مجله شیلات
سال اول، پیش‌شماره سوم، پاییز ۸۶

اثرات عوامل هیدرولوژیک و فیزیکوشیمیایی رودخانه خشکرود بر مهاجرت ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum* kamensky, 1901)

*محمدباقر زاهدی[۱]، عباس‌علی زمینی[۲] و امین کیوان[۳]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان،
[۲]استادیار گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، [۳]استاد گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان
*E-mail:yyyzahedi@yahoo.com

چکیده

ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) از ماهیان بومی دریای خزر است که پس از رسیدن به سن بلوغ جهت تخم‌ریزی به آب شیرین وارد شده و به منطقه سفلای خشکرود مهاجرت می‌کند. هدف این تحقیق تعیین اثرات عوامل فیزیکوشیمیایی آب نظیر دما آب گذری, پی‌اچ, اکسیژن محلول, دی اکسید کربن و شفافیت آب رودخانه در مهاجرت تولید مثلی ماهی سفید و نیز مناسب‌ترین میزان این عوامل در زمان حداکثر مهاجرت این ماهی به رودخانه بود. بدین‌منظور همزمان با شروع فصل مهاجرت ماهی سفید میزان عوامل مذکور به‌مدت ۲ ماه و در ٤ نوبت از شبانه‌روز اندازه‌گیری شد. در این تحقیق, ۸۱ درصد ماهیان صید شده, نر، ١٦ درصد ماده آماده تکثیر و ۳ درصد ماده نارس بودند. نتایج حاصل بیانگر این است که دمای هوا با تاثیر برروی دمای آب, اثر غیرمستقیمی بر مهاجرت داشته و محدوده مناسب آن ١٦–۷ درجه سانتی‌گراد در شب و ۱۷–۱۱ درجه سانتی‌گراد در روز تعیین گردید. همچنین محدوده مناسب دمای آب ۱۵–۱۲/۷۵ درجه سانتی‌گراد در شب و ١٦/٢٥–۱۳ درجه سانتی‌گراد در روز تعیین گردید. با توجه به اینکه بیشترین عمق رودخانه ۷۵ سانتی‌متر بود، محدوده مناسب شاخص شفافیت در شب ۷۳/۵ سانتی‌متر و در روز ٦٨/٥–٦٢سانتی‌متر محاسبه گردید. میزان مناسب اکسیژن محلول, بیشتر از ٤ میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید. میزان دی اکسید کربن محلول در آب در شب ٦–۱ میلی‌گرم در لیتر و در روز ۳/۷۵–۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر محاسبه شد. مناسب‌ترین محدوده پی‌اچ آب در زمان حداکثر مهاجرت ۸–۷,۵ در شب و ۸/۵–۸ در روز بود. آب گذری رودخانه در زمان حداکثر مهاجرت ۱–۰/۵ مترمکعب در ثانیه در شبانه روز محاسبه شد. در این تحقیق براساس آزمون T-test میزان صید و مهاجرت در محدوده تاریکی نسبت به محدوده روشنایی از میزان بالاتری برخوردار بود ($P<۰/۰۵$) که نشان‌دهنده میزان بالای نورگریزی در ماهی سفید می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مهاجرت، ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)، خشکرود

مقدمه

آب محیط زیست ماهی بوده که همواره تحت تاثیر عوامل مختلف در آن تغییرات هیدرولوژیک و بیولوژیک اتفاق می‌افتد, ترشح هورمون در بدن ماهیان باعث تغییرات فیزیولوژیک در آنها می‌گردد و سبب می‌شود که ماهیان اجباراً محل زندگی خود را ترک کرده و به محلی که نیازهای فیزیولوژیک جدید آنها را برآورده سازد مهاجرت نمایند, گاهی این مهاجرت‌ها به شنا کردن کیلومترها راه جهت رسیدن به محل جدید نیاز دارند، چیزی که در برخی از ماهیان آزاد مشاهده می‌گردد (۱۰). رودخانه‌ها از نظر مهاجرت ماهیان رود کوچ دارای اهمیت می‌باشند و به همین دلیل مطالعه برروی مهاجرت این ماهیان بیشتر صورت گرفته است زیرا این ماهیان دارای ارزش تجاری زیادی هستند. فواصلی را که ماهیان

برای مهاجرت طی می‌کنند اغلب بسیار زیاد است، استروژن[1] تا ۲۰۰۰ کیلومتر به دانوب (۱٤) و بعضی از دهان گردان نظیر دهان گرد خزری [3] از ۲۰۰۰ تا ۲٤۰۰ کیلومتر را در رودخانه طی می‌کنند (۱۲).

