"مقاله پژوهشی"

اثر ازن‌دهی اولیه بر میزان تخم‌گشایی سیست‌های آرتمیا (*Artemia fransiscana*)

فرهاد محمودی[۱]، مهرداد فتح اللهی[۱]*، فردین شالویی[۱]، نعمت پیکران مانا[۲]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثر گاز ازن بر تخم گشایی سیستهای آرتمیا، در این آزمایش با به کارگیری تیمارهایی با میزان ۵، ۱۰، ۱۵، ۳۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر از ازن دمیده شده به ظروف محیط هچ سیستهای گونه *Artemia franciscana* که به مدت۱/۵، ۳، ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه به ترتیب طول کشید، همزمان با یک گروه از سیستهای ازن دهی شده به صورت خشک به مدت ۱۵ دقیقه و گروه شاهد بدون ازن دهی تفریخ شدند. در نتایج به دست آمده تفاوت نهایی میزان تخم گشایی آرتمیاها در گروه‌های تیماری در مقایسه با گروه شاهد (بدون دمیدن ازن)، بعد از ۳۶ ساعت، معنی دار نبود. تحلیل نتایج در اولین آزمایش نشان داد که تیمارهای با دزهای کمتر از ۱۵ میلی گرم ازن در لیتر، موجب کاهش هچ در ساعت‌های اولیه (در مدت ۲۴ ساعت) نسبت به شاهد ($p<0.05$) شده‌اند. پس از این کاهش ابتدایی، میزان تفریخ این تیمارها تا ساعت ۳۶ جبران گردید و میزان شکوفایی سیست‌های همه گروه‌های تیماری و شاهد یکسان شد ($p>0.05$). با به کارگیری دزهای کمتر ازن دهی اولیه، با میزان ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر، تیمار ۲/۵ میلی گرم ازن در لیتر، توانست موجب افزایش معنی دار تخم گشایی با حدود ۹۳.۵ ٪ در مقایسه با شاهد (۸۵.۵ ٪) شود. با توجه به نتایج، ازن دهی با دز پایین، علاوه بر ضدعفونی سیستها، نتایج تفریخ بهتری را برای سیستهای آرتمیا به دنبال می‌آورد.

کلمات کلیدی: سیست، آرتمیا، شکوفایی، گاز ازن

* عهده‌دار مکاتبات: mehrdad.fatollahi@sku.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]

[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

مقدمه

غذاهای زنده در پرورش لارو آبزیان علاوه بر تامین نیازهای غذایی جانور، به دلیل تناسب این نوع غذا با رژیم غذایی طبیعی ماهی و عدم ایجاد آلودگی در محل پرورش، مورد ترجیح و اقبال زیادی از پرورش‌دهندگان قرار دارد (Camara, 2020; Sorgeloos *et al*., 1993). ارزش غذایی آرتمیا در مرحله ناپلئوس با حداکثر ۶۶ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی و همچنین کلیه اسیدهای آمینه ضروری و اکثر اسیدهای چرب بسیار بالاست، از این رو آرتمیا عملا از بهترین غذاهای زنده آبزیان به شمار می‌رود (آق،۱۳۷۵؛ ۱۳۸۱؛ Obayes *et al*., 2020; Agh and Sorgoloos, 2005). آرتمیا یک جانور زیست مند کهن در آب شور است که با بروز ناملایمات محیطی و دریافت برخی از سیگنالهای محیطی کشنده و نیز تحریک ضروری ناشی از آن سیگنالها در فصول مورد نیاز، فازهای تشکیل پوشش جنینی در آن آغاز می شود (دادگر وحافظیه، ۱۳۹۳) و جانور در مرحله گاسترولا با حدود ۴۰۰۰ سلول در رشد و نمو دچار توقف می شود و به حالت سیست وارد می شود تا از جمعیت خود در مقابل خشکی و یا شوری نامطلوب رخ داده در زیستگاه، حفاظت نماید (Morris and Afzelius, 1967; Anderson *et al*., 1970). اولین و مهمترین عامل برای شروع دیاپوز، دریافت محرکهای محیطی لازم برای آن است، و پس از وقوع این تحریکات، دیگر شرایط مطلوب هم نمی تواند جنین را وادار به ادامه نمو کند و فرآیند دیاپوز شروع و به انجام خواهد رسید (Chen *et al*., 2009). بالاترین و مقاوم‌ترین حالت در زندگی جانوران در مقابل سختی های محیطی، حالت سیست و مرحله دیاپوز است (Clegg and Trotman, 2002).

شکستن دیاپوز بعد از وقوع خواب جنینی روی می‌دهد و سیستها پس از آن وارد مرحله نمو سریع می‌شوند و برای آغاز این امر باید شرایط محیطی بهینه فراهم گردد. هر جنین متوقف شده در مرحله گاسترولا یعنی سیست آرتمیا برای ادامه ی نمو و شروع فرآیند متابولیسم کامل نیاز به آبکشی اولیه و همزمان وجود کسیژن محلول در آب دارد (Gajardo and Beardmore 2012; Dumitrascu, 2011).

طبق نظر محققین شکستن دیاپوز بیشتر یک فرآیند مکانیکی است تا یک فرایند فیزیولوژیک، زیرا در آزمایش‌ها و مشاهده‌های انجام‌شده زمان و تقویم رخداد دی-هیدراسیون به عنوان شرط ابتدایی شروع هچ، بر روی میزان هچ تاثیر ندارد؛ آب از دست دادن و آبگیری چند باره برای شکست دیاپوز گاهی ضروری می‌باشد؛ و اینکه تغییرات فیزیولوژیک شدیدی در این خصوص در سیستها مشاهده نشده است (Abatzopoulos *et al*., 2002). بدیهی است برای این رخداد نیاز به وجود عوامل محیطی بسیارمهمی است که به محض شکستن دیاپوز، نمو سریع و رفتن به مرحله پس از دیاپوز در ظرف ۲۴ ساعت و تولید ناپلئوس و لارو در آرتمیا آغاز می‌شود (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۵). به همین علت نحوه پوسته زدایی و روشهای هچ یا تفریخ سیستهای آرتمیا برای استحصال نائپلیوس آنها در تغذیه لاروها و پرورش آنها به وسیله محلولهای مختلف شیمیایی مورد تلاش محققین بوده است (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۰؛ پیرعلی خیرآبادی و منصوری ,۱۳۹۵؛ موسوی ندوشن و فرحناک، ۱۳۹۵). در مراحل بعد از هچ، مقاومت مناسب و موفق در مقابل

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

مشکل شوری و تنظیم اسمزی با ایجاد یک همی لنف با ساختار و ترکیبی کاملا پایین تر و کم غلظت تر از محیط فوق شور اطراف لاروهای به دنیا آمده با جذب آب و کاهش نمک ها از بدن به محیطی با گرادیان بالاتر صورت می گیرد که سیستمهای پمپ سدیم و پتاسیمی نقشی بسزا در این فرآیند دارند (Clegg and Trotman, 2002). همچنین با توجه به پایین آمدن میزان اکسیژن محلول در آبهای شور نیز این مشکل با بالا رفتن کارایی ناپلئوس و لاروها در تبادل اکسیژن از محیط و نیز در بدن به خوبی صورت می گیرد (Clegg and Trotman, 2002; Conte,1984; Dwivedi et al.,1987).

گاز ازن با نسبت طبیعی ۰/۰۱ تا ۰/۰۴ قسمت در میلیون در هوای آزاد دارای خاصیت اکسید کنندگی قوی و نیز ضدعفونی‌کنندگی است که قدرت طبیعی غیرفعال سازی مواد فعال اکسید کننده و ارگانیسم‌ها را در محیط دارد (Wen, 2001; Bruice *et al*., 2020). مدت ماندگاری گاز ازن در آب نیز ۱۰ تا ۱۵ دقیقه است.

پرورش‌دهندگان با وجود کاربرد موثر ازن برای ضد عفونی کردن آب اذعان می‌دارند که ازن یک کشنده به تمام معنا است و با کاربرد آن در صورتی که کاملا از آب خارج نشود، تلفات بالایی میان لاروهای ماهیان رخ می‌دهد. پژوهش در خصوص تاثیرات متفاوت کشنده و یا غیرکشنده ازن، نشان داده است که در هنگام در معرض قرارگرفتن باکتری‌ها به ازن با غلظت پایین، این تماس باعث می‌شود تا همه باکتری‌ها به‌طور کامل از بین نروند و ازن تنها با از بین بردن دیواره باکتری‌ها، با دز مناسب به عاملی کشنده برای آنها تبدیل می‌گردد (Thanomsub *et al*., 2002).

کاربرد غیرکشنده ازن و با غلظت محدود، برای شکستن پیوستگی و استحکام پوسته خارجی سلول‌های بذر به منظور افزایش جوانه زنی و شکستن خواب زیستی در بازه کاری تحریک بذرها در کشاورزی و مرتعداری، از کاربردهایی است که مورد توجه محققان قرارگرفته است (Penfield *et al*., 2005).

از کاربرد غیر تهاجمی و درمانی ازن شامل خاصیت تحریک کنندگی رشد و نمو بیشتر در بازه ی درمانی و پزشکی گزارش شده است. Elvis و Ekta در سال ۲۰۱۱ در یک مرور کلی، اثرات درمانی ازن و استفاده در پزشکی با رعایت تنظیم دز دقیق آن را مرور کرده‌اند. استفاده از گاز ازن به شیوه غیرتنفسی، برای درمان‌های دندانپزشکی، کاهش کلسترول و انگیزش و تحریک به پاسخ‌های اکسیداتیو، اکسیژن‌سازی در ماهیچه‌های در حال استراحت و درمان هایپوکسی بافتها (بی اکسیژنی) به کار رفته است. براساس همین گزارش انگیزش (ایجاد تحریک) در متابولیسم اکسیژنی (Stimulation of oxygen metabolism) از سوی ازن برای افزایش گلبولهای قرمز خون، که منجر به افزایش میزان ۲ و ۳ دی فسفوگلیسرات در بافتها شده و در نتیجه افزایش اکسیژن‌رسانی به بافت صورت پذیرد، موثر بوده است. ازن چرخه کربس را فعال کرده و این ساز وکار با افزایش اکسیداتیو کربوکسیلاسیون پیرووات و تحریک تولید ATP صورت می گیرد. این روند همچنین باعث کاهش معنی‌دار NADH و کمک به روند اکسیداسیون در سیتوکروم C در سلولها می شود. به‌کارگرفتن ازن، تولید آنزیم‌های گلوتامین پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکساید دیسموتاز را که به‌عنوان اسکاونجر یا خورنده رادیکال‌های آزاد مضر و محافظان دیواره سلولی هستند، تحریک می کند.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

تحریک تولید بیشتر پروستاسیکلین (نوعی پروستوگلاندین)، که یک واسودیلاتور (کاهنده فشار خون) است، نیز توسط مولکولهای ازن تاثیر می پذیرد (Komanapalli and Lau, 1996).

این مجموعه از فرآیندها نشان از خاصیت تحریک‌کنندگی ازن برای افزایش فعالیت‌های زیستی درون و برون سلولی در انسان دارد که شاید تاکنون از دید محققان حوزه آبزیان دور مانده است. در خصوص استفاده از ازن برای بررسی تاثیر آن در شکوفایی و هچ سیست آرتمیا گزارش و منابع ویژه‌ای یافت نشده است که شاید این امر مربوط به فرض اولیه خطر و اثر کشنده ازن بر لاروهای آبزیان بوده و هدف استفاده شیلاتی ازن تنها برای ایجاد کشندگی بر میکروارگانیسم‌ها و بازدارندگی از بروز بیماری‌ها بوده است. در این تحقیق با فرض اینکه یک دوز بی خطر ازن در محیط زیست سیست‌های آرتمیا، موجب تحریک سیست‌های در حال هچ شده و یا اینکه شکافتی ایمن در غشای جنین را فراهم می نماید، تاثیر احتمالی آن در میزان هچ سیست‌های آرتمیا بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

در آزمایش اول در یک تیمار، سیست های آرتمیا به صورت خشک در مقابل ازن دمیده شده قرار گرفتند. سیستهای خشک آرتمیا فرانسیسکانا، ایران آرتمیا، ایران، تهران. نرخ هچ ۸۵٪ ، ۲۰۰۰ لوکس) به مدت ۱۵ دقیقه ازن دهی شدند (با یک ازن ساز با دبی ۲۰۰ میلی گرم در ساعت ازن‌دهی) و سپس این سیستها با روش معمول بعد از آبکشی ۹۰ دقیقه‌ای، در اانکوباسیون همراه با تیمارهای دیگر (یعنی تیمارهایی که در انتهای آبکشی اولیه مورد دمیدن ازن قرار گرفتند) تفریخ شدند تا با قرار دادن نتایج درصد تفریخ تیمارها در کنار شاهد (بدون ازن دهی)، نشانه های صدمه یا عدم صدمه به سیستهای آرتمیا (و آثار میکروسکوپی احتمالی بر پوسته و بافت) مشخص شود. برای تیمارهای دیگر در آزمایش اول، سیستها به مدت ۹۰ دقیقه آبکشی (هیدراته) شدند. بعد از آبگیری اولیه در آزمایش اول با به کارگیری تیمارهای پنجگانه میزان ۵، ۱۰، ۱۵، ۳۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر ازن در محیط سیستهای آبکشی شده، با مدت ۱/۵، ۳، ۴/۵، ۱۱ و ۱۵ دقیقه دمیدن ازن (به ترتیب) اعمال شد، میزان و درصد تخم گشایی سیستهای آرتمیای تیمارها با گروه شاهد (بدون ازن دهی) مقایسه شد. آزمایش اول در یک طرح آزمایش کاملا تصادفی با ۵ تیمار و سه تکرار ازن دهی شده در پایان آبکشی اولیه و یک شاهد بدون ازن دهی و یک گروه شاهد منفی (ازن دهی سیست خشک به مدت گفته شده) در آزمایشگاه اکولوژی آبزیان دانشگاه شهرکرد انجام پذیرفت. هدف از به کارگیری تیمارها در کل آزمایش، مشاهده میزان هچ در تیمارها نسبت به شاهد و مشاهده تلفات یا عدم تلفات در اثر ازن دهی، و سرانجام رسیدن به بهترین دز پیشنهادی برای به کارگیری جهت رسیدن به بیشترین شکوفایی در سیستها (ناشی از فرض اثر مطلوب غیرکشنده ازن بر سیستها در هچ) بوده است. پس از گذشت ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۴ و ۳۶ ساعت از شروع انکوباسیون، از هر تکرار در هر تیمار، سه میلی‌لیتر برداشت نمونه جهت شمارش و تعیین میزان هچ صورت گرفت (با ۳ تکرار در قرائت). تعداد سیست‌های تفریخ نشده، سیست‌ها در حالت چتری و همچنین ناپلیوس های به دنیا آمده در این نمونه ها شمارش شدند و درصد تفریخ هر تیمار محاسبه و برآورد شد. نمونه های تیمار سیست‌های خشک در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

