۵- شیخیان، م. (۱۳۸۳). زندگی ماهیان آکواریوم. مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.

٦- طالبی، ف.، اسماعیلی فریدونی، ا.، عبدی، ج.، مناف‌فر، ر. (۱۳۹۲) تاثیرات جانشینی مخمر نانوایی صنعتی دست کاری شده به جای مخمر *Lansy PZ* در شاخصه‌های رشد و بازماندگی دو گونه *Artemia urmiana* و *Artemia franciscana*. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران دوره ٦٦، شماره ۳، پاییز ۹۲.

۷- ظهوریان، گ. (۱۳۸۹). میکروبیولوژی عمومی (عملی)، تهران: انتشارات مرز دانش.

۸- کریم‌زاده، ص.، یانسری، ا.، کریم‌زاده، ق.، منیعی، م.، حمیدی، م. (۱۳۸۸). فواید و کاربرد پروبیوتیک‌ها در تغذیه دام، طیور و آبزیان. انتشارات آوای مسیح.

۹- مطلبی، ع. ، صفری، ر. ، غرقی، ا (۱۳۸۹). پروبیوتیک‌ها و کاربرد آن‌ها در آبزی‌پروری. مجموعه مقالات اولین

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

همایش ملی پروبیوتیک و محصولات فراویژه. ٦٦-۷۸ص.

۱۰- موسویان، آ. (۱۳۹۳). فناوری تولید بیوتکنولوژیک مخمرهای دستکاری شده مولکولی جهت ارتقاء سطح ایمنی موجودات آزمایشگاهی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه زیست شناسی فناوری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه.

۱۱- واکر،گ.م (۱۳۹۱). مخمر فیزیولوژی و بیوتکنولوژی. ترجمه پیمان پورنیا، رضا کچوئی (۱۹۹۸) تهران: انتشارات جعفری.

12. Abatzopoulos, T.J., Baxevanis, A.D., Triantaphyllidis, G.V., Criel, G., Pador, E.L., Van Stappen G., Sorgeloos, P. (2006). Quality evaluation of Artemia urmiana Günther (Lake Urmia, Iran) with special emphasis on its particular cyst characteristics (International Study on Artemia LXIX). Aquaculture 254: 442-454.

13. **Akramiene, D., kondrotas, A., Didziapetriene, J., Kevelaitis, E. (2007).** Effects of beta-glucans on the immune system. Journal Article, Review. 43(8):597-606.

14. **Andlid, T., Vázquez-Juárez, R., Gustafsson, L. (1998).** Yeasts isolated from the intestine of rainbow trout adhere to and grow in intestinal mucus. Mol. Mar. Biol. Biotechnol. 7, 115-126.

15. **Andrews, J.H., Kenerly, C.M. and Nordheim, E.V. (1980).** Positional variation in phylloplane microbialpopulations within an apple tree canopy. Microb. Ecol. 6:71–84.

16. **Asanka Gunasekara, R.A.Y.S., Casteleyn, C., Bossier, P., Van den Broeck, W. (2012).** Comparative stereological study of the digestive tract of Artemia franciscana nauplii fed with yeasts differing in cell wall composition. Aquaculture 324-325, 64-69.

17. **Bardócz, S., Grant, G., Brown, D.S., Ralph, A. and Pusztai, A. (1993).** Polyamines in food implications for growth and health. J. Nutr. Biochem. 4, 66-71.

18. **Baruah, K., Ranjan, J., Sorgeloos, P., Bossier, P. (2010).** Efficacy of heterologous and homologous heat shock protein 70s as protective agents to Artemia franciscana challenged with Vibrio campbellii. Fish & Shellfish Immunology, 733-739.

19. **Blancorubjo, J.C. (1987).** Intensive rearing Artemia salina larvae on inert food: yeast of Torula (Candida utilis). Cuadernos Marisqueros.Publicacion Tecnica de la Conselleria de Pesca Xunta de Galicia 12, 565-568.

20. **Bond, R.M. (1937).** A method for rearing Artemia salina. In Galtoff, P.S., F.E.Lutz,P. S. Welch and G.G.Needham., (eds), Culture Methods for Invertebrate Animals.Dover Publications.New York: 205-206.

21. **Bowen, S.T., Fogarino, E.A., Hitchner, K.N., Dana, G.L., Chow, H.S., Buoncristiani, M.R. and Carl, J.R. (1985).** Ecological isolation in Artemia:population differences in tolerance of anion concentrations.J.Crust.Biol.5: 106-129.

22. **Buts, J.P., Keyser, N., Raedemaeker, L. (1994).** Saccharomyces boulardii enhances rat intestinal enzyme expression by endo luminal release of polyamines. Pediatric Res.

23. **Chevaux, E. and Fabre, M.M. (2007).** Probiotic yeast in small ruminants. Feed Mix, 15(1).

24. **Coutteau, P., Lavens,. P, Sorgeloos,. P. (1990).** Baker's Yeast as a Potential Substitute for Live Algaein Aquaculture Diets: Artemia as a Case study. Journal Of The World Aquaculture Society.Vol.21, No.1 March,1990.

25. **Coutteau, P., Brendonck, L., Lavens, P., Sorgeloos, P. (1992).** The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Anostraca. Hydrobiologia 234, 25-32.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

26. **Dallies, N., Francois, J. and Paquet, V. (1998).** A new method for quantitative determination of polysaccharides in the yeast cell wall. Application to the cell wall defective mutants of Saccharomyces cerevisiae. Yeast 14, 1297–1306.

27. **De Maio, A. (1999).** "Heat shock proteins: facts, thoughts, and dreams". Shock (Augusta, Ga.) 11 (1): 1–12.

28. **Gatesoupe, J. (2007).** Live yeasts in the gut: Natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. Aquaculture, 267(1-4), 20-30.

29. **Hagler, A.N. and Ahearn, D.G. (1987).** Ecology of Aquatic Yeasts. Pp.181-250. In: The Yeasts,Vol. 1.Eds .A.H.Ros and J.S. Hamilton Acadomic, London.

30. **Harats, D. (2002).** Oral Tolerance with Heat Shock Protein 65 Attenuates Mycobacterium Tuberculosis-Induced and High-Fat-Diet-Driven Atherosclerotic Lesions. Journal of the American College of Cardiology, 1333-1338.

31. **Hayashi, M., Toda, K., Misawa, Y. and Kitaoka, S. (1993).** Preparation of Euglena gracilis Enriched with Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids, Suisan Zoshoku, Vol. 41, 169-176.

32. **Hayashi, M., Toda, K. and Kitaoka, S. (1993).** Enriching Euglena with Unsaturated Fatty Acids, Biosci, Biotechnol, Biochem., Vol. 57, 352-353.

33. **Hayashi, M. and Matsumoto, R. (2001).** Utilization of Thraustochytrid for Fishery Feed, Aquabiology, Vol. 132. 57-61.

34. **Hayashi, M., Matsumoto, R., Yoshimatsu, T., Tanaka, S. and Shimizu, S. (2002).** Isolation of Highly DHA-accumulated Labyrinthulales and Their Utilization for Nutrirional Enrichment of Rotifers and Artemia, Nippon Suisan Gakkaishi, vol. 68, 674-678.

35. **Hesseltine, C.W. (1974).** Natural occurrence of mycotoxins in cereals. Mycol. Appl. 53:141-153.

36. **Horecker, B.L. (1978).** Yeast enzymology; retros pectives and perspectives. In Biochemistry and Genetics of yeasts (eds). pp. 1 – 15. Academic press Inc, New york.

37. **Imada, O., Kageyama, Y., Watanabe, T., Kitajima, C., Fujita, S. and Yone, Y. (1979).** Development of a New Yeast as a Culture Medium for Living Feeds Used in Production of Fish Seed, Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 45, 955-959.

38. **James, C.M. and Makkeya, B.A. (1981).** Production of rotifers, Brachionus plicatilis, brine shrimp, Artemia salina and copepods for aquaculture. Annual Research Report 1981, Kuwait Institute for Scientific Research, 103-107.

39. **Kapteyn, J.C., ter Riet, B., Vink, E. and Blad, S. (2001).** Low external Ph induces HOG1-dependent changes in the organization of Saccharomyces cerevisiae in the cell wall. Mol Microbiol 39, 469–479.

40. **Klis, K., Mol, P., Hellingwerf, K. and Brul, S. (2002).** Dynamics of cell wall structure in Saccharomyces cerevisiae. FEMS Microbial Rev 26, 239–256.

41. **Lachance, M.A. (1990).** Yeast selection in nature. In yeast strain selection (eds Panchal,C.J.) , pp . 21–41. Marcel Dekker Inc, New york.

42. **Lampen, J.O. (1968).** External enzymes of yeast: their nature and formation. Antonie Van Leeuwenhoek. J Microbiol Serol 34, 1–18.

43. **Lila, Z.A., Mohammed, N., Yasui, T., Kurokawa, Y., Kanda, S., Itabashi, H. (2004).** Effects of twin strain of Saccharomyces cerevisiae live cells on mixed ruminal microorganism fermentation in vitro. J. Anim. Sci., 82: 1847-1854.

44. **Marques, A., Francois, J., Dhont, J., Bossier, P. and Sorgeloos, P. (2004)**. Influence of yeast quality on performance of gnotobiotically-grown Artemia. J Exp Mar Biol Ecol 310, 247–264.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

45. **Marques, A., Dinh, T., Ioakeimidis, C., Huys, G., Swings, J., Verstraete, W., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P., (2005).** Effects of bacteria on Artemia franciscana cultured in different gnotobiotic environments. Applied and Environmental Microbiology 71, 4307-4317.

