CC BY

مقاله مروری:

بررسی اثرات تغذیه‌ای عصاره بره‌موم[1] بر بهبود رشد و عملکرد سیستم ایمنی در آبزیان پرورشی

علیرضا رادخواه[۱]، سهیل ایگدری*[۱]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۴

چکیده

صنعت آبزی‌پروری به عنوان تامین‌کننده اصلی پروتئین حیوانی، با چالش‌های جدی ازجمله شیوع بیماری‌ها و وابستگی به آنتی‌بیوتیک‌های شیمیایی مواجه است که پیامدهایی همچون مقاومت ضدمیکروبی و آلودگی محیط‌زیست را در پی دارد. در این عرصه، جستجو برای جایگزین‌های طبیعی و ایمن، ضرورتی انکارناپذیر است. بره‌موم به عنوان یک ترکیب طبیعی چندمنظوره تولیدی از زنبور عسل، به دلیل دارا بودن خواص ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی و تعدیل‌کنندگی سیستم ایمنی، پتانسیل بالایی برای کاربرد در صنعت آبزی‌پروری دارد. هدف از مطالعه حاضر، تحلیل جامع شواهد علمی موجود در مورد تأثیرات بره‌موم بر شاخص‌های رشد، سلامت و مقاومت آبزیان در برابر بیماری‌ها و استرس‌های محیطی است. مرور منابع علمی مختلف نشان می‌دهد که استفاده بهینه از بره‌موم در جیره غذایی می‌تواند به طور معنی‌داری عملکرد رشد (افزایش وزن، بهبود ضریب تبدیل غذایی)، سلامت روده، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و آنتی‌اکسیدانی را در گونه‌هایی مانند تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*)، ماهی سی‌باس (*Dicentrarchus labrax*) و مارماهی ژاپنی (*Anguilla japonica*) بهبود بخشد. مهم‌تر از آن، بره‌موم با تقویت پاسخ‌های ایمنی ذاتی و اکتسابی (افزایش فعالیت لیزوزیم، ایمونوگلوبولین‌ها) و داشتن فعالیت ضدمیکروبی گسترده علیه پاتوژن‌های مهم باکتریایی، قارچی و انگلی، مقاومت آبزیان را در برابر بیماری‌ها افزایش می‌دهد. همچنین این ماده توانایی قابل‌توجهی در کاهش اثرات منفی استرس‌های محیطی (تنش دمایی) یا مواجهه با آلاینده‌هایی مانند BPA[2]، از طریق خواص آنتی‌اکسیدانی قوی خود دارد. با توجه به شواهد علمی، بره‌موم می‌تواند به عنوان یک افزودنی طبیعی، ایمن و کارآمد در استراتژی‌های تغذیه و مدیریت سلامت آبزیان مورد استفاده قرار گیرد. گنجاندن آن در جیره غذایی، راهکاری عملی برای کاهش وابستگی به آنتی‌بیوتیک‌های سنتتیک، افزایش بهره‌وری و پایداری زیست‌محیطی صنعت آبزی‌پروری است. با این‌حال، تنوع ترکیب شیمیایی بره‌موم بر اساس منشأ جغرافیایی و گیاهی، لزوم تعیین دوزهای بهینه برای گونه‌های مختلف و انجام تحقیقات بیشتر در زمینه مکانیسم‌های مولکولی اثر آن را پررنگ می‌سازد. در شرایط کنونی کشور با توجه به پتانسیل بالای تولید عسل و بره‌موم، توسعه تحقیقات کاربردی و ترویج استفاده از این ماده طبیعی می‌تواند گامی بلند به سوی آبزی‌پروری پایدار و اقتصاد مقاومتی باشد.

کلمات کلیدی: عصاره بره‌موم، محرک‌های سیستم ایمنی، عملکرد رشد، فعالیت ضدمیکروبی، آبزی‌پروری پایدار

[1] Propolis
[2] Bisphenol A

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری در چند دهه گذشته به عنوان یک منبع حیاتی و پاسخگو به تقاضای فزاینده جهانی برای پروتئین حیوانی، نقش بی‌بدیلی ایفا کرده است. این صنعت نه‌تنها فشار بر ذخایر دریایی را کاهش داده بلکه به عنوان موتور محرکه رشد اقتصادی و تأمین امنیت غذایی در بسیاری از مناطق جهان عمل کرده است (Rocha *et al*., 2022). با این‌حال، رشد سریع و تمرکز بر تولید انبوه، این صنعت را با چالش‌های جدی مواجه ساخته است که نیازمند راهکارهای نوین و مسئولانه است. در این میان، مدیریت سلامت آبزیان و پیشگیری از بیماری‌ها، به دلیل تأثیر مستقیم بر بازدهی اقتصادی و محیط زیست، در کانون توجه قرار دارد (Bondad-Reantaso *et al*., 2005; Radkhah *et al*., 2020).

یکی از بزرگترین چالش‌های پیش روی آبزی‌پروری مدرن، شیوع بیماری‌های عفونی در سیستم‌های پرورش متراکم است (Radkhah, 2019). تراکم بالا می‌تواند منجر به استرس آبزیان شود و سیستم ایمنی آنها را تضعیف کند که این امر زمینه را برای طغیان عوامل بیماری‌زای باکتریایی، قارچی و انگلی فراهم می‌آورد (Radkhah, 2019; Irshath *et al*., 2023). این طغیان‌ها می‌تواند منجر به تلفات انبوه، کاهش شدید تولید و خسارات اقتصادی هنگفت شود. برای دهه‌ها، صنعت متکی به استفاده گسترده و گاه بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای شیمیایی سنتزی برای کنترل این بیماری‌ها بوده است (Mohammed *et al*., 2025). متأسفانه استفاده پیشگیرانه و درمانی از این مواد شیمیایی، پیامدهای ناگواری را به‌دنبال داشته که فراتر از مرزهای استخرهای پرورش است. یکی از جدی‌ترین این پیامدها، افزایش نگران‌کننده مقاومت‌های ضد میکروبی (AMR)[1] است. باکتری‌های مقاوم نه‌تنها در مزارع پرورش بلکه در کل اکوسیستم آبی و زنجیره غذایی گسترش می‌یابند و تهدیدی جدی برای سلامت عمومی جهانی ایجاد می‌کنند (Pepi and Focardi, 2021). علاوه‌براین، باقیمانده این داروها می‌تواند در بافت ماهی‌های پرورشی باقی بماند و سلامت مصرف‌کننده نهایی را به‌خطر بیندازد. از نظر محیط زیستی نیز دفع این ترکیبات به آبهای طبیعی می‌تواند بر موجودات غیرهدف و تعادل اکوسیستم‌های آبی تأثیر منفی بگذارد (Canton *et al*., 2021; Radkhah *et al*., 2021).

این محدودیت‌ها و خطرات، محرکی قوی برای جستجوی فوری برای یافتن جایگزین‌های ایمن، مؤثر، سازگار با محیط زیست و پایدار است. در این مسیر، تمرکز بر «محصولات طبیعی» که منشأ گیاهی، جانوری یا میکروبی دارند، به‌شدت افزایش یافته است (Radkhah *et al*., 2025). این ترکیبات که اغلب به عنوان «افزودنی‌های خوراکی» شناخته می‌شوند، می‌توانند به بهبود عملکرد رشد، تقویت سلامت، افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها و کاهش استرس در آبزیان کمک کنند (Aminullah *et al*., 2025). در میان این گزینه‌ها، فرآورده‌های مرتبط با زنبور عسل (عسل، ژل رویال، بره‌موم (بره‌موم) و گرده گل)، به دلیل تاریخچه طولانی مصرف در طب سنتی و پتانسیل داروشناسی اثبات‌شده، توجه ویژه‌ای را به‌خود جلب کرده‌اند. در این میان، بره‌موم جایگاه منحصربه‌فردی دارد. این ماده رزینی پیچیده، محصول فعالیت دو جانبه طبیعت و زنبورهای کارگر است (Pasupuleti *et al*., 2017). زنبورها صمغ و شیره گیاهان، جوانه برگ‌ها و پوست درختان (به‌ویژه درختان مخروطی و پهن‌برگ) را جمع‌آوری کرده و آن را با ترشحات بزاقی و آنزیم‌های خاص خود مخلوط می‌کنند تا ماده‌ای چسبناک، قهوه‌ای-سبز تیره و معطر به‌دست آید (Drescher *et al*., 2019). زنبورها از این ماده به عنوان یک ماده ضدعفونی‌کننده و یک مصالح ساختمانی چندمنظوره در کندو استفاده می‌کنند. امروزه، مطالعات علمی گسترده، مجموعه غنی از خواص بیولوژیک بره‌موم را تأیید کرده‌اند (Rojczyk *et al*., 2020). بره‌موم دارای خواص ضد میکروبی (در برابر طیف وسیعی از باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها)، ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی قوی، ضد تومور و تقویت‌کننده سیستم ایمنی است. این فعالیت‌های چندگانه عمدتاً به ترکیبات زیست‌فعال پیچیده موجود در آن نسبت داده می‌شود که با توجه به جغرافیا، فصل و منبع گیاهی غالب، بسیار متغیر است (Bouchelaghem, 2022; Ayad *et al*., 2025).

پتانسیل استفاده از بره‌موم در آبزی‌پروری، دقیقاً بر همین خواص چندجانبه استوار است. افزودن آن به جیره غذایی آبزیان یا آب پرورش، می‌تواند یک راهبرد پیشگیرانه و درمانی طبیعی را ارائه دهد (Chuttong *et al*., 2023). برای مثال، فعالیت ضد میکروبی آن می‌تواند به طور مستقیم با عوامل بیماری‌زا شایع آبزی‌پروری مبارزه کند. خاصیت تعدیل‌کنندگی سیستم ایمنی آن می‌تواند پاسخ‌های دفاعی ذاتی و اکتسابی ماهی یا میگو را بدون ایجاد بیش‌تحریکی مضر، تقویت کند (Kang *et al*.,

[1] Antimicrobial resistance

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

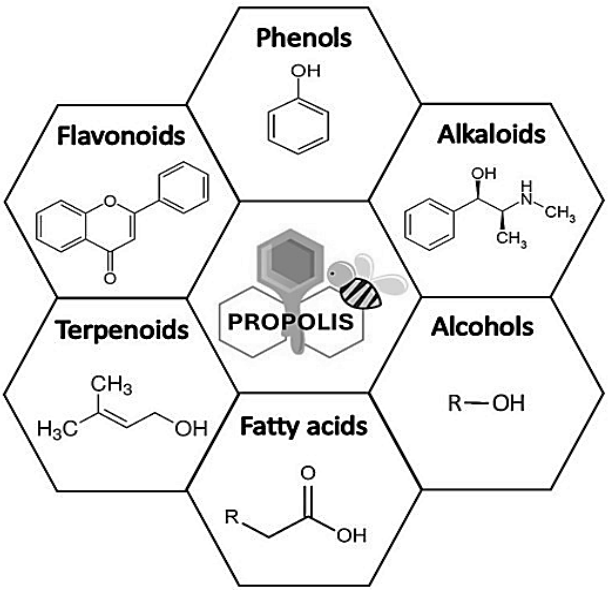
2019). توانایی آنتی‌اکسیدانی آن نیز می‌تواند آبزیان را در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از عوامل محیطی (نوسانات دما، آلودگی‌ها، استرس تراکم)، محافظت کند و سلامت کلی را بهبود بخشد. همچنین گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر مثبت آن بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و سلامت روده وجود دارد (Sarapa *et al*., 2025).

