بررسی عوامل محیطی موثر بر روند مهاجرت تولیدمثلی دهان‌گرد دریای خزر (*Caspiomyzon wagneri* Kessler, 1870) در رودخانه شیرود، استان مازندران

- **مجید راستا***:گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- **رسول قربانی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- **عبدالمجید حاجی‌مرادلو**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- **سیدمحمدوحید فارابی**: بخش آبزی‌پروری، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، صندوق‌پستی:۹۶۱
- **فخریه شیرودمیرزایی**:گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۳

چکیده

در این پژوهش برخی فاکتورهای محیطی شامل دما، pH، هدایت الکتریکی، سرعت متوسط جریان آب، شفافیت و وضعیت آب و هوا به‌عنوان عوامل محیطی موثر بر مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر به رودخانه شیرود در فصل بهار و پاییز ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. برآورد تعداد ماهیان مهاجر به رودخانه از طریق مشاهده چشمی در مناطق راه‌ماهی انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که مهاجرت ماهیان در فصل بهار از تاریخ ۲۰ بهمن تا ۱۱ اردیبهشت و در فصل پاییز از ٤ مهر ماه تا ۱ آبان ادامه دارد. اوج مهاجرت در فصل بهار در ۹ اسفند ماه، و در فصل پاییز در ٢٤ مهرماه بود. بیش‌ترین درصد مهاجرت در هر دو فصل در شب و کم‌ترین درصد مهاجرت در صبح بود. بیش‌ترین میزان مهاجرت در هوای نیمه ابری بود و در روز برفی مهاجرت به‌طور کامل متوقف شد. pH در طی دوره مهاجرت بین ۸/۵ – ۸/۲ متغیر بود و فقط در روز برفی pH به ۷/۵ رسید. دامنه دمایی مهاجرت در بهار بین ۲۱-۷/۸ درجه سانتی‌گراد (اوج مهاجرت در دمای ۱۰/۸ درجه سانتی‌گراد) و در پاییز بین ٢٤-۱۹/۸ درجه سانتی‌گراد (اوج مهاجرت در دمای ۲۱/۳ درجه سانتی‌گراد) متغیر بود. در بهار، زمان مهاجرت و وضعیت ابرناکی هوا در میزان مهاجرت تاثیر معنی‌داری داشتند درصورتی‌که در پاییز هیچ‌کدام از متغیرهای محیطی اثر معنی‌دار نداشتند.

کلمات کلیدی: دهان‌گرد دریای خزر، مهاجرت تولیدمثلی، رودخانه شیرود، دریای خزر

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Rasta_majid1987@yahoo.com

مقدمه

لامپری‌ها به‌همراه هاگ‌فیش‌ها تنها نمایندگان زنده مهره‌داران اولیه هستند (Hubbs و Potter، ۱۹۷۱)، که در حال حاضر، ۳ خانواده، ۱۰ جنس و ۳۸ گونه از آن‌ها وجود دارند (Gill و همکاران، ۲۰۰۳؛ Kullander و Fernholm، ۲۰۰۳؛ Renaud، ۱۹۹۷). تنها گونه موجود در ایران دهان‌گرد دریای خزر *Caspiomyzon wagneri* متعلق به خانواده Petromyzontidae می‌باشد. دهان‌گرد دریای خزر یک گونه اوراسیان محسوب می‌شود و بومی دریای خزر و حوزه آبریز شمالی، غربی و جنوبی است (Holčík، ۱۹۸۶).

براساس طبقه‌بندی IUCN این گونه در طبقه در معرض تهدید (NT) قرار دارد (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). هم‌چنین نام دهان‌گرد دریای خزر در کتاب قرمز U.S.S.R (Pavlov و همکاران، ۱۹۸۵) و در فهرست گونه‌های آسیب‌پذیر و در معرض خطر انقراض اروپا توسط Lelek (۱۹۸۷) و Maitland (۱۹۹۱) آورده شده است.

لارو دهان‌گرد دریای خزر ساکن آب شیرین است و بعد از دگردیسی و ورود به مرحله نوجوانی، به دریای خزر مهاجرت می‌کند. زمانی‌که بلوغ جنسی نزدیک شد، بالغین برای تولیدمثل به رودخانه‌های مختلف از جمله رودخانه شیرود مهاجرت می‌کنند. دو دوره مهاجرت برای این گونه بیان شده است: یک دوره مهاجرت از اواخر زمستان شروع و تا اوایل بهار ادامه می‌یابد. دوره دیگر، از اواخر تابستان آغاز و در اوایل پاییز خاتمه می‌یابد (Nazari و Abdoli، ۲۰۱۰). علت حالت ایستای مهاجرت در فصل زمستان، دمای پایین اعلام شده است (Lucac و همکاران، ۲۰۰۱). اختلاف در زمان مهاجرت به سمت مکان‌های تخم‌ریزی به‌علت دست‌یابی به شرایط محیطی بهینه برای مهاجرت و حالات متابولیکی بالا می‌باشد (Lucac و همکاران، ۲۰۰۱؛ Holčík، ۱۹۸۶).

رابطه بین الگوهای مهاجرتی ماهیان و فاکتورهای محیطی یک امر معمول ولی پیچیده است. ماهیان ممکن است از فاکتورهای محیطی برای هم‌زمانی مهاجرت یا هدایت کردن مسیر حرکتی خود استفاده کنند (Leggett، ۱۹۷۷). در رودخانه‌ها، مهاجرت ماهیان تحت تاثیر فاکتورهای محیطی هم‌چون دما، سرعت جریان آب و میزان نور است، در واقع افزایش و کاهش دما یا جریان آب می‌تواند مهاجرت ماهیان را به تاخیر بیاندازد یا حتی باعث توقف مهاجرت آن‌ها شود (Johnston، ۱۹۹۰). به‌طورکلی بزرگ‌ترین چالش در زمینه بررسی اثرات فاکتورهای محیطی این است که این فاکتورها با هم در ارتباط هستند و معرفی یک فاکتور موثر بر مهاجرت مشکل است. از سوی دیگر، آگاهی از تاثیر فاکتورهای محیطی روی مهاجرت ماهیان برای حفاظت از جمعیت‌ها و مدیریت آن‌ها امری ضروری می‌باشد (Thorstad و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت تاثیر فاکتورهای محیطی روی مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر، در این تحقیق تاثیر عوامل محیطی بر مهاجرت تولیدمثلی مولدین دهان‌گرد دریای خزر به رودخانه شیرود بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

رودخانه شیرود (تیروم) به‌طول ۳۶ کیلومتر در ۷ کیلومتری غرب شهر تنکابن جریان داشته و موقعیت آن ´۴۹ °۵۰–´۴۸ °۵۰ طول جغرافیایی و ´۵۱ °۳۶–´۴۴ °۳۶ عرض جغرافیایی می‌باشد. وسعت حوزه آبریز رودخانه به ۱۱۰ کیلومترمربع می‌رسد. پهنای رودخانه از ۵۰ تا ۸۰ متر و ژرفای آن از ۱/۵ تا ۲/۵ متر متغیر است (افشین، ۱۳۷۳). رودخانه شیرود دارای رژیم آبی برفی بارانی بوده و متوسط دبی سالانه ۳/۹۴ میلیون مترمکعب است. بستر رودخانه در بالادست، به‌صورت تخته‌سنگی با قلوه‌سنگ‌های بزرگ و در پایین‌دست دارای قلوه‌سنگ‌های ریز و سنگ‌ریزه می‌باشد (معاونت سنجش از دور و جغرافیای سازمان نیروهای مسلح، ۱۳۸۲؛ ابو، ۱۳۷۳).

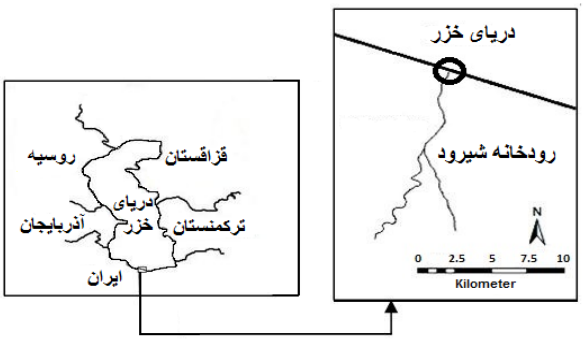
مکان مورد مطالعه در این تحقیق در مصب رودخانه شیرود (زیر پل شیرود) بود (شکل ۱). همان‌طورکه ذکر گردید، دهان‌گرد دریای خزر دارای دو نوع مهاجرت بهاره و پاییزه می‌باشد. بنابراین نمونه‌برداری از ماهیان در این دو فصل انجام شد. نمونه‌های بهاره از اواسط بهمن ۱۳۹۰ تا اردیبهشت ۱۳۹۱ و نمونه‌های پاییزه از اواخر شهریور تا اوایل آبان ۱۳۹۱ به‌صورت هفته‌ای جمع‌آوری شدند.

برای به‌دست آوردن نرخ برآورد تعداد ماهیان مهاجر به رودخانه شیرود، تعداد ماهیان مهاجر در سه زمان صبح، ظهر و شب در مناطق راه‌ماهی (Fish weay) واقع در زیر پل شیرود از طریق مشاهده چشمی شمارش شدند. به‌منظور برآورد بهتر تعداد ماهیان مهاجر، علاوه بر مناطق راه‌ماهی، کل عرض رودخانه نیز مورد بررسی قرار گرفت. در شب شمارش ماهیان مهاجر با کمک چراغ دستی صورت پذیرفت.

در این تحقیق، دما، pH، هدایت الکتریکی، سرعت متوسط جریان آب و نیز شفافیت آب به‌عنوان عوامل محیطی موثر بر مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر به رودخانه شیرود مورد بررسی

قرار گرفت. بدین‌منظور، برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب (شامل دما، pH و هدایت الکتریکی) از دستگاه سنجش کیفیت آب مدل Multi 430i و برای اندازه‌گیری شفافیت آب رودخانه از سشی‌دیسک استفاده شد، هم‌چنین سرعت متوسط جریان آب با استفاده از روش جسم شناور تعیین گردید.

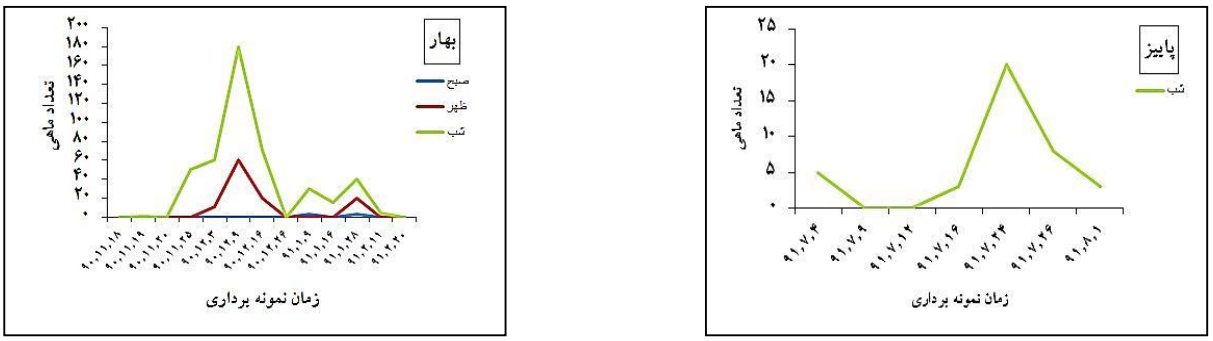
برای تعیین عوامل موثر محیطی و نیز میزان تاثیر آن‌ها بر شدت مهاجرت دهان‌گردان دریای خزر از رگرسیون‌های ساده، رگرسیون خطی چندگانه، رگرسیون لجستیک و آنالیز RDA استفاده شد.



شکل ۱: موقعیت رودخانه شیرود به‌عنوان منطقه مورد مطالعه

نتایج

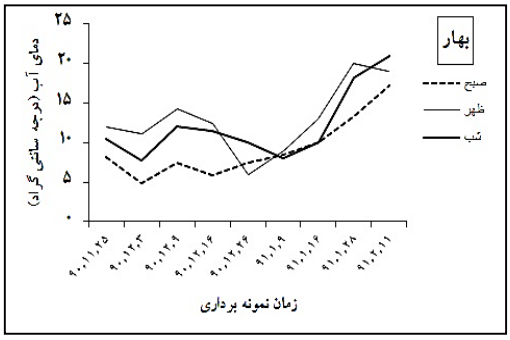
فراوانی تعداد دهان‌گردان مهاجر به رودخانه شیرود در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. بیش‌ترین شدت مهاجرت ماهیان در فصل بهار در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۹ می‌باشد که معادل حدود ٪۴۵ کل ماهیان شمارش شده در این فصل است؛ در فصل پاییز نیز، ٪۵۲ تعداد کل ماهیان در تاریخ ۱۳۹۱/۷/۲۴ مهاجرت نموده‌اند (شکل ۲). هم‌چنین، مشخص گردید که زمان آغاز و پایان مهاجرت این گونه به رودخانه شیرود در زمان نمونه‌برداری برای نمونه‌های بهاره از ۲۰ بهمن تا ۱۱ اردیبهشت و برای نمونه‌های پاییزه از ۴ مهر تا ۱ آبان می‌باشد.

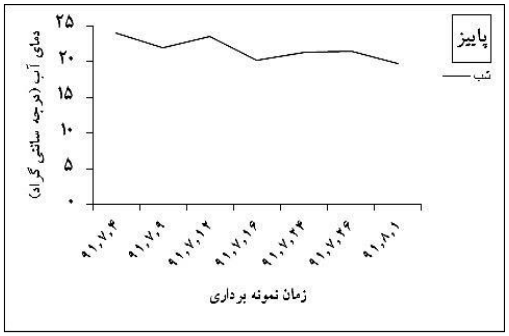


شکل ۲: تعداد ماهیان مشاهده شده در فصول مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر در زمان‌های مختلف

*در فصل پاییز مهاجرت فقط در شب انجام گرفت و در صبح و ظهر هیچ نمونه‌ای مشاهده نشد.

در این تحقیق دامنه دمایی در زمان مهاجرت نمونه‌های بهاره بین ۷/۸ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود، به‌طوری‌که اوج مهاجرت در دمای ۱۰/۸ درجه سانتی‌گراد انجام پذیرفت. در فصل پاییز نیز، مهاجرت نمونه‌های پاییزه در دامنه دمایی ۱۹/۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت که اوج مهاجرت در دمای ۲۱/۳ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۳).





شکل۳: نمودار تغییرات دمای آب در فصل بهار در زمان‌های مختلف

نتایج رگرسیون چندگانه بین لگاریتم طبیعی تعداد ماهیان و فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده دو مدل را بیان کرد. در مدل ۱ میزان همبستگی r=۰/۶۷ و در مدل ۲ میزان همبستگی r=۰/۷۴ به‌دست آمد (جدول ۱):

مدل ۱: Ln Fish= -۱/۲۷+۱/۴۵۹ Time (r=۰/۶۷)

مدل ۲:

Ln Fish=-۰/۳۹۴+۱/۴۸۲ Time-۰/۴۰۸Meterology(r=۰/۷۴)

وضعیت آب و هوا :Metereology، زمان :Time، ماهی :Fish

جدول ۱: نتایج رگرسیون چندگانه بین لگاریتم طبیعی تعداد ماهیان و فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده

مدل		b	Se	r	t	p
۱	ضریب ثابت	-۱/۲۷	۰/۷		-۱/۸۱	۰/۰۸
	زمان نمونه‌برداری	۱/۴۵	۰/۳۲	۰/۶۷	۴/۵۰	۰
۲	ضریب ثابت	-۰/۳۹	۰/۷۵		۰/۵۲	۰/۶
	زمان نمونه‌برداری	۱/۴۸	۰/۳۰	۰/۶۸	۴/۹۴	۰
	وضعیت هوا	۰/۴	۰/۱۷	-۰/۳۱	۲/۳	۰/۰۳

b: ضریب استاندارد، se: خطای استاندارد، r: جذر R (ضریب تعیین چندگانه)، t: مقدار آماره آزمون معنی‌داری ضرایب رگرسیون، p: سطح معنی‌داری

در مدل ۱ در بین متغیرهای محیطی، زمان روز (صبح، ظهر، شب) و در مدل ۲، زمان و وضعیت آب و هوایی (صاف، نیمه‌ابری، ابری، بارانی، برفی) معنی‌دار بودند (جدول ۱) و مابقی معنی‌دار نبودند (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج رگرسیون بین لگاریتم طبیعی تعداد ماهیان و فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده

متغیرهای غیر وابسته	بهار	پاییز
	Sig.	Sig.
دمای هوا	۰/۰۶۶	۰/۴۵
دمای آب	۰/۲۹	۰/۵۳
کنداکتیویتی سمت تنکابن	۰/۰۷	۰/۲۵
کنداکتیویتی سمت رامسر	۰/۸۲	-
سرعت آب	۰/۶۷	۰/۱۸
شفافیت	۰/۰۹	۰/۲
عمق آب	۰/۳۸	۰/۱۴
pH	۰/۴۳	۰/۰۸۶

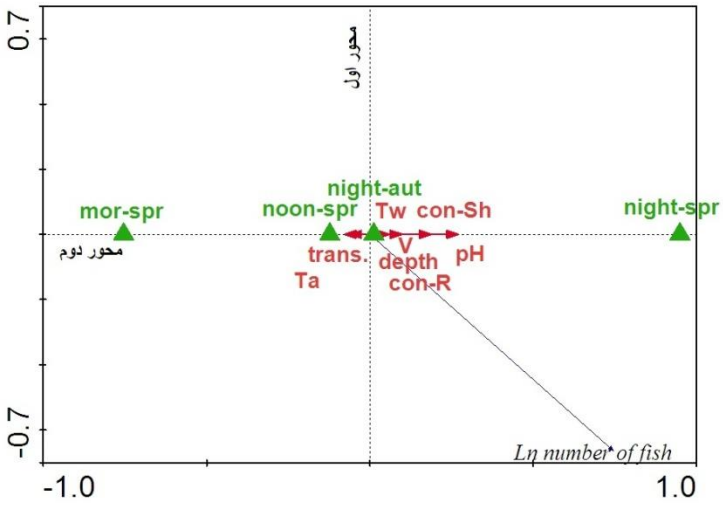
نتایج مقایسه میزان ماهی صید شده در شرایط مختلف آب و هوایی در جدول ۳ آمده است. براساس این جدول، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مهاجرت ماهی به‌ترتیب در هوای نیمه‌ابری و ابری بوده است. نکته قابل توجه این است که در روزهای برفی هیچ‌یک از ماهیان دهان‌گرد دریای خزر در رودخانه شیرود مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین نیز وجود اختلاف معنی‌دار در لگاریتم طبیعی تعداد ماهی صید شده بین هوای ابری و نیمه ابری را نشان می‌دهد اما بین هوای صاف و بارانی با یکدیگر و نیز با هوای نیمه‌ابری و ابری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج مقایسه میانگین لگاریتم طبیعی تعداد ماهیان صید شده در شرایط مختلف آب و هوایی

	صاف	نیمه ابری	ابری	بارانی
لگاریتم طبیعی تعداد ماهی	۲/۵± ۱/۱۴^{ab}	۴/۰۸±۰/۹^{a}	۱/۷±۱/۴۲^{b}	۲/۲۴±۱/۶۲^{ab}

*در شرایط برفی، تعدا ماهیان صید شده برابر با صفر بود.

شکل ۴ نشان دهنده ارتباط بین فاکتورهای محیطی مورد بررسی با مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر در دو فصل بهار و پاییز بر اساس آنالیز RDA می‌باشد. کنداکتیویتی و شفافیت آب در صید دهان‌گردان تاثیر بیش‌تری نسبت به سایر پارامترها داشته است. همان‌گونه که محورهای کوتاه فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده در نمودار آنالیز نشان می‌دهد، تاثیر اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده بر تعداد ماهیان صید شده چندان زیاد نیست. علاوه بر این، این شکل نشان می‌دهد که بیش‌ترین تعداد ماهیان در شب صید شده‌اند.