ماهی سفید با نام علمی *Rutilus frisii kutum* از جمله ماهیان مهاجر و رودکوچ[5] بوده که بخش عمده زندگی خود را در آب شور دریا گذرانده و در فصل بهار (نیمه اسفند ماه لغایت پایان اردیبهشت ماه) هر سال جهت تخمریزی و تولید مثل به آب شیرین رودخانه‌ها مهاجرت می‌کند. خشکرود یکی از رودخانه‌های جنوب دریای خزر است که از کوه‌های سماموس (واقع در البرز شمالی) سرچشمه گرفته و به دریای خزر می‌ریزد. تنها شاخه فرعی مهم این رودخانه «کوکورود» نام دارد که در ارتفاعات به آن می‌پیوندد. آب گذری این رودخانه، همان‌طور که از نامش پیداست در پاره‌ای از ماه‌های سال، عموماً در اواخر بهار و اوایل تابستان، به شدت کاهش پیدا کرده و رودخانه تقریباً خشک می‌شود. هدف اصلی این تحقیق تعیین اثر نوسانات آب گذری رودخانه و دما و شفافیت آب، به‌عنوان فاکتورهای اصلی مؤثر در مهاجرت تولید مثلی ماهی سفید بود به موازات آن تعدادی از پارامترهای دیگر فیزیکوشیمیایی آب نظیر، اکسیژن محلول، دی اکسیدکربن و پی‌اچ آب نیز اندازه‌گیری و محاسبه گردید. هدف دیگر، تعیین میزان مناسب عوامل مذکور در زمان حداکثر مهاجرت این ماهی به رودخانه بود، که به‌وسیله تحلیل داده‌های مربوط به تعداد ماهیان صید شده تعیین گردید. تحقیقات مشابهی تحت عنوان بررسی اثرات اکولوژیک رودخانه خشکرود بر مهاجرت تاسماهیان توسط وهاب‌زاده در سال ۱۳۷٦ صورت گرفت. همچنین خانی‌پور در سال ۱۳٦۸ بررسی لیمنولوژیک رودخانه‌های پلرود و خشکرود را از نظر مهاجرت ماهی سفید مورد بررسی قرار دادکه اطلاعات حاصل از تحقیقات صورت گرفته به تجزیه و تحلیل نتایج تحقیق اخیر کمک قابل ملاحظه‌ای نمود.

مواد و روش‌ها

مواد: ترمومتر الکلی، پی‌اچ متر دیجیتال، پره دارای چشمه با سایز ۲۵ میلی‌متر, ظروف شیشه‌ای با درب سمباده‌ای، ارلن، نوار متر، سی چی دیسک، مواد و معرف‌های لازم جهت اندازه‌گیری اکسیژن محلول و CO_2 محلول در آب.

روش کار: به‌منظور بررسی وضع هیدرولوژیک آب خشکرود و رابطه آن با مهاجرت ماهی سفید، محدوده‌ای از بخش انتهایی رودخانه مورد مطالعه قرار گرفت. منطقه بررسی شده بخش سفلای رودخانه است که در محدوده ۵۰۰ متری از مصب رودخانه واقع است و به‌منظور صید از روش سد مانعی یا شیل (کلهام) و پره با چشمه ۲۵ میلی‌متر به‌مدت ٦۰ روز استفاده شد. بدلیل عرض کم رودخانه برای بررسی مسیر از قایق استفاده نشد و پیاده از کنار مسیر رودخانه برای امر نمونه برداری اقدام شد. برای اندازه‌گیری دمای آب رودخانه از ترمومتر الکلی استفاده شد، جهت دستیابی به اندازه دقیق دما و کاهش خطای آزمایش, دمای آب در٤ نقطه متفاوت رودخانه اندازه‌گیری شده و میانگین حاصله به‌عنوان دمای آب در زمان مورد نظر ثبت گردید. علاوه‌بر این به‌علت اهمیت دهانه رودخانه در مهاجرت ماهی سفید اندازه‌گیری دمای آب و سایر فاکتورها نظیر پی‌اچ, شفافیت, اکسیژن محلول, دی اکسید کربن و آب گذری بمدت ۲ ماه و در ٤ نوبت از شبانه‌روز (صبح, ظهر, عصر, شب) به همراه دمای هوا اندازه‌گیری شد.

اکسیژن محلول با استفاده از روش (وینکلر) و با نمونه‌برداری از اعماق نزدیک به کف رودخانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. CO_2 آب به روش تیتراسیون هیدروکسید سدیم ۰/۰۵ نرمال با معرف فنل فتالئین اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری آب‌گذری در رودخانه از روش جسم شناور استفاده گردید و مدت عبور این شناور در محدوده ۱۰ متری محاسبه شد، همچنین از آمار

1- Sturgeon
3- *caspiomyzon wagneri*
5- Anadromous

آب‌گذری رودخانه در سال‌های گذشته که توسط سازمان آب منطقه‌ای و با دستگاه (مولینه) روش‌های میان مقطع و میانگین مقطع اندازه‌گیری شده بود استفاده گردید که بدون شک از روش قبلی دقیق‌تر و مدرن‌تر بود. آب‌گذری توسط فرمول: $D=L\times H\times 10/T$ که در آن T: زمان، H: عمق متوسط، L: عرض متوسط، D: آب‌گذری (۹) محاسبه گردید.

عمق شفافیت آب رودخانه با استفاده از سی چی دیسک با قطر ۲۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه بیشترین عمق رودخانه به‌طور میانگین ۷۵ سانتی‌متر بود، بنابراین این عمق از شفافیت به‌عنوان شاخص آب کاملاً شفاف در نظر گرفته شد. pH آب نیز به‌وسیله پی‌اچ متر دیجیتالی که به روش استاندارد کالیبره شده بود, اندازه‌گیری گردید. آمار صید با ثبت دقیق ساعت، به‌صورت مجزا در جداول جداگانه و در دو محدوده ٦ غروب تا ۱۲ شب و ۱۲ شب تا ٦ صبح به‌عنوان محدوده تاریکی و دو محدوده ٦ صبح تا ۱۲ ظهر و ۱۲ظهر تا ٦ غروب به‌عنوان محدوده روشنایی ثبت گردید. سپس داده‌های مربوط به این زمان‌ها توسط نرم‌افزار SPSS و Excel و با استفاده از آزمون‌های Anova Oneway و ضریب همبستگی و رسم نمودارهای رگرسیونی و بررسی روابط معنی‌دار بین عوامل فیزیکوشیمیایی مذکور با مهاجرت و نیز با یکدیگر, مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

مهاجرت ماهی سفید به رودخانه خشکرود از ۲۲ اسفند ماه شروع شد و ۱۹ اردیبهشت ماه با نامساعد شدن عوامل محیطی و هیدرولوژیک آب رودخانه پایان یافت. از جمله مهم‌ترین این عوامل کم شدن دبی آب رودخانه تا اندازه ۰/۲۵ مترمکعب بر ثانیه، بالا رفتن دمای آب تا ۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد و افزایش بار آلودگی رودخانه تعیین گردید. میزان صید کل ماهی ٤٤٩٤ عدد بود که از این میزان ۸۱ درصد ماهی سفید نر، ۱٦ درصد ماهی ماده آماده تکثیر و ۳ درصد ماهی ماده نارس تعیین گردید. نسبت ماهی نر به ماده ۵ به ۱ تعیین گردید.

میزان کل تخم استحصالی از رودخانه ۲٦٦/۲۵۰ کیلوگرم تعیین گردید. متوسط فاکتورهای اندازه‌گیری شده در کل دوره مهاجرت به شرح ذیل به‌دست آمد: دمای آب =۱۱/٤ درجه سانتی‌گراد، دمای هوا =۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد، عمق شفافیت =٦۸/۵ سانتی‌متر، اکسیژن محلول =٦/٤ میلی‌گرم در لیتر، CO_2 آب =۲/٤۵ میلی‌گرم در لیتر، pH آب =۸/۲ (محدوده مناسب pH بین ۷/۵ تا ۸/۵ بود). آب‌گذری =۱/٦۵ مترمکعب برثانیه.

به‌طور کلی ۷ درصد ماهیان در دهه آخر اسفند، ٤۱ درصد در فروردین ماه، ۵۲ درصد در اردیبهشت ماه به خشکرود مهاجرت کردند.

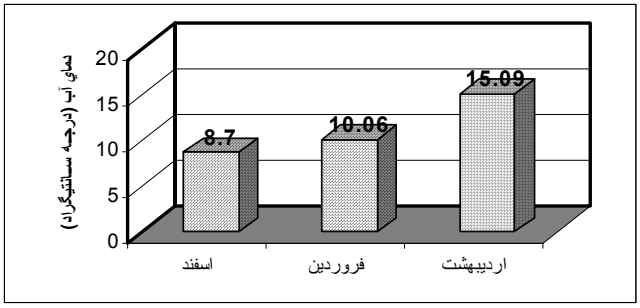
اوج مهاجرت این ماهی به رودخانه خشکرود ٦ تا ۱۱ اردیبهشت ماه تعیین گردید که در این زمان عوامل هیدرولوژیک در جدول ۱ به شرح ذیل اندازه‌گیری شد:

*با توجه به شاخص آب کاملاً شفاف (با عمق شفافیت ۷۵ سانتی‌متر) میزان عمق شفافیت (شبها) در زمان اوج مهاجرت در طبقه کاملاً شفاف قرار می‌گیرد ولی در روز با اندکی کاهش در میزان عمق شفافیت افزایش محسوسی در میزان مهاجرت ماهی مشاهده شد. (بدون استثنا در زمان اوج مهاجرت روزها از میزان عمق شفافیت کمتری نسبت به طبقه کاملاً شفاف برخوردار بودند).

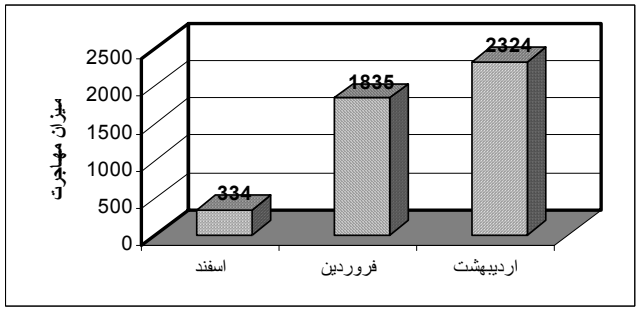
در این تحقیق دمای هوا به‌عنوان یکی از فاکتورهای محیطی با تأثیر برروی دمای آب، اثر غیرمستقیمی بر مهاجرت ماهی سفید داشته و محدوده مناسب آن ۱٦–۷ درجه سانتی‌گراد در شب و ۱۷–۱۱ درجه سانتی‌گراد در روز تعیین گردید. در این پژوهش آب‌گذری رودخانه در اسفند ماه با میانگین ۲/٦ مترمکعب بر ثانیه دارای بیشترین مقدار بود و به‌تدریج از مقدار آن کاسته شد تا در اردیبهشت ماه با میانگین ۰/٤۹ به کمترین حد رسید. در این تحقیق با بررسی تغییرات دمای آب در طی فصل مهاجرت به‌تدریج با افزایش دمای آب (شکل۱) افزایش در میزان مهاجرت مشاهده گردید (شکل ۲).

جدول ۱- میزان عوامل هیدرولوژیک اندازه‌گیری شده در زمان اوج مهاجرت ماهی سفید به خشکرود در سال ۱۳۸٤

عوامل هیدرولوژیک	واحد اندازه‌گیری	میانگین در زمان شروع مهاجرت	میانگین در زمان پایان مهاجرت	میانگین در شب	محدوده در شب	میانگین در روز	محدوده در روز
دمای آب	درجه سانتی‌گراد	۷/۵	۱۸/۵	۱۳/٦	۱۲/۷۵ تا ۱۵	۱٤,٦	۱۳ تا ۱٦/۲۵
*** شفافیت**	سانتی‌متر	۹	۱٦/۵	۷۳/۵	٦۷/۵ تا ۷۵	٦۵	٦۱ تا ٦۸/۵
اکسیژن محلول درآب	میلی‌گرم در لیتر	۸	٤	۵/۱	٤ تا ٦/۳۸	۵	٤/۲۵ تا ۵/۷۵
CO_2 محلول در آب	میلی‌گرم در لیتر	۲	٤	۳/۹	۲/۵ تا ٦/۲۵	۲,۵	۰/۷۵ تا ۳/۷۵
PH آب	-	۸	۷/۸	۸/۰۷	۷/۹ تا ۸/٤	۸,۲	۸/۱۵ تا ۸/۳
دبی آب رودخانه	مترمکعب درثانیه	٤/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵



شکل ۱- تغییرات دمای آب از ماه اسفند تا اواخر اردیبهشت سال ۱۳۸٤ در خشکرود



شکل ۲- نشان‌دهنده میزان صید تجمعی ماهی سفید در ماه‌های مختلف فصل مهاجرت سال ۱۳۸٤ در خشکرود

بر اساس بررسی‌های آماری انجام گرفته بین عوامل هیدرولوژیک و میزان مهاجرت روابط ذیل به‌دست آمد:

۱- براساس نتایج به‌دست آمده از آزمون ضریب همبستگی بین فاکتورهای دمای آب، شفافیت آب، دبی آب با میزان مهاجرت در شب (محدوده‌های تاریکی) در سطح ۹۵ درصد (r=۰/۵۲، r=۰/۲۷، P<۰/۰۵) ارتباط معنی‌دار آماری وجود دارد.

۲- براساس آزمون ضریب همبستگی بین فاکتورهای اکسیژن محلول و دبی با میزان مهاجرت در روز (محدوده‌های روشنایی) در سطح ۹۵ درصد (r=۰/۲۹، r=۰/٦۱، P<۰/۰۵) ارتباط معنی‌دار آماری تعیین گردید.

۳- براساس آزمون رگرسیون بین فاکتورهای pH و اکسیژن محلول با میزان مهاجرت در روز در سطح ۹۵ درصد ارتباط معنی‌دار آماری تعیین گردید.

٤- براساس آزمون رگرسیون بین فاکتورهای دبی واکسیژن محلول با میزان مهاجرت در شبانه روز در سطح ۹۵ درصد ارتباط معنی‌دار آماری تعیین گردید.

۵- براساس آزمون رگرسیون بین فاکتورهای دبی و دمای آب با میزان مهاجرت در شب در سطح ۹۵ درصد ارتباط معنی‌دار آماری تعیین گردید.

٦- براساس آزمون رگرسیون بین فاکتورهای دبی و دمای آب و اکسیژن محلول با میزان مهاجرت در روز در سطح ۹۵ درصد ارتباط معنی‌دار آماری تعیین گردید.

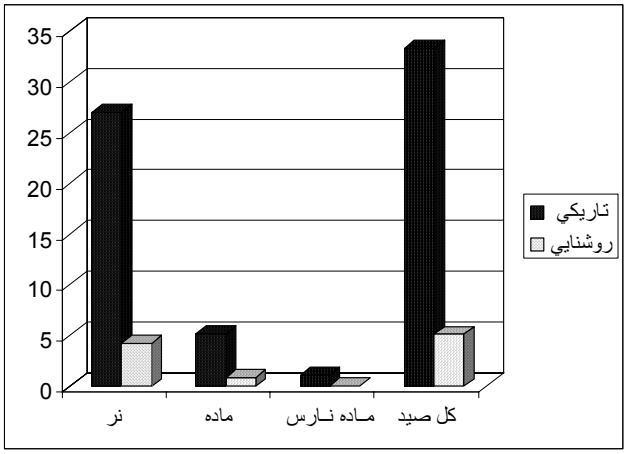
۷- براساس آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One Way Anova) بین زمان‌های صید در شب و روز تفاوت معنی‌دار آماری تعیین گردید و براساس آزمون توکی محدوده‌های زمانی ۱۲ شب تا ٦ صبح و ٦ غروب تا ۱۲ شب به‌عنوان تاریکی به‌ترتیب با میانگین صید ۳۸/۰٤±۳۵/٦۵ عدد ماهی و ۵۱/٦۵±۳۰/۹۷ عدد ماهی نسبت به زمان‌های ٦ صبح تا ۱۲ ظهر و ۱۲ ظهر تا ٦ غروب به‌عنوان محدوده‌های روشنایی به‌ترتیب با میانگین صید ۲۷/۹۸±۵/۳۹ عدد ماهی و ۲۳/٦۸±٤/۸٤ عدد ماهی از میزان مهاجرت بالاتری برخوردار بود ($P<۰/۰۵$).

۸- در این تحقیق براساس آزمون T-test میزان مهاجرت در محدوده تاریکی با میانگین ٤۵/۱۷±۳۳/۳۲ عدد ماهی نسبت به محدوده روشنایی با میانگین ۲۵/۸±۵/۱۲ عدد ماهی از میزان بالاتری برخوردار بوده و از لحاظ آماری بین میانگین‌های فوق تفاوت معنی‌داری تعیین گردید (نمودار۳) ($P<۰/۰۵$). (توضیح: