



سونای قورباغه: کلید نجات از یک عفونت قارچی مرگبار

شروین مقصودلو

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
رایانامه نویسنده: shervin.magsoud@ut.ac.ir

چکیده

طی سال‌های اخیر، دانشمندان و حامیان محیط زیست در جهت حفاظت و کاهش نرخ انقراض دوزیستان تلاش بسیار کرده‌اند. عامل بیماری‌زای *Chytrid* (کیتريد) یکی از مهم‌ترین تهدیدات برای گونه‌های دوزیست است و تاکنون سبب قرار گرفتن ۹۰ گونه از آن‌ها در گرداب انقراض شده‌است. *Chytrid* مخفف *chytridiomycosis* است، یک بیماری کشنده که می‌تواند باعث بی‌حالی دوزیستان و توقف غذاخوردن آن‌ها شود. نتایج آخرین تحقیقات و پژوهش‌ها حاکی از آن است که روشی جدید با عنوان «سونای قورباغه» در کنترل این بیماری و ایجاد ایمنی در افراد، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مثبتی را در پی داشته‌است. در روش درمانی سونای قورباغه، افراد مبتلا با کمک افزایش دمای محیط بر بیماری خود غلبه نموده و در آینده و با گذشت زمان نیز در مقابل عوامل ایجاد عفونت دارای ایمنی و مقاومت بالاتری خواهند شد. با قرار دادن قورباغه زنگوله‌ای سبز و طلایی (*Litoria aurea*) در محیطی مجهز به بلوک‌های آجر گرم شده با نور خورشید که در واقع گلخانه‌های کوچک هستند، این توانایی به آن‌ها داده می‌شود تا از کیتريد بهبود یافته و آن‌ها را در برابر بیماری در آینده مقاوم‌تر می‌کند. اکنون دانشمندان نشان داده‌اند که پناهگاه‌های کوچک با پوشش پلاستیکی می‌توانند به قورباغه‌ها کمک کنند تا آنقدر گرم شوند که قارچ را بکشند و به این ترتیب تهدید به انقراض در بسیاری از گونه‌های دوزیست کنترل و منتفی گردد.

کلیدواژه‌ها: قورباغه زنگوله‌ای، قارچ، کیتريد، گلخانه

مقصودلو، ش. (۱۴۰۴). سونای قورباغه: کلید نجات از یک عفونت قارچی مرگبار. نشریه دانشجویی زیست سپهر، ۱۸(۲)، ۲۴-۳۳.

مقدمه

بیماری قارچی *chytridiomycosis* که توسط قارچ *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) ایجاد می‌شود، به عنوان یکی از جدی‌ترین تهدیدهای جهانی برای تنوع زیستی دوزیستان شناخته شده است. این قارچ با آلوده کردن پوست دوزیستان، که نقش حیاتی در تبادل گاز و تعادل الکترولیت‌ها دارد، باعث ایجاد اختلالات فیزیولوژیکی شدید شده و اغلب منجر به مرگ سریع میزبان می‌شود (Pereira et al., 2013; Gleason et al., 2014). تأثیر این بیماری به کاهش چشمگیر جمعیت دوزیستان و حتی انقراض گونه‌های متعددی انجامیده است و این موضوع موجب نگرانی گسترده جامعه علمی و سازمان‌های حفاظت محیط زیست شده است.

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که رشد و بقای قارچ Bd به دما وابسته است و دمای بالا (بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد) رشد این قارچ را به طور قابل توجهی محدود می‌کند (Sun et al., 2023). در برخی از گونه‌های دوزیستان، رفتاری مشاهده شده که در آن حیوانات به محیط‌های گرم و مرطوبی پناه می‌برند که شرایطی مشابه سونا دارد و باعث کاهش بار قارچی می‌شود. این رفتار طبیعی، اساس مفهوم «سونای قورباغه» را تشکیل می‌دهد (National Geographic, 2024).

بر پایه این یافته‌ها، استفاده از سوناها یا مصنوعي با کنترل دقیق دما و رطوبت در زیستگاه‌های محافظت شده به عنوان یک استراتژی نوین و غیرتهاجمی برای کاهش آلودگی قارچی و حفاظت از دوزیستان در نظر گرفته شده است. پژوهش‌های میدانی در استرالیا نشان داده‌اند که این روش باعث کاهش قابل توجه بار قارچی روی پوست دوزیستان و افزایش نرخ بقاء آن‌ها شده است (Australian Geographic, 2024; The Guardian, 2024; ABC News, 2024).

علاوه بر تأثیر دمای محیط، تعادل میکروبیوم پوست دوزیستان نیز نقش مهمی در مقاومت میزبان در برابر Bd ایفا می‌کند. افزایش دمای سوناها یا مصنوعي می‌تواند باعث تغییرات مطلوب در جامعه میکروبی پوست شود که این امر به کاهش رشد قارچ بیماری‌زا کمک می‌کند (Sun et al., 2023). به طور کلی، استفاده از «سونای قورباغه» به عنوان یک راهکار مبتنی بر رفتار طبیعی میزبان و دانش زیستی، امیدی نوین برای مقابله با *chytridiomycosis* و حفظ تنوع زیستی دوزیستان فراهم کرده است.

بیماری پوستی *chytridiomycosis* یکی از مهم‌ترین تهدیدات برای جمعیت‌های دوزیستان است که توسط دو گونه قارچ کیتريد، *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) و *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) ایجاد می‌شود. این دو گونه قارچ کیتريد بومی جنوب آسیا هستند و به طور ناخواسته از طریق تجارت جهانی دوزیستان برای مصارف غذایی، حیوانات خانگی یا پژوهشی، به نقاط مختلف جهان منتقل شده‌اند (Fisher et al., 2009; Martel et al., 2014). به این ترتیب، *chytrid* از طریق فعالیت‌های انسانی و تجارت دوزیستان در سراسر جهان گسترش یافته و به بخشی از اکوسیستم‌های جدید تبدیل شده است (Scheele et al., 2019; O'Hanlon et al., 2018).

این قارچ با آلوده کردن پوست دوزیستان، که نقش حیاتی در تبادل گاز و تعادل الکترولیت‌ها دارد، به شدت عملکرد پوست را مختل می‌کند و منجر به کاهش الکترولیت‌های ضروری برای عملکرد قلب می‌شود. در نهایت، این اختلالات فیزیولوژیکی موجب ایست قلبی و مرگ سریع حیوانات آلوده می‌گردد (Voyles et al., 2009). Bd عمدتاً از طریق آب و تماس مستقیم با سایر دوزیستان منتقل می‌شود و با تغذیه از پروتئین‌های پوست میزبان به تکثیر می‌پردازد (Longcore et al., 1999).

دو مرحله اصلی است: زئوسپور^۱ و اسپورانژیوم^۲. مرحله زئوسپور، شکل متحرک و عفونت‌زا است. این سلول تک‌سلولی دارای یک تاژک در انتهای خود بوده و در محیط‌های آبی آزادانه شنا می‌کند تا به پوست کراتینه دوزیستان برسد (Longcore et al., 1999).

پس از چسبیدن زئوسپور به سطح پوست میزبان، تاژک خود را از دست داده و به درون لایه اپیدرمی پوست نفوذ می‌کند، جایی که به اسپورانژیوم (ساختار تولیدمثلی غیرجنسی) تبدیل می‌شود. اسپورانژیوم در پوست جای‌گیر شده و با رشد خود، تعداد زیادی زئوسپور جدید تولید می‌کند. این زئوسپورها از طریق لوله ترش‌چی به بیرون آزاد می‌شوند و وارد آب شده و می‌توانند میزبانان جدید را آلوده کنند. این چرخه در دمای مطلوب ۱۷ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌طور کامل طی ۴ تا ۵ روز انجام می‌شود (Berger et al., 2005; Piotrowski et al., 2004).

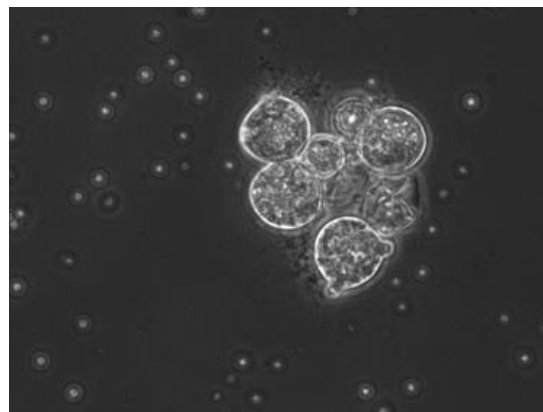
اثرات بیماری و پاتوژن

قارچ Bd برخلاف بسیاری از پاتوژن‌های دیگر، تنها به لایه‌های سطحی پوست دوزیستان حمله می‌کند. این حمله عمدتاً در نواحی شکم، اندام‌های عقبی، انگشتان پا و در لاروهای اطراف دهان (جایی که پوست کراتینه شده است) رخ می‌دهد. با آن‌که عفونت به لایه‌های سطحی محدود می‌ماند، اما عملکرد حیاتی پوست مانند جذب آب، تنظیم اسمزی و تنفس را مختل می‌کند. در نتیجه، حیوان دچار عدم تعادل الکترولیتی، دهیدراسیون شدید و ایست قلبی می‌شود (Voyles et al., 2009) (شکل ۲).

عفونت معمولاً به شکل کلونی‌های متعدد اسپورانژیوم در پوست دیده می‌شود و شدت بیماری می‌تواند بسته به گونه میزبان، دما، و میزان قرارگیری در معرض قارچ متفاوت باشد. حتی دوز بسیار پایینی از زئوسپورها (در حد ده‌ها عدد)

همچنین لازم به ذکر است که همه گونه‌های دوزیستان در برابر Bd حساس نیستند؛ برخی گونه‌ها مانند قورباغه گاو نر آمریکایی به‌عنوان ناقلان بدون آسیب شناخته می‌شوند که خود به انتقال عامل بیماری به سایر گونه‌ها کمک می‌کنند (Briggs et al., 2010; Fisher & Bosch, 2013). این موضوع باعث شده تا chytridiomycosis تأثیر منفی عمیقی بر تنوع زیستی دوزیستان داشته باشد و اکوسیستم‌ها را دچار اختلال کند.

گروه‌های پژوهشی نشان داده‌اند که Bd در دمای خنک (حدود ۱۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد) رشد بهینه دارد (Piotrowski et al., 2004). این ویژگی دمایی عامل کلیدی در گسترش بیماری و همچنین از راهکارهای مقابله با آن است. این بیماری عامل کاهش بیش از ۵۰۰ گونه دوزیست و انقراض حداقل ۹۰ گونه شده‌است (Skerratt et al., 2007) (شکل ۱).



شکل ۱- میکروگرافی (تصویر میکروسکوپی) از قارچ کیتريد *Batrachochytrium dendrobatidis* نشان می‌دهد که این پاتوژن قارچی می‌تواند از طریق پوست، گونه‌های دوزیست را آلوده کرده و باعث مرگ آن‌ها شود (Yahoo News, 2024).

چرخه زندگی *Batrachochytrium dendrobatidis*

قارچ کیتريدی Bd عامل اصلی بیماری کشنده دوزیستان موسوم به کیتريدیومیکوز است که باعث نابودی گسترده جمعیت قورباغه‌ها و سایر دوزیستان در سراسر جهان شده است. این قارچ دارای چرخه زندگی ساده‌ای است که شامل

¹ Zoospore

² Sporangium

نیز می‌تواند موجب عفونت کشنده در گونه‌های حساس شود. با آزمایش‌هایی که بر پایه فرضیه‌های Koch انجام شده، بیماری‌زایی قارچ به‌طور قطعی تأیید شده است (Berger et al., 2005; Voyles et al., 2009).



شکل ۲- علائم مرحله نهایی بیماری کیتریدیومیکوز

(chytridiomycosis) شامل نیمه‌باز بودن چشم‌ها، وضعیت عمومی افسرده و بی‌حال در قورباغه، و نیز تجمع پوست‌های جدا شده (که به شکل هلالی خاکستری در قسمت عقبی قورباغه قابل مشاهده است) می‌باشد. این نشانه‌ها از جمله مشخصه‌های بالینی رایج در دوزیستان آلوده به قارچ کیتریدی هستند که در مراحل پایانی بیماری مشاهده می‌شوند (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 2024).

مواد و روش‌ها

این مطالعه با رویکرد کتابخانه‌ای و مرور تحلیلی منابع علمی انجام شده است. هدف از این بخش، گردآوری و بررسی نظام‌مند اطلاعات موجود پیرامون اثربخشی روش گرمایی موسوم به «سونای قورباغه» در کنترل بیماری chytridiomycosis ناشی از قارچ *Batrachochytrium* (Bd) در دوزیستان است. در این راستا، تلاش شد با استفاده از پایگاه‌های علمی معتبر، به جامع‌ترین اطلاعات دسترسی حاصل شود.

نتایج

یکی از روش‌های غیرشیمیایی برای کنترل این بیماری استفاده از افزایش دمای کنترل‌شده تحت عنوان «سونای قورباغه» است. قارچ Bd، برخلاف میزبان خود، حساسیت

بسیار بالایی به تغییرات دمایی دارد و قادر به رشد و تکثیر مؤثر در دماهای بالاتر از ۲۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد نیست (Piotrowski et al., 2004). این حساسیت حرارتی ناشی از ساختار پروتئینی و آنزیمی خاص این قارچ است که در دماهای بالا دچار دناتوره شدن شده و فعالیت متابولیکی آن کاهش می‌یابد (Voyles et al., 2009).

در روش «سونای قورباغه»، قورباغه‌ها در محیط‌های آزمایشگاهی یا کنترل‌شده در دماهای بین ۳۰ تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت کوتاه (معمولاً چند ساعت در چند روز متوالی) قرار می‌گیرند. این دما باعث مهار رشد قارچ می‌شود و به مرور بار قارچی روی پوست کاهش می‌یابد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مدت زمان و شدت دمایی باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که قورباغه دچار استرس حرارتی نشود؛ چرا که دماهای بالاتر و طولانی‌تر ممکن است منجر به آسیب بافتی، تغییر در متابولیسم و کاهش ایمنی میزبان شود (Rollins-Smith, 2009).

همچنین اثرات مثبت این روش به دلیل تأثیر بر سیستم ایمنی قورباغه‌ها است؛ قرار گرفتن در دمای بالا می‌تواند پاسخ‌های ایمنی ذاتی و اکتسابی میزبان را تحریک کرده و تولید پپتیدهای ضد میکروبی (AMPs)^۳ را افزایش دهد که این پپتیدها نقش مهمی در مقابله با Bd دارند (Conlon, 2011).

مطالعات آزمایشگاهی و میدانی نشان داده‌اند که ترکیب روش «سونای قورباغه» با مدیریت محیط‌زیستی، مانند کنترل کیفیت آب، کاهش استرس‌های زیستی (مثل کاهش آلودگی، بهبود شرایط زیستگاه) و کاربرد درمان‌های موضعی ضدقارچ (مثلاً محلول‌های مدیرفان یا ایزوپروپیل الکل رقیق شده) می‌تواند به‌طور مؤثرتری باعث کاهش شیوع و شدت بیماری شود (Voyles et al., 2011; Woodhams et al., 2009).

³ Antimicrobial Peptides



شکل ۳- گلخانه‌های سبز رنگ تحت عنوان سونای قورباغه
(Natural History Museum, 2024)

منبع گرما نقش کلیدی دارد. می‌توان از پد گرمایی با ترموستات دیجیتال دقیق استفاده کرد. اگر از لامپ حرارتی (مانند لامپ سرامیکی مادون قرمز) استفاده می‌شود، باید در فاصله مناسب از قورباغه نصب شود و دمای داخل محفظه با دماسنج دیجیتال با پراب خارجی دائماً پایش شود. دمای مطلوب ۳۰ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد است؛ دمای بالاتر از ۳۵ درجه برای بسیاری از گونه‌ها خطرناک است (Piotrowski et al., 2004; Woodhams et al., 2011).

برای حفظ رطوبت، یک ظرف آب گرم کوچک داخل محفظه گذاشته می‌شود یا می‌توان از دستگاه رطوبت‌ساز فراصوتی (ultrasonic humidifier) استفاده کرد. رطوبت باید بین ۷۰ تا ۹۰ درصد نگه داشته شود؛ چرا که رطوبت کم می‌تواند باعث دهیدراتاسیون پوست حساس قورباغه شود.

قورباغه‌ها به صورت انفرادی وارد محفظه شده و به مدت ۶ تا ۱۰ ساعت در روز برای ۵ تا ۱۰ روز متوالی در معرض دما قرار می‌گیرند (Woodhams et al., 2011). پس از هر جلسه، حیوان باید به محفظه بازیابی (Recovery Box) در دمای طبیعی منتقل شود. تمامی وسایل پس از

با این حال، استفاده از این روش در زیستگاه‌های طبیعی محدودیت‌هایی دارد؛ زیرا تغییر دمای محیط طبیعی اغلب امکان‌پذیر نیست یا ممکن است به اکوسیستم آسیب بزند. بنابراین، «سونای قورباغه» بیشتر در مراکز نگهداری، باغ‌وحش‌ها و پروژه‌های حفاظت تحت کنترل انسانی به عنوان روش مکمل درمانی و پیشگیری به کار می‌رود (Fisher et al., 2009).

در نهایت، بهینه‌سازی پارامترهای دمایی (دمای دقیق، مدت زمان قرارگیری و دوره تکرار درمان) برای هر گونه قورباغه و شرایط زیستی خاص آن، یکی از موضوعات مهم تحقیقات جاری است تا بتوان حداکثر اثر ضدقارچی را بدون آسیب رساندن به میزبان به دست آورد (Woodhams et al., 2011).

چگونه سونا قورباغه بسازیم؟

روش «سونای قورباغه» (Frog Sauna) مبتنی بر ایجاد محیطی با دمای بالا و رطوبت کنترل شده است که برای قارچ *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) غیرقابل تحمل باشد، در حالی که برای دوزیست میزبان (مانند قورباغه) ایمن و قابل تحمل باقی بماند. این روش به‌ویژه در مراکز پرورشی، کلینیک‌های دامپزشکی، و پروژه‌های حفاظتی قابل اجراست.

برای ساخت یک سونای قورباغه ایمن، ابتدا به یک محفظه شفاف نیاز است (ترجیحاً از جنس پلاستیک پلی‌کربنات یا شیشه) که امکان مشاهده، تهویه، و کنترل دما و رطوبت را فراهم کند. در کف محفظه باید سطحی جاذب (مثل دستمال کاغذی استریل یا حوله نرم) قرار گیرد تا از لغزش حیوان جلوگیری کرده و فضولات را جذب کند (شکل ۳).

بحث و نتیجه گیری

دانشمندان با استفاده از آجرهای تراش خورده رنگ شده در داخل گلخانه‌ها، پناهگاهی برای حیوانات ایجاد کردند که آن‌ها را "سونای قورباغه" می‌نامند. آن‌ها دریافتند که قورباغه‌های زنگوله‌ای سبز و طلایی استرالیایی در حال انقراض می‌توانند عفونت‌های قارچ کشنده *Batrachochytrium dendrobatidis* را در شرایط گرمتر گلخانه‌ها از خود بزایند و این درحالی است که در غیر این صورت در اثر این عفونت قارچی می‌مردند. بسیاری از قورباغه‌هایی که در پناهگاه‌ها بهبود یافتند در مقابل عفونت مقاوم بودند. درحالی که این روش قبلاً برای سایر گونه‌های قورباغه ناموفق بود، محققان دریافتند که قورباغه زنگوله‌ای سبز و طلایی که زمانی حضورش در جنوب شرقی استرالیا رایج بود به خوبی به درمان پاسخ داد؛ کشفی که امیدی برای بقای آن‌ها در آینده ایجاد کرد. محققان اذعان داشتند که این دوزیستان کمیاب پس از آزمایش دقیق انتخاب شدند که مشخص شد آجرها را به عنوان زیستگاه ترجیح می‌دهند. با آنکه محققان هنوز به طور دقیق دلیل آن را نمی‌دانند اما مشخص شد قرار دادن قورباغه‌های آلوده در معرض گرمای ۹۰ درجه فارنهایت (۳۲ درجه سانتیگراد) به آن‌ها کمک کرده‌است تا عفونت را از بین ببرند و در برابر قرار گرفتن در معرض آن در آینده مقاومت کنند.

هر نوبت باید با محلول ضد عفونی کننده (مثل ویرکن یا سفیدکننده ۱۰٪) تمیز شوند.

نظارت رفتاری بر قورباغه (مانند حالت بدنی، رنگ پوست، فعالیت حرکتی) حین فرآیند الزامی است؛ نشانه‌هایی چون تنفس سریع، بی حرکتی، یا برگشتن روی پشت، نشان دهنده استرس حرارتی یا شوک هستند که باید فوراً درمان قطع شود (Rollins-Smith, 2009).

در طراحی‌های میدانی و ساده شده از «سونای قورباغه»، استفاده از آجرهای سفالی سوراخ‌دار (hollow bricks) به عنوان یکی از اجزای مؤثر مورد توجه محققان قرار گرفته است. این آجرها که معمولاً از خاک رس ساخته می‌شوند، توانایی بالایی در جذب و ذخیره گرمای خورشیدی دارند و به مرور زمان آن را به محیط پیرامون بازمی‌گردانند (Scheele et al., 2014) (شکل ۴).



شکل ۴- آجرهای سفالی سیاه رنگ سوراخ‌دار به عنوان پناهگاه برای قورباغه‌ها (Bowring, 2024)

منابع

Berger, L., Speare, R., Daszak, P., Green, D. E., Cunningham, A. A., Goggin, C. L., Slocombe, R., Ragan, M. A., Hyatt, A. D., McDonald, K. R., Hines, H. B., Lips, K. R., Marantelli, G., & Parkes, H. (2005). Life cycle stages of the amphibian chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 68(1), 51–63. <https://doi.org/10.3354/dao068051>

Berger, L., Speare, R., Daszak, P., Green, D. E., Cunningham, A. A., Goggin, C. L., Slocombe, R., Ragan, M. A., Hyatt, A. D., McDonald, K. R., Hines, H. B., Lips, K. R., Marantelli, G., & Parkes,

ABC News (2024). Frog saunas at Sydney Olympic Park fight chytrid fungus. <https://www.abc.net.au/news/2024-07-27/frog-saunas-at-sydney-olympic-park-fight-chytrid-fungus/104065452>

Australian Geographic (2024). Frog saunas fight deadly fungal disease. <https://www.australiangeographic.com.au/topics/wildlife/2024/07/frog>

<https://doi.org/10.1146/annurev.micro.091208.073435>

Gleason, F. H., Chambouvet, A., Sullivan, B. K., Lilje, O., & Rowley, J. J. (2014). Multiple zoospore parasites pose a significant threat to amphibian populations. *Fungal Ecology*, 11, 181-192. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2014.04.001>

Longcore, J.E., Pessier, A.P., Nichols, D.K. (1999). *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia*, 91(2), 219-227. <https://doi.org/10.2307/3761366>

Martel, A., Blooi, M., Adriaensen, C., Van Rooij, P., Beukema, W., Fisher, M. C., Woeltjes, T., Bosman, W., Chiers, K., Bossuyt, F., & Pasmans, F. (2014). Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. *Science*, 346(6209), 630-631. <https://doi.org/10.1126/science.1258268>

National Geographic (2024). Frogs' saunas could help endangered species beat deadly fungus. <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/frogs-saunas-fungus-amphibians-deadly>

Natural History Museum. (2024, June). *Frog saunas could help species battle deadly disease*. Retrieved from <https://www.nhm.ac.uk/discover/news/2024/june/frog-saunas-could-help-species-battle-deadly-disease.html>

O'Hanlon, S. J., Rieux, A., Farrer, R. A., Rosa, G. M., Waldman, B., Bataille, A., Kosch, T. A., Murray, K. A., Brankovics, B., Fumagalli, M., Martin, M. D., Wales, N., Alvarado-Rybak, M., Bates, K. A., Berger, L., Böll, S., Brookes, L., Clare, F., Courtois, E. A., ... Fisher, M. C. (2018). Recent Asian origin of chytrid fungi causing global amphibian declines. *Science*, 360(6389), 621-627. <https://doi.org/10.1126/science.aar1965>

Pereira, P. L., Torres, A. M., Soares, D. F., Hijosa-Valsero, M., & Becares, E. (2013). Chytridiomycosis: a global threat to amphibians. *Rev Sci Tech*, 32(3), 857-67. <https://doi.org/10.20506/rst.32.3.2243>

Piotrowski, J.S., Annis, S.L., Longcore, J.E. (2004). Physiology of *Batrachochytrium dendrobatidis*, a chytrid pathogen of amphibians.

H. (1998). Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(15), 9031-9036. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.15.9031>

Bowring, D. (2024, July 27). *Frog saunas in old Sydney brickpit lead fight against killer fungus*. ABC News. Retrieved from <https://www.abc.net.au/news/2024-07-27/frog-saunas-at-sydney-olympic-park-fight-chytrid-fungus/104065452>

Briggs, C. J., Knapp, R. A., & Vredenburg, V. T. (2010). Investigating the population-level effects of chytridiomycosis: An emerging infectious disease of amphibians. *Ecology Letters*, 13(7), 819-829. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01462.x>

Conlon, J. M. (2011). Structural diversity and species distribution of host-defense peptides in frog skin secretions. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 68(13), 2303-2315. <https://doi.org/10.1007/s00018-011-0679-0>

Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water. (2024). *Chytrid amphibian fungus (chytridiomycosis)*. Australian Government. <https://www.dcceew.gov.au/environment/invasive-species/diseases-fungi-and-parasites/chytrid-amphibian-fungus-chytridiomycosis>

Fisher, M. C., Garner, T. W. J., & Walker, S. F. (2009). Global emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and amphibian chytridiomycosis in space, time, and host. *Annual Review of Microbiology*, 63, 291-310. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.091208.073435>

Fisher, M.C., Bosch, J. (2013). Ecology and conservation of amphibians affected by chytridiomycosis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367(1587), 1688-1701. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0388>

Fisher, M.C., Garner, T.W.J., Walker, S.F. (2009). Global emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and amphibian chytridiomycosis in space, time, and host. *Annual Review of Microbiology*, 63, 291-310.

Woodhams, D. C., Alford, R. A., & Marantelli, G. (2011). Emerging disease of amphibians cured by elevated body temperature. *Diseases of Aquatic Organisms*, 92(2), 95–102. <https://doi.org/10.3354/dao02262>

Yahoo News. (2024, July). *DIY brick sauna helping frogs fight deadly fungal disease*. Retrieved from: <https://ca.news.yahoo.com/diy-brick-sauna-helping-frogs-150000473.html>

Mycologia, 96(1), 9–15. <https://doi.org/10.2307/3761897>

Rollins-Smith, L. A. (2009). The role of antimicrobial peptides in amphibian defenses against pathogens. *Developmental & Comparative Immunology*, 33(9), 1138–1145. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2009.05.002>

Scheele, B. C., Hunter, D. A., Banks, S. C., & Skerratt, L. F. (2014). Microhabitat selection and thermal refuge use by an endangered amphibian. *Biological Conservation*, 180, 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.09.020>

Scheele, B. C., Pasmans, F., Skerratt, L. F., Berger, L., Martel, A., Beukema, W., Acevedo, A. A., Burrowes, P. A., Carvalho, T., Catenazzi, A., De la Riva, I., Fisher, M. C., Flechas, S. V., Foster, C. N., Frías-Álvarez, P., Garner, T. W. J., Gratwicke, B., Guayasamin, J. M., Hirschfeld, M., ... Canessa, S. (2019). Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. *Science*, 363(6434), 1459–1463. <https://doi.org/10.1126/science.aav0379>

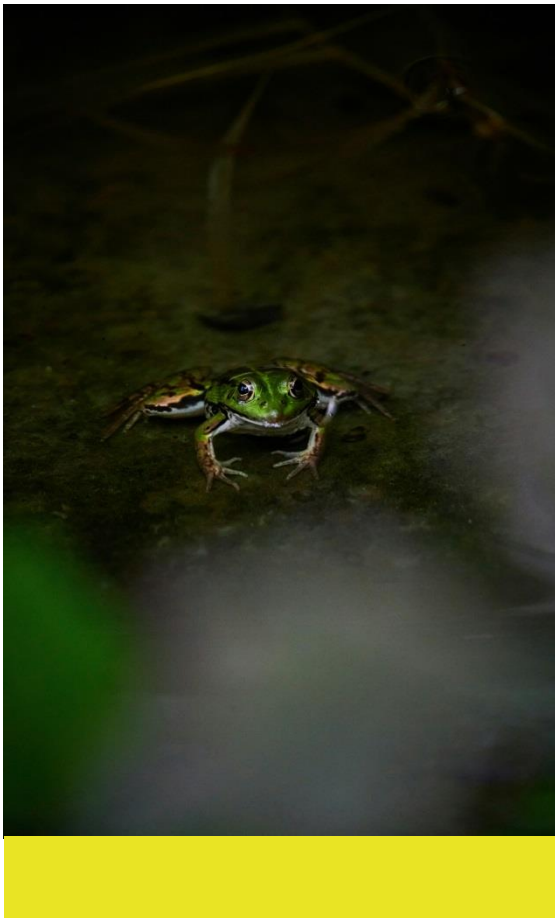
Skerratt, L. F., Berger, L., Speare, R., Cashins, S., McDonald, K. R., Phillott, A. D., Hines, H. B., & Kenyon, N. (2007). Spread of chytridiomycosis has caused the rapid global decline and extinction of frogs. *EcoHealth*, 4(2), 125–134. <https://doi.org/10.1007/s10393-007-0093-5>

Sun, D., Herath, J., Zhou, S., Ellepola, G., & Meegaskumbura, M. (2023). Associations of *Batrachochytrium dendrobatidis* with skin bacteria and fungi on Asian amphibian hosts. *ISME Communications*, 3(1), 123. <https://doi.org/10.1038/s43705-023-00262-1>

The Guardian (2024). Frog saunas in Australia research treatment deadly fungal disease. <https://www.theguardian.com/environment/article/2024/jul/11/frog-saunas-australia-research-treatment-deadly-fungal-disease-aoe>

Voyles, J., Young, S., Berger, L., Campbell, C., Voyles, W. F., Dinudom, A., Cook, D., Webb, R., Alford, R. A., Skerratt, L. F., & Speare, R. (2009). Pathogenesis of chytridiomycosis, a cause of catastrophic amphibian declines. *Science*, 326(5952), 582–585. <https://doi.org/10.1126/science.1176765>

September 2023, Photographer: Stefan Schwinghammer





Frog Sauna: The Key to Survival from a Deadly Fungal Infection

Shervin Maghsoudlou

Master's student, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
 Author E-mail: shervin.maghsoud@ut.ac.ir

Abstract

In recent years, scientists and environmentalists have made great efforts to protect amphibians and reduce their extinction rate. The pathogenic agent *Chytrid* is one of the most significant threats to amphibian species and has so far led to 90 of them falling into the vortex of extinction. *Chytrid* is an abbreviation for *chytridiomycosis*, a deadly disease that can cause lethargy in amphibians and stop them from eating. The results of recent studies and research indicate that a new method called “frog sauna” has been investigated in controlling this disease and creating immunity in individuals, and has shown positive results. In the frog sauna treatment method, infected individuals overcome the disease by increasing the environmental temperature, and over time they also develop stronger immunity and resistance to infection-causing agents. By placing the green and golden bell frog (*Litoria aurea*) in an environment equipped with sun-heated brick blocks, which are in fact small greenhouses, they gain the ability to recover from Chytrid, making them more resistant to the disease in the future. Scientists have now shown that small plastic-covered shelters can help frogs get warm enough to kill the fungus, thus controlling and eliminating the extinction threat in many amphibian species.

Keywords: Bell frog, fungus, Chytrid, greenhouse

Maghsoudlou, S. (2025). Frog Sauna: The Key to Survival from a Deadly Fungal Infection. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(2), 24-32.