شکل ۴: نمودار دسته‌بندی حاصل از آنالیز افزونگی برای فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده

فصل بهار- صبح: mor-spr، فصل بهار- ظهر: noon-spr، فصل بهار- شب: night-spr، فصل پاییز- شب: night-aut، دمای هوا :Ta، دمای آب :Tw، اسیدیته :pH، کنداکتیویتی سمت تنکابن :con-Sh، کنداکتیویتی سمت رامسر :con-R، سرعت آب :V، عمق :depth، شفافیت :.trans

نتایج دسته‌بندی مستقیم آنالیز افزونگی (RDA) نشان داد که برای توجیه ارتباط فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری‌شده با مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر محور اول دارای کارایی بیش‌تری نسبت به سایر محورهاست (جدول ۴).

جدول ۴: مقادیر ویژه چهار محور نمودار آنالیز افزونگی برای فاکتورهای محیطی

	محور اول	محور دوم	محور سوم	محور چهارم
مقدار ویژه	۰/۵۶	۰/۴۴	۰	۰

بحث

در این مطالعه که از زمستان سال ۹۰ تا پاییز سال ۹۱ انجام گرفت، مشاهده شد که بر خلاف سایر گونه‌های لامپری، دهان‌گرد دریای خزر دارای دو دوره مهاجرت تولیدمثلی در رودخانه شیرود است که این یافته، با نتایج Nazari و Abdoli (۲۰۱۰) و Ahmadi و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. با توجه به این‌که زمان آغاز و پایان مهاجرت این گونه در هر دو دوره مهاجرت تاکنون به‌طور دقیق مورد بررسی قرار نگرفته است، در این تحقیق سعی بر آن بود تا نمونه‌برداری در بازه‌ای از زمان صورت بگیرد که در ابتدا و انتهای این بازه زمانی، صید به ازای واحد تلاش برابر صفر باشد به‌عبارت دیگر نمونه‌برداری قبل از ورود اولین ماهی و پس از ورود آخرین گروه ماهیان صورت گرفت. براین اساس، مشخص شد که مهاجرت تولیدمثلی دهان‌گرد دریای خزر به رودخانه شیرود در فصل بهار از اواسط بهمن ماه شروع و در اواسط اردیبهشت خاتمه یافت (۲۰ بهمن تا ۱۱ اردیبهشت) و بیش‌ترین شدت مهاجرت در ۹ اسفند ماه بود، در فصل پاییز نیز مهاجرت از اوایل مهر شروع و تا اوایل آبان ماه ادامه پیدا کرد (۴ مهر تا ۱ آبان) و ۲۴ مهر ماه اوج مهاجرت مشاهده شد. هم‌چنین بیش‌ترین درصد مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر در فصل بهار و پاییز در شب اتفاق افتاد به‌طوری‌که درصد بسیار کمی از مهاجرت در صبح و ظهر مشاهده شد. Nazari و Abdoli (۲۰۱۰) در مطالعات خود بیان کردند که، مهاجرت تولیدمثلی دهان‌گرد دریای خزر به سمت بالادست رودخانه شیرود از ۲۱ اسفند آغاز و در ۱۲ اردیبهشت پایان پذیرفت و اوج مهاجرت در فصل بهار ۶ تا ۲۱ فروردین و ۲۶ فروردین تا ۵ اردیبهشت صورت گرفت. علاوه بر این در فصل پاییز مهاجرت از اواسط شهریور شروع و تا بعد از آبان ادامه یافت، هم‌چنین بیان کردند که مهاجرت بیش‌ترین تعداد دهان‌گرد دریای خزر از ساعت ۹ شب تا ۳ صبح انجام گرفت. در رودخانه کورا در آذربایجان نیز، مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر در بازه زمانی ۲۴ شهریور تا اواخر دی مشاهده گردید، به‌طوری‌که اوج مهاجرت آن‌ها در ماه‌های آذر و دی اتفاق افتاده بود (Holčík، ۱۹۸۶). بررسی زمان مهاجرت سایر گونه‌های لامپری در طول شبانه روز نشان می‌دهد که سایر گونه‌های لامپری نیز، همانند دهان‌گرد دریای خزر، در شب بیش از هر زمان دیگری مهاجرت می‌کنند (Quintella و همکاران، ۲۰۰۹؛ Binder و McDonald، ۲۰۰۸؛ Almeida و همکاران، ۲۰۰۷؛ Malmqvist، ۱۹۸۰). به‌نظر می‌رسد که شرایط فیزیکوشیمیایی و اقلیمی در نهرها و رودخانه‌های مختلف و نیز در یک رودخانه در سال‌های مختلف می‌تواند روی زمان شروع و پایان مهاجرت ماهیان دهان‌گرد تاثیر داشته باشد. در مهاجرت بهاره، بیش‌ترین میزان مهاجرت در دمای ۱۲-۸ درجه سانتی‌گراد و اوج مهاجرت در دمای ۱۰/۸ درجه سانتی‌گراد روی داد. در شمال دریای خزر، بیش‌ترین شدت مهاجرت در دمای ۶ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد مشاهده شده است (Holčík، ۱۹۸۶؛ Abdurakhmanov، ۱۹۶۲). اما Nazari وAbdoli (۲۰۱۰) بیان نمودند که بیش‌ترین شدت مهاجرت در دمای ۱۷-۱۶ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و تقریباً ۷۵٪ از عبور ماهیان در دمای ۱۷-۱۶ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. Nazari و Abdoli (۲۰۱۰) به یک رابطه معنی‌دار بین مهاجرت لامپری دریای خزر و دما دست یافتند، به‌طوری‌که افزایش دمای آب ارتباط منفی با میزان مهاجرت داشت. Holčík (۱۹۸۶) عنوان نمود که در رودخانه کورا و ولگا مهاجرت با افزایش و کاهش دما تحریک می‌شود. هم‌چنین، مطالعات صورت‌گرفته بر روی سایر گونه‌های لامپری نشان می‌دهد که مهاجرت تخم‌ریزی در بالغین بروک لامپری (*Lampetr planeri*) و لامپری رودخانه (*Lampetra fluviatilis*) در دمای ۷/۵ درجه سانتی‌گراد و مهاجرت لامپری دریا (*Petromyzon marinus*) در دمای ۱۵-۸ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود (Sjoberg، ۱۹۸۰). علت تفاوت دمای به‌دست آمده در این تحقیق با سایر تحقیقات در این بود که دما تاثیر معنی‌داری بر مهاجرت نداشت. نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی نشان داد با افزایش میزان شفافیت و ارتفاع سطح آب، درصد مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر به رودخانه شیرود در فصل بهار کاهش می‌یابد. نظری (۱۳۸۶) اعلام کرد که با افزایش ارتفاع سطح آب و کدورت آب در هنگام سیلاب مهاجرت این ماهیان نیز افزایش می‌یابد. در این تحقیق میزان مهاجرت در زمان بارانی و سیلابی بودن کاهش یافت اما متوقف نشد، اما در شرایط برفی مهاجرت کاملاً متوقف گردید. درحالی‌که Ginzburg (۱۹۶۹) بیان کرد که مهاجرت دهان‌گردان در هنگام سیلاب متوقف می‌شود. Malmqvist (۱۹۸۰) اعلام کرد که در دوره‌هایی که باران شدید می‌بارد و جریان آب رودخانه افزایش پیدا می‌کند، مهاجرت رو به بالای بروک لامپری (*Lampetra planeri*) قطع می‌شود. Sorensen (۱۹۵۱) نیز بیان نمود که جریان زیاد آب سبب منع مهاجرت رو به بالای مارماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) می‌شود. ممکن است در یک رودخانه پارامترهای موثر در زمان سیلابی بودن باعث مهاجرت شوند و در رودخانه دیگر، این شرایط مساعد برای مهاجرت

