

## آلودگی ماهیان مولد گورخری در تالاب چغاخور چهارمحال و بختیاری به انگل خارجی آرگالوس فولیاسوس در فصل زادآوری

مهرداد فتح‌اللهی<sup>\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۶

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۸

### خلاصه

مطالعه حاضر با هدف بررسی آلودگی جمعیت طبیعی مولدین ماهیان گورخری چهارمحال و بختیاری *Aphanius vladykovi* Coad 1988, در تالاب چغاخور به انگل خارجی آرگالوس *Argulus foliaceus* در فصل تخم‌ریزی انجام شده است. گزارش این آلودگی برای نخستین بار در ایران اعلام شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۵۱٪ از مولدین نمونه‌برداری شده به آرگالوس آلوده بوده و ۷۰٪ مولدین ماده و ۲۶٪ مولدین نر، این آلودگی را نشان دادند. تراکم بالایی از این انگل در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب نمونه‌برداری شده در تالاب در بسترهای گلی (با تراکم ۶/۸±۰/۵ انگل) و سنگی (با تراکم ۳/۲±۰/۴ انگل) و نیز در زیر گیاهان لانه‌ای تخم‌ریزی مولدین (با تراکم ۴/۵±۰/۳ انگل) مشاهده شد. تمایل انگل‌ها به حضور در محل‌های تخم‌ریزی مولدین میزبان در آب‌های کم عمق و حضور مولدین در مناطق کم عمق زیستگاه در هنگام کم آبی فصلی زیستگاه می‌تواند بازگوکننده علت این شیوع باشد. به علاوه ماهیان ماده با نشان دادن رفتارهای تخم‌ریزی طولانی‌تر و با سپری کردن زمانی بیشتر در مکان‌های تخم‌ریزی و نیز حساسیت بدنی بیشتر به انگل‌ها این اجازه را می‌دهند تا طیف‌های بیشتری از زیستگاه آنها به انگل مبتلا شوند.

کلمات کلیدی: ماهی گورخری، آرگولوس فولیاسوس، تالاب چغاخور، چهارمحال و بختیاری

### مقدمه

شرایط مطلوب زیستگاهی در میان جمعیت ماهیان میزبان خود انتشار یافته و سپس در ظرف مدت کوتاهی آسیب‌های خود را بر جمعیت میزبان نشان دهند (Menezes et al. 1990, Northcott et al. 1997, Shimura 1981). از توانایی این انگل در انتقال به نقاط مختلف دنیا، در هنگام انتقال مولدین و یا ماهی‌دار کردن منابع آبی گزارش‌های متعددی منتشر شده است (Avenant-Oldewage 2001, Bandilla et al. 2006, Kruger et al. 1983). ابراهیم‌زاده‌موسوی و همکاران در سال ۲۰۱۱ در گزارش خود خطر انتقال انگل‌ها و آرگولوس به ماهیان بومی کشور را به دلیل واردات ماهی زنده از کشورهای دیگر، با توجه به مشاهده این انگل در ماهیان وارد شده به ایران، جدی و در حال گسترش اعلام

رفتارهای غیرطبیعی ماهیان بومی گورخری چهارمحال و بختیاری در زیستگاه در فصل تخم‌ریزی، شامل جهش‌ها و حرکات چرخشی رو به پایین، احتمال وجود انگل خارجی را در جمعیت این ماهیان نشان می‌داد. این رفتارها اولین بار در هفته سوم اردیبهشت ۸۹ در اوج مراحل انتخاب لانه توسط جمعیت مولدین گورخری در زیستگاه، مورد توجه قرار گرفت. شناسایی اولیه و مشاهده وجود آرگولوس روی این ماهیان، با توجه به اندازه این انگل، با چشم غیر مسلح نیز امکان‌پذیر بود. آرگولوس به عنوان یک انگل خارجی کاملاً شناخته شده، علاوه بر گونه‌های ماهی، آبزیان دیگر را هم در زیستگاه‌ها مورد ابتلا قرار می‌دهد (Pooley 2003, Wolf et al. 2001) و گونه‌های این انگل فرصت طلب به سرعت می‌توانند در

<sup>\*</sup> استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

(نویسنده مسئول)

E-mail: mehrdad.fatollahi@nres.sku.ac.ir

شناسایی شد و منطقه نمونه‌برداری و تحقیق را شامل می‌گردید. در مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته پیشین در خصوص بیماری‌ها و انگل‌های ماهیان در مناطق زیستگاهی این ماهی بومی در استان، در هیچ گزارشی، آلودگی این ماهی به انگل آرگولوس توسط محققان اعلام نشده است و در تحقیق مربوط به یک دهه پیش، از سوی فدایی فرد و همکاران در سال ۱۳۸۰، ماهی بومی گورخری کم مبتلاترین ماهی به انگل (با شدت آلودگی صفر درصد) در این تالاب بوده است. در آخرین گزارش منتشره مربوط به بررسی انگل‌های ماهی اندمیک گورخری از سوی Raissy و همکاران در سال ۲۰۱۱، وقوع و ابتلاء این ماهی به انگل خارجی آرگولوس مشاهده و ذکر نشده و به این ترتیب این تحقیق اولین گزارش از مشاهده انگل آرگولوس فولیاسوس *Argulus foliaceus* و شیوع آن در جمعیت میزبان ماهی اندمیک گورخری چهارمحال و بختیاری خواهد بود (برزگر و همکاران ۱۳۸۳، ریسی و همکاران ۱۳۸۵، ۱۳۸۸، فدایی فرد و همکاران ۱۳۸۰، Keivany and Soofiani 2002, Raissy et al. 2010, 2011).

با توجه به تعدد آثار سوء و آسیب‌های فراوان ماهیان میزبان از ابتلاء به آرگولوس و با در نظر گرفتن جنه کوچک این ماهی بومی بند انگشتی و با ارزش کشور، آلودگی شدید جمعیت میزبان در حال تخم‌ریزی به انگل آرگولوس می‌تواند اثرات سوئی را بر ذخایر و جمعیت ماهی گورخری وارد نمایند. خطر این انگل نه تنها در محیط‌های طبیعی بلکه در پرورش ماهیان قزل‌آلا نیز جدی است (Bandilla et al. 2006, Menezes et al. 1990) و مستعد شدن شرایط برای ابتلاء جمعیت‌های ماهیان در طبیعت، با توجه به وجود زیستگاه‌های ماهیان در مناطقی از استان چهارمحال و بختیاری که کارگاه‌های پرورش ماهی در آن قرار دارند و نیز صید این ماهی توسط افراد بومی به عنوان یک ماهی زیبای اکواریومی، خطر انتقال انگل را بالا می‌برد. به علاوه، گزارش مشاهده این انگل

کرده‌اند (Ebraimzadeh et al. 2011, Ebraimzadeh 2003). ابتلاء به این انگل با آثار متفاوتی از عفونت‌های ثانویه و زخم‌های مستقیم روی ماهیان میزبان همراه است (Avenant-Oldewage and Everts 2010, Avenant-Oldewage 2001, Shafir and Oldewage 1992) و اثرات سوء ناشی از ابتلای ماهی به انگل می‌تواند به صورت مستقیم در اثر چسبیدن انگل به ماهی با اندام‌های بسیار تخصص یافته، مکش و تغذیه از بافت‌ها، ترشح آنزیم‌ها و توکسین‌ها برای تخریب سلولی و بافت سطحی میزبان، بروز نماید (Avenant-Oldewage and Everts 2010, Forlenza et al. 2008, Wolf et al 2001). بروز واکنش‌های جلب توجه کننده مانند فلاشینگ بیش از حد ماهیان در زیستگاه که بر اثر بروز انگل خارجی افزایش می‌یابد نیز، در کشف ماهی استتار کننده‌ای مانند ماهی کوچک جنه بومی گورخری، توسط شکارچیان طبیعی آنها مؤثر بوده و در بقای جمعیت آنها حیاتی و تاثیرگذار می‌باشد.

ماهی گورخری (*A.vladykovi*) گونه بومی چهارمحال و بختیاری یک گونه اندمیک از هفت گونه ماهیان جنس آفانیوس (*Aphanius*) در ایران است و تنها در زیستگاه‌های آبی و رودخانه‌های استان چهارمحال و بختیاری زیست می‌کند (عبدلی ۱۳۷۸، Esmaili et al. 2008, Coad 1988, Coad and Keivany 2002, Keivany and Soofiani 2000). زیستگاه آبی مورد تحقیق، تالاب چغاخور چهارمحال و بختیاری، تنها زیستگاه تالابی باقی مانده برای این ماهی با ارزش و یک تالاب یوتروفیک کم عمق با عمق متوسط ۶ متر است، که در ۳۷ کیلومتری جنوب شهرکرد در منطقه‌ای کوهستانی قرار دارد. در بخشی از ساحل شرقی، بین مناطق لیتورال کاملاً سنگی جنوب و لیتورال کاملاً گلی شمال، بخش محدودی از منطقه لیتورالی وجود دارد که بستر سنگی-گلی آن دارای پوشش گیاهان آبری غوطه‌ور غیر انبوه و منفرد در آب‌های کم عمق ساحلی دریاچه است. این موقعیت مکانی به عنوان محل تخم‌ریزی ماهیان گورخری

بازه زمانی ۲۸ اردیبهشت تا ۲ خرداد (دمای آب ۱۹/۵ تا ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد) به انجام رسید. در این نمونه‌برداری، با مشاهده ماهیان مولد گورخری که رفتار غیر طبیعی فلاشینگ در آنها مشاهده می‌شد، با یک ساچوک با قطر ۵۰ سانتی‌متر و چشمه ۰/۳ میلی‌متر به صورت انفرادی نمونه‌برداری و صید صورت پذیرفت. تعداد این نمونه‌های اولیه ماهیان گورخری ۱۸ قطعه بود و جداگانه به صورت زنده صید، فیکس (در اتانل ۱/۷۰٪) و به آزمایشگاه ماهی‌شناسی گروه شیلات دانشگاه شهرکرد منتقل شدند. بعد از اطمینان از وجود انگل خارجی نمونه‌برداری‌های بعدی، به منظور تعیین آلودگی در جمعیت میزبان، در روزهای مختلف و به طور متناوب، به صورت تصادفی از مناطق مختلف زیستگاه با روش ترال کشی صورت گرفت. اقلیم کوهستانی منطقه به گونه‌ای بود که شرایط نمونه‌برداری را در ماه‌های تخم‌ریزی و گرم منطقه به طور منظم و در تمام هفته‌ها، حداقل دوبار با تعداد مطلوب از تورکشی (با توجه به کفایت نمونه‌های صید شده) امکان‌پذیر می‌نمود. در ماه‌های سرد بعد از شهریور ماه و به ویژه دوره یخبندان در منطقه، نمونه‌برداری‌ها با تعداد تنها دو تا سه بار تورکشی در ماه و با تکرار محدودتر در روز و گاهی بدون به دست آمدن نمونه روزانه، امکان‌پذیر بود. ترال مورد استفاده، یک تورکیسه‌ای دست‌ساز با دهانه ۱/۵ و ارتفاع ۰/۷ متر با توری چشمه ۰/۳ میلی‌متر بود که توسط دو نفر با دست کشیده می‌شد. کار نمونه‌گیری در اواسط هفته در آرامش محیط و فارغ از شلوغی گردشگران صورت می‌گرفت و تعداد روزانه تورکشی (در بیشترین حالت تا ۹ بار) و فاصله میان مکان‌ها به شکلی رعایت شد (فاصله بیش از ۱۴۰ متر) که پیامدهای سوء مربوط به ترال کشی مانند تلاطم آب، فرار ماهیان مولد از لانه‌ها و تخریب یکسره لانه‌های تخم‌ریزی در جمعیت و در زیستگاه بروز ننماید. به دلیل منفصل بودن و فاصله مناسب محل‌های صید در روزهای نمونه‌برداری و رعایت تناوب آن، امکان صید مجدد ماهیان صید و مشاهده شده بسیار پایین بود. به جز

روی یک میزبان به غیر از آنچه تاکنون گزارش شده است، در زیستگاهی مانند تالاب چغاخور چهارمحل و بختیاری، که همیشه توسط سازمان‌های ذیربط در معرض رهاسازی ماهیان غیربومی هستند، می‌تواند ضروری باشد. طیف آلودگی میزبانان برای هر کدام از انگل‌های ماهیان و تغییرات آن در طول زمان نیز برای محققان کشور اهمیت ویژه‌ای دارد.

### روش کار

در این مطالعه با توجه به مشاهده رفتار مولدین ماهیان گورخری *Aphanius vladykovi*, Coad 1988 در زیستگاه و احتمال وجود آلودگی با انگل خارجی، برای تشخیص و تعیین آلودگی، علاوه بر صید نمونه‌های ماهی، به تعیین نقاط پرتراکم‌تر انگل در زیستگاه، مشاهده مستقیم رفتار میزبانان و نیز عوامل و رویدادهای محیطی رخ داده و در نهایت تحلیل تأثیر آنها در این ابتلاء، مبادرت گردید. نمونه‌برداری‌ها از ماهیان و آب در تالاب، در بخشی از سواحل شرقی تالاب چغاخور چهارمحل و بختیاری به طول تقریبی ۴ کیلومتر که دارای بستر سنگی با پوشش گیاهان آبی منفرد از گونه‌های میروفیلیوم و سراتوفیلیوم بوده و قبلاً به عنوان محل تخم‌ریزی ماهیان گورخری در این زیستگاه تالابی شناسایی شده بود، انجام پذیرفت. با وجود انجام نمونه‌برداری سالیانه (فروردین تا اسفند ماه)، با توجه به عدم مشاهده انگل‌ها روی ماهیان در فصل‌های سرد سال، تنها داده‌ها و رفتارهای مربوط به ماه‌های گرم و ماه‌های مرتبط با دوره زادآوری ماهی میزبان یعنی اردیبهشت تا شهریور ماه، در این گزارش مورد تحلیل قرار گرفت.

### روش نمونه‌برداری از ماهیان

به منظور مشاهده وجود انگل‌ها در جمعیت و نیز تشخیص اولیه نوع انگل روی ماهی میزبان، دوره اول نمونه‌برداری در ۶ نقطه تصادفی از محدوده تخم‌ریزی در

چند نمونه اولیه که ماهیان صید شده به منظور شناسایی انگل و مشاهده آثار روی بدن در اتانل فیکس شدند، تلاش شد تا کلیه مشاهدات و بیومتری‌های لازم از نمونه‌ها به سرعت و در محل صورت پذیرد و این ماهیان با ارزش تا حد امکان، زنده به محل لانه‌های تخم‌ریزی خود برگردانده شوند. به این منظور برای ایجاد کمترین آسیب به نمونه‌ها، برای شمارش و محاسبه سریع ماهیان آلوده به انگل در محل و روی ساحل، دو دوره مشخص نمونه‌برداری، برنامه‌ریزی و در نظر گرفته شد: دوره اوج تخم‌ریزی در ۵ تا ۲۵ خرداد ماه (۴۹ بار تورکشی در ۸ روز، دمای آب ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد، ۱۵۱ نمونه صید شده) و نیز دوره کاهش رفتارهای زادآوری و ترک لانه‌ها توسط مولدین یعنی ۱۵ تا ۲۰ تیر ماه (۲۱ بار تورکشی در ۴ روز، دمای آب ۲۲/۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۳۱ نمونه صید شده). برای مشاهده مستقیم هر گونه رویداد و روند احتمالی مربوط به ابتلاء در جمعیت و پایش میزان آلودگی در جمعیت میزبان در سایر ماه‌های سال، نمونه‌برداری‌های ماهیانه، با تعداد کمتر ادامه یافت و بعد از انجام هر تورکشی در صورت صید، نمونه‌ها نیز سریعاً به آب برگردانده می‌شدند. به طور کلی، روزهای نمونه‌برداری سالیانه در مجموع ۶۶ روز بود و حدود ۳۳۷ بار تورکشی صورت پذیرفت. در کل نمونه‌برداری‌های سالیانه صورت گرفته و ذکر شده به منظور این تحقیق، حدود ۲۶۷ نمونه از جمعیت ماهیان گورخری، به صورت زنده در زیستگاه (*in situ*)، منتقل شده به آزمایشگاه و یا فیکس شده، مورد مشاهده قرار گرفتند. شناسایی گونه ماهیان در نمونه‌برداری‌ها براساس منابع موجود صورت پذیرفت (عبدلی ۱۳۷۸، Coad and Keivany 2000).

#### روش نمونه‌برداری از محل پراکنش انگل‌ها

برای تعیین تراکم و پراکنش انگل در زیستگاه، از شش نوع ایستگاه کاملاً متمایز، به صورت کاملاً تصادفی، ۱۸۰ نمونه‌برداری آب انجام گرفت (هر کدام ۳۰ نقطه). با