46. **Morimoto, R.I., Tissia´eres, A. and Georgopoulos, C. (1994).** The Biology of Heat Shock Proteins and Molecular Chaperones, Cold Spring Harbor monograph series; 26, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Plainview, NY.

47. **Pitt, J.I. (1974).** Resistance of some food spoilage yeasts to preservatives. Food Technol. Australia 26:238–241.

48. **Phaff, H.J. and Starmer, W.T. (1987).** Yeasts Associated with Plants, Insect and Soil. Pp. 123-180. In: The Yeasts, Vol. 1. Eds. Ros, A.H., Hamilton, J.S. Acadomic, London.

49. **Rodriguez, C., Martin-Yken, H., Arroyo, J., Hoheisel, J. and Francois, J. (2003).** Genome-wide analysis of the response to cell wall mutations in the yeast Saccharomyces cerevisiae.J. Biol. Chem. 278 (22), 20345–20357.

50. **Sankiyan, Z., Heydari, R., Manaffar, R. (2011).** Expression of 90 KDaheatshockproteins in the brine shrimp Artemia (Crustacean: Anostraca) in response to high salinity stress. International Journal of Artemia Biology. Vol. 1, No. 1.

51. **Soundarapandian, P. and Saravanakumar, G. (2009).** Effect of differenet salinities on the survival and growth of Artemia. Spp Current Research Journal of Biological Science 1(2): 20-22.

52. **Soltanian, S., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P. (2007).** Influence of different yeast cell wall mutants on performance and protection against pathogenic bacteria (Vibrio campbellii) in gnotobiotically-grown Artemia. Fish and Shellfish Immunology 23, 141-153.

53. **Tabor, C.W. and Tabor, H. (1984).** Polyamines. Ann. Rev. Biochem 53, 749-790.

54. **Talloen, M. (1987).** The use of locally available food for the mass-culture of the brine shrimp Artemia Salina. Bulletin of the Jepara Brackishwter Aquaculture Development Center.na.

55. **Tovar, D., Zambonino-Infante, J.L., Cahu, C., Gatesoupe, F.J., Vázquez-Juárez, R., Lésel, R. (2002).** Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. Aquaculture 204, 113-123.

56. **Van Uden, N. (1984).** Effects of ethanol on the temperature relations of viability and growth in yeasts. CRC Crit. Revs. Biotechnol. 1:263–272.

57. **Vázquez-Juárez, R., Andlid, T.and Gustafsson, L. (1997).** Adhesion of yeast isolated from fish gut to crude intestinal mucus of rainbow trout, Salmo gairdneri. Mol. Mar. Biol. Biotechnol. 6, 64-71.

58. **Watanabe, T., Kitajima, C.h., Fujita, S. (1983).** Nutritional values of live organisms used in japan for mass propagation of fish: a review. Aquaculture 34, 115-143.

59. **Weisz, P.B. (1946).** The space-time pattern of segment formation in Artemia salina. Bull. 91:119-140.

60. **Whistler, R.L. (1973).** Solubility of polysaccharides and their behavior in solution. Adv Chem Ser 117, 242–255.

61. **Yamada, E.A. and Sgarbieri, V, C. (2005).** Yeast (Sacharomyces cerevisiae) protein concentrate: preparation, chemical composition and nutritional and functional properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53, 3931-3936.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]

Importance of single-cell yeasts in aquaculture

Ayda Moosavian[1]*, Ramin Manaffar[2]
1- MSc student of Microbiology Biotechnology, Young and Elite Research Club of Islamic Azad University, Urmia Branch, Urmia, Iran
2- assistant professor of Uromia university, Artemia & Aquatic Research Center, Department of Biotechnology, Urmia, Iran

Ay.moosavian86@gmail.com

Abstract
Yeasts are eukaryotic cells that are not only important in terms of economic, social and health matters but also have application in biotechnology, industry and production of enzymes, vaccines, food and some recombinant medicines. These single-cells are isolated from natural environment or as micro flora and fauna which is cultured lately in mass. Yeasts special privileges include: fast and high resistance to a wide range of different materials which has caused many applications in aquatic husbandry. Undoubtedly, high value of food and affordable financing in fish farming is considered. The molecular manipulations and yeast as well as enriching of these organisms could improve the quality of growth and survival of the fishes by these biotechnologic and valuable microorganism. Yeasts also have been suggested as a dietary supplement in laboratory studies, cultural and even human beings, for example, *Saccharomyces cerevisiae* is a useful yeast which frequently used in the food industry.
Keywords: Yeast, eukaryotic cell, molecular manipulation, enriching, *Saccharomyces cerevisiae*.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.1.6.1]