زمانی رخ دهد که آب رودخانه حالت سیلابی نداشته باشد. در واقع نتیجه می‌شود که مهاجرت لامپری‌ها احتمالاً مستقل از سیلابی بودن یا نبودن رودخانه‌هاست. براساس نتایج حاصل از این بررسی، مهاجرت بهاره دهان گردان در محدوده سرعت جریان آب معادل ۲-۰/۷۲ مترمکعب برثانیه و برای مهاجرت پاییزه در دامنه سرعت جریان آب برابر با ۰/۶۱-۰/۵ مترمکعب برثانیه صورت گرفت. سرعت جریان آب در زمان اوج مهاجرت بهاره، بین ۱-۰/۸۸ مترمکعب برثانیه بود و در زمان اوج مهاجرت پاییزه، آب سرعتی معادل ۰/۶۱ مترمکعب برثانیه داشت. Lohnisky (۱۹۶۶) در طی بررسی از دو مکان تخم‌ریزی لامپری بروک (*Lampetra pelaneri*) درردخانه چکسلواکی عنوان نمود سرعت جریان در این دو مکان معادل ۱/۴-۱ مترمکعب برثانیه و ۰/۴ مترمکعب برثانیه بوده است. هم‌چنین Morman و همکاران (۱۹۸۰) عنوان نمودند که لامپری دریا (*Petromyzon marinus*) برای تولیدمثل، نهرها و رودخانه‌های بزرگ را ترجیح می‌دهد، هر چند طیف وسیعی از نهرها با اندازه‌های مختلف اعم از شاخه‌های کوچک ساحلی با جریان کم‌تر از ۰/۰۳ مترمکعب برثانیه تا کانال‌های بزرگ با جریان کم‌تر از ۱۴/۴۰۰ مترمکعب برثانیه را اشغال می‌کنند. قابلیت هدایت الکتریکی یا EC معیاری از قدرت هدایت الکتریکی آب است که به‌طور تقریبی نشان‌دهنده میزان یون‌های محلول در آب می‌باشد (Allan، ۱۹۹۵). در این مطالعه میزان هدایت الکتریکی در دو سمت رودخانه با هم متفاوت بود به‌طوری‌که کنداکتیویتی سمت رامسر مقدار بالاتری نسبت به کنداکتیویتی سمت تنکابن داشت. علت اختلاف کنداکتیویتی در دو طرف رودخانه وجود یک نهر فرعی در سمت رامسر بود که در فاصله ۲۰ متری از پل به رودخانه شیرود وارد می‌شد، به‌طوری‌که میزان کنداکتیویتی درون این نهر فرعی به ۵۵۰ میکروزیمنس بر ثانیه می‌رسید. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق میزان مهاجرت در سمت رامسر خیلی بیش‌تر از مهاجرت در سمت تنکابن بود که احتمالاً به‌علت وجود همین نهر می‌باشد (در اوج مهاجرت میزان کنداکتیویتی در سمت رامسر ۴۱۰ میکروزیمنس بر ثانیه و در سمت تنکابن ۳۲۰ میکروزیمنس بر ثانیه بود). به‌غیر از هدایت الکتریکی، تفاوت معنی‌داری بین سایر فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده در دو طرف رودخانه مشاهده نشد. Kirshbaum (۱۹۸۴) ثابت نمود که بلوغ Mormorids می‌تواند با افرایش ارتفاع سطح آب و کاهش هدایت الکتریکی تحریک شود. Slavik (۱۹۹۶) نیز نشان داد که عبور خیلی از سس ماهیان، در رودخانه Etbe بعد از بارش باران بود و این موضوع با افزایش هدایت الکتریکی و کاهش شفافیت آب همبستگی مثبت داشت. در مورد درصد مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر و ارتباط آن با وضعیت آب و هوا، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مهاجرت ماهی به‌ترتیب در هوای نیمه‌ابری و ابری مشاهده شد و در روز برفی مهاجرت به‌طور کامل متوقف شد. این امر نشان می‌دهد که مهاجرت لامپری‌ها در شب‌های صاف و مهتابی و هم‌چنین در زمان بارش باران کاهش می‌یابد. Potter (۱۹۸۳) بیان کرد که بیش‌ترین شدت مهاجرت مارماهی نیوزلند (*Grotria austrulis*) به سمت بالادست رودخانه زمانی است که دمای آب بین ۱۴/۵-۱۲ درجه سانتی‌گراد است و بارش باران، پوشش ابر و یا عدم حضور مهتاب در شب اتفاق می‌افتد که با یافته‌های حاصل از بررسی حاضر مطابقت می‌کند. میزان اسیدیته و قلیائیت در آب‌های جاری می‌تواند به دلایل طبیعی و یا دخالت‌های انسانی متغیر باشد. در مورد پایین بودن سطح pH، Jordahl و Benson (۱۹۸۷) بیان کردند که سطح pH پایین (۵/۸-۵) در آب‌های شیرین سبب شکست تولیدمثلی قزل‌آلای بروک (*Salvelinus fontinalis*) می‌شود. هم‌چنین سطح pH زیاد در نهرهای آب شیرین می‌تواند باعث کاهش سطح فعالیت آزادماهیان، ایجاد پاسخ‌های استرسی، کاهش یا توقف تغذیه و از بین رفتن آرامش ماهیان شود (Wagner و همکاران، ۱۹۹۷). در این مطالعه، pH در طی دوره مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر در هر دو فصل بهار و پاییز بین ۸/۵–۸/۲ متغیر بود و فقط در روز برفی میزان pH به ۷/۵ رسید، اما همان طور که بیان شد در روز برفی هیچ‌گونه مهاجرتی انجام نگرفت. به‌طورکلی می‌توان گفت pH در هر دو فصل تاثیر مثبتی بر مهاجرت دهان‌گرد دریای خزر نشان داد اما این تاثیر معنی‌دار نبود ولی در فصل پاییز، تاثیر pH به‌صورت معنی‌دار مشاهده شد.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس علی خدادوست که در انجام این تحقیق یاری نمودند، کمال تشکر به‌عمل می‌آید.

منابع

۱. **ابو، م.، ۱۳۷۳.** هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه شیرود. طرح مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران. ۶۵ صفحه.

۲. **افشین، ی.، ۱۳۷۳.** رودخانه‌های ایران. جلد دوم. وزارت نیرو. ۵۷۵ صفحه.

۳. **عبدلی، ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷.** تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. تهران. ۲۴۲ صفحه.

۴. **معاونت سنجش از دور و جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۸۲.** فرهنگ جغرافیای رودهای کشور، حوضه آبریز دریای خزر. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۳۴۱ صفحه.

۵. **نظری، ح.، ۱۳۸۶.** بررسی برخی پارامترهای جمعیتی دهان گرد دریای خزر (Kessler, 1870) *Caspiomyzon wagneri* در فصل مهاجرت به رودخانه‌های شیرود و تالار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته بیولوژی ماهیان دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۸۰ صفحه.

6. **Abdurakhmanov, Y.U.A., 1962.** Rŷbŷ presnŷkh vod Azerbaidjana. Izd Akad naud Azerb SSR, Baku (in Russian).

7. **Ahmadi, M.; Amiri Mojazi, B.; Abdoli, A.; Fakharzade, S.M.E. and Hoseinifar, S.H., 2011.** Sex steroids, gonadal histology and biological indices of fall and spring Caspian lamprey (*Caspiomyzon wagneri*) spawning migrants in the Shirud River, Southern Caspian Sea. Environ Biol Fish. Vol. 92, pp: 229-235.

8. **Allan, J.D., 1995.** Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Dordrecht, Neth. 388 p.

9. **Almeida, P.R.; Póvoa, I. and Quintella, B.R., 2007.** Laboratory protocol to calibrate Sea Lamprey (*Petromyzon marinus* L.) EMG signal output with swimming effort. Hydrobiologia. Vol. 582, pp: 209-220.

10. **Binder, T.R. and McDonald, D.G., 2008.** The role of temperature in controlling diel activity in upstream migrant Sea Lampreys. *(Petromyzon marinus*). Can J Fish Aquat Sci. Vol. 65. pp: 1113-1121.