توجه به گرایش آرگولوس‌ها به تجمع در مکان‌های غیر متلاطم از آب و در شرایط نور کم (Hakalahti and Valtonen 2003, Hakalahti et al. 2004)، در انتخاب نوع ایستگاه‌ها، معیارهای عمق، نوع بستر و محل انتخابی تخم‌ریزی ماهیان مولد گورخری مطمع نظر قرار گرفت. در تعیین تراکم و پراکنش انگل‌ها، نمونه‌های بالغ و نابالغ شنا کننده در آب و دارای قدرت شنای کافی که طبیعتاً نیازمند و نیز قادر به یافتن میزبان نهایی بودند، مورد شمارش قرار گرفتند و به علاوه، با توجه به فاصله محل هر نمونه‌برداری از کف بستر، وجود تخم‌ها، ناپلئوس‌ها و یا متاناپلئوس‌های غیرفعال در نمونه‌های آب محتمل نبود. در چهار نوع ایستگاه، نقاط نمونه‌برداری در فاصله حدود ۱۰ سانتی‌متر بالای کف بستر با دو جنس قلوه سنگ یا جنس گلی؛ و در عمق کمتر از ۳۰ سانتی‌متر یا عمق بالای ۳۰ سانتی‌متر، تعیین شدند. در دو نوع دیگر از ایستگاه‌ها، برای نمونه‌برداری از محل احتمالی تجمع آرگولوس‌ها، لانه تخم‌ریزی ماهیان گورخری یعنی، گیاهان آبی غوطه‌ور مورد ترجیح آنها، گیاه میریوفیلوم (*Myriophyllum sp.*) و گیاه سراتوفیلوم (*Ceratophyllum sp.*)، مورد نظر قرار گرفتند. برای این لانه‌ها، نمونه‌های آب از دو بخش نزدیک به بن گیاه (محل ورود ماهیان جنس ماده به لانه در هنگام تخم‌ریزی)؛ یا بخش بالایی گیاه (محل حضور مولد نر در لانه) گرفته شدند. برای هر نمونه، حدود ۱۰۰ میلی‌لیتر از آب با استفاده از یک سرنگ ۵۰ سی‌سی به صورت دستی گرفته و در بطری‌های ۱/۵ لیتری پلی‌اتیلنی معمولی، دارای برچسب اطلاعات تاریخ و مکان، ریخته شد. این نمونه‌برداری‌های تصادفی، در ماه‌های گرم، از ۲۵ اردیبهشت تا ۱۰ تیر ماه انجام گرفت (ساعت ۱۵ تا ۱۷، دمای آب ثبت شده ۱۹/۵ تا ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد) و تا حد امکان سعی شد تا آرگولوس‌ها در همان ظرف‌های نمونه‌گیری، بدون ماده فیکس کننده و به صورت زنده به آزمایشگاه انتقال داده شوند تا تعیین تراکم آنها در آزمایشگاه انجام شود.

## روش جداسازی و شمارش انگل‌ها و تشخیص آنها

برای جداسازی انگل‌ها از روی ماهیان آلوده در محل زیست (*in situ*)، ساده‌ترین و کوتاه‌ترین راه انتخاب شد تا از مرگ نمونه‌های ماهی تا حد امکان جلوگیری شود. به جز ۱۸ نمونه اولیه از ماهیان گورخری صید شده که در ظروف به صورت جداگانه در اتیل الکل ۷۰٪ فیکس شدند و تعیین شدت آلودگی بر روی آنها در آزمایشگاه انجام شد، سایر ماهیان زنده صید شده، در محل و در ساحل، بر روی یک گاز استریل سفید ساده قرار گرفته و به صورت مشاهده چشمی و با یک ذره بین ساده معاینه می‌شدند، سپس با احتیاط کامل با استفاده از یک پنس واسکالپل و یک آیفشان آزمایشگاهی (پی‌ست) انگل‌های تیره از روی بدن و یا آبشش‌های ماهی جدا، فیکس (اتیل الکل ۷۰٪) و سپس در آزمایشگاه بیومتری و شمارش می‌شدند. بر اساس کلید شناسایی Kabata (1988) این انگل خارجی مشاهده شده بر روی ماهی در آزمایشگاه، آرگولوس فولیاسوس شناسایی شد. بعد از سنجش میزان و شدت آلودگی در ماهیان در محل، نمونه‌های ماهی، زنده به آب رها می‌شدند زیرا برای ادامه کار نیازی به ایجاد تلفات بیشتر در جمعیت ماهیان با ارزش، احساس نمی‌شد.

برای تعیین تراکم انگل‌ها، آب نمونه‌برداری شده از ایستگاه‌های انتخاب شده در تالاب، بعد از یک شمارش نخستین و جداسازی انگل‌های شمارش شده از نمونه‌های منتقل شده به آزمایشگاه، بقیه محتویات هر ظرف نمونه، توسط چند قطره فرمالین فیکس و بعد از ته نشینی، انگل‌های آرگولوس باقی مانده در فاز سنگین نمونه در زیر یک بینوکلار معمولی (استریومیکروسکوپ صا ایران، مدل ZSM 1001) مورد شمارش قرار می‌گرفتند. سنجش طولی و تعیین جنسیت انگل‌ها نیز توسط بینوکلار انجام شد (Shimura 1981).

## روش مشاهده رفتار میزبانان در زیستگاه و روند ابتلا به انگل

در این تحقیق رفتارهای مرتبط با ابتلا به انگل خارجی آرگولوس، در ماهیان مولد به طور مستقیم در محل مشاهده و ثبت گردید. برای تطبیق مکان‌های پراکنش و تراکم انگل با استقرار جمعیت میزبان یعنی مولدین ماهی گورخری در حال تخم‌ریزی در فصل زادآوری، مشخصات مکانی لانه‌ها از نظر فاصله تا ساحل و نیز عمق لانه‌های تخم‌ریزی (در دو دوره ۲۳ تا ۲۵ اردیبهشت و ۲۲ تا ۲۵ خرداد) سنجش و ثبت شد. برای ثبت مشخصات مکان‌ها و علائم، دوربین عکاسی، عمق سنج ساده فلزی و متر نواری و برای ثبت و نشانگذاری مکان‌های عقب‌نشینی آب از روش پیکه و پایه‌کوبی در روی ساحل و نیز گاهی از اسپری رنگ استفاده شد. ثبت مشاهده‌های با ارزش اسنادی در آزمایشگاه یا در محل نیز به وسیله یک دوربین دیجیتال (Canon دیجیتال IXSUS 50, Japan با قابلیت ۷ مگاپیکسل) صورت گرفت. موارد مشاهده شده در محل تحقیق (*in situ*) یا توسط دفترچه یا با روش ضبط صوت، در گوشی‌های همراه ثبت و به نتایج تحقیق منتقل می‌شد.

## روش تحلیل و آماده‌سازی داده‌ها

به منظور جمع‌بندی داده‌های به دست آمده و ارائه شاخص‌های مربوط به جامعه آماری مورد بررسی، نرم افزارهای آماری spss نسخه ۱۷ و مایکروسافت اکسل ۲۰۰۷ به کار گرفته شد. برای پردازش و ترکیب تصاویر اصلی گرفته شده توسط دوربین عکاسی، از نرم افزار فتوشاپ استفاده شد. برای بیان آماری میانگین داده‌ها، میزان خطای معیار داده‌ها نیز محاسبه شد ( $Mean \pm S.E$ ). مقایسه تراکم انگل‌های آرگولوس در نواحی مختلف با استفاده از تست آماری ساده من - ویتنی ( $P < 0.05$ ) صورت پذیرفت.

## نتایج

### میزان آلودگی در میزبان

نتایج بررسی ۱۸ نمونه ماهی گورخری *A.vladykovi* که به صورت انفرادی در کنار لانه‌های تخم‌ریزی در هنگام بروز رفتارهای فلاشینگ صید شدند، نشان داد که همه این ماهیان به انگل خارجی آرگولوس فولیاسوس آلوده بوده‌اند و نشانه‌های پوستی آلودگی، وجود آثار مشهود و ناحیه‌های قرمز و صورتی رنگ روی سطح بدن و در پایه باله‌های زوج در زیر شکم را نیز می‌توان در آنها مشاهده نمود (تصویر ۱). متوسط شدت آلودگی در آنها  $5/7 \pm 0/95$  قطعه انگل و کمترین و بیشترین مورد انگل خارجی آرگولوس فولیاسوس مشاهده شده در هر ماهی به ترتیب، ۱ و ۱۳ قطعه بوده است (شکل ۱ و ۲). نمونه‌برداری‌های تصادفی بعدی با استفاده از تور ترال دستی از جمعیت مولدین، نشان داد که از ۱۵۱ ماهی گورخری صید شده در محل تخم‌ریزی در فصل اوج تخم‌ریزی یعنی ۵ تا ۲۵ خرداد به طور کلی ۷۷ ماهی و در میان آنها از ۶۶ ماهی ماده تعداد ۴۶ ( $0/69/9$ ) و از ۸۵ ماهی نر تعداد ۳۱ قطعه ( $0/36/5$ ) به آرگولوس آلوده هستند. پس از مشاهده خزان لانه‌های گیاهی ماهیان مولد گورخری و کاهش شدت رفتارهای تولیدمثلی و ترک لانه‌ها در محدوده تخم‌ریزی از اواسط تیر ماه، نمونه‌برداری تصادفی از جمعیت مولدین نشان داد که