با توجه به این زمینه، هدف از مطالعه حاضر، ارائه یک تحلیل جامع و ساختاریافته از پتانسیل واقعی بره‌موم در صنعت آبزی‌پروری است. این بررسی به دنبال گردآوری و ارزیابی انتقادی شواهد علمی موجود در مورد اثرات بره‌موم بر عملکرد رشد، شاخص‌های ایمنی، مقاومت در برابر بیماری‌ها و مقاومت در برابر استرس در گونه‌های مختلف پرورشی است.

ترکیب شیمیایی بره‌موم و عوامل مؤثر بر تنوع آن

مشخصات شیمیایی

بره‌موم با ترکیب شیمیایی فوق‌العاده پیچیده‌ای مشخص می‌شود. بره‌موم با بیش از ۳۰۰ ترکیب شناسایی شده در انواع مختلف از ریشه‌های جغرافیایی متفاوت شناخته می‌شود (Alday *et al*., 2016; Ahangari *et al*., 2018). این ماده رزینی عموماً شامل رزین‌ها و صمغ‌های گیاهی (۵۵-۴۵ درصد)، موم زنبور عسل (۸-۳۵ درصد)، ترکیبات فرار (۱۰-۵ درصد)، گرده‌ها و سایر مواد (مواد معدنی، ویتامین‌ها و قندها)، است (Tavares *et al*., 2022). پیچیدگی شیمیایی بره‌موم با وجود ترکیبات زیست فعال متعدد متعلق به طبقات شیمیایی مختلف که هر کدام در فعالیت‌های بیولوژیک آن نقش دارند، بیشتر نشان داده می‌شود (Albanese *et al*., 2025). فلاونوئیدها اجزاء اصلی زیست‌فعال بره‌موم هستند که بنزوپیرانون ساختار اصلی آن را تشکیل می‌دهد. فعالیت‌های بیولوژیک مختلفی برای فلاونوئیدها گزارش شده و نوع و مقدار آنها عمدتاً با منبع گیاهان مورد استفاده زنبورهای عسل مرتبط است (Afrouzan *et al*., 2018). همچنین نشان داده شده است که بالاترین فعالیت ضد میکروبی بره‌موم از آرژانتین با غلظت بالای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی مرتبط است (Isla *et al*., 2005). بین ترکیب شیمیایی با پوشش گیاهی و آب و هوایی که نمونه‌های بره‌موم از زنبورهای عسل جمع‌آوری می‌شوند، تأثیر مستقیمی وجود دارد. فعالیت بیولوژیک بره‌موم متفاوت است و تا حد زیادی به منبع گل و عوامل خارجی (فصل و محیط)، بستگی دارد (Velikova *et al*., 2000). در این زمینه، تجزیه‌وتحلیل انواع مختلف بره‌موم ترکیه مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج ترکیبات شیمیایی مختلفی را نشان داد. در واقع، نمونه‌های بره‌موم از منطقه مارماریس با آب و هوای مدیترانه‌ای به همراه پوشش گیاهی صنوبر و سالیکس آلبا و ارزروم با آب و هوای مرطوب، غنی از ترپن‌ها بودند (Kartal *et al*., 2002) درحالی‌که گیاهان بورسا با آب و هوای نیمه گرمسیری مدیترانه‌ای/تابستان خشک، مقدار زیادی سینامیل سینامات و مقدار کمی فلاونوئید داشتند (Duran *et al*., 2011). مطالعات قبلی بر بره‌موم ایرانی از مناطق مختلف، مقدار زیادی از ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی را نشان داد که می‌تواند مسئول فعالیت‌های ضد میکروبی آنها باشد (Mohammadzadeh *et al*., 2007; Yaghoubi *et al*., 2007). شواهد مذکور بر تأثیر اقلیم و تنوع گیاهی بر ترکیبات شیمیایی انواع مختلف بره‌موم تأکید دارد که این مسئله در گزارش‌های حاصله از پژوهشگران مختلف (Afrouzan *et al*., 2018) نیز مطرح شده است (شکل ۱).



شکل ۱: گروه‌های شیمیایی اصلی بره‌موم (Altabbal *et al*., 2023)

محتوای فلاونوئیدی بره‌موم قابل‌توجه است به‌طوری‌که بیش از ۱۴۰ فلاونوئید در انواع مختلف بره‌موم شناسایی شده است. این ترکیبات عمدتاً شامل ترکیباتی از ۹ دسته هستند (فلاون‌ها، فلاونول‌ها، فلاوانون‌ها (از جمله پرنیل‌فلاونون‌ها)، ایزوفلاون‌ها، ایزوفلاون‌ها، ایزوفلاون‌ها، نئوفلاونوئیدها و پتروکارپان‌ها) (Sarapa *et al*., 2025). به طور مشابه، نزدیک به ۱۶۰ ترپن و

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

ترپنوئید در بره‌موم گزارش شده است که در درجه اول شامل مونوترپن‌ها، سزکویی‌ترپن‌ها، دی‌ترپن‌ها، تری‌ترپن‌ها و مشتقات آنها می‌شود (Kasote *et al*., 2022). وجود ترکیبات نیتروژنی (آلکالوئیدها)، قبلاً در بره‌موم غیرمعمول تلقی می‌شد، اما چندین آلکالوئید در بره‌موم الجزایر گزارش شده است. با این‌حال، این گزارش‌ها نیاز به بررسی بیشتر و تایید جامعه علمی دارد (Kasote *et al*., 2022; Rivera-Yañez *et al*., 2023).

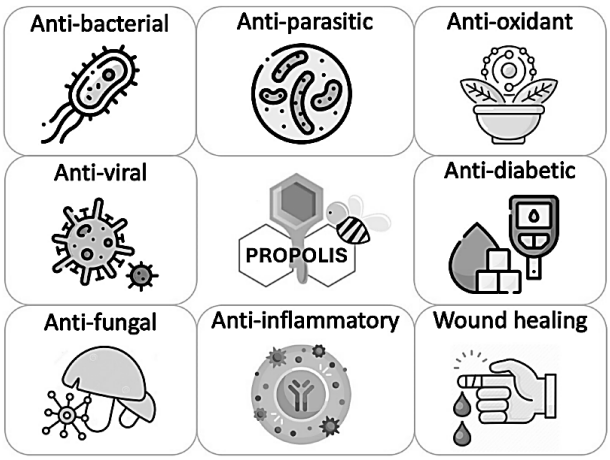
عوامل مؤثر بر تنوع ترکیب بره‌بوم

ترکیب شیمیایی بره‌موم تنوع قابل‌توجهی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر عوامل متعدد قرار دارد و چالش‌های قابل‌توجهی را برای استانداردسازی ایجاد می‌کند (Chuttong *et al*., 2023). منشأ جغرافیایی یک عامل اصلی است، زیرا زنبورها رزین‌ها را از گیاهان موجود در محل جمع‌آوری می‌کنند، در نتیجه، پروفایل‌های شیمیایی متمایزی برای بره‌موم از مناطق مختلف ایجاد می‌شود (Kahwa *et al*., 2025). برای مثال، بره‌موم برزیلی با وجود مشتقات فنیل پروپانوئیدهای پرنیله شده و سینامیک اسید مشخص می‌شود درحالی‌که بره‌موم اروپایی (نوع صنوبر)، عمدتاً حاوی فلاونوئیدها و استرهای اسید فنولیک است (Santos *et al*., 2022).

منابع گیاهی موجود برای زنبورها به طور قابل‌توجهی ترکیب بره‌موم را تعیین می‌کنند. زنبورها معمولاً رزین‌ها را از گونه‌های خاص درخت جمع‌آوری می‌کنند، و صنوبرها (*Populus* spp.) منبع اصلی در مناطق معتدل هستند که منجر به ماده‌ای می‌شود که به عنوان بره‌موم "نوع صنوبر" طبقه‌بندی می‌شود (Drescher *et al*., 2019). در مناطق گرمسیری، تنوع وسیع‌تری از منابع گیاهی به پروفایل‌های شیمیایی متنوع‌تر کمک می‌کند (Dezmirean *et al*., 2021). علاوه‌براین، تغییرات فصلی بر ترکیب بره‌موم تأثیر می‌گذارد، زیرا در دسترس بودن فیتوشیمیایی در گیاهان در طول فصول تغییر می‌کند. گونه زنبور نیز بر ویژگی‌های بره‌موم تأثیر می‌گذارد به‌طوری‌که بیشتر بره‌موم تجاری ازگونه *Apis mellifera* تولید می‌شود درحالی‌که گونه‌های زنبور بدون نیش، بره‌موم شیمیایی متمایزی تولید می‌کنند (AlZunaydi *et al*., 2025; Pelaez-Acero *et al*., 2025).

فعالیت‌های بیولوژیک بره‌موم

با توجه اثرات متعدد بره‌موم بر سلامت انسان و فرآیندهای بیولوژیک، این ماده از دیرباز برای اهداف مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است و اخیراً مطالعات متعددی نشان داده‌اند که بره‌موم فعالیت‌های بیولوژیک مختلفی را از خود نشان می‌دهد. این فعالیت‌ها شامل اثرات ضدباکتریایی، فعالیت‌های ضدویروسی، ضدقارچی، پاسخ‌های ایمنی و التهابی و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی هستند (Altabbal *et al*., 2023) (شکل ۲).



شکل ۲: فعالیت‌های بیولوژیک اصلی بره‌موم (Altabbal *et al*., 2023)

اثرات بره‌موم بر عملکرد رشد ماهیان

بررسی منابع علمی مختلف نشان می‌دهد که مکمل غذایی با بره‌موم اثرات مفید قابل‌توجهی بر عملکرد رشد در گونه‌های مختلف ماهی نشان داده است. برای مثال، در مطالعه Ismail و Hegazi (۲۰۲۵) اثرات مکمل‌سازی جیره غذایی با بره‌موم بر عملکرد رشد، نشانگرهای مولکولی، ریخت‌شناسی روده و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در بچه‌ماهی‌های تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) و امکان صرفه‌جویی ۵۰ درصدی در استفاده از پودر ماهی مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق ۲۱۰ قطعه ماهی با میانگین وزن اولیه ۱۵/۵۵ گرم در ۲۱ آکواریوم توزیع و به مدت ۸۶ روز با شش جیره غذایی ایزونیتروژن و ایزوکالریک حاوی سطوح صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ گرم بره‌موم در هر کیلوگرم تغذیه شدند. دو گروه کنترل: ۱) برای ارزیابی کارایی بره‌موم و ۲) برای بررسی امکان جایگزینی ۵۰ درصدی پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی، طراحی شد. نتایج نشان داد که افزودن بره‌موم در سطوح

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

۰/۴ درصد و ۰/۶ درصد به طور معنی‌داری معیارهای رشد (وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه) و ضریب تبدیل غذایی را بهبود بخشید و این نتایج با گروه کنترل مثبت قابل مقایسه بود. همچنین فعالیت آنزیم‌های پروتئاز و آمیلاس با افزودن برەموم افزایش یافت و بیشترین فعالیت آنزیمی در سطح ۰/۴ درصد مشاهده شد. تجزیه‌وتحلیل بیان ژن، افزایش بیان شاخص رشد شبه‌انسولین-۱ (IGF-1) در کبد ماهیان تغذیه‌شده با سطح ۰/۶ درصد برەموم را نشان داد که حاکی از پتانسیل تحریک رشد است. بررسی بافت‌شناسی روده نیز افزایش ارتفاع، عرض و مساحت پرزهای روده‌ای را در گروه‌های دریافت‌کننده برەموم نشان داد که بهبود در جذب مواد مغذی را تداعی می‌کند. علاوه‌براین، تجزیه‌وتحلیل ترکیب بدن ماهی، ذخیره بهینه پروتئین را در گروه‌های تغذیه‌شده با سطوح ۰/۴ درصد و ۰/۶ درصد برەموم تأیید کرد. یافته‌های مذکور نشان داد که استفاده از برەموم در سطوح ۰/۶-۰/۴ درصد می‌تواند کارایی مخلوط پروتئین گیاهی را برای جایگزینی ۵۰ درصد پودر ماهی افزایش دهد، راندمان گوارش را بهبود بخشد، رشد بچه‌ماهیان تیلاپیا را تحریک کند و به عنوان یک جایگزین پایدار در بهینه‌سازی جیره غذایی آبزیان، مطرح شود.

Velotto و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر برەموم بر میزان رشد ماهی و ویژگی‌های بافت‌شیمیایی و فراساختاری فیبرهای عضلانی ارزیابی کردند. آنها رشد عضلانی در دو گونه ماهی پرورشی ایتالیا، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) را در دو شرایط متفاوت بررسی کردند: تغذیه با جیره سنتی (گروه A) و تغذیه با جیره حاوی برەموم (گروه B). نتایج حاکی از این که ماهی‌های تغذیه‌شده با برەموم در مقایسه با گروه کنترل که با جیره استاندارد تغذیه شده بودند، رشد عضلانی سریع‌تری نشان دادند. همچنین اندازه‌گیری‌های مساحت و قطر فیبرها نسبت به طول بدن نشان داد که فیبرها در هر دو گروه در گونه *S. trutta* بزرگتر از *O. mykiss* بودند. در ماهی‌های گروه کنترل (A)، بافت عضلانی میوتومی وجود فیبرهای عضلانی و شاخص‌هایی از استرس محیطی را نشان داد. این مطالعه بر ارزش استفاده از برەموم به عنوان یک مکمل غذایی برای بهبود رشد ماهیان در فرآیند پرورش تأکید کرد.

Alrashada و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای دو مرحله‌ای، به بررسی تأثیر افزودن برەموم به جیره غذایی ماهی تیلاپیای نیل (*O. niloticus*) برای کاهش اثرات تنش سرمایی پرداختند. در مرحله اول (آزمایش مقدماتی) با استفاده از ۲۱۰ قطعه ماهی، دوز و دوره بهینه مکمل‌دهی مشخص شد که بر اساس آن، افزودن ۱۰ گرم برەموم در کیلوگرم جیره به مدت ۴ هفته برای دستیابی به نتایج قابل‌توجه در رشد کافی بود. در آزمایش اصلی با ۴۸۰ قطعه ماهی، تأثیر این مکمل تحت شرایط دمای نرمال (۲۶ درجه سانتی‌گراد) و تنش سرمایی (۱۸ درجه سانتی‌گراد) ارزیابی شد. نتایج نشان داد که تنش سرمایی به طور قابل‌توجهی شاخص‌های رشد، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و پاسخ ایمنی را مختل می‌کند. در مقابل، مکمل‌سازی جیره با برەموم، مصرف غذا، عملکرد رشد، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های ایمنی را بهبود بخشید و تأثیر منفی استرس سرما (کاهش وزن، افزایش مرگ‌ومیر) و سطح مالون‌دی‌آلدئید را کاهش داد. این مطالعه نشان داد که گنجاندن ۱۰ گرم برەموم در کیلوگرم جیره می‌تواند به عنوان یک راهکار تغذیه‌ای مؤثر برای افزایش عملکرد و مقاومت تیلاپیای نیل به‌ویژه تحت شرایط تنش دمایی، مورد استفاده قرار گیرد.

در مطالعه Deng و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر عصاره برەموم بر عملکرد رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت. بچه‌ماهی‌ها (با میانگین وزن ۷/۷۳ گرم) به مدت ۱۰ هفته با جیره‌های حاوی سطوح صفر (کنترل)، ۱، ۲ و ۴ گرم عصاره برەموم در هر کیلوگرم تغذیه شدند. نتایج نشان داد که مکمل‌سازی جیره غذایی با عصاره برەموم، بدون توجه به سطح استفاده، نرخ رشد ویژه را به طور معنی‌داری بهبود بخشید و نسبت بازده خوراک و نسبت بازده پروتئین را افزایش داد. همچنین عصاره برەموم فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز) و لیزوزیم پلاسما را افزایش داده و سطح مالون‌دی‌آلدئید را کاهش داد. سطح تری‌گلیسرید پلاسما در گروه‌های دریافت‌کننده ۱ و ۴ گرم عصاره برەموم کمتر از گروه کنترل بود. علاوه‌براین، عصاره برەموم فعالیت آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز پلاسما را کاهش داده و فعالیت کبدی این آنزیم‌ها را افزایش داد. در مجموع، این یافته‌ها پتانسیل عصاره برەموم را به عنوان یک محرک رشد، عامل محافظت کبدی و تقویت‌کننده سیستم ایمنی در قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان دادند.

Choobkar و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر مکمل‌سازی جیره غذایی با برەموم و عصاره گرده را بر شاخص‌های بیوشیمیایی و خون‌شناسی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) بررسی کردند. ۱۸۰ ماهی به مدت ۸ هفته در چهار گروه (شاهد، جیره

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

حاوی یک درصد گرده، یک درصد بره‌موم و ترکیب ۰/۵ درصد هر مکمل) تغذیه شدند. اگرچه وزن نهایی و شاخص رشد روزانه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت، اما همه گروه‌های دریافت‌کننده مکمل در مقایسه با گروه شاهد افزایش رشد معنی‌داری نشان دادند. ضریب تبدیل غذایی نیز به طور معنی‌داری بهبود یافت و کمترین مقدار در گروه دریافت‌کننده ترکیب دو مکمل مشاهده شد. تجزیه‌وتحلیل فراسنجه‌های خونی نشان داد که در گروه ترکیبی، سطوح هموگلوبین، گلبول‌های قرمز، هماتوکریت و گلبول‌های سفید افزایش قابل‌توجهی یافت درحالی‌که میانگین حجم گلبولی و میانگین هموگلوبین گلبولی کاهش معنی‌داری داشت.

Tukmechi و همکاران (۲۰۱۴) اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت مکمل‌سازی جیره غذایی با عصاره بره‌موم ایرانی را بر رشد و ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی کردند. ماهی‌ها (با میانگین وزن ۳۰/۲±۳ گرم) با جیره غذایی تجاری حاوی صفر (گروه کنترل)، ۱، ۲ و ۵ گرم بر کیلوگرم عصاره بره‌موم ایرانی به مدت ۹۶ ساعت و نیز با صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم عصاره بره‌موم ایرانی به مدت ۴۵ روز تغذیه شدند. عملکرد رشد ماهی‌ها با مصرف مکمل بره‌موم ایرانی به طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که فعالیت لیزوزیم سرم، فعالیت کمپلمان و سطح ایمونوگلوبولین کل در تمام گروه‌های مورد آزمایش، در هر دو دوره تغذیه کوتاه‌مدت و بلندمدت، در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت. بر اساس این یافته‌ها، بره‌موم ایرانی موجب بهبود عملکرد رشد و تعدادی از شاخص‌های ایمنی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شد.

در مطالعه Abbass و همکاران (۲۰۱۲) اثرات بره‌موم و گرده زنبور عسل بر عملکرد رشد، شاخص‌های باروری و برخی فراسنجه‌های خون‌شناسی مرتبط با عملکرد کبد و کلیه در ماهی تیلاپیای نیل مورد بررسی قرار گرفت. ماهی‌ها به مدت ۲۱ روز با جیره‌های حاوی ۲/۵ درصد بره‌موم یا گرده زنبور عسل تغذیه شدند. نتایج نشان داد که افزودن هر یک از این مکمل‌ها به جیره غذایی، نرخ رشد ویژه، میانگین افزایش وزن روزانه و نسبت کارایی تغذیه را به طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد. در ماده‌ها، بره‌موم باعث افزایش معنادار درصد ماهیان دارای تخم‌های رسیده شد و از نظر بافت‌شناسی، تخمدان‌ها در گروه‌های تیمار شده حاوی تعداد بیشتری اووسیت با اندازه بزرگ‌تر از ۴ میلی‌متر بودند. در نرها، تغذیه با گرده زنبور عسل منجر به بهبود شاخص گنادوسوماتیک و ارتقاء کیفیت اسپرم شد. با این‌حال، در نرهای تغذیه‌شده با بره‌موم، افزایش معناداری در ناهنجاری‌های سر اسپرم مشاهده گردید. همچنین استفاده از هر دو مکمل سبب کاهش معنادار سطح آلانین ترانس‌آمیناز (ALT) سرم به عنوان یک شاخص آسیب کبدی، شد. در نهایت، نتایج این مطالعه حاکی از این بود که مکمل‌سازی جیره غذایی با بره‌موم یا گرده زنبور عسل می‌تواند با بهبود رشد، باروری و کمک به حفظ سلامت کبد، اثرات مفیدی در پرورش ماهی تیلاپیای نیل داشته باشد.

Hamed و Abdel-Tawwab (۲۰۱۷) بیان داشتند که BPA[1] یکی از آلاینده‌های مهم اکوسیستم‌های آبی بوده و اثرات مضر آن بر ماهی‌ها موجب نگرانی فراوانی شده است. از این‌رو، این پژوهشگران توانایی بره‌موم را در کاهش سمیت BPA بر عملکرد ماهی تیلاپیای نیل (*O. niloticus*) ارزیابی کردند. مطالعه آنها بر پایه یک طرح فاکتوریل ۲ × ۲ با دو سطح عصاره بره‌موم و دو غلظت BPA محلول در آب در سه تکرار طراحی شد. ماهی‌ها (با میانگین وزن ۰/۵۵ ± ۳۳/۹ گرم) به مدت ۶ هفته در معرض صفر یا ۱/۶۴ میکروگرم بر لیتر BPA قرار گرفتند و هم‌زمان با جیره‌های حاوی صفر یا ۹ گرم عصاره بره‌موم در هر کیلوگرم غذا تغذیه شدند. عملکرد رشد ماهی، متغیرهای بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو به طور قابل توجهی تحت تأثیر مکمل بره‌موم، مواجهه با BPA و اثر متقابل این دو عامل قرار گرفتند. مکمل بره‌موم به طور معنی‌داری رشد ماهی و مصرف غذا را بهبود بخشید درحالی‌که قرارگیری در معرض BPA این شاخص‌ها را کاهش داد. همچنین سطوح پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و استیل‌کولین‌استراز (AChE) در گروه مواجه‌شده با BPA کاهش یافت. در مقابل، فعالیت آنزیم‌های آسپارتات ترانس‌آمیناز (AST)، آلانین ترانس‌آمیناز (ALT)، آلکالین فسفاتاز (ALP) و سطوح کراتینین و اسید اوریک به طور قابل توجهی افزایش یافت. علاوه‌براین، مواجهه با BPA موجب افزایش سطح مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) شد درحالی‌که فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) و گلوتاتیون اِس-ترانسفراز (GST) کاهش معنی‌داری را نشان داد. بر طبق یافته‌های حاصله، تجویز هم‌زمان عصاره بره‌موم تغییرات نامطلوب ناشی از عامل BPA را بهبود بخشید. نتایج مطالعه Hamed و Abdel-Tawwab (۲۰۱۷) نشان داد که استفاده از بره‌موم

[1] Bisphenol A

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

می‌تواند رشد ماهی را بهبود بخشد و سمیت ناشی از BPA را کاهش دهد.

در پژوهش Kelestemur و همکاران (۲۰۱۲) اثرات مکمل‌سازی جیره غذایی با برەموم و ویتامین E بر بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت دو نرخ جریان مختلف (۰/۹ و ۲/۱ لیتر در دقیقه) مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های مورد ارزیابی شامل وزن نهایی، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین، غلظت ویتامین‌های A، C و E، سطح مالون‌دی‌آلدئید سرم و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز پلاسما بود. گروه‌های آزمایشی شامل گروه شاهد (C) با جیره پایه، گروه (P10) با جیره پایه + ۱۰ گرم برەموم در کیلوگرم)، گروه (P30) با جیره پایه + ۳۰ گرم برەموم در کیلوگرم) و گروه (E60) با جیره پایه + ۶۰ میلی‌گرم ویتامین E در کیلوگرم) بودند. بر طبق یافته‌ها، ضریب چاقی و نسبت کارایی پروتئین در بین تمام گروه‌های غذایی و در هر دو نرخ جریان، تفاوتی نشان نداد. ضریب تبدیل غذایی در گروه‌های P10، P30 و E60 در مقایسه با گروه شاهد، تحت نرخ جریان بالاتر بهبود یافت. همچنین، در نرخ جریان پایین‌تر، ضریب تبدیل غذایی در گروه‌های E60 و P30 در مقایسه با گروه‌های شاهد و P10 بهتر بود. مکمل‌های ویتامین E و برەموم تأثیری بر غلظت ویتامین A سرم در هر دو شرایط جریان نداشتند. ماهی‌های تغذیه‌شده با جیره E60 دارای غلظت ویتامین E سرم بالاتری بودند. غلظت ویتامین C سرم تنها تحت تأثیر جیره‌های حاوی برەموم قرار گرفت. سطح مالون‌دی‌آلدئید در گروه E60 برای هر دو نرخ جریان به طور قابل‌توجهی پایین‌تر از سایر گروه‌ها بود. فعالیت سوپراکسید دیسموتاز پلاسما در گروه E60 و تحت نرخ جریان بالاتر کاهش یافت درحالی‌که در نرخ جریان پایین‌تر تفاوتی بین گروه‌های غذایی مشاهده نشد. مجموع نتایج Kelestemur و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که استفاده از برەموم در مکمل غذایی می‌تواند تا حد قابل‌توجهی شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را بهبود بخشد.

در مطالعه Bae و همکاران (۲۰۱۲) اثرات مکمل‌سازی جیره غذایی با برەموم بر عملکرد رشد، پاسخ‌های ایمنی، مقاومت در برابر بیماری و ترکیب بدن مارماهی ژاپنی (*Anguilla japonica*) مورد بررسی قرار گرفت. ۵۴۰ قطعه مارماهی با میانگین وزن اولیه ۷/۷ گرم به طور تصادفی در ۱۸ تانک (۳۰ ماهی در هر تانک) توزیع شده و با شش جیره غذایی حاوی سطوح صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد برەموم به مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. در پایان دوره، شاخص‌های رشد (افزایش وزن، نرخ رشد ویژه)، بازده غذایی و نسبت بازده پروتئین در گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۵ درصد برەموم به طور قابل‌توجهی بالاتر از گروه‌های شاهد و گروه‌های دریافت‌کننده سطوح ۱، ۲ و ۴ درصد بود. مقادیر این شاخص‌ها در گروه بهینه به‌ترتیب ۱۴۸/۹ درصد، ۰/۷۲ درصد در روز، ۹۴/۴ درصد و ۲/۹ درصد گزارش شد. از نظر شاخص‌های ایمنی، فعالیت لیزوزیم سرم در گروه‌های دریافت‌کننده ۰/۵ و ۱ درصد برەموم به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود. همچنین فعالیت لیزوزیم مخاطی در گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱ درصد برەموم، بیشترین مقدار را نشان داد. بر پایه این یافته‌ها، سطح بهینه مکمل برەموم برای دستیابی به رشد و بازده غذایی مطلوب در مارماهی ژاپنی ۰/۵-۲۵/۰ درصد و برای ارتقاء پاسخ‌های ایمنی و مقاومت در برابر بیماری ۱-۰/۵ درصد برآورد شد. این نتایج نشان داد که سطح مورد نیاز برەموم در جیره غذایی برای بهینه‌سازی عملکرد ایمنی می‌تواند بالاتر از سطح مورد نیاز برای حداکثر رشد باشد.

Šegvić-Bubić و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر برەموم خام (بدون هیچ‌گونه پالایش شیمیایی) را بر ماهی سی‌باس (*Dicentrarchus labrax*) در شرایط استرس دمای پایین مطالعه کردند. بچه‌ماهی‌ها به طور تصادفی در سه گروه قرار گرفتند: گروه شاهد با جیره پایه و دو گروه تیمار که جیره پایه آنها به‌ترتیب حاوی ۱/۲۵ و ۲/۵ گرم برەموم در هر کیلوگرم بود. پس از یک دوره تغذیه ۱۰ هفته‌ای، ماهی‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد در معرض استرس سرمایی قرار گرفتند. مصرف برەموم در جیره، نرخ رشد ویژه، بازده تبدیل غذا، نسبت RNA/DNA و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز را افزایش داده و در مقابل، سطح تری‌گلیسرید پلاسما و فعالیت آسپارتات آمینوترانسفراز را کاهش داد. افزودن ۲/۵ گرم برەموم در کیلوگرم جیره، میانگین نرخ رشد ویژه و بازده تبدیل غذا را در مقایسه با گروه شاهد به‌ترتیب ۹ درصد و ۱۳/۴ درصد بهبود بخشید. استرس دمای پایین سبب افزایش سطح تری‌گلیسرید، گلوکز و کورتیزول سرم در همه گروه‌ها شد. با وجود این، در گروه دریافت‌کننده بیشترین مقدار برەموم، افزایش گلوکز و کورتیزول به طور قابل‌توجهی محدودتر بود. نتایج حاصل از پژوهش Šegvić-Bubić و همکاران (۲۰۱۳) حاکی از این بود که استفاده از جیره حاوی ۲/۵ گرم برەموم در کیلوگرم می‌تواند اثرات منفی ناشی از استرس در دمای پایین را کاهش دهد و رشد ماهی سی‌باس (*D. labrax*) را بهبود بخشد.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

فعالیت‌های ضدمیکروبی بره‌موم

فعالیت ضدمیکروبی گسترده، شناخته‌شده‌ترین و حیاتی‌ترین ویژگی بره‌موم در کاربرد آبزی‌پروری محسوب می‌شود. در سیستم‌های پرورشی متراکم، شیوع بیماری‌های عفونی باکتریایی، ویروسی و قارچی یکی از بزرگ‌ترین تهدیدات اقتصادی است (Radkhah *et al*., 2020; 2025). بره‌موم با دارا بودن ترکیبات فنولی پیچیده و متنوع، به عنوان یک "آنتی‌بیوتیک طبیعی" چندمنظوره عمل می‌کند و امکان مقابله با طیف وسیعی از پاتوژن‌ها را فراهم می‌آورد (Bosio *et al*., 2000). این خاصیت نه‌تنها برای درمان بلکه به‌ویژه برای پیشگیری از بیماری‌ها ارزشمند است. برخلاف بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌های سنتتیک که معمولاً علیه یک گروه خاص مؤثرند، بره‌موم به لطف وجود ده‌ها ترکیب زیست‌فعال هم‌افزا، یک اثر "ضد میکروبی با طیف گسترده" از خود نشان می‌دهد. این ویژگی، آن را به یک ابزار راهبردی در مدیریت سلامت آبزیان در مراکز پرورشی تبدیل می‌کند (Chuttong *et al*., 2023).

مکانیسم اثر ضدباکتریایی بره‌موم منفرد نیست بلکه یک هجوم چندجانبه و سینرژیستیک به سلول باکتری است. ترکیبات اصلی مؤثر شامل فلاونوئیدها (گالانژین، پینوسمبرین)، اسیدهای فنولی (کافئیک اسید فرولیک) و استرهای آنها (کافئیک اسید فنتیل استر[1] (CAPE) هستند (Almuhayawi, 2020). این ترکیبات همزمان می‌توانند به دیواره سلولی و غشاء سیتوپلاسمی باکتری آسیب بزنند. آنها با اختلال در یکپارچگی غشاء، باعث افزایش نفوذپذیری آن شده و به نشت یون‌های ضروری، مولکول‌های انرژی‌زا (ATP) و سایر محتویات درون سلولی منجر می‌شوند (Grinn-Gofroń *et al*., 2025; Rana *et al*., 2025). این تخریب اولیه، پایه‌ای برای سایر مکانیسم‌های مهارکننده ایجاد می‌کند. پس از آسیب غشاء، ترکیبات بره‌موم می‌توانند وارد سیتوپلاسم شوند و با مولکول‌ها و فرآیندهای حیاتی درون سلولی تداخل کنند. برخی از این ترکیبات می‌توانند با DNA باکتری پیوند تشکیل دهند و از رونویسی و تکثیر آن جلوگیری کنند (Corrêa *et al*., 2020). همچنین آنها می‌توانند فعالیت آنزیم‌های کلیدی دخیل در متابولیسم و تنفس سلولی به‌ویژه آنزیم‌های مرتبط با زنجیره انتقال الکترون را مهار نمایند. این اختلالات منجر به توقف تولید انرژی (ATP) و در نهایت توقف سنتز پروتئین و سایر ماکرومولکول‌های ضروری برای رشد و تقسیم باکتری می‌شود (Zulhendri *et al*., 2021). بره‌موم بر هر دو گروه عمده باکتری‌های بیماری‌زای آبزیان مؤثر است، اگرچه حساسیت می‌تواند متفاوت باشد. باکتری‌های گرم-مثبت (*Streptococcus iniae* و *Lactococcus garvieae*) که دارای لایه ضخیمی از پپتیدوگلیکان هستند، در برابر برخی ترکیبات بره‌موم بسیار حساس هستند (Almuhayawi, 2020). در مقابل، باکتری‌های گرم-منفی (گونه‌های *Vibrio*، *Aeromonas*، *Yersinia* و *Pseudomonas*) به دلیل داشتن غشاء خارجی اضافی حاوی لیپوپلی‌ساکارید، مقاوم‌تر محسوب می‌شوند (Breijyeh *et al*., 2020). با این‌حال، ترکیبات موجود در بره‌موم قادرند به لیپوپروتئین‌ها و پروتئین‌های غشاء خارجی متصل شوند و نفوذپذیری آن را افزایش دهند (Šuran *et al*., 2021). از این‌رو، مواد ضدباکتری می‌توانند از این سد عبور کنند و به هدف خود برسند. مطالعات متعددی اثربخشی عصاره بره‌موم را علیه مهم‌ترین عوامل بیماری‌زا باکتریایی آبزیان نشان داده‌اند. این فهرست شامل ویبریوهای بیماری‌زا (*Vibrio anguillarum*، *V. harveyi* و *V. parahaemolyticus*)، آئروموناس‌ها (*A. hydrophila* و *A. salmonicida* عامل بیماری فورونکولوزیس)، استرپتوکوک‌ها و لاکتوکوک‌ها (*Streptococcus iniae*، *Lactococcus garvieae*) و *Yersinia ruckeri* (عامل بیماری سپتی‌سمی دهان قرمز) می‌شود (Przybyłek and Karpiński, 2019; Zulhendri *et al*., 2021). حداقل غلظت مهارکنندگی گزارش‌شده برای این عوامل بیماری‌زا با توجه به گونه باکتری و نوع بره‌موم، معمولاً در محدوده ۵۰۰-۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر برای عصاره خام متغیر است (Bouchelaghem, 2022; Nefzi *et al*., 2023).

اگرچه تحقیقات اندکی در زمینه آبزیان موجود است، اما بره‌موم پتانسیل ضدویروسی قابل‌توجهی در سایر مدل‌های جانوران نشان داده است. مکانیسم عمل این ماده زیست‌فعال احتمالاً شامل مهار اتصال ویروس به گیرنده‌های سطح سلول میزبان و جلوگیری از نفوذ آن است. برخی ترکیبات بره‌موم ممکن است به پروتئین‌های پوششی ویروس (گلیکوپروتئین‌ها) متصل شوند و آنها را غیرفعال کنند (Magnavacca *et al*., 2022). همچنین بره‌موم با تحریک تولید اینترفرون و سایر مدیاتورهای ایمنی ذاتی در میزبان، می‌تواند یک محیط سلولی ضد ویروسی ایجاد کند. این خاصیت می‌تواند در برابر ویروس‌های مهمی مانند

[1] Caffeic acid phenethyl ester

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

ویروس نکروز عصبی پانکراسی (IPNV)[1] در قزل‌آلای رنگین کمان یا ویروس سندرم لکه سفید (WSSV)[2] در میگوی وانامی (*Penaeus vannamei*) مورد توجه باشد (Sánchez-Paz, 2010; Dopazo, 2020).

بیماری کپک آبی (Saprolegniasis) باعث رشد سفید پنبه‌ای یا پشمی روی پوست ماهی می‌شود. این بیماری می‌تواند ماهی را در تمام مراحل زندگی، از تخم تا بزرگسالی، از بین ببرد. این بیماری را اوومیست‌های جنس *Saprolegnia* ایجاد می‌کنند، اگرچه سایر ساپرولگنیاسه‌ها (گونه‌های جنس *Achlya*) نیز می‌توانند علائم مشابهی ایجاد کنند (Pavić *et al*., 2022; Lindholm-Lehto and Pylkkö, 2024). بیماری مذکور یکی از موانع اصلی در تولید ماهی در سراسر جهان است، زیرا باعث مرگ‌ومیر ماهی و خسارات مالی هنگفت به مزارع پرورش ماهی و مراکز تکثیر می‌شود. تا کنون تهدیدات جدی از این بیماری برای بسیاری از گونه‌ها (قزل‌آلای رنگین‌کمان، ماهی سالمون، تیلاپیا و کپور)، گزارش شده است (Shah *et al*., 2021). عوامل مؤثر بر بیماری Saprolegniasis هنوز تا حد زیادی ناشناخته هستند، اما عوامل استرس‌زا (شوک‌های دمایی، کیفیت پایین آب، جابه‌جایی و تراکم بالای ماهی)، با شیوع آن مرتبط هستند. در دهه‌های متمادی، مالاشیت‌گرین مؤثرترین درمان علیه عفونت Saprolegniasis بود، اما به دلیل اثرات سرطان‌زا و سمی آن، استفاده از این ماده شیمیایی ممنوع گردید (Lindholm-Lehto and Pylkkö, 2024). این امر آبزی‌پروران را به استفاده از روش‌های ضدعفونی جایگزین علیه عفونت Saprolegniasis سوق داد به‌طوری‌که این موضوع منجر به بررسی ترکیبات طبیعی با خواص ضدقارچی علیه این بیماری شد. بر اساس گزارش‌های حاصله از آزمایش‌های مختلف، در میان مواد طبیعی مختلف، عصاره برەموم از جمله ترکیبات زیست‌فعالی بوده که فعالیت بازدارندگی قوی علیه ریسه[3] و اسپور این قارچها نشان داده است (Gozlan *et al*., 2014). مکانیسم عمل برەموم در برابر قارچها شبیه به باکتری‌هاست که شامل تخریب یکپارچگی غشاء سلولی قارچ، مهار سنتز جزء ضروری غشای سلولی قارچ[4] و اختلال در فرآیند جوانه‌زنی اسپور است (Zulhendri *et al*., 2021). شایان ذکر است، استفاده از حمام‌های کوتاه‌مدت با عصاره برەموم نیز می‌تواند روشی ایمن برای کنترل عفونت‌های قارچی سطحی در تخم‌ها و لارو ماهیان باشد (Velotto *et al*., 2010; Mirmazloomi *et al*., 2023). از جمله مطالعاتی که تاثیرات ضدقارچی برەموم را نشان دادند، می‌توان به مطالعه Velotto و همکاران (۲۰۱۰) اشاره نمود. این پژوهشگران تأثیر برەموم را بر مرگ‌ومیر تخم ماهی ناشی از بیماری قارچی (مایکوزیس) در دو گونه ماهی پرورشی شامل قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) در دو شرایط متفاوت مورد بررسی قرار دادند. بر طبق نتایج، استفاده از برەموم باعث کاهش مرگ‌ومیر تخم‌ها شد و آنها دریافتند که استفاده از برەموم به عنوان یک عامل ضدقارچ طبیعی می‌تواند برای بهبود بیماری‌های قارچی در مراکز پرورش ماهی مورد توجه قرار گیرد. در مطالعه Mirmazloomi و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی فعالیت ضد oomycete عصاره برەموم ایرانی بر دو جدایه ساپرولگنیا (KMG2 و KMG3) به‌دست آمده از تخم‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان آلوده در ایران پرداختند. در این مطالعه، تأثیر برەموم بر فعالیت اسپورزایی ساپرولگنیا مورد ارزیابی قرار گرفت. بر طبق نتایج به‌دست آمده، مهار کامل رشد ریسه برای KMG2 در غلظت ۲۵۰ ppm و برای KMG3 در غلظت ppm ۵۰۰ حاصل شد. همچنین جوانه‌زنی کیست و فعالیت اسپورزایی در نهایت به‌ترتیب در غلظت‌های ۲۰۰ ppm و ۸۰۰ ppm متوقف شدند. یافته‌های حاصل از مطالعه آنها نشان داد که عصاره برەموم می‌تواند به عنوان یک ماده ضد oomycete برای درمان بیماری Saprolegniasis در آبزی‌پروری مورد استفاده قرار گیرد.