معرض ازن در هوا به مدت ۱۵ دقیقه، به‌صورت جداگانه از نظر شکستگی و آسیب بافتی احتمالی بعد از تثبیت در فرمالین و برای مشاهده و ثبت تصویر، نگهداری شدند تا درصورت مشاهده پدیده های رخ داده احتمالی، نوع آسیبهای غیر معمول گزارش شوند. با مشخص شدن نتایج اولین آزمایش، آزمایش دوم برای مشاهده اثر زیستی ازن محدودتر و کم دز در انکوباسیون سیستهای آرتمیا، و با توانایی احتمالی ازن در تحریک و افزایش فعالیت زیستی جنین داخل سیست در فرآیند هچ انجام شد. با توجه به نتیجه مشاهده شده در آزمایش نخست و مشاهده تاخیر در روند هچ ناشی از دزهای پایین‌تر(کاهش میزان نمو و رشد جنین)، سه تیمار با غلظت پایین از ازن در زمان های ۳، ۱/۵ دقیقه و ۴۵ ثانیه دمیدن یعنی حل شدن ۱۰، ۵و ۲/۵ میلی گرم ازن در آب به ترتیب در شروع هچ به عنوان تیمارهای مناسب برای بیشترین تحریک کنندگی و افزایش هچ احتمالی در آزمایش دوم برآورد و در نظر گرفته شدند. پس از اعمال این دزهای ازن به آب انکوباتورها بعد از آبکشی سیستها (نیم ساعت آبکشی اولیه)، و مشابه شرایط آزمایش اول درصد تفریخ سیستها در زمان ۸ و ۲۴ ساعت (زمان مورد علاقه پرورش دهندگان ماهیان زینتی) از انکوباسیون آزمایشی محاسبه شد.

سیستم انکوباسیون و برآورد تخم‌گشایی سیست‌ها

یک آکواریوم شیشه‌ای با حجم ۱۳۰ لیتر جهت استقرار ۲۵ انکوباتور ۱/۵ لیتری در کنار هم در نظر گرفته شد (حجم آب محیط کشت ۱ لیتر در نظر گرفته شد). جهت هم‌دما کردن آب اولیه انکوباتورها و رساندن دمای آن‌ها به ۲۷ درجه سانتی‌گراد از بخاری ترموستات‌دار استفاده شد و در اتاق آزمایشگاه حرارت مناسب از بخاری گازسوز معمولی نیز تامین می‌شد. برای تخم‌گشایی سیست‌ها در انکوباتورها از سنگ نمک (بدون ید) استفاده و داخل هر انکوباتور ۱ لیتر اب شور ppt ۲۵ با pH= ۸/۵-۹ ریخته شد. تنظیم pH با اضافه کردن سودسوزآور ۴۰ درصد انجام گرفت (عملا این افزودن با قطره چکان صورت پذیرفت) و لوله‌های هوادهی برای هر انکوباتور به‌صورت جداگانه تعبیه گردیدند. لوله‌های هواده در هر انکوباتور به صورتی قرار گرفتند که سنگ هوا در کف انکوباتورها قرار گیرد تا هوادهی به‌صورت کامل از کف انجام و گردش کامل سیستها در درون انکوباتورها صورت پذیرد. کلیه انکوباتورها تحت نور ۲۰۰۰ لوکس قرار گرفتند و از ورود سایر نورهای محیطی به محل آزمایش ممانعت به عمل آمد (پیرعلی خیرآبادی و منصوری ,۱۳۹۵؛ Agh and Sorgeloos, 2005.). انجام هوادهی برای شروع هچ بلافاصله بعد از دمیدن ازن های تیمار با در نظر گرفتن مدت آن شروع شد.

از هر انکوبانور ۳ نمونه ۳ میلی‌لیتری برداشت و برای تثبیت و شمارش آن‌ها از فرمالین ۴ درصد استفاده شد. جهت تعیین درصد تخم‌گشایی، تعداد ناپلیوس (N)، تعداد سیست‌هایی که در مرحله چتری قرار داشتند (U) و تعداد سیست‌های تخم‌گشایی نشده (E) به‌صورت جداگانه در لام بوگارف مورد شمارش قرار گرفتند. برای ارزیابی درصد هچ (H%) برای هر تیمار، از فرمول (%H= [(N+U)/ (N+U+E)]×100) استفاده شد(پیرعلی خیرآبادی و منصوری ,۱۳۹۵؛ موسوی ندوشن و فرحناک، ۱۳۹۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

تجزیه و تحلیل های آماری

برای تحلیل نتایج مربوط به تاثیر معنی دار تیمارهای آزمایش و نیز تغییرات در میانگین تفریخ سیستها از نرم افزار SPSS ver. 20 و آزمون ANOVA و از نرم افزار اکسل ۲۰۱۹ برای رسم و تحلیل نمودارهای نتایج آزمایش استفاده شد.

نتایج

نتایج مقایسه میزان هچ سیست‌هایی که در انکوباسیون، بعد از زمان هیدراتاسیون به میزان ۵ ، ۱۰، ۱۵، ۳۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر ازن به عنوان تیمارهای آزمایش دریافت کرده بودند با دو گروه دیگر شامل گروه شاهد (آب ازن‌دهی نشده) و گروهی که سیست ها به مدت ۱۵ دقیقه به صورت خشک ازن‌دهی شدند (شاهد منفی)، به صورت درصد هچ در جدول ۱ ارائه شده است.

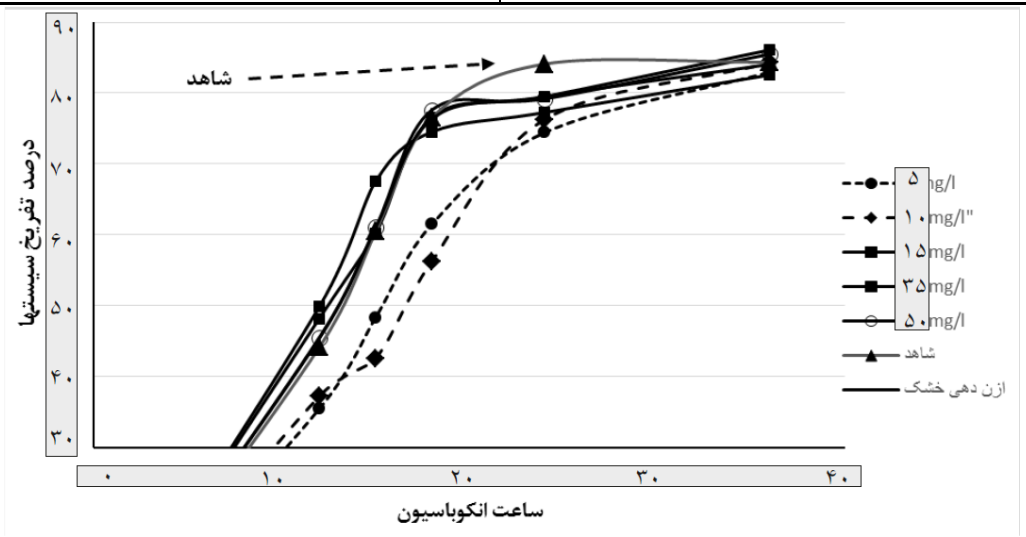
انجام آزمون آماری هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی و شاهد از نظر درصد تفریخ سیست‌ها را بعد از ۳۶ ساعت دوره کامل انکوباسیون نشان نداد ($p>۰/۰۵$). میزان هچ تضمین شده کارخانه برای بسته بندی آرتمیا ۸۵ درصد بود که با توجه به میزان میانگین گروههای تیماری، همه ی تیمارها به میزانی از هچ رسیدند که با هچ تضمینی کارخانه نیز تفاوت معنی داری نداشته اند ($p>۰/۰۵$). با توجه به نتایج جدول ۱، در همه تیمارهای آزمایشی بعد از ۳۶ ساعت اتمام دوره انکوباسیون، میزان تفریخ سیست‌ها با شاهد برابر و از سویی درصد تفریخ سیست‌ها در گروه ها و شاهد از ۸۵ درصد (تضمین استاندارد کارخانه) نیز بالاتر نرفته است.