درصد آلودگی در جمعیت مولدین به شدت کاهش یافته است. از ۳۱ نمونه صید شده در این دوره نمونه‌برداری، تنها یک مورد آلودگی در میان جمعیت ماهیان ماده مشاهده و ثبت شد (جدول ۱). از آنجایی که در روند صید و نمونه‌گیری تصادفی با ترال دستی، رویدادهایی نظیر تماس بدنی ماهی صید شده با دیواره و اجسام داخل تور ترال، صید همزمان چند ماهی مولد و نیز صید همزمان گونه دیگر از ماهیان تالاب با نام گونه آمورنما (*Pseudorasbora parva*) که در مجاورت ماهیان گورخری لانه‌سازی می‌کنند، باعث می‌شد تا شمارش تعداد انگل‌های شمارش شده روی هر قطعه ماهی صید شده دچار خطای زیادی شود، داده‌های حاصل از این شمارش به منظور سنجش شدت آلودگی هر ماهی نمی‌توانست دقیق و مورد استناد باشد، فلذا از استناد به نتایج این شمارش برای اعلام شدت متوسط آلودگی در ماهی‌های آلوده به انگل در جمعیت، در این نوع نمونه‌برداری خودداری شد و تنها درصد آلودگی جمعیت ماهیان به صورت جدول ۱ تعیین، ارائه و مستند گردیده است. در طول سنجی ۱۰۹ نمونه انگل آرگولوس جنس نر و ماده، جدا شده از روی بدن میزبان، اندازه این انگل‌ها متغیر و از  $0/7$  میلی‌متر تا  $4/5$  میلی‌متر تغییر می‌نمود. متوسط طول آنها  $2/6 \pm 0/1$  میلی‌متر اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱: آلودگی ماهیان اندمیک گورخری به انگل آرگولوس فولیاسوس در دو دوره زمانی مختلف

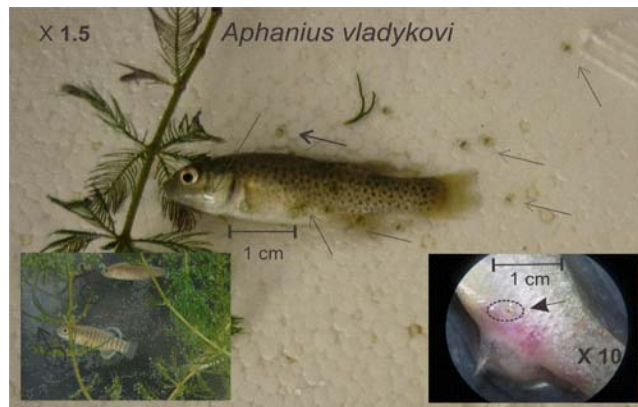
مشخصات ماهیان		۵ تا ۲۵ خرداد*			۱۵ تا ۲۰ تیر**		
		کل	ماده	نر	کل	ماده	نر
تعداد صید شده		۱۵۱	۶۶	۸۵	۱۷	۱۴	۳۱
تعداد نمونه‌های آلوده		۷۷	۴۶	۳۱	۰	۱	۱
درصد آلودگی		۵۰/۹	۶۹/۷	۳۶/۵	۰	۷	۳/۲

\* زمان اوج رفتارهای تخم‌ریزی \*\* زمان ترک لانه‌های تخم‌ریزی توسط مولدین

جدول ۲: طول ماهیان میزبان و انگل‌های مورد مطالعه نمونه‌برداری شده از تالاب چغاخور چهارمحال و بختیاری

دامنه مقادیر (mm)			خطای معیار ± متوسط طول (mm)			گونه
کل	نر	ماده	کل	نر	ماده	
۱۹-۶۴	۱۹-۵۹	۲۲-۶۴	۳۹/۵±۱/۴	۳۶/۱±۱/۹	۴۲/۸±۱/۸	میزبان <i>A.vladykovi</i> *
۰/۷-۴/۵	۰/۷-۴/۵	۰/۷-۴/۵	۲/۶±۰/۱	۲/۷±۰/۱	۲/۵±۰/۱	انگل <i>A.foliaceus</i> **

\* تعداد ۳۸ مورد نر و ۳۸ مورد ماده از نمونه ماهی گورخری \*\* تعداد ۴۶ مورد نر و ۶۳ مورد ماده از نمونه انگل آرگولوس



تصویر ۱: نمونه ماهی ماده گورخری چهارمحال و بختیاری آلوده به آرگولوس فولیاسوس در تالاب چغاخور پیکان‌ها، انگل‌های آرگولوس فولیاسوس چسبیده و جدا شده از بدن میزبان را نشان می‌دهند. پایین راست: محل آلودگی بر روی پایه باله مخرجی و حضور خود انگل در محل آلودگی. پایین چپ: یک ماهی نر و یک ماهی ماده میزبان

*Ceratophyllum* و *Myriophyllum sp.* و سراتوفیلوم ( *Myriophyllum sp.* )، با سایر نقاط مورد مقایسه اختلاف معنی‌داری دارد (آزمون  $P < 0.05$ , Mann-Witney). به این ترتیب، دو عامل محیطی بستر از نوع گلی و عمق کم در پراکنش و تراکم انگل‌های آرگالوس در تالاب چغاخور در محدوده تخم‌ریزی مولدین ماهی گورخری مؤثر بوده‌اند.

تراکم انگل آرگالوس فولیاسوس در مکان‌های مختلف زیستگاه

نتیجه مقایسه تراکم انگل‌های آرگولوس فولیاسوس در نقاط مختلف از زیستگاه‌های میزبان (جدول ۳) نشان می‌دهد که تراکم این انگل خارجی در مناطق کم عمق زیر ۳۰ سانتی‌متر، به ویژه در روی بسترهای گلی و هم چنین در در زیر ساقه‌های گیاهان آبی میریوفیلوم

جدول ۳: میانگین تراکم انگل‌های آرگولوس فولیاسوس در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه آب از شش مکان مختلف نمونه‌برداری (۳۰ نمونه‌برداری از هر مکان)

گیاهان لانه		بستر گلی		بستر سنگی		مکان سنجش
زیر گیاه	بالای گیاه	عمق بیش از ۳۰ cm	عمق کمتر از ۳۰ cm	عمق بیش از ۳۰ cm	عمق کمتر از ۳۰ cm	
۴/۵±۰/۳ *	۰/۸±۰/۱	۱/۲±۰/۲	۶/۸±۰/۵ *	۱/۱±۰/۲	۳/۲±۰/۴ *	تعداد انگل (خطای معیار ± متوسط)

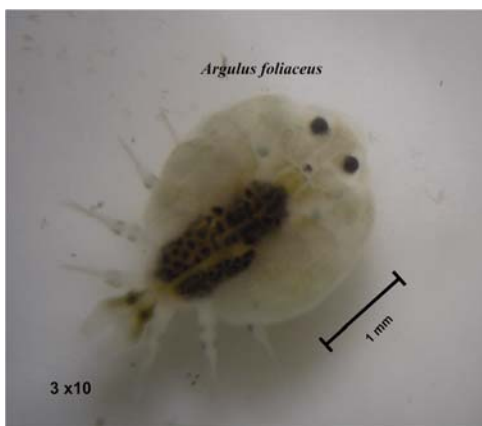
تاریخ نمونه‌برداری از ۲۵ اردیبهشت تا ۱۰ تیر ماه به فاصله‌های روزانه نامنظم

\* آزمون  $P < 0.05$ , U Mann-Witney

## نتایج مشاهده مستقیم از نوع رفتار میزبان در زیستگاه در دوره وقوع آلودگی

با توجه به نتایج به دست آمده (جدول ۴)، با وقوع کم آبی تابستانه تالاب، محل استقرار لانه‌های تخم‌ریزی مولدین در معرض ابتلا به انگل از اعماق ۳۰ تا ۹۵ سانتی‌متر در اول فصل تخم‌ریزی، به دامنه تغییرات ۱۵ تا ۶۵ سانتی‌متر در میانه فصل کاهش یافت (جدول ۴). فاصله لانه‌ها از ساحل نیز با کاهشی محسوس از متوسط رسید. با وجود کاهش عمق و فاصله لانه‌ها در مقیاسی که مقادیر آن در جدول ۴ آورده شده است، اکثر ماهیان نر مراقب لانه، لانه‌های انتخابی خود (به جز لانه‌هایی که کاملاً از آب خارج می‌شدند) را ترک نکردند و رفتار مراقبت از تخم‌های ریخته شده روی گیاهان و هدایت ماده‌های آماده تخم‌ریزی مجدد به داخل لانه‌ها، توسط نرها همچنان مشاهده می‌شد. ماهیان جنس ماده گورخری نیز به منظور دو رفتار یعنی، ورود به این لانه‌ها و جفت‌گیری و نیز جستجوی غذای بعد از تخم‌ریزی، به فراوانی در نزدیک مناطق بسیار کم عمق ساحل مشاهده می‌شدند. از اواخر خرداد ماه و شروع ماه تیر با برگ‌ریزی گیاهان آبی مناطق ساحلی در تالاب مورد مطالعه، و در ادامه با تخریب یکسره توده‌های گیاهی لانه‌ها در اواسط مرداد، رفتار ترک لانه‌های ماهیان مولد

گورخری و سیر جمعیتی ماهیان به بخش‌های داخلی‌تر تالاب مشاهده گردید و به شرحی که در بالا نیز ارائه شد در نمونه‌برداری انجام شده در این زمان، میزان آلودگی جمعیت گونه مورد بررسی به انگل مذکور با مقدار بسیار کمتری به ثبت رسید (جدول ۱). بی‌حرکی ماهیان گورخری در زیر برگ‌های گیاهان و نزدیک شدن به ساقه‌های زیرین به صورت بی‌حرکت و تقریباً چسبیدن به آن در هنگام ترس، از رفتارهای بسیار معمول جمعیت آنها بوده و در نتیجه این استراتژی استتار، ماهیان مولد گورخری در حال تغذیه، به کرات خود را در اعماق بسیار کم و در زیر گیاهان شناور چسبیده به ساحل به حالت ساکن نگه می‌داشتند.