برخی گزارش‌ها حاکی از فعالیت برەموم علیه انگل‌های تک‌سلولی مانند *Ichthyophthirius multifiliis* (عامل بیماری لکه سفید) در ماهیان زینتی و پرورشی است. ترکیبات موجود در برەموم احتمالاً می‌توانند به ساختارهای غشایی انگل در مرحله بلوغ آسیب وارد کند و از تغذیه و تکثیر آن جلوگیری کنند (Heidarieh *et al*., 2025). همچنین برای کنترل انگل‌های پوست و آبشش (کرم‌های پهن) نیز استفاده از حمام برەموم مطالعه شده است. این اثر عمدتاً به دلیل اختلال در فعالیت آنزیمی یا فلج کردن انگل است. البته پژوهش‌ها در این حوزه هنوز نیاز به گسترش بیشتری دارد (Cruz-Cervantes *et al*., 2020).

[1] Infectious pancreatic necrosis virus
[2] White spot syndrome virus
[3] Hyphe
[4] Ergosterol

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

یکی از مهم‌ترین مزایای بره‌موم، توانایی بالقوه آن در غلبه بر مقاومت ضدمیکروبی است. از آن‌جایی‌که بره‌موم از طریق چندین مکانیسم موازی و همزمان عمل می‌کند، احتمال این‌که یک عامل بیماری‌زا بتواند به طور همزمان در برابر تمام این مکانیسم‌ها مقاومت ایجاد کند، بسیار اندک است (Grinn-Gofroń *et al*., 2025). برخی مطالعات نشان داده‌اند که بره‌موم حتی می‌تواند بازدارندگی آنزیم‌های بتا-لاکتاماز (آنزیم‌های تولیدی از باکتری‌ها برای تخریب آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند پنی‌سیلین) را داشته باشد (Almuhayawi, 2020). همچنین بره‌موم می‌تواند اثر هم‌افزایی با برخی آنتی‌بیوتیک‌های متعارف داشته باشد و اثربخشی آنها را افزایش دهد که امکان کاهش دوز مصرفی آنتی‌بیوتیک را فراهم می‌آورد. قدرت فعالیت ضدمیکروبی بره‌موم ثابت نیست و به عوامل متعددی وابسته است (Feng *et al*., 2025). مهم‌ترین عامل، منشأ گیاهی و جغرافیایی بره‌موم است. برای مثال، بره‌موم سبز برزیل (منشأ گرفته از برگ‌بوی) به دلیل محتوای بالای آرتیپیلین C، اغلب فعالیت ضد باکتریایی قوی‌تری در برابر باکتری‌های گرم-مثبت نشان می‌دهد. روش استخراج نیز حیاتی است؛ عصاره اتانولی بره‌موم (EEP)[1] معمولاً بیشترین طیف ترکیبات زیست‌فعال را استخراج می‌کند. غلظت مورد استفاده و زمان تماس با عامل بیماری‌زا از دیگر عوامل تعیین‌کننده در نتایج آزمایشگاهی و کاربردی هستند (Salatino *et al*., 2021).

در کاربرد عملی، بره‌موم عمدتاً از طریق مصرف خوراکی (مکمل جیره) برای ایجاد یک اثر سیستمیک پیشگیرانه به‌کار می‌رود. این روش، سطحی از محافظت داخلی را در برابر عفونت‌های سیستمیک ایجاد می‌کند. برای عفونت‌های خارجی (پوست، آبشش، باله‌ها) یا ضدعفونی محیط، استفاده از حمام (غوطه‌وری) کوتاه‌مدت یا طولانی‌مدت با غلظت‌های مشخص از عصاره رقیق‌شده بره‌موم در آب پیشنهاد شده است. همچنین امکان ضدعفونی تخم‌های ماهی با حمام بره‌موم برای کاهش انتقال عمودی بیماری‌ها وجود دارد. شایان ذکر است که انتخاب روش به گونه آبزی، مرحله زندگی و نوع بیماری بستگی دارد (Velotto *et al*., 2010).

شکاف‌های پژوهشی و مسیرهای پیش‌رو

به رغم تحقیقات قابل‌توجه در مورد بره‌موم در آبزی‌پروری، چندین شکاف دانشی قابل‌توجه باقی مانده است. تحقیقات فعلی هنوز بسیار پراکنده و به طور نامتناسبی بر بره‌موم متمرکز است و سایر محصولات مشتق از زنبور عسل (نان زنبور، ژله رویال، عسل و زهر زنبور عسل)، توجه کمی را به‌خود جلب کرده‌اند (Lo Presti *et al*., 2025). علاوه‌براین، تنوع زیاد در ترکیب شیمیایی ناشی از منشأ گیاهی، فصلی بودن و روش‌های استخراج، مقایسه مستقیم بین مطالعات را دشوار می‌سازد (Santana *et al*., 2024). درک مکانیسمی از چگونگی اعمال اثرات بره‌موم در ماهیان هنوز ناقص است. اگرچه مطالعات متعددی اثرات بره‌موم را بر رشد، ایمنی و مقاومت در برابر بیماری مستند کرده‌اند، اما تحقیقات عمیق‌تری در مورد مکانیسم‌های مولکولی و سلولی مورد نیاز است. این امر شامل درک چگونگی تعامل اجزاء بره‌موم با سلول‌های ایمنی ماهی، الگوهای بیان ژن، جوامع میکروبی روده و مسیرهای متابولیک است (Farag *et al*., 2021; Lo Presti *et al*., 2025).

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

بره‌موم به عنوان یک ماده طبیعی با ترکیبات فعال چندگانه، جایگاه خود را به عنوان یک جایگزین امیدوارکننده در صنعت آبزی‌پروری تثبیت کرده است. تحقیقات نشان می‌دهد که این ماده نه‌تنها در تقویت سیستم ایمنی آبزیان و مقابله با طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا (باکتری‌ها و ویروس‌ها) موثر است بلکه به بهبود شاخص‌های رشد و کاهش تلفات ناشی از استرس‌های محیطی کمک می‌کند. کاهش وابستگی به آنتی‌بیوتیک‌های مصنوعی، یکی از مهم‌ترین دستاوردهای استفاده از بره‌موم است که همزمان با حفظ سلامت آبزیان، از ایجاد مقاومت میکروبی و آلودگی زیست‌محیطی جلوگیری می‌کند. ایران با دارا بودن منابع غنی زنبور عسل و تنوع اقلیمی گسترده، پتانسیل بالایی برای تولید و استفاده از بره‌موم در صنعت آبزی‌پروری دارد. مناطق شمالی و جنوبی کشور که به‌ترتیب دارای صنایع پرورش ماهیان سردآبی و گرم‌آبی هستند، می‌توانند از این ماده به عنوان یک افزودنی طبیعی و پایدار بهره‌برداری کنند.

چشم‌انداز آینده برای استفاده از بره‌موم در صنعت آبزی‌پروری ایران، به توسعه فناوری‌های نوین و همکاری‌های بین‌المللی

[1] Ethanolic Extract of Propolis

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

وابسته است. تحقیقات آینده باید بر تعیین دوزهای بهینه برای گونه‌های مختلف آبزیان، افزایش پایداری ترکیبات فعال از طریق روش‌هایی مانند نانوکپسولاسیون و کاهش هزینه‌های تولید متمرکز شود. علاوه‌براین، تدوین استانداردهای ملی و قوانین حمایتی می‌تواند پذیرش بره‌موم را در صنعت تسریع کند. آموزش پرورش‌دهندگان درباره مزایای این ماده و ترویج روش‌های برداشت پایدار از کلونی‌های زنبور عسل نیز از اولویت‌های کلیدی است. با توجه به ظرفیت‌های بالای ایران در تولید عسل و بره‌موم، توسعه این صنعت نه‌تنها گامی به سوی آبزی‌پروری پایدار است بلکه می‌تواند به ایجاد اشتغال، افزایش صادرات و تقویت اقتصاد محلی کمک کند. در نهایت، ادغام بره‌موم در سیستم‌های پرورش آبزیان ایران، الگویی برای استفاده مسئولانه از منابع طبیعی در سایر بخش‌های کشاورزی ارائه می‌دهد و جایگاه کشور را به عنوان یک پیشرو در این حوزه تقویت می‌کند.

منابع

Abbass, A.A., El-Asely, A.M. and Kandiel, M.M., 2012. Effects of dietary propolis and pollen on growth performance, fecundity and some hematological parameters of *Oreochromis niloticus*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 851–859. DOI:10.4194/1303-2712-v12_4_13

Afrouzan, H., Tahghighi, A., Zakeri, S. and Es-haghi, A., 2018. Chemical composition and antimicrobial activities of Iranian propolis. *Iranian Biomedical Journal*, 22(1), 50–65. DOI:10.22034/ibj.22.1.50

Ahangari, Z., Naseri, M. and Vatandoost, F., 2018. Propolis: Chemical Composition and Its Applications in Endodontics. *Iranian Endodontic Journal*, 13(3), 285-292. DOI:10.22037/iej.v13i3.20994

Albanese, G., Giurgiu, A.I., Bobiș, O., Urcan, A.C., Botezan, S., Bonta, V., Ternar, T.N., Pașca, C., Iorizzo, M. and De Cristofaro, A., 2025. Functional and antimicrobial properties of propolis from different areas of Romania. *Applied Sciences*, 15(2), 898. DOI:10.3390/app15020898

Alday, E., Navarro-Navarro, M., Garibay-Escobar, A., Robles-Zepeda, R., Hernandez, J. and Velazquez, C., 2016. Advances in pharmacological activities and chemical composition of propolis produced in Americas. InTech. DOI:10.5772/63145

Almuhayawi, M.S., 2020. Propolis as a novel antibacterial agent. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(11), 3079–3086. DOI:10.1016/j.sjbs.2020.09.016

Alrashada, Y.N., Hassanien, H.A., Abbas, A.O., Alkhamis, S.A. and Alkobaby, A.I., 2023. Dietary propolis improves the growth performance, redox status, and immune response of Nile tilapia upon a cold-stress challenge. *PLOS ONE*, 18(11), e0293727. DOI:10.1371/journal.pone.0293727

Altabbal, S., Athamnah, K., Rahma, A., Wali, A.F., Eid, A.H., Iratni, R. and Al Dhaheri, Y., 2023. Propolis: A detailed insight of its anticancer molecular mechanisms. *Pharmaceuticals*, 16(3), 450. DOI:10.3390/ph16030450

AlZunaydi, D.A., Alharbi, A.B. and Alfarhan, A.H., 2025. Impact of season on chemical composition of some medicinal plants in Saudi Arabia. *Life*, 15(3), 336. DOI:10.3390/life15030336

Aminullah, N., Mostamand, A., Zahir, A., Mahaq, O. and Azizi, M.N., 2025. Phytogenic feed additives as alternatives to antibiotics in poultry production: A review. *Veterinary World*, 18(1), 141–154. DOI:10.14202/vetworld.2025.141-154

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

Ayad, A.S., Benchaabane, S., Daas, T., Smagghe, G. and Loucif-Ayad, W., 2025. Propolis stands out as a multifaceted natural product: Meta-analysis on its sources, bioactivities, applications, and future perspectives. *Life*, 15(5), 764. DOI:10.3390/life15050764

Bae, J.Y., Park, G.H., Lee, J.Y., Lee, S.H., Jung, S.H., Lee, Y.D. and Bai, S.C., 2012. Effects of dietary propolis supplementation on growth performance, immune responses, disease resistance and body composition of juvenile eel, *Anguilla japonica*. *Aquaculture International*, 20, 513–523. DOI:10.1007/s10499-011-9482-4

Bondad-Reantaso, M.G., Subasinghe, R.P., Arthur, J.R., Ogawa, K., Chinabut, S., Adlard, R., Tan, Z. and Shariff, M., 2005. Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132(3–4), 249–272. DOI:10.1016/j.vetpar.2005.07.005

Bosio, K., Avanzini, C., D'Avolio, A., Ozino, O. and Savoia, D., 2000. *In vitro* activity of propolis against *Streptococcus pyogenes*. *Letters in Applied Microbiology*, 31(2), 174–177. DOI:10.1046/j.1365-2672.2000.00785.x

Bouchelaghem, S., 2022. Propolis characterization and antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 1936–1946. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.11.063

Breijyeh, Z., Jubeh, B. and Karaman, R., 2020. Resistance of gram-negative bacteria to current antibacterial agents and approaches to resolve it. *Molecules*, 25(6), 1340. DOI:10.3390/molecules25061340

Canton, L., Lanusse, C. and Moreno, L., 2021. Rational pharmacotherapy in infectious diseases: Issues related to drug residues in edible animal tissues. *Animals*, 11(10), 2878. DOI:10.3390/ani11102878

Santos, F.F.D., Urano, R., Cunha, W. R., and Amdrade e Silva, M. L., 2022. A review on the anti-inflammatory activities of Brazilian green, brown and red propolis. *Journal of Food Biochemistry*, 46(10), Article e14350. DOI:10.1111/jfbc.14350

Choobkar, N., Kakoolaki, S., Mohammadi, F. and Rezaeimanesh, M., 2017. The effect of dietary propolis and pollen extracts on growth performance and haematological responses of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Sustainable Aquaculture. Health. Management. Journal*, 3(1), 16–25.

Chuttong, B., Lim, K., Praphawilai, P., Danmek, K., Maitip, J., Vit, P., Wu, M.C., Ghosh, S., Jung, C. and Burgett, M., 2023. Exploring the functional properties of propolis, geopropolis, and cerumen, with a special emphasis on their antimicrobial effects. *Foods*, 12(21), 3909. DOI:10.3390/foods12213909

Corrêa, J.L., Veiga, F.F., Jarros, I.C., Costa, M.I., Castilho, P.F., de Oliveira, K.M.P., Rosseto, H.C., Bruschi, M.L., Svidzinski, T.I.E. and Negri, M., 2020. Propolis extract has bioactivity on the wall and cell membrane of *Candida albicans*. *Journal of Ethnopharmacology*, 256, 112791. DOI:10.1016/j.jep.2020.112791

Cruz-Cervantes, J.A., Sánchez-Martínez, J.G., Ruíz-Uribe, A.J., Vázquez-Sauceda, M.L., Rábago-Castro, J.L., Pérez-Castañeda, R., Blanco-Martínez, Z., Garrido-Olvera, L. and Benavides-González, F., 2020. Effect of propolis, a honeybee product, against a parasite (*Ligictaluridus floridanus*) from Catfish (*Ictalurus punctatus*) Gills. *Acta Parasitologica*,

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

65(3), 804–809. DOI:10.2478/s11686-020-00218-x

Deng, J., An, Q., Bi, B., Wang, Q., Kong, L., Tao, L. and Zhang, X., 2011. Effect of ethanolic extract of propolis on growth performance and plasma biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 37(4), 959–967. DOI:10.1007/s10695-011-9493-0

Dezmirean, D.S., Paşca, C., Moise, A.R. and Bobiş, O., 2021. Plant sources responsible for the chemical composition and main bioactive properties of poplar-type propolis. *Plants*, 10(1), 22. DOI:10.3390/plants10010022

Dopazo, C.P., 2020. The infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) and its virulence determinants: What is known and what should be known. *Pathogens*, 9(2), 94. DOI:10.3390/pathogens9020094

Drescher, N., Klein, A.M., Schmitt, T. and Leonhardt, S.D., 2019. A clue on bee glue: New insight into the sources and factors driving resin intake in honeybees (*Apis mellifera*). *PLOS ONE*, 14(2), e0210594. DOI:10.1371/journal.pone.0210594

Duran, N., Muz, M., Culha, G., Duran, G. and Ozer, B., 2011. GC-MS analysis and antileishmanial activities of two Turkish propolis types. *Parasitology Research*, 108(1), 95–105. DOI:10.1007/s00436-010-2039-z

Farag, M.R., Abdelnour, S.A., Patra, A.K., Dhama, K., Dawood, M.A.O., Elnesr, S.S. and Alagawany, M., 2021. Propolis: Properties and composition, health benefits and applications in fish nutrition. *Fish & Shellfish Immunology*, 115, 179–188. DOI:10.1016/j.fsi.2021.06.010

Feng, K., Sang, H., Jin, H., Song, P., Xu, W., Xuan, H. and Wang, F., 2025. Antimicrobial activities of propolis nanoparticles in combination with ampicillin sodium against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Microorganisms*, 13(8), 1844. DOI:10.3390/microorganisms13081844

Gozlan, R.E., Marshall, W.L., Lilje, O., Jessop, C.N., Gleason, F.H. and Andreou, D., 2014. Current ecological understanding of fungal-like pathogens of fish: what lies beneath? *Frontiers in Microbiology*, 5, 62. DOI:10.3389/fmicb.2014.00062

Grinn-Gofroń, A., Kołodziejczak, M., Hrynkiewicz, R., Lewandowski, F., Bębnowska, D., Adamski, C. and Niedźwiedzka-Rystwej, P., 2025. Antimicrobial potential of bee-derived products: Insights into honey, propolis and bee venom. *Pathogens*, 14(8), 780. DOI:10.3390/pathogens14080780

Hamed, H.S. and Abdel-Tawwab, M., 2017. Ameliorative effect of propolis supplementation on alleviating bisphenol-A toxicity: Growth performance, biochemical variables, and oxidative stress biomarkers of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 202, 63–69. DOI:10.1016/j.cbpc.2017.08.001

Heidarieh, M., Banaee, M., Heidarieh, H., Gholamhosseini, A. and Faggio, C., 2025. Therapeutic advantages of gamma irradiated propolis in mitigating the risk of *Ichthyophthirius multifiliis* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 24(6), 1327–1347. DOI:10.22092/ijfs.2025.134483

Irshath, A.A., Rajan, A.P., Vimal, S., Prabhakaran, V.S. and Ganesan, R., 2023. Bacterial pathogenesis in various fish diseases:

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

Recent advances and specific challenges in vaccine development. *Vaccines*, 11(2), 470. DOI:10.3390/vaccines11020470

Isla, M.I., Paredes-Guzman, J.F., Nieva-Moreno, M.I., Koo, H. and Park, Y.K., 2005. Some chemical composition and biological activity of northern Argentine propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 1166–1172. DOI:10.1021/jf040130h

Ismail, T. and Hegazi, E., 2025. Propolis as a growth stimulant for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. DOI:10.1111/jpn.70027

Kahwa, I., Kaysser, L., Wangalwa, R., Billig, S., Tusiimire, J. and Wiesner, C., 2025. Chemical profiling and geographic differentiation of Ugandan propolis by GC-MS through chemometric modelling. *Molecules*, 30(22), 4435. DOI:10.3390/molecules30224435

Kang, H.K., Lee, H.H., Seo, C.H. and Park, Y., 2019. Antimicrobial and immunomodulatory properties and applications of marine-derived proteins and peptides. *Marine Drugs*, 17(6), 350. DOI:10.3390/md17060350

Kartal, M., Kaya, S. and Kurucu, S., 2002. GC-MS analysis of propolis samples from two different regions of Turkey. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 57(9–10), 905–909. DOI:10.1515/znc-2002-9-1025

Kasote, D., Bankova, V. and Viljoen, A.M., 2022. Propolis: Chemical diversity and challenges in quality control. *Phytochemistry Reviews*, 21(6), 1887–1911. DOI:10.1007/s11101-022-09816-1

Kelestemur, G.T., Seven, P.T. and Yilmaz, S., 2012. Effects of dietary propolis and vitamin E on growth performance and antioxidant status in blood of juvenile Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Teleostei: Salmoniformes) under different flow rates. *Zoologia (Curitiba)*, 29(2), 113–119. DOI:10.1590/S1984-46702012000200001

Lindholm-Lehto, P.C. and Pylkkö, P., 2024. Saprolegniosis in aquaculture and how to control it? Aquaculture, *Fish and Fisheries*, 4(4), 5-45. DOI:10.1002/aff2.200

Lo Presti, V., Cavallaro, M. and Di Rosa, A.R., 2025. Bee-derived products in aquaculture nutrition: A comprehensive review of impacts on fish performance, health, and product quality. *Animals*, 15(21), 3153. DOI:10.3390/ani15213153

Magnavacca, A., Sangiovanni, E., Racagni, G. and Dell'Agli, M., 2022. The antiviral and immunomodulatory activities of propolis: An update and future perspectives for respiratory diseases. *Medicinal Research Reviews*, 42(2), 897–945. DOI:10.1002/med.21866

Mirmazloomi, S., Ghiasi, M. and Khosravi, A., 2023. Short communication: Inhibitory effects of the Iranian propolis ethanolic extract on different life stages of two *Saprolegnia parasitica* isolates recovered from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 22(6), 1305–1317.

Mohammadzadeh, S., Shariatpanahi, M., Hamedi, M., Ahmadkhaniha, R., Samadi, N. and Ostad, S.N., 2007. Chemical composition, oral toxicity and antimicrobial activity of Iranian propolis. *Food Chemistry*, 103(4), 1097–1103. DOI:10.1016/j.foodchem.2006.10.006

Mohammed, E.A.H., Kovács, B., Kuunya, R., Mustafa, E.O.A., Abbo, A.S.H. and Pál, K., 2025. Antibiotic resistance in aquaculture: Challenges, trends analysis, and alternative

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

approaches. *Antibiotics*, 14(6), 598. DOI:10.3390/antibiotics14060598

Nefzi, N., Pagliari, S., Campone, L., Megdiche-Ksouri, W., Giarratana, F., Cicero, N., Ziino, G. and Nalbone, L., 2023. Chemical composition and comprehensive antimicrobial activity of an ethanolic extract of propolis from Tunisia. *Antibiotics*, 12(5), 802. DOI:10.3390/antibiotics12050802

Pasupuleti, V.R., Sammugam, L., Ramesh, N. and Gan, S.H., 2017. Honey, propolis, and royal jelly: A comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 1259510. DOI:10.1155/2017/1259510

Pavić, D., Grbin, D., Hudina, S., Zmrzljak, U.P., Miljanović, A. and Košir, R., 2022. Tracing the oomycete pathogen Saprolegnia parasitica in aquaculture and the environment. *Scientific Reports*, 12, 16646. DOI:10.1038/s41598-022-16553-0

Pelaez-Acero, A., Cortes-Hernández, M., Jottar-Bernal, A., Luna-Rodríguez, L., Zepeda-Bastida, A., Morales-Rodríguez, I. and Medina-Pérez, G., 2025. Exploring *Apis mellifera* propolis extracts: bioavailability, protective strategies, and applications in food systems. *Applied Sciences*, 15(20), 11043. DOI:10.3390/app152011043

Pepi, M. and Focardi, S., 2021. Antibiotic-resistant bacteria in aquaculture and climate change: A challenge for health in the Mediterranean area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5723. DOI:10.3390/ijerph18115723

Przybyłek, I. and Karpiński, T.M., 2019. Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24(11), 2047. DOI:10.3390/molecules24112047

Radkhah, A.R., 2019. Prevalence of parasitic diseases as a serious threat to the ornamental fish industry: A study on the prevalence of Argulus parasites in ornamental fishes of Iran. *Journal of Ornamental Aquatics,* 6(3), 13-22. http://ornamentalaquatics.ir/article-1-205-fa.html

Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Sadeghinejad Masouleh, E., 2020. Investigation of antimicrobial properties of silver nanoparticles (AgNPs) to control diseases and health management in aquaculture systems. *Journal of Ornamental Aquatics*, 7(1), 7-15. http://ornamentalaquatics.ir/article-1-219-fa.html

Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Mousavi-Sabet, H., 2021. Review on the benefits and disadvantages of nanotechnology in the aquaculture. *Journal of Ornamental Aquatics*, 8(2): 43-58. http://ornamentalaquatics.ir/article-1-252-fa.html

Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Sadeghinejad Masouleh, E., 2025. Investigating the role of medicinal plant extracts in the treatment of fish diseases: An environmentally friendly approach for the development of the aquaculture industry. *Journal of Ornamental Aquatics*, 12(2), 57-72. http://ornamentalaquatics.ir/article-1-389-fa.html

Rana, A., Malik, A. and Sobti, R.C., 2025. Anti-bacterial properties of propolis: A comprehensive review. *Current Microbiology*, 82(10), 479. DOI:10.1007/s00284-025-04456-y

Rivera-Yañez, N., Ruiz-Hurtado, P.A., Rivera-Yañez, C.R., Arciniega-Martínez, I.M., Yepez-Ortega, M., Mendoza-Arroyo, B., Rebollar-Ruíz, X.A., Méndez-Cruz, A.R., Reséndiz-Albor, A.A. and Nieto-Yañez, O., 2023. The role of propolis as a natural product with potential gastric cancer treatment

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

properties: A systematic review. *Foods*, 12(2), 415. DOI:10.3390/foods12020415

Rocha, C.P., Cabral, H.N., Marques, J.C. and Gonçalves, A.M.M., 2022. A global overview of aquaculture food production with a focus on the activity's development in transitional systems—The case study of a south European country (Portugal). *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(3), 417. DOI:10.3390/jmse10030417

Rojczyk, E., Klama-Baryła, A., Łabuś, W., Wilemska-Kucharzewska, K. and Kucharzewski, M., 2020. Historical and modern research on propolis and its application in wound healing and other fields of medicine and contributions by Polish studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 262, 113159. DOI:10.1016/j.jep.2020.113159

Salatino, A., Salatino, M.L.F. and Negri, G., 2021. How diverse is the chemistry and plant origin of Brazilian propolis? *Apidologie*, 52(6), 1075–1097. DOI:10.1007/s13592-021-00889-z

Sánchez-Paz, A., 2010. White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern. *Veterinary Research*, 41(6), 43. DOI:10.1051/vetres/2010015

Santana, A.N., Tanajura Mendes, J.O., de Godoi Pereira, M., Alvarenga, Y.A., Boffo, E.F., da Silva Ramos, F., El-Bachá, R.S., Araújo, F.M., de Jesus Correia Torquato, S., Lima Cruz Santos, M.H., Ferraz, C.G., Ribeiro, P.R. and de Souza Neta, L.C., 2024. Influence of seasonality and habitat on chemical composition, cytotoxicity and antimicrobial properties of the *Libidibia ferrea*. *Heliyon*, 10(9), e30632. DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e30632

Sarapa, A., Peter, A. and Buettner, A., 2025. Organoleptic and chemical properties of propolis: a review. *European Food Research and Technology*, 251, 1331–1352. DOI:10.1007/s00217-025-04708-y

Šegvić-Bubić, T., Boban, J., Grubišić, L., Trumbić, Ž., Radman, M., Perčić, M. and Čož-Rakovac, R., 2013. Effects of propolis enriched diet on growth performance and plasma biochemical parameters of juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) under acute low-temperature stress. *Aquaculture Nutrition*. DOI:10.1111/anu.12032

Shah, T.K., Tandel, R.S., Kumar, A., Bhat, R.A.H., Dash, P. and Sarma, D., 2021. Chemical composition, antifungal activity and molecular docking of Himalayan thyme leaf extract (*Thymus linearis*) against fish pathogenic oomycete Saprolegnia parasitica. *Aquaculture*, 543, 736988. DOI:10.1016/j.aquaculture.2021.736988

Šuran, J., Cepanec, I., Mašek, T., Radić, B., Radić, S., Tlak Gajger, I. and Vlainić, J., 2021. Propolis extract and its bioactive compounds—from traditional to modern extraction technologies. *Molecules*, 26(10), 2930. DOI:10.3390/molecules26102930

Tavares, L., Smaoui, S., Lima, P.S., Oliveira, M.M. and Santos, L., 2022. Propolis: Encapsulation and application in the food and pharmaceutical industries. *Trends in Food Science & Technology*, 127, 169–180. DOI:10.1016/j.tifs.2022.06.003

Tukmechi, A., Karimi Rad, F., Farrokhi, F., Agh, N. and Jalili, R., 2014. The effects of short- and long-term diet supplementation with Iranian propolis on the growth and immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

Journal of Veterinary Research, 15(3), 250–255. DOI:10.22099/ijvr.2014.2535

Velikova, M., Bankova, V., Sorkun, K., Houcine, S., Tsetkova, I. and Kujumgiev, A., 2000. Propolis from the Mediterranean region: chemical composition and antimicrobial activity. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 55(9–10), 790–803. DOI:10.1515/znc-2000-9-1019

Velotto, S., Vitale, C., Varricchio, E. and Crasto, A., 2010. Effect of propolis on the fish Mmuscular development and histomorphometrical characteristics. *Acta Veterinaria Brno*, 79, 543–550. DOI:10.2754/avb201079040543

Yaghoubi, S.M.J., Ghorbani, G.R., Soleimanian-Zad, S. and Satari, R., 2007. Antimicrobial activity of Iranian propolis and its chemical composition. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 15(1), 45–48.

Zulhendri, F., Chandrasekaran, K., Kowacz, M., Ravalia, M., Kripal, K., Fearnley, J. and Perera, C.O., 2021. Antiviral, antibacterial, antifungal, and antiparasitic properties of propolis: A review. *Foods*, 10(6), 1360. DOI:10.3390/foods10061360

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]

Investigating the nutritional effects of propolis extract on improving growth and immune system function in farmed aquatic animals: A review

Radkhah A.R.[1]; Soheil Eagderi S.[1*]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

The aquaculture industry, as a major supplier of animal protein, faces serious challenges, including disease outbreaks and reliance on chemical antibiotics, which lead to antimicrobial resistance and environmental pollution. In this context, the search for natural and safe alternatives is an undeniable necessity. Propolis, a multifunctional natural compound produced by honeybees, has significant potential for use in aquaculture due to its antimicrobial, antioxidant, and immunomodulating properties. The objective of this review is to provide a comprehensive analysis of existing scientific evidence on the effects of propolis on growth indicators, health, and disease resistance in aquatic species under environmental stressors. A literature review indicates that the optimal use of propolis in diets can significantly improve growth performance (e.g., weight gain, feed conversion ratio), gut health, digestive and antioxidant enzyme activities in species such as Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), brown trout (*Salmo trutta*), European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), and Japanese eel (*Anguilla japonica*). More importantly, propolis enhances disease resistance in aquatic animals by strengthening innate and acquired immune responses (e.g., increased lysozyme activity and immunoglobulins) and by possessing broad-spectrum antimicrobial activity against important bacterial, fungal, and parasitic pathogens. Furthermore, this substance has a remarkable ability to mitigate the negative effects of environmental stressors, such as thermal stress or exposure to pollutants like Bisphenol A (BPA), through its potent antioxidant properties. Based on scientific evidence, propolis can be used as a natural, safe, and effective additive in aquatic health management and nutrition strategies. Its inclusion in diets presents a practical approach to reducing dependence on synthetic antibiotics, increasing productivity, and enhancing the environmental sustainability of the aquaculture industry. However, the variability in the chemical composition of propolis across geographical and botanical origins underscores the need to determine optimal dosages for different species and to conduct further research into its molecular mechanisms of action. Given the high potential for honey and propolis production in Iran, developing applied research and promoting the use of this natural substance could be a significant step toward sustainable aquaculture and a resilient economy.

Keywords: Propolis extract, Immunostimulants, Growth performance, antimicrobial activity, Sustainable aquaculture

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/JOA.13.2.29]