در قبل از اتمام دوره انکوباسیون یعنی در مدت ۲۴ ساعت از ۳۶ ساعت کل زمان انکوباسیون میزان هچ شاهد به حدود ۸۴ درصد رسید و در همین مدت از فرآیند انکوباسیون، میزان هچ سیستها در سه گروه تیماری ۵ ، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در لیتر ازن دهی نسبت به شاهد به طور معنی داری کمتر بوده اند ($p<۰/۰۵$). در تیمارهای آزمایشی با دزهای کمتر از ۱۵ میلی گرم به این ترتیب ازن‌دهی باعث کاهش اولیه (در مدت ۲۴ ساعت از ۳۶ ساعت فرایند انکوباسیون) سرعت تفریخ در سیست‌ها شد، ولی میزان تفریخ در زمان نهایی و اتمام دوره انکوباسیون یعنی ۳۶ ساعت در هیچ گروهی نسبت به هم، نسبت به شاهد و تضمین کارخانه کاهش نداشته است. نتایج جدول یک در ساعتهای ۱۲، ۱۸ و ۲۴ انکوباسیون و مشاهده روند میزان هچ در نمودار شکل ۱ در تیمارهایی که میزان ازن‌دهی به آب نسبت به سایر تیمارها کم‌تر بوده است (سه تیمار۱۵، ۱۰ و ۵ میلی گرم ازن در لیتر به ترتیب با مدت ۴/۵، ۳ و ۱/۵ دقیقه ازن دهی)، کاملا بازگوگر روند تفریخ کمتر سیست‌ها بوده و تاثیر ازن دهی قابل مشاهده است. سیست‌هایی که به‌صورت خشک تحت تأثیر ازن قرار داده شدند نیز از نظر میزان تفریخ با تیمار شاهد تفاوتی نداشتند، و فرض کشته شدن سیستها در مقابل دمیدن ازن با توجه به میزان هچ در همه ی تیمارها و نیز شاهد منتفی است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

جدول ۱ : میانگین درصد تفریخ (SE ±) در تیمارهای آزمایشی (میزان ازن به کار گرفته شده) در زمان‌های مختلف انکوباسیون

تیمار (mg/lit)	زمان تفریخ (ساعت)	میانگین (٪)	±SE	تیمار (mg/lit)	زمان تفریخ (ساعت)	میانگین (٪)	±SE
شاهد (۰)	۱۲	۴۴/۱	۰/۹۸	۱۵	۱۲	۴۹/۸	۵/۵۰
	۱۵	۶۰/۴	۲/۲۷		۱۵	۶۷/۵	۳/۳۰
	۱۸	۷۶/۵	۰/۶۹		۱۸	۷۴/۵	۱/۹۰
	۲۴	۸۴/۱	۰/۳۶		۲۴	۷۷/۳	۱/۵۰
	۳۶	۸۴/۴	۰/۸۷		۳۶	۸۲/۶	۱/۴۰
سیست خشک ازن دهی شده ۵۰	۱۲	۴۵/۴	۵/۶۰	۳۵	۱۲	۴۸/۲	۱/۵۰
	۱۵	۶۱	۳/۱۰		۱۵	۶۰/۲	۲/۱۰
	۱۸	۷۶/۴	۱/۷۰		۱۸	۷۶/۶	۰/۹۵
	۲۴	۷۹/۵	۰/۹۰		۲۴	۷۹/۵	۱/۳۰
	۳۶	۸۴/۱	۱/۱۰		۳۶	۸۶/۱	۱/۲۰
۵	۱۲	۳۵/۵	۰/۰۳	۵۰	۱۲	۴۵/۵	۱/۸۰
	۱۵	۸۴/۳	۱/۰۱		۱۵	۶۱/۰	۰.۶۳
	۱۸	۶۱/۵	۰/۷۵		۱۸	۷۷/۶	۱/۲۰
	۲۴	۷۴/۴	۰/۹۰		۲۴	۷۹/۲	۱/۳۰
	۳۶	۸۲/۹	۰/۷		۳۶	۸۵/۵	۰/۶
۱۰	۱۲	۳۷/۲	۱/۱۰	تضمین کارخانه ٪		٪۸۵	
	۱۵	۴۲/۶	۱/۱۰				
	۱۸	۵۶/۳	۱/۶۰				
	۲۴	۷۶/۳	۰/۷۰				
	۳۶	۴۸/۳	۱/۹۰				



شکل ۱: میزان و روند تفریخ سیست‌ها از شروع آزمایش تا پایان تفریخ (انکوباسیون ۳۶ ساعته) در تیمارهای مختلف ازن دهی بر حسب میلی گرم ازن در ساعت (درصد هچ بر ساعت)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

در نتایج آزمایش دوم که با اعمال دوزهای کمتر از ۱۵ میلی گرم در لیتر که در کاهش ابتدایی تفریخ در آزمایش نخست نقش داشتند، انجام شد، در مدت ۸ و ۲۴ ساعت انکوباسیون (زمان مورد علاقه پرورش دهندگان ماهیان زینتی)، نتایج این سه تیمار از دمیدن ازن ملایم در شروع هچ، در مدت ۳ ، ۱/۵ دقیقه و ۴۵ ثانیه یعنی حل شدن ۱۰، ۵ و ۲/۵ میلی گرم ازن در آب در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: میانگین درصد تفریخ (SE ±) سیستهای آرتمیا با تیمارهای آزمایشی با دز پایین ازن در زمان‌های ۸ تا ۲۴ ساعت انکوباسیون

زمان تفریخ (ساعت)	تیمار $mg.l^{-1}$	میانگین (٪)	خطای معیار (SE)
۸	شاهد	^{ns} ۴۱ /۵	۱/۸
	۲/۵	^{ns}۳۹/۵	۲/۲
	۵	^{ns}۳۷/۴	۱/۴
	۱۰	^{ns}۴۲/۷	۲/۱
۲۴	شاهد	^{a}۸۰/۹	۱/۱
	۲/۵	^{b}۹۳ /۷	۰/۹
	۵	^{a} ۸۵/۳	۱/۷
	۱۰	^{a} ۸۰/۷	۱/۱

حروف انگلیسی نشان دهنده معنی داری تفاوت بین میانگین تیمارها می باشد

بر اساس داده‌های این جدول میزان تفریخ سیست‌ها در زمان ۲۴ ساعت، تیماری که آب سیستهای هیدراته شده در آن با ۲/۵ میلی گرم در لیتر به مدت ۴۵ ثانیه ازن‌دهی شده بود، میزان تفریخ به بالاتر از استاندارد کارخانه (۸۵٪) یعنی ۰/۹ ± ۹۳/۷ ٪ رسیده است. نتایج حاصل از بررسی مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون ANOVA و نیز نتایج آزمون دانکن حاکی از آن است که کارآیی میزان هچ در تیمار ازن‌دهی شده به میزان ۲/۵ میلی گرم در لیتر نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بوده است($p<۰/۰۵$). (جدول ۲).

بحث

توانایی یک موجود برای ایجاد یک حالت زیستی نهفته (cryptobiotic) در طول زندگی، ساز و کاری مهم برای زنده ماندن در بین جمعیت‌های ساکن بیوتیپ‌ها با شرایط نامساعد محیطی است که بقای افراد جمعیت را تضمین می کند (Saygi, 2003). آرتمیا به‌عنوان نماینده چنین گروهی از آبزیان در طول دوره‌های قبل از خشک شدن یا دمای شدید و شوری آب زیستگاه، از طریق ایجاد دیاپوز در وضعیت جنینی، بقای خودرا سالها در مقابل نابودی تضمین می‌کند و منشأ جمعیتی جدیدی در مکان و زمانی می شود که پارامترهای زیستی و غیرزیستی زیستگاه دوباره مطلوب می گردد (Saekil Yun *et al*., 2020; Hazael *et al*., 2019; Lavens *et al*., 1986). بعد از شکسته شدن خواب سیستها و به دنیا آمدن نائپلی ها در زیستگاه، فرآیندهای ویژه سازگاری و تنظیم اسمزی برای زیستن آغاز می گردد (Croghan, 1958 a,b).

در این مطالعه تلاش شد که اثر ازن دهی اولیه بعد از آبکشی اولیه، بر روی تفریخ سیست‌های آرتمیا بررسی گردد. نتایج مطالعه نشان داد میزان هچ سیست‌های در معرض ازن دهی اولیه، حتی در دوزهایی بالا از غلظت ازن که در اثر دمیدن با توان ۳۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل از۱۰ و ۱۵ دقیقه دمیدن در محیط ایجاد شد، با شاهد تفاوتی معنی‌دار نداشته‌اند و به‌طورکلی آب ازن‌دهی شده باعث کاهش درصد تفریخ سیست‌ها و هم‌چنین بروز مرگ‌ومیر ناشی از مرگ جنین در داخل سیست‌ها نشده است. دمیدن ازن

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

به سیستها در محیط بدون آب و خشک با میزان ۵۰ میلی گرم ازن (به مدت ۱۵ دقیقه) نیز تاثیر منفی بر زنده مانی آنها در هچ نسبت به شاهد نداشته و خطر از بین رفتن سیستها با ازن تا حدود زیادی منتفی است. به نظر می‌رسد پوسته ی این سیست‌ها در مقابل ازن با غلظت زیاد، همچون ناملایمات دیگر محیط زیست مانند خشکی، شوری و اشعه ماوراء بنفش مقاوم می‌باشند (Mat Taib *et al.*, 2020). اگرچه مطالعه‌ای در زمینه تفریخ سیست آرتمیا با استفاده از ازن در منابع مشاهده نشد، مطالعات مشابه در زمینه استفاده از ازن برای تفریخ تخم ماهی‌ها نشان می‌دهد در تحقیقات انجام شده، در بسیاری از موارد، افزایش مرگ‌ومیر در تفریخ آبزیان، ناشی از مرگ جنین های تخم‌گشایی نشده یعنی تاثیر ازن بر پوسته تخم، روی داده است. در مطالعه‌ای که روی تخم‌های ماهی هالیبوت (*Hippoglossus hippoglossus*) انجام شده است بالاترین میزان مرگ‌ومیر در تخم‌هایی مشاهده شده است که با تنها ۴ میلی‌گرم در لیتر ازن به مدت ۱ دقیقه تحت تأثیر قرار گرفته بودند (Grotmol and Totland, 2000). مطالعات نشان داده است که اثرات منفی قرار گرفتن در معرض ازن بر تخم‌گشایی ممکن است ناشی از ایجاد تغییر پلیمر پروتئینی پوسته به وسیله عملکرد اکسیدان‌ها باشد که جنین را نسبت به آنزیم ها برای انجام تخم‌گشایی مقاوم تر و امتناع گر می‌سازد و از سوی دیگر، ترشح آنزیم از سلولهای تخم‌گشای جنین در این مرحله احتمالا در داخل جنین مهار می‌شود و روند تخم گشایی با کمک آنزیم‌ها با موفقیت همراه نمی‌گردد (Hall and Sobsey, 1981; Arimoto *et al.*, 1996; Grotmol *et al.*, 2003).

علاوه بر عوامل تاخیر و سرکوب فرآیند تخم گشایی که به آن اشاره شد، وجود عوامل محیطی تسریع کننده رشد (مثلا کاهش زمان اولین لارو به دنیا آمده) در جنین آبزیان نیز می‌تواند باعث کاهش موفقیت هچ و نیز ماندگاری لاروها در هنگام به دنیا آمدن و بعد از به دنیا آمدن لاروها گردد. برای نمونه در آزمایش انجام شده بر روی کفشک آلاسکا *Lepidopsetta polyxystra* نتایج نشان داد که درجه حرارت بالاتر به عنوان یک عامل شناخته شده در تسریع رشد و زودتر انجام شدن فرآیند هچ در آبزیان، باعث کوچک ماندن سایز لاروهای به دنیا آمده و کاهش نرخ تفریخ، در عین حال بزرگ تر بودن کیسه زرده لاروهای به دنیا آمده شده است، که افزایش فعالیت زیستی لاروها و جنین در اثر عامل خارجی دما در چنین آزمایشی، همزمان با افزایش سرعت نمو، باعث بروز پدیده هایی همچون گرسنگی در لاروهای به دنیا آمده و در نتیجه افزایش نیاز به انرژی و سرانجام تلفات ناشی از آن می‌گردد (Laurel and Blood, 2011).

در تحقیق جاری، طی ساعتهای اولیه هچ تا ۲۴ ساعت از ۳۶ ساعت کل (با توجه به ثبت گام به گام درصد هچ - جدول ۱) نرخ هچ در تیمارهای ازن دهی شده زیر ۱۵ میلی گرم در لیتر از شاهد عقب مانده است و نوعی مهار اولیه در تخم گشایی جنین داخل سیست رخ داده است، ولی در پایان دوره کامل هچ ۳۶ ساعته، میزان تفریخ تیمارها در همه تیمارهای آزمایشی از دزهای کم تا شدیدتر از ازن دهی، به همان میزان مشخص از حد اعلام شده توسط تولیدکننده محصول (۸۵ ٪) رسیده است و اختلاف میان تیمارها با شاهد معنی دار نبوده است. این نتیجه نشان می‌دهد که

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

ازن‌دهی آب بعد از زمان هیدراتاسیون اولیه باعث کاهش نهایی میزان تفریخ سیست‌ها و اختلال در گشایش پوسته در مدت نهایت فرآیند انکوباسیون (۳۶ ساعت)، به عنوان یک تاثیر سوء نگشته است ولی اعمال دوزهای ازن در تیمارهای زیر ۱۵ میلی گرم در لیتر باعث شده کندی نمو و رشد جنین تا ساعت ۲۴ از کل ۳۶ ساعت انکوباسیون مشاهده شود (روند و نرخ هچ گروههای مختلف تیماری در نمودار شکل یک را ملاحظه فرمایید). این نتایج معیاری برای انتخاب دزهای زیر ۱۵ میلی گرم در لیتر، برای مشاهده نتایج تاثیر زیستی ازن بر میزان هچ احتمالی در آزمایش بعدی شد. در مطالعه Grotmol و Totland (۲۰۰۰) عنوان شده است تیمارهای تخم‌های چشم‌زده قزل‌آلا که در معرض ازن قرار گرفتند، با پدیده تأخیر در تخم‌گشایی یا عدم تخم‌گشایی و تلفات مواجه می‌شوند. در این مطالعه تخمهای قزل آلا که در دزهای بالاتر دچار تلفات و کاهش هچ شده بودند، در معرض پایین‌ترین مقدار ازن (۴ میلی‌گرم در لیتر به مدت یک دقیقه)، رخداد تخم‌گشایی اولیه غیرهم‌زمان و با تاخیر را نشان دادند که بعد از ۲ روز روند تخم‌گشایی تجمعی به حالت عادی رسیده است. در تخم گشایی آرتمیا در آزمایش جاری نیز در نهایت ۳۶ ساعت، نرخ تجمی تخم گشایی در همه گروه‌های تیماری و شاهد یکسان شد.

با تاثیر مهاری ابتدایی بر تخم گشایی سیست‌ها در دزهای زیر ۱۵ میلی گرم در لیتر احتمال بروز اثر ازن در نرخ شکوفایی سیستها قابل مشاهده و ملموس تر درنظر گرفته شد. در آزمایش دوم، سیست‌های تحت تاثیر تیمارهای ۱۰، ۵ و ۲/۵ میلی گرم در لیتر ازن با مدتهای ۳ و ۱/۵ دقیقه و ۴۵ ثانیه، با تیمار ۲/۵ میلی گرم در لیتر ازن دادن اولیه به سیست‌های آبکشیده، بیشترین میزان درصد تفریخ نسبت به شاهد و میزان تضمین کارخانه بروز نمود. این میزان هچ نسبت به میزان تضمینی هچ برای مشتریان توسط تولیدکننده (۸۵٪) و شاهد آزمایش به‌طور معنی‌داری بیش‌تر شده است. میزان هچ در زمان ازن دهی با یک و نیم دقیقه، بعد از تیمار ۴۵ ثانیه ای، نیز از شاهد بیشتر بوده است ولی این اختلاف با شاهد و نیز میزان تضمین کارخانه معنی دار نبوده است.

طبق نظر محققین شکستن دیاپوز فرآیندی مکانیکی است تا یک فرایند فیزیولوژیک، و تاثیر نخست عوامل شکستن دیاپوز به صورت فیزیکی است، زیرا زمان و تاریخ رخداد دی-هیدراسیون سیست (فصل و تاثیرات آن) بر میزان نرخ تخم گشایی و تفریخ سیستها تاثیری ندارد؛ آب از دست دادن و آبگیری چند باره برای شکست دیاپوز گاهی ضروری است؛ و اینکه مشاهدات، تغییرات فیزیولوژیک شدید در این خصوص را در سیستها و ناپلئوس ها نشان نداده اند (Abatzopoulos *et al*., 2002). بدیهی است برای این رخداد نیاز به وجود عوامل محیطی بسیارمهمی است که به محض شکستن دیاپوز، نمو سریع و رفتن به مرحله پس از دیاپوز در ظرف ۲۴ ساعت و تولید ناپلئوس و لارو در آرتمیا آغاز شود. عدم تاثیر دزهای فزاینده ازن بر پوسته سیست‌ها ، عدم صدمات مکانیکی بر آن و در نتیجه بر میزان تفریخ به دلیل مقاومت زیاد پوسته ها به عوامل خارجی محیطی است.

براساس نظر Benoit و Matlin (۱۹۶۶) تحمل متفاوت تخم‌ها و لاروهای ماهی و آبزیان در تلفات یا زنده مانی را می‌توان با میزان سرعت واکنش ازن با غشای تخم ماهیان و نه با نفوذ یا عدم نفوذ به سلول‌های

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

جنینی در معرض ازن مرتبط دانست. در این خصوص McNair Scott و Lesher (۱۹۶۳) نیز معتقدند که ازن در باکتری ها نیز، محتوای خود سلول باکتریایی را به دام نمی‌اندازد، اما بر روی غشا و دیواره سلولی عمل نموده تا باعث لیز یا تجزیه بافتی آن شود. Asbury و Coler (۱۹۹۰) اعلام کردند که میزان تحمل ازن توسط تخم‌های ماهی که در معرض ازن قرار می گیرند، کوتاه بوده که این امر عمدتاً بر خواص مرتبط با غشا، از جمله وجود یا عدم وجود ماتریس ژلاتینی خارجی است (بسته به گونه) که در مقابل آن مقاومت می کند و ویژگی‌های جنین درون آن در این تاثیر نقش چندانی ندارد. با توجه به این نظریات، باید گفت که مقاومت سیستهای سخت و غیر قابل نفوذ آرتمیا و عدم تاثیر ازن بر زنده مانی آنها در تحقیق ارایه شده در نتیجهِ وجود لایه خارجی مقاوم در سیستهاست. تفاوت در تحمل و پاسخ به تیمارها در آزمایشها ممکن است ژنتیکی (خصوصیت نژاد) یا به دلیل ماهیت فاکتورهای زیست‌محیطی باشد. بررسی‌های بیش‌تر در مورد ساختار سیست در تمام گونه‌های آرتمیا بیان‌گر این واقعیت است که اگرچه ساختار سیست در تمام گونه‌های آرتمیا یکسان است، ولی این سیست‌ها در جزئیات دارای اختلافاتی هستند که از آن جمله می‌توان به تفاوت ضخامت لایه کوریون در آن‌ها اشاره کرد. نوع و درصد ماده به‌کار رفته برای رفع کوریون سیست‌ها در پوسته زدایی برای افزایش و کاهش مدت هچ، می‌تواند باتوجه به ضخامت کوریون سیست نیز متفاوت باشد و حتی استفاده از غلظت استاندارد توصیه شده در سیست‌هایی که دارای ضخامت کم‌تر هستند، گاهی می‌تواند باعث صدمه به جنین و در نهایت افت درصد تفریخ شود. برعکس درمورد سیست‌هایی با ضخامت بالای کوریون، ممکن است همان دوز بی‌تأثیر بوده و منجر به کاهش درصد تفریخ نیز شود (Mat Taib *et al.*, 2020; Treece 2000).

با وجود آنچه در فوق به آن اشاره شد برخی از محققان معتقدند که در پدیده ی شکستن خواب و دیاپوز، خروج جنین از پوسته تخم و نیز پدیده تاثیر کشنده ازن بر باکتری ها با تاثیر مکانیکی بر لایه خارجی و میزان دز و مدت آن ایجاد می گردد. در حالیکه آزمایش جاری نتایج نشان داد که با وجود اعمال دز بالای ۵۰ میلی گرم بر سیستهای خشک، و عدم تغییر میزان تفریخ در همه ی گروههای تیماری در پایان دوره هچ تاثیر مکانیکی مانند شکستن لایه خارجی و منجر به تلفات از سوی ازن مشاهده نشده ولی از سوی دیگر تاثیر ازن با دز پایین بر جنین موجب کاهش نمو در ساعات اولیه هچ در آزمایش اول شده است. از آنجاکه فرایند شروع هچ با در معرض آب قرار گرفتن سیستها (فشار اسمزی) و با میزان اکسیژن مناسب محلول در آب اتفاق می افتد، می توان عوامل موثر بر ترکیبات و نیز میزان اکسیژن محلول را در انگیزش سلولها به نمو زودتر علاوه بر آنچه به صورت مکانیکی برگشایش پوسته سیستها کارگر باشد، محتمل دانست. شدت کم ازن به عنوان یک مولکول مهاجم و فعال برخلاف آنچه ازن با شدت زیاد بر روی سلولها ایجاد می کند ماهیتی غیرکشنده دارد که در مقدمه به کاربردهای درمانی دوزهای محدود و کنترل شده اشاره شد.

خروج از حالتهای خواب و دیاپوز علاوه بر جانوران، در سلولهای سلسه گیاهان هم از نظر تاثیر بر پوسته یا جنین بذر مورد توجه و تحقیق پزوهشگران بوده است. Sudhakar و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

از ازن برای از بین بردن خواب بذر گیاه گوجه فرنگی استفاده کردند. آنها معتقدند که به‌طورکلی واکنش O_3 بر روی سطح بذرها از طریق یک نوع تبادل جامد-گازی صورت می‌گیرد و به دنبال آن انتشار درون ساختار سلولی بذر انجام می‌شود. در این بین تداخلات احتمالی ROS (Reactive Oxygen Species) و هورمون‌های گیاهی، ارتباط بین H_2O_2 و ABA (آبسیزیک اسید یک هورمون موثر در عدم جوانه زنی) محتمل در نظر گرفته شده است. این فرضیه نشان می‌دهد که ROS، به عنوان عواملی که در سلولها و بافتهای جانوری نیز عملکردی بسیار فعال دارند، با هورمون‌ها و به‌ویژه آبسیزیک اسید نقش مهمی را در محو خواب و تکمیل جوانه‌زنی ایفا می‌کند. با افزودن و انتشار ازن به بذرها، تجمع ROS سلولی، سطوح هورمونها را به تناسب تغییر داده و می تواند فعالیتهای بعدی سلولها را برانگیخته کند و در نهایت عملکردهای پروتئینی داخل جنین از طریق اکسیداسیون دچار تغییر شوند. در گزارش مربوط به فرآیندهای فیزیولوژیکی تفریخ سیست مورد می توان به عملکرد آنزیم پروتئیناز سیستئین شبه کتپسین اشاره کرد که در داخل زرده تامین کننده پروتئاز، بازدارنده های پروتئاز، و نیز کاپرونها یا chaperones (p26, Hsp70) هاست که از انعقاد پروتئین های داخل جنین و مرگ آنها در دیاپوز جلوگیری می‌کنند. در سلولهای قرار گرفته در تنش محیطی، Hsp70 و p26 به سمت هسته جنین حرکت کرده و ماتریکس پروتئینی را تثبیت و از جمود سریع (vitrification) جنین هایی که به مرحله سیست تغییر یافته، جلوگیری می‌کنند. در این فرآیند، قندهای تره هالوز (trehalose) که برای محافظت از سلولها در سطح سلول موجودند، در هنگام روندهای نامطلوب فیزیکی محیط مثل یخبندان و یا خشکی، سلولها را از تخریب ناشی از خشکی یا دی هیدراسیون دور نگه می‌دارند (Clegg andTrotman, 2002) و عملکرد عوامل محیطی که تغییرات داخل سلولی جنین مرتبط با آنزیمهای عملگر مربوط به نمو و شکستن پوسته را موجب گردند قطعا در نتیجه انکوباسیون نقش خواهند داشت.

در نمونه ای از تاثیر این عوامل محیطی، معلوم شده است که حساسیت به نور در سیستها و واکنش به آن در تفریخ می‌تواند به تراکم رنگ‌دانه‌های موجود در پوسته سیست مربوط باشد. قرارگیری سیست در معرض نور و محیط مرطوب منجر به اکسیداسیون یا سفید شدن رنگ‌دانه هماتین (نفوذ هماتین به درون پوست سیست) می‌گردد و باعث نفوذ بیشتر نور در طول زمان به داخل سیست می‌شود که از عوامل مهم برای شروع هچ و تحریک به هچ می‌باشد. معلوم شده است که پس از جذب نور توسط هماتین، تحریک به هچ با تنفس و متابولیسم کربوهیدرات‌ها در سیست شروع می‌شود؛ آنزیم‌های تره هالوز فعال شده و پس از تجزیه تره هالوز به گلیکوژن و گلیسرول، تخم‌گشایی سیست اتفاق می‌افتد (Van der Linden *et al.*, 1991). به همین علت برای هچ سیست آرتمیا استفاده از نور فلورسنت دارنده اشعه ماورا بنفش کم و مناسب برای تحریک زیستی، توصیه شده است. در تحقیق جاری محتملا استفاده از ازن به صورت محدود به عنوان یک مولکول فعال اکسیدگر، در مسیر منتهی به برانگیختن جنین سیستهای هیدراته شده از طریق لایه خارجی حساس به موقعیتهای محیطی مانند اکسیژن و نور و تسهیل عبور آن با توجه به میل زیاد به شکفتن در سیستها در محیط مناسب، موثر بوده است. در گزارش Cardile و

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

همکاران (۱۹۹۵) ازن در دزهای غیرکشنده برای سلولها در شرایط آزمایشگاهی بر سلولهای پوستی انسان تاثیر تحریکی داشته واکنش‌های ضد ملانوما ایجاد می کند که می تواند نشان از تحریک ازن برای تغییرات ناشی از ملاتونین و سایر رنگدانه ها در سلولها و پوسته جنین در حالت خواب باشد که در شکوفایی سیستها و نرخ هچ موثر هستند.

ارتباط مولکولهای ازن با روند تاثیر بیشتر عوامل محیطی مانند نور و یا اکسیژن محلول که پیشتر آثار تحریک کنندگی آن بر روی فرایند شروع و بهبود هچ مشخص شده است ، می تواند در تحقیقات بعدی مورد نظر قرار گیرد.

در پژوهش انجام‌شده معلوم شد در صورت بیم داشتن از آلودگی سیستها و آلوده شدن نوزادگاههای ماهی با سیستهای هچ شده می توان بدون مشکل با غلظت مناسب کشنده میکروارگانیسمها از ازن در حالت خشک استفاده نمود، و در روند هچ نیز با بکار گیری ازن، کاهش راندمان تفریخ بروز نمی نماید. از سوی دیگر با توجه به نتایج این تحقیق، با به کار بردن دز پایین ازن (۲/۵ میلی گرم در لیتر ازن) و با فرض ایجاد تحریک در سیستهای آبگیری شده، میزان تفریخ از میزان شاهد نیز بالاتر می رود.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. آق، ن.، ۱۳۷۵، *Artemia urmiana*، سیکل زندگی و ارزش غذایی. انتشارات مؤسسه تحقیقات و آموزشی شیلات ایران، ۹۳ ص.

۲. آق، ن.، ۱۳۸۱، بررسی بیولوژیکی و اکولوژیکی آرتمیای دریاچه ارومیه. گزارش نهایی طرح مصوب پژوهش، مرکز تحقیقات آرتمیا و جانوران آبزی، دانشگاه ارومیه. ۱۵۱ ص.

۳. پیرعلی خیرآبادی، ا.، منصوری، ع.، ۱۳۹۵. تأثیر سولفات سدیم، هیدراکسید الومینیوم و استات آلومینیوم بر پوسته‌زدایی سیست ارتمیا (*Artemia fronciscana*). مجله علمی شیلات ایران، (۳) ۲۵، ۸۰-۷۳.

۴. دادگر، ش.، حافظیه م.، ۱۳۹۳. تأثیر نوع غنی ساز و مدت زمان آن بر محتوای غذایی ناپلیوس آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*). نشریه توسعه آبزی پروری، (۴)۸،۳۷-۲۳ .

۵. زاهدی، م.ر.، بحری، ا.ه.، یحیوی، م.، فلورا محمدی‌زاده، ف.، یاسمی، م.، ۱۳۹۵. اثر غنی سازی آرتمیای فرانسیسکانا با اسیدهای چرب بلند زنجیره و ویتامین E بر میزان رشد، بازماندگی و مقاومت در برابر استرسهای دما و شوری در لارو ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonis*). نشریه توسعه آبزی پروری. (۴) ۶۱،۱۰-۵۱.

۶. فلاحتکار، ب.، رضایی، ف.، جهان بین درگاه، ص.، ۱۳۹۰. تعیین مناسب‌ترین دوز و زمان کپسول‌زدایی سیست آرتمیای دریاچه مهارلو (*Artemia parthenogenetica*) با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم. مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. (۱) ۵، ۳۹-۴۷.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

۷. موسوی ندوشن، ر.، فرحناک، س.، ۱۳۹۵. تأثیر هیدروژن پراکسید برپایه نقره بر کپسول‌زدایی و تخم‌گشایی سیست (*Artemia urmina*). مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، (۲) ۱۱، ۴۰-۳۴.