11. **Gill, H.S.; Renaud, C.B.; Chapleau, F.; Mayden, R.L. and Potter, I.C., 2003.** Phylogeny of living parasitic lampreys (Petromyzontiformes) based on morphological data. Copeia. Vol. 4, pp: 687-703.

12. **Ginzburg, Y.I., 1969.** Nerestovaya populyastiya minogi (*Caspiomyzon wagneri* Kessler, 1870) posle zaregulirovaniyar. Volgi plotinoĭ Volgogradskoĭ GES, Vopr, Ikhtiol. Vol. 9, pp: 1022–1031 (in Russian).

13. **Holčík, J.E., 1986.** The Freshwater Fish of Europe. Vol. 1: part I. Petromyzontidae. pp: 117-140.

14. **Hubbs, C.L. and Potter I.C., 1971.** Distribution, phylogeny and taxonomy. In: The Biology of Lampreys: Volume 1 (Eds M.W. Hardisty & I.C. Potter). Academic Press, London, U.K. 251 p.

15. **Johnston, S.V. and Hopelain, J.S., 1990.** The application of dual-beam target tracking and Dopplershifted echo processing to assess upstream salmonid migration in the Klamath River, California In: Developments in Fisheries Acoustics (ed. W. A. Karp). ICES Rapports ET Procès- verbaux des Réunions. Vol. 189, pp: 210-222.

16. **Jordahl, D.M. and Benson, A., 1987.** Effect of Low pH on Survival of Brook Trout Embroys and Yolk-Sac Larvae in West Virginia Streams. Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 116, pp: 807-816.

17. **Kirshbaum, F., 1984.** Reproduction of weakly electric teleosts: just another example of convergent development? Environmental Biology of Fishes. Vol. 10, pp: 3-14.

18. **Kullander, S.O. and Fernholm, B., 2003.** Geotriidae (Southern lampreys), In South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. pp: 11-12.

19. **Leggett, W.C., 1977.** The ecology of fish migrations. Ann. Rev. Ecol. Syst. Vol. 8, pp: 258-308.

20. **Lelek, A., 1987.** The freshwater fishes of Europe. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden. 421 p.

21. **Lohnisky, K., 1966.** The spawning behavior of the brook lamprey, *Lampetra planeri* (Bloch, 1784). Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologiocke. Vol. 4, pp: 289-307.

22. **Lucac, M.C.; Baras. E.; Thom, T.J.; Duncan, A. and Slavik, O., 2001.** Migration of freshwater fishes. Blackwell, London. 420 p.

23. **Maitland, P.S., 1991.** Conservation of threatened freshwater fish in Europe. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Council of Europe Press, Nat Environ Ser. Vol. 46, pp: 6-76.

24. **Malmqvist, B., 1980.** The spawning migration of the brook lamprey, *Lampetra planeri* Bloch, in a South Swedish stream. J Fish Biol. Vol. 16, pp: 105-114.

25. **Morman, R.H.; Cuddy, D.W. and Rugen, P.C., 1980.** Factors influencing the distribution of sea lamprey (*Petromyzon marinus*) in the Great Lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 37, pp: 1811-1826.

26. **Nazari, H. and Abdoli, A., 2010.** Some reproductive characteristics of endangered Caspian lamprey (*Caspiomyzon wagneri*) in the Shirud River southern Caspian Sea, Iran.Environ Biol Fish. Vol. 88, pp: 87-96.

27. **Pavlov, D.S.; Reshetnikov, Y.S.; Shatunovski, M.I. and Shilin, N.I., 1985.** Rare and disappearing fishes in the USSR and the principles of their inclusion in the "Red Book". J Ichthyol. Vol. 25, No. 1, pp: 88-89.

28. **Potter, I.C.; Hilliard, R.W.; Bird, D.J. and Macey, D.J., 1983.** Quantitative data on morphology and organ weights during protracted spawning-run period of the southern hemisphere lamprey *Geotria australis*. Journal of Zoology, London. Vol. 200, pp: 1-20.

29. **Quintella, B.R.; Póvoa, I. and Almeida, P.R., 2009.** Swimming behaviour of upriver migrating Sea Lamprey assessed by electromyogram telemetry. J Appl Ichthyol. Vol. 25, pp: 46-54.

30. **Renaud, C.B., 1997.** Conservation status of Northern Hemisphere lampreys (Petromyzontidae). J. Appl. Ichthyol. Vol. 13, pp: 143-148.

31. **Sjoberg, K., 1980.** Ecology of the European river lamprey Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 37, pp: 1974-1980.

32. **Slavik, O., 1996.** The migration of fish in the Elbe River below Strekov. Ziva. Vol. 4, pp: 179-180.

33. **Sorensen, J., 1951.** An investigation of some factors affecting the upstream migration of the eel. Institute of Freshwater Research of Drottningholm. Vol. 32, pp: 126-172.

34. **Thorstad, E.B.; Økland, F. and Heggberget, T.G., 2007.** Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts. Rev Fish Biol Fisheries. Vol. 18, pp: 345-371.

35. **Wagner, E.J.; Bosakowski, T. and Intelmann, S., 1997.** Combined Effects of Temperature and High pH on Mortality and the Stress Response of Rainbow Trout after Stocking. Transactions of the American Fisheries Society. pp: 244-251.