شکل ۱: یک انگل آرگولوس فولیاسوس جنس نر، جدا شده از ماهی آلوده گورخری در تالاب چغاخور

جدول ۴: عمق و فاصله لانه‌های انتخابی ماهیان گورخری (*A.vladykovi*) در تالاب چغاخور چهارمحال و بختیاری

دامنه تغییرات (cm)		میانگین (cm)		مشخصه لانه
میانه فصل	اول فصل	میانه فصل	اول فصل	
۱۵-۶۵	۳۰-۹۵	$40 \pm 1/2$	$55 \pm 1/1$	عمق
۳۰-۵۲۵	۱۵۰-۹۸۰	$190 \pm 12/2$	$555 \pm 18/8$	فاصله لانه‌ها تا ساحل
۸۸	۱۱۷	۸۸	۱۱۷	تعداد نمونه‌های سنجش شده



## بحث

## بروز ابتلای شدید ماهیان گورخری به انگل خارجی

## آرگولوس فولیاسوس در فصل زادآوری

نمونه برداری از ماهیان مولد آماده و در شرایط تخم‌ریزی، ابتلای شدید جمعیت ماهیان گورخری *A. vladykovi* را به این انگل در فصل زادآوری تایید می‌نماید (جدول ۱). تعداد زیاد آرگولوس‌ها روی سطح بدن ماهیان مولد در هنگام تخم‌ریزی، آنها را به واکنش‌های رفع انگل خارجی نظیر فلاشینگ وادار می‌کرد که به صورت یک رفتار ویژه در این همه‌گیری در جمعیت مولدین مشاهده می‌شد. آلودگی به این انگل و نشانه‌های رفتاری آن در میزبان، در مطالعات پیشین صورت گرفته از سوی محققان در زیستگاه‌های ماهی گورخری در منطقه و نیز بررسی آلودگی‌ها در میان ماهیان منطقه مشاهده و گزارش نشده بود (ریسی و همکاران Keivany and فدایی فرد و همکاران ۱۳۸۰، ۱۳۸۵، ۱۳۸۸، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱، Raissy et al. 2010, 2011, Soofiani 2002). در گزارش تحقیقاتی منتشره از بررسی آلودگی‌های انگلی ماهیان تالاب چغاخور در حدود یک دهه پیش (فدایی فرد و همکاران ۱۳۸۰)، گونه اندمیک گورخری با درصد آلودگی صفر درصد، سالم‌ترین ماهی در میان ۱۱ گونه ماهی نمونه برداری شده در تالاب بوده است. در همین گزارش روی هیچ یک از ماهیان نمونه برداری شده، حضور انگل آرگولوس نیز مشاهده نشده بود. در بررسی انگل‌های ماهی گورخری توسط ریسی و همکاران در سال ۲۰۱۱ نیز به ابتلای این ماهی به انگل آرگولوس هیچ اشاره‌ای نشده است و به این ترتیب این مطالعه را باید نخستین گزارش از ابتلای ماهی گورخری چهارمحل و بختیاری به انگل آرگولوس دانست (Raissy et al. 2010).

در حال حاضر با توجه به تغییرات اقلیمی منطقه و خطر خشکی کامل سایر زیستگاه‌های تالابی (Keivany and Soofiani 2002) این ماهی (برای نمونه چشمه مادر و دختر در سال ۱۳۸۸)، تالاب چغاخور را باید تنها تالاب

خشک نشده در بردارنده جمعیت این ماهی بومی کشور دانست و سلامت ماهیان بومی آن را مورد توجه ویژه قرار داد. همچنین با توجه به قابلیت انتقال انگل آرگولوس از طریق ماهیان آلوده به این انگل (Ebraimzadeh et al. 2003, Ebraimzadeh 2011) و از آنجا که ماهی گورخری چهارمحل و بختیاری به عنوان یک ماهی آکواریومی نیز توسط افراد به صورت غیر قانونی صید و جا به جا می‌شود، خطرات مربوط به انتقال انگل و بیماری‌های مرتبط به آن به سایر نقاط و به کارگاه‌های پرورش ماهی وجود دارد. با توجه به نتایج تحقیق صورت گرفته، به نظر می‌رسد هشدار محققان کشور (Ebraimzadeh et al. 2003, 2011, Ebraimzadeh 2009) در خصوص پدیده آلوده شدن جمعیت‌های ماهیان بومی توسط آرگولوس، در تالاب مورد مطالعه (چغاخور) نیز قابل تأمل باشد.

## علل اصلی بروز آلودگی

کاهش فصلی آب تالاب در زیستگاه‌های زادآوری میزبان و افزایش تراکم آرگولوس فولیاسوس در محل تخم‌ریزی میزبان

حضور فزاینده مولدین میزبان در فصل تخم‌ریزی در محل‌های پراکنش پارازیت در زیستگاه، احتمال ابتلاء را در این ماهیان بالا برده است. بیشترین تراکم آرگولوس در مکان‌هایی مشاهده شد که محل‌های تخم‌ریزی ماهیان گورخری با توجه به تغییرات سطح آب تالاب، تا واسط فصل زادآوری (اواخر خرداد) در آن شرایط قرار می‌گرفت و رفتارهای تولید مثلی از مولدین در این مناطق دیده می‌شد (جدول ۳). وجود تراکم بیشتر آرگولوس‌ها در کف تالاب و مناطق کم عمق، به علت وابستگی آرگولوس به کف بستر برای تخم‌ریزی و نیز درجه حرارت لازم برای چرخه زندگی است. این انگل یک چرخه زیستی مستقیم و بی‌واسطه دارد و بعد از هر بار تخم‌ریزی آرگولوس روی بستر، چرخه و مرحله فعال

لانه‌های کاهش عمق یافته، از سوی جمعیت مولدین جنس نر ماهی گورخری تا اوایل تیرماه و زمان کاهش ارتفاع کلی آب و خزان کلی و نابودی گیاهان مناسب تخم‌ریزی آنها مشاهده شد و این رفتار، عامل اصلی قرار گرفتن و باقی ماندن طولانی مدت لانه‌ها در مناطق با تراکم فزاینده و بالای انگل آرگولوس بود. از ماه اردیبهشت تا خرداد، به موازات رفتار مراقبت از لانه مولدین نر و همزمان با کاهش کلی عمق آب و فاصله لانه‌های تخم‌ریزی از ساحل به میزان متوسط ۳۵۰ سانتی‌متر (جدول ۴)، ماهیان ماده گورخری، به دلیل دو رفتار جستجوی غذا و ورود به لانه برای جفت‌گیری به فراوانی در نزدیک ساحل دیده می‌شدند که به این ترتیب جمعیت مولدین ماهی گورخری در هنگام پدیده فصلی پایین رفتن آب دریاچه، چه در شرایط تخم‌ریزی در لانه‌های گیاهی و چه در شرایط شنا در نزدیک لانه‌ها، اجباراً به کف بستر در آب کم عمق نزدیک می‌شدند و در نتیجه، شرایط برای کاهش و به حداقل رسیدن زمان یافتن میزبان از سوی انگل آرگولوس در چرخه زندگی انگل در تالاب، در زمان تخم‌ریزی ماهیان بومی گورخری فراهم می‌شد. علاوه بر عامل تغییرات اقلیمی و کاهش نزولات سالیانه آسمانی در منطقه، علت پدیده محیطی پایین رفتن شدید آب و کاهش عمق تالاب در فصل گرم در تالاب چغاخور، روند بدون وقفه مصرف محلی آب تالاب برای کشاورزی در سال‌های اخیر می‌باشد.

#### رفتارهای ویژه جنس ماده ماهی گورخری و سایر رفتارهای مؤثر میزبان در ابتلا به انگل

در میان ماهیان گورخری صید شده، نمونه‌های جنس ماده درصد ابتدای بیشتری را نسبت به نرها نشان دادند (۷۱ درصد از ماده‌های صید شده در مقابل ۳۶ درصد از نرها). از گرایش طبیعی این انگل به ماهیان جنس ماده و یا اجتناب آنها از جنس نر میزبان خود و یا تاثیر هورمون‌های جنسی و یا وضعیت فیزیولوژیک مولدین ماده در ایجاد و افزایش این تمایل گزارشی مشاهده نشده

زندگی آنها بعد از هیچ تخم‌ها با ظهور متانائپلی‌های فعال در بدنه آبی آغاز می‌گردد. این فعالیت در درجه نخست منوط به یافتن میزبان است و تنها با فراهم شدن شرایط برای یافتن میزبان چرخه زندگی انگل ادامه می‌یابد (Hakalahti and Valtonen 2003, Hakalahti et al. 2004, Pasternak et al. 2001, 2004) که در این خصوص، همه تغییرات رخ داده در تالاب چغاخور نیز باعث شده است تا شرایط نزدیکی جمعیت انگل به جمعیت میزبان کاملاً فراهم گردد. سواحل شرقی تالاب چغاخور، به دلیل بسترهای سنگی و گلی واجد گیاهان غوطه‌ور منفرد روئیده روی آنها، مناسب بودن عمق، تمیز بودن آب، غذای کافی و کمتر بودن شکارچیان، اهمیت زیادی برای ماهیان گورخری از نظر انتخاب بسترهای تخم‌ریزی دارند. به علاوه، این قسمت دارای پوشش غالب گیاهان غوطه‌ور سراتوفیلوم (*Ceratophyllum sp.*) و میریوفیلوم (*Myriophyllum sp.*) است که توسط محققان پیشین نیز به عنوان بستر مناسب ماهیان گورخری گزارش شده است (مردانی و همکاران ۱۳۸۶، Coad and Keivany 2000, Keivany and Soofiani 2002). بر اساس نتایج جدول ۴ در لانه‌گزینی اول فصل، در نواری از آب ساحلی با عمق ۳۰ سانتی‌متر تا حدود ۱ متر (متوسط ۵۵ سانتی‌متر) برای ماهیان گورخری تالاب، بهترین و بیشترین بسترهای تخم‌ریزی در میان گیاهان توده‌ای منفرد فراهم شده ولی با عقب نشستن آب، این متوسط عمق کمتر گشته (۴۰ سانتی‌متر) و نوار لانه‌های ماهیان میزبان در دامنه عمق ۱۵ تا ۶۵ سانتی‌متری قرار می‌گرفت که از تراکم شدیدتر آرگولوس نسبت به اعماق بالاتر قبلی (جدول ۳) برخوردار بوده است. در واکنش رفتاری ماهیان گورخری به کم‌آبی تالاب از ماه خرداد، دیده شد که اکثر ماهیان نر لانه‌های انتخابی خود را ترک نکرده و همچنان از تخم‌های ریخته شده روی گیاهان مراقبت نموده و ماده‌های رسیده را برای تخم‌ریزی به داخل لانه‌هایی هدایت می‌کردند که شدیداً دچار کاهش عمق شده بودند. این شیوه زادآوری و باقی ماندن در

ماهیان ماده با محل ساقه زیرین گیاهان که از تراکم بالاتر آرگولوس‌ها برخوردار است (جدول ۳)، ماهی ماده در معرض آلودگی بیشتر از سوی انگل‌های در حال انتظار قرار می‌گیرد. به دلیل نرم بودن بافت‌های ماده در زیر شکم و کم تحرک بودن این جنس، رهایی از آرگولوس‌های شدیداً چسبیده به بدن ماهی (Mikheev et al. 1998) نیز امکان‌پذیر نمی‌گردد. مولدین جنس ماده گورخری در فصل زادآوری، همه تخم‌ها را به یکباره خالی نمی‌کنند و دوره تخم‌ریزی آنها چند باره است (Keivany and Soofiani 2002) و این ویژگی سبب خواهد شد تا ماهی ماده در طول دوره زادآوری خود برای تخم‌ریزی در لانه، بارها در معرض آلودگی به آرگولوس قرار داشته باشد. رفتار تغذیه‌ای و جستجوی غذا در خارج از لانه، در ماهی ماده بعد از هر بار تخم‌ریزی بسیار بارز است. ماهیان ماده‌ای که از لانه آماده شده از سوی جنس نر بعد از هر تخم‌ریزی خارج می‌شوند، برای غذا همواره به سمت مناطق کم‌عمق‌تر غنی از مواد غذایی به ویژه لارو حشرات آبی وارد شده و در مناطق کم عمق به شنا می‌پردازند، و این جستجو آنها را همیشه در معرض پارازیت‌های متراکم مناطق کاهش عمق یافته ساحلی تالاب قرار می‌دهد. در مقابل، ماهیان مولد نر تمایل کمتری به حرکت به مناطق کم عمق‌تر ساحلی دارند و بیشتر روی لانه‌های گیاهی از لانه و قلمرو مواظبت می‌کنند. مجموع این رفتارها نشان می‌دهد که ماهی ماده علاوه بر نزدیک کردن خود به بستر تالاب در لانه‌های کم عمق به منظور ریختن تخم‌ها روی ساقه‌های زیرین گیاه و تکرار آن در هر بار تخم‌ریزی، با تغذیه در فصل زادآوری در مناطق پرتراکم انگل آرگولوس در بخش‌های نزدیک ساحل تالاب که به علت تخم‌ریزی حشرات و تراکم ژئوپلانکتون‌ها از غنای غذایی برخوردار است، در معرض ابتلای بیشتر به انگل آرگولوس فولیاسوس قرار می‌گیرد.

انگل آرگولوس فولیاسوس بعد از چسبیدن به میزبان طی مرحله بلوغ، مرحله جفت‌گیری را روی بدن میزبان انجام می‌دهد و حتی با توجه به اینکه جفت‌گیری آنها

است و نتایج تحقیقات نشان داده است که با توجه به توسعه چشم در آرگولوس (Mikheev et al. 1998, 2001, Pasternak et al. 2001, Meyer-Rochow et al. 2001)، انتخاب و یافتن میزبان با کمک سیگنال‌های بینایی صورت می‌گیرد. به اعتقاد Mikeev و همکارانش در سال ۲۰۰۴ حس بینایی حس نخست این پارازیت در یافتن میزبان است. در مقایسه انجام شده بین بوی ماهی قزل‌آلا و سیگنال نور، منبع تحریک کننده نور بهتر از بوی میزبان باعث جذب آرگولوس گردید و در مورد نرهای این انگل، بوی ماهی میزبان از بوی جنس مخالف انگل، تحریک کننده‌تر و جذاب‌تر عمل کرد (Bandilla et al. 2007). به نظر Mikeev و همکاران در سال ۲۰۰۴ رنگ نقره‌ای ماهی از جمله سیگنال‌هایی است که می‌تواند با توجه به قابلیت بازتابش نور در آب، یک سیگنال مناسب نوری برای پاسخ گیرنده‌ها باشد و نیز فرآیند پلاریزه شدن یک نور شدید همچون خورشید در آب، کشف مکان ماهی را برای انگل آسان‌تر می‌نماید (Shashar et al. 2000). از آنجایی که رنگ دو جنس ماده و نر در ماهیان گورخری متفاوت است، سطح بدن نقره‌ای منقوط و درخشان‌تر جنس ماده در مقابل سطح بدن طلایی رنگ با خطوط راه راه در جنس نر، آرگولوس را بیشتر به سمت ماهی ماده سوق می‌دهد. در تحقیقات Mikeev و همکاران در سال ۱۹۹۸، انگل آرگولوس فولیاسوس برای نشستن روی میزبان با توجه به شرایط محیط و نیز لزوم استراتژی حفظ انرژی، به صورت انتظاری عمل می‌کند و با کمترین تحرک و شناگری، منتظر فرصت برای چسبیدن به میزبان می‌شود. در لانه‌های مورد ترجیح ماهیان گورخری، اشکوب پایین و نزدیک بستر برای تخم‌ریزی توسط ماهی جنس ماده اشغال می‌شود و مشاهدات تحقیق حاضر نشان داد که هنگام تخم‌ریزی، ماهی ماده با نزدیک کردن خود به لانه توسط ماهی نر به داخل توده گیاهان آبی هدایت و به سمت و بخش پایین گیاه رانده می‌شود و سپس ماهی ماده تخم‌ها را روی ساقه‌های گیاه رها و از تماس با بستر نیز اجتناب نمی‌کند. به دلیل این تماس

سایه و به دور از تلاطم، برای تجمع انگل‌های آرگولوس فولیاسوس (Hakalahti et al. 2004) فراهم می‌گردد. درشتی و اندازه فلس‌ها به عنوان اولین عامل بازدارنده سطح خارجی بدن میزبان، می‌تواند در موفقیت و یا عدم موفقیت چسبیدن آرگولوس فولیاسوس به بدن میزبان با استفاده از اندام چسبنده خود مؤثر باشد (Avenant-Oldewage and Everts 2010, Forlenza et al. 2008, Walker et al. 2008). از نظر ابراهیم‌زاده‌موسوی و همکاران در سال ۲۰۰۹، نیز عامل مهم انتقال آرگولوس توسط ماهیان آکواریومی، سطح پوششی آسیب‌پذیر و ضعیف این ماهیان در مقابل آرگولوس فولیاسوس است. از سوی محققان به عامل آسیب‌پذیری بیشتر در ماهیان کوچک‌تر با توجه به اندازه و جنه، در صورت ابتلا به انگل آرگولوس، نیز اشاره شده است (Shafir and Oldewage 1992, Walker et al. 2008) و به این ترتیب فرم بدنی بند انگشتی و ریز فلس بودن ماهیان اندمیک گورخری (Coad 1988, Coad and Keivany 2000) باعث خواهد شد تا علاوه بر سهولت ابتلای انگل خارجی به سطح بدن میزبان، جمعیت این ماهی به طور کلی با آسیب جدی ناشی از اثر مستقیم یک انگل مانند آرگولوس فولیاسوس مواجه شود. همچنین مشاهدات مستقیم در زیستگاه نشان می‌دهد که حرکات سریع مالش بدن به اجسام برای رهایی از آرگولوس چسبیده سطح پوست، در ماهیان بالغ گورخری با سرعت و تندی مؤثر انجام نمی‌شود؛ این ماهی قادر به فلاشینگ با سرعتی بالا نیست و به جای مالیدن سر بر روی سنگ به هنگام فلاشینگ، بیشتر خود را رو به پایین نگه داشته و به دور خود می‌پیچد و در نتیجه، انگل از ماهی جدا نمی‌گردد. حرکت ماهی گورخری زادآوری کرده به سمت آب‌های مناطق عمیق‌تر و بالای نیم متر عمق تالاب و خلاف جهت ساحل، با دمای آبی به مراتب پایین‌تر (از ۲۵ به کمتر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد در تیر ماه)، از منطقه کم‌عمق که متناسب با حضور آرگولوس‌ها بوده است (Pasternak et al. 2001, Shafir and Oldewage 1992, Taylor et al.

می‌تواند با چند جفت صورت پذیرد، حرکت آنها از یک میزبان به میزبان دیگر هم مشاهده می‌گردد (Hakalahti et al. 2004, Pasternak et al. 2001, 2004, Shafir and Oldewage 1992) که این توانایی، در انتقال انگل میان افراد جمعیت میزبان و از یک جنسیت به جنسیت دیگر بسیار مؤثر عمل می‌کند. به این ترتیب ذکر این نکته نیز ضروری است که با تماس فزاینده جنس ماده ماهیان گورخری با بسترهای پرجمعیت از بالغین و متاناپلئوس‌های انگل در تالاب، مطابق با آنچه در بالا به آن اشاره شد، احتمال آلودگی نرها علاوه بر اثر مستقیم تراکم انگل در کنار گیاهان محل تخم‌ریزی، با تماس با جنس ماده خود نیز بالا می‌رود. سنگین‌تر بودن ماهی ماده (مردانی و همکاران ۱۳۸۳، Keivany and Soofiani 2002) در شرایط تخم‌ریزی، تحرک کمتر و شنای نزدیک کف بستر را موجب می‌شود و فاکتور بزرگ‌تر بودن ماهی ماده نسبت به نرها (جدول ۲) برای یافتن آنها توسط انگل آرگولوس (Walker et al. 2008) و فرصت یافتن این انگل برای چسبیدن به بدن آنها مؤثر خواهد بود (Mikheev et al. 1998).

در رفتار فرار و حرکات مارپیچ برای گنج کردن شکارچی از سوی ماهی گورخری تحت تعقیب شکارچی (و همچنین نمونه‌بردار)، واکنش بارز قرار گرفتن به زیر برگ‌ها و نزدیک شدن به ساقه‌های زیرین به صورت بی‌حرکت و تقریباً چسبیدن به آن و این بی‌حرکتی و رفتارهای توقف در نزدیک کف بستر زیستگاه، در مکان‌های کم عمق ساحلی و پرتراکم آرگولوس (جدول ۳)، به طور کلی باعث ابتلای فزاینده ماهیان گورخری به انگل آرگولوس فولیاسوس در تالاب چغاخور در فصل زادآوری می‌شود. این رویداد از اواسط ماه خرداد و با تجمع ساقه‌های جداشده گیاهان آبی در کنار خط ساحلی در اثر باد که موجب جلب ماهیان مولد گورخری به زیر آنها می‌شود، عامل تشدید کننده بروز این آلودگی انگلی در جمعیت مولدین ماهی گورخری است. در این مکان‌ها علاوه بر دمای گرم‌تر و عمق کم، ناحیه مناسب

شده از لانه‌ها مشاهده می‌گردد (جدول ۱). یافته‌های Taylor و همکارانش در سال ۲۰۰۶ در خصوص علت شدت یافتن و بروز این انگل خارجی در جمعیت قزل‌آلای رنگین‌کمان در دریاچه‌های مطالعه شده در انگلستان، سه عامل کاهش عمق آب به زیر یک متر، بالا رفتن مدت زمان به سر بردن میزبان در محل زیست آرگولوس فولیاسوس و نیز تراکم آنها در محل شنای میزبان را تایید می‌کند، که نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که رفتارهای تولیدمثلی ماهیان مولد گورخری، توأم با کاهش فزاینده آب زیستگاه در محل تخم‌ریزی، هر سه عامل فوق را در تالاب چغاخور موجب گردیده است.

2006)، می‌تواند در رهایی ماهی میزبان از انگل مؤثر باشد، ولی این کار در فصل اوج تخم‌ریزی یعنی خرداد ماه کمتر دیده می‌شود و ماهی مولد تا تخم‌ریزی و جفت‌گیری کامل و چند مرتبه‌ای خود، کاملاً در منطقه ساحلی مناسب برای زیست انگل‌های آرگولوس فولیاسوس باقی می‌ماند و آنها را با خود حمل می‌کند. در اوایل تیر ماه، با شروع مهاجرت ماهیان مولد و جمعیت بالغ ماهی گورخری از لانه‌های تخم‌ریزی در بخش‌های کم عمق ساحلی به سمت توده‌های گیاهی داخلی‌تر و پرعمرتر و مهمتر از همه آبهای با درجه حرارت کمتر، کاهش این انگل‌های خارجی در جمعیت مولدین دور

### تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه متبوعه جهت همکاری و ارائه خدمات لازم و از همه تیم همکار دانشجویی آقایان حجت کشانی، محمد ملک‌پور، حامد آقاییگی، مهندس مجتبی حیدری سورشجانی، مهندس جواد فرجی و مهندس حشمت‌اله حیدری برای کمک در نمونه‌برداری‌های تمام وقت و شبانه‌روزی تحقیق، تشکر می‌گردد.

### منابع

محال و بختیاری، پژوهش‌نامه دامپزشکی، (۱) ۵، ۱۵-۱۹.

عبدلی اصغر (۱۳۷۸). ماهیان آب‌های داخلی ایران، موزه حیات وحش و طبیعت ایران، صفحه ۳۷۸.

فدایی‌فرد فیروز، مخیر بابا و قربانی هادی (۱۳۸۰). بررسی و شناسایی انگل‌های ماهیان تالاب چغاخور استان چهارمحال و بختیاری، مجله دامپزشکی دانشگاه تهران، (۳) ۵۶-۱۰۹، ۱۱۴.

مردانی‌کرانی مهدی، شیدایی مسعود و پازوکی جمیله (۱۳۸۶). بررسی مرفومتريک و مریستیک جمعیت‌های محدود ماهی گورخری در استان چهارمحال و بختیاری (Aphanius vladkyovi, Coad1988). مجله زیست شناسی ایران (۴) ۲۰، ۴۵۷ - ۴۴۷.

برزگر مریم، اسداله سعید، همت‌زاده آذر، رهنما رویا و جلالی‌جعفری بهیار (۱۳۸۳). انگل‌های ماهیان رودخانه بهشت آباد (استان چهارمحال و بختیاری). مجله علوم دامپزشکی ایران، (۱) ۱، ۶۷-۷۴.

ریسی مهدی، برزگر مریم، علیمردانی کامران و جلالی بهیار (۱۳۸۵). بررسی انگل‌های مونوزن آبشش‌های ۸ گونه ماهیان تالاب چغاخور چهارمحال و بختیاری و معرفی گونه *Dactylogyrus spiralis* در کیپور معمولی. مجله علوم دامپزشکی ایران (۱) ۳، ۴۱۱ - ۴۱۸.

ریسی مهدی، فدایی‌فرد فیروز، انصاری مهسا، تاج‌زادگان هادی و حسینی سیدرضا (۱۳۸۸). بررسی انگل‌های ماهیان تالاب سولقان استان چهار

- Avenant-Oldewage A. and Everts L. (2010). *Argulus japonicus*: Sperm transfer by means of a spermatophore on *Carassius auratus* (L). *Experimental Parasitology*, 126: 232–238.
- Avenant-Oldewage A. (2001). *Argulus japonicus* in the Olifants River System – possible conservation threat? *South African Journal of Wildlife Research*, 31 (1–2): 59–63.
- Bandilla M., Valtonen E.T., Suomalainen L.R., Aphalo P.J. and Hakalahti T. (2006). A link between ectoparasite infection and susceptibility to bacterial disease in rainbow trout. *International Journal of Parasitology*, 36: 987–991.
- Bandilla M., Hakalahti-Sirern T. and Valtonen E.T. (2007). Experimental evidence for a hierarchy of mate- and host-induced cues in a fish ectoparasite, *Argulus coregoni* (Crustacea: Branchiura). *International Journal of Parasitology*, 37: 1343–49.
- Coad B.W. (1988). *Aphanius vladykovi*, a new species of tooth-carp from the zagros mountains of Iran. (osteichthyes: cyprinodontidae) *Environmental Biology of Fishes*, 23: 115–125.
- Coad B.W. and Keivany Y. (2000). *Aphanius vladykovi* coad, 1988. Zagros pupfish, mahi-e-gour-e khari. *Journal of the American Killifish*, 33: 195–198.
- Ebrahimzadeh Mousavi H.A., Mood S.M., Omrani B. S., Mokhayer B., Ahmadi M., Soltani M., et al. (2009). Gill ectoparasites of goldfish (*Carassius auratus*) pearl scale variety imported into Iran. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 29(5): 175–187.
- Ebraimzadeh Mousavi H.A., Farrokh B., Rostami Bashman M., Mirzargar S.S., Shyan P. and Rahmati-Holasoo H. (2011). Study of *Argulus spp.* infestation rate in Goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) in Iran. *International Journal of the Bioflux Society*, 3(3): 198–204.
- Ebraimzadeh Mousavi H.A. (2003). Parasites of ornamental fish in Iran. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 23(6): 297–300.
- Esmaeili H.R., Ebrahimi M. and Saifali M. (2008). Karyological analysis of five tooth-carps (Actinopterygii: Cyprinodontidae) from Iran. *Micron* 39: 95–100.
- Forlenza M., Walker P.D., de Vries B.J., Bonga S.E.W. and Wiegertjes G.F. (2008). Transcriptional analysis of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) immune response to the fish louse *Argulus japonicus* Thiele (Crustacea: Branchiura), *Fish and Shellfish Immunology* 25: 76–83.
- Hakalahti T. and Valtonen E.T. (2003). Population structure and recruitment of the ectoparasite *Argulus coregoni* Thorell (Crustacea: Branchiura) on a fish farm. *Parasitology*, 127: 79–85.
- Hakalahti T., Pasternak A.F. and Valtonen E.T. (2004). Seasonal dynamics of egg laying and egg-laying strategy of the ectoparasite *Argulus coregoni* (Crustacea: Branchiura). *Parasitology*, 128: 655–660.
- Kabata Z. (1988). Copepoda and Branchiura. In L. Margolis and Z. Kabata (eds): *Guide to the Parasites of Fishes of Canada. Part 2, Crustacea.* Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, pp. 81–96.
- Keivany Y. and Soofiani N.M. (2002). Contribution to the biology of Zagros tooth-carp, *Aphanius vladykovi* (Cyprinodontidae) in central Iran. *Environmental Biology of Fishes*, 71(2): 165–169.
- Kruger I., van As J.G. and Saayman J.E. (1983). Observations on the occurrence of the fish louse *Argulus japonicus* Thiele, 1900 in the western Transvaal. *South African Journal of Zoology*, 18 (1): 408–410.
- Mikheev V.N., Pasternak A.F., Valtonen E.T. and Lankinen Y.A.N. (2001). Spatial distribution and hatching of overwintered eggs of a fish ectoparasite, *Argulus coregoni* (Crustacea: Branchiura). *Disease of Aquatic Organisms*. 46:123–128.
- Mikheev V.N., Pasternak A.F. and Valtonen E.T. (2004). Tuning host specificity during the ontogeny of a fish ectoparasite: behavioural responses to host-induced cues. *Parasitology Researches*, 92: 220–224.
- Mikheev V.N., Valtonen E.T. and Bentamaki-Kinunen P. (1998). Host searching in *Argulus foliaceus* L. (Crustacea: Branchiura): the rule of vision and selectivity. *Parasitology*, 116: 425–430.
- Meyer-Rochow V.B., Au D. and Keskinen E. (2001). Photoreception in fish lice (Branchiura): the eyes of *Argulus foliaceus* Linné, 1758 and *Argulus coregoni* Thorell, 1865. *Acta Parasitologica*, 46: 321–331.
- Menezes J., Ramos M.A., Pereira T.G. and da Silva A.M. (1990). Rainbow trout culture failure in a small lake as a result of massive parasitosis related to careless fish introductions. *Aquaculture*, 89: 123–126.
- Northcott S.J., Lyndon A.R. and Campbell A.D. (1997). An outbreak of freshwater fish lice, *Argulus foliaceus* L., seriously affecting a Scottish Stillwater fishery. *Fisheries management and Ecology*, 4: 73–75.

- Pasternak A.F., Mikheev V.N. and Valtonen E.T. (2000). Life history characteristics of *Argulus foliaceus* L. (Crustacea: Branchiura) populations in Central Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 37: 25-35.
- Pasternak A.F., Mikheev V. and Valtonen E.T. (2004). Growth and development of *Argulus coregoni* (Crustacea: Branchiura) on salmonid and cyprinid hosts. *Disease of Aquatic Organisms*, 58: 203-207.
- Pooly W.J. (2003). *Argulus ambystoma*, a new species parasitic on the Salamander *Ambystoma demerli* from Mexico (Crustacea: Branchiura: Argulidae). *The Ohio Journal of Science*, 103: 52-61.
- Raissy M., Ansari M., Lashkari A. and Jalali B. (2010). Occurrence of parasites in selected fish species in Gandoman Lagoon, Iran, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9(3): 464-471.
- Raissy M., Ansari M. and Moumeni M. (2011). Parasite Fauna of the Zagros Tooth-Carp, *Aphanius vladkovi* Coad, 1988 (Osteichthyes: Cyprinodontidae), in Gandoman Lagoon. *Comparative Parasitology*, 78(1): 104-106.
- Shashar N., Hagan R., Boal J.G. and Hanlon R.T. (2000). Cuttlefish use polarization sensitivity in predation on silvery fish. *Vision Research*, 40: 71-75.
- Shafir A. and Oldewage W.H. (1992). Dynamics of a fish ectoparasite population: opportunistic parasitism in *Argulus japonicus* (Branchiura). *Crustacean*, 62 (1): 50-64.
- Shimura S. (1981). The larval development of *Argulus coregoni* Thorell (Crustacea: Branchiura). *Journal of Natural History*, 15: 331-348.
- Shimura S. (1983). Seasonal occurrence, sex ratio and site preference of *Argulus coregoni* Theorell (Crustacea: Branchiura) parasitic on cultured freshwater salmonids in Japan. *Parasitology* 86: 537-552.
- Taylor N.G.H., Sommerville C. and Wootten R. (2006). The epidemiology of *Argulus spp.* (Crustacea: Branchiura) infections in stillwater trout fisheries. *Journal of Fish Diseases*, 29: 193-200.
- Walker P.D., Harris J.E., van der Velde G. and Wendelaar Bonga S.E. (2008). Effect of host weight on the distribution of *Argulus foliaceus* (L.) (Crustacea, Branchiura) within a fish community. *Acta Parasitologica*, 53(2): 165-172.
- Wolf B.A., Harms C.A., Groves J.D. and Lomis M.R. (2001). Treatment of *Argulus sp.* infestation of river frogs. *Contemporary Topics in Laboratory Animal Sciences*, 40: 35-36.

## Outbreak of ectoparasite *argulus foliaceus* in broods of Zagros pupfish *aphanius vladykovi* in Choghakhor lagoon of Chaharmahal-o-Bakhtyari, Iran

Fattollahi M.<sup>1</sup>

Accepted: 26.11.2012

Received: 7.02.2012

### Abstract

The present study aimed to investigate the outbreak of ectoparasites *Argulus foliaceus* in Zagros pupfish, mahi-e-gour-e-khari, *Aphanius vladykovi*, Coad 1988, in order to determine the infesting of the brood stock in the native fish population in the habitat of Choghakhor Lagoon of Chaharmahal-o-Bakhtyari of Iran during the spawning season. It is reported for the first time from the fish *A.vladykovi* in Iran. The results showed that 51% of sampled *A.vladykovi* broods were infested with *A. Foliaceus* (as 70% of the sampled females and 36% of the sampled males).

The high average population density of the argulids in 100 ml. of water samples were observed in the low depth water bodies with clay bottoms ( $6.8\pm 0.5$ ) and gravel bottoms ( $3.2\pm 0.4$ ) as well as in their spawning nest in the beneath of the aquatic weeds ( $4.5\pm 0.3$ ). The attendance of the argulids to the spawning localities of the broods host in the low depth waters, and the presence of *A.vladykovi* broods among the lessened water depth of habitats through seasonally declined depth of the lagoon could explain the heavy infection of the hosts. Moreover, the female behaviours as a prolonged reproduction and spawning behaviours, and their body sensitivities allowed the argulids to utilize the spectrums of their habitats and the more outbreaks.

**Key words:** *Aphanius vladykovi*, *Argulus foliaceus*, Choghakhor lagoon, Chaharmahal-o-Bakhtyari

---

1- Assistant Professor, Department of Fishery, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Shahr e Kord, Iran