8. Abatzopoulos, T.J., Beardmore, J.A., Clegg, J.S., Sorgeloos P., 2002. Artemia: Basic and Applied Biology. Springer. 2-end Edition, P. 428.
9. Agh, N., Sorgeloos, P., 2005. Handbook of protocols and guidelines for culture and enrichment of live food for use in larviculture. Artemia & Aquatic Animals Research Center, 60 p.
10. Anderson E, Lochhead J.H., Lochhead M.S., Huebner E:, 1970. The origin and structure of the tertiary envelope in thick-shelled eggs of the brine shrimp, Artemia. Journal of Ultrastructure Research, 32(5–6), 497-525.
11. Arimoto, M., Sato, J., Maruyama, K., Mimura, G., Furusawa I., 1996. Effect of chemical and physical treatments on the inactivation of striped jack nervous necrosis virus (SJNNV). Aquaculture, 143, Issue 1, 15-22.
12. Asbury, C., Coler, R., 1990. Toxicity of Dissolved ozone to fish eggs and larvae. Water Environment Federatio, 52(7). 1990-1997.
13. Benoit, R.F., Matlin, N.A., 1966. Control of saprolegniasis on eggs of rainbow trout (*Salmo gairdineri*) with ozone. Transaction of the American Fisheries Society, 95: 403-412.
14. Bruice, P.Y., 2001. Organic Chemistry: Study Guide & Solutions Manual. Pearson College Div; 2nd edition. 760 p.
15. Camara, M.R., 2020. After the gold rush: A review of Artemia cyst production in northeastern Brazil. Aquaculture Reports, 17 (2020) 100359, 1-8.
16. Cardile, V., Jiang, X., Russo, A., Casella, F., Renis, M., Bindoni, M., 1995. Effects of ozone on some biological activities of cells in vitro . Cell Biololgy Toxicology, 11, 11–21.
17. Chen, W.H., Ge, X., Wang, W., Yu, J., Hu, S., 2009. A gene catalogue for post-diapause development of an anhydrobiotic arthropod *Artemia franciscana*. BMC Genomics, 10, 52, 1-9.
18. Clegg, J.S., Trotman,C., 2002. Physiological and biochemical aspects of Artemia ecology. In Artemia Basic and Applied Biology, eds T.J. Abatzopoulos, J.A. Beardmore, J.S. Clegg, and P.Sorgeloos (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers), 129–170. P.250.
19. Conte, F.P., 1984. Structure and function of the crustacean larval salt gland. International Review of Cytology, 91, 45–106.
20. Croghan P.C., 1958a. The survival of *Artemia salina* (L.) in various media. Journal of experimental biology, 35, 213–218.
21. Croghan, P.C., 1958b. The mechanism of osmotic regulation in *Artemia salina* (h.): the physiology of the branchiae. Journal of experimental biology, 35, 234–242.
22. Dumitrascu, M., 2011. *Artemia salina*. Balneo-Research Journal, 2(4), 119-122.
23. Dwivedi, S.N., Diwan, A.D., Iftekhar, M.B., 1987. Oxygen uptake in the brine shrimp Artemia in relation to salinity. Indian. Journal of Fisheries, 34, 359–361.
24. Elvis, A.M., Ekta, J.S., 2011. Ozone therapy: A clinical review. Journal of Natural Sciences and Biological Medicines, 2. 66-70.
25. Gajardo, G.M., Beardmore J.A,. 2012. The brine shrimp Artemia adapted to critical life conditions. Frontiers in Physiology. 3, Article 185, 1-8.
26. Grotmol, S., Totland, G.K., 2000. Surface disinfection of Atlantic halibut Hippoglossus hippoglossus eggs with ozonated sea-water inactivates nodavirus and increases survival of the larvae. Diseases of Aquatic Organisms, 39: 89-96.
27. Grotmol, S., Dahi-Paulsen, E., Totland, G.K., 2003. Hatchability of eggs from Atlantic cod, turbot and Atlantic halibut after disinfection with ozonated seawater. Aquaculture, 221, 245-254.
28. Hall, R.M., Sobsey, M.D., 1993. Inactivation of Hepatitis A virus and MS2 by ozone and ozone-hydrogen peroxide in

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]

bufferd water. Water Scientefic Technology, 27, 371-378.
29. Hazael, R., Matsuda, S., Mori, Y., Fitzmaurice, B.C., Appleby-Thomas, G., Painter, J.D., 2019. Pressure tolerance of Artemia cysts compressed in water medium. High Pressure Research (in: 10th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology (HPBB2018)), 39, Issue 2.
30. Komanapalli, I.R., Mudd, J.B., Lau, H.S., 1997. The effects of ozone on the metabolic activities of Escherichia coli K-12. Toxicology Letters, 90, 61-66.
31. Lauel, B.J.; Blood, D.M., 2011. The effects of temperature on hatching and survival of northern rock sole larvae (*Lepidopsetta polyxystra*). Aqua Docs. 109, 282–291.
32. Lavens, P., Tackaert, W., Sorgeloos, P., 1986. International study on Artemia. XLI. Influence of culture conditions and specific diapause deactivation methods on the hatchability of Artemia cysts produced in a standard culture system. Marine Ecology Progress Series, 31, 197-203.
33. Mat Taib, M., Irvani, M., Sorgeloos, P., Danish-Daniel, M., Pau Tan, M., Wong, L.L., 2020. Cyst viability and stress tolerance upon heat shock prote in 70 knockdowns in the brine shrimp Artemia franciscana. Cell Stress and Chaperones. 25, 1099–1103.
34. McNair Scott, D.B., Lesher, E.C., 1963. Efect of ozone on survival and permeability of Escherichia coli. Journal of Bacteriology. 85(3), 567–576.
35. Morris, J.E, Afzelius, B.A:, 1967.The structure of the shell and outer membranes in encysted Artemia next term salina embryos during cryptobiosis and development. Journal of Ultrastructure Research. 20(3–4), 244-259.
36. Obayes, L.M. , Abd Al-Rezzaq, A.J., Al-Amari, M.J., 2020. The effect of some environmental factors in the hatching of artemia cysts isolated from three Babylon Province's ponds, Ann Trop Med & Public Health; 23(S19), SP232114.
37. Penfield, S., King, J., 2005. Towards a systems biology approach to understanding seed dormancy and germination. Proceeding of Royal Socity, B 276, 3561–3569.
38. Saekil Yun, S., Yoon, S.Y., Sib, E.J., Giri Sang, S., Sang, G.K., Who K.S., et al. 2020. Effect of plasma-activated water, used as a disinfectant, on the hatch rate of dormant cysts of the *Artemia salina.* Aquaculture 523 (30), 735232.
39. Saygi, Y.B., 2003. Effects of hydrogen peroxide, cold storage and decapsulation on the hatching success of Artemia cysts. Journal of Aquaculture- bamidgeh, 55(2), 107-113.
40. Sorgeloos, P., 1980. Life history of the brine shrimp, Artemia. In: The brine shrimp Artemia., Ecology, Culturing, Use in aquaculture. Universa Press., Wettern, Belgium, 456 p.
41. Sudhakar, N., Nagendra-Prasad, D., Mohan, N., Hill B., Gunasekaran, M., Murugesan, K., 2011. Assessing Influence of Ozone in Tomato Seed Dormancy Alleviation. American Journal of Plant Sciences.2, 443-448.
42. Thanomsub, B., Anupunpisit, V., Chanphetch, S., Watcharachaipong, T., 2002. Effects of ozone treatment on cell growth and ultrastructural changes in bacteria. The Journal of General and Applied Microbiology, 48(4), 193-199.
43. Treece, G.D., 2000. Artemia production for marine larval fish culture. SARPub. No. 702. P. 58.
44. Van der Linden A. Gadeyne J. Van Onckelen H. Van Laere A. Decleir, W. 1991. Involvement of cyclic nucleotides in light induced resumption of development of Artemia embryos. Journal of Experimental Zoology. 258(3): 312-321.
45. Wen, G., Liang, ZH., Xu, Xi., Cao, R., Wan, Q., Ji, G., et al., 2020. Inactivation of fungal spores in water using ozone: Kinetics, influencing factors and mechanisms. Water Research. 185, 116218.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.6.7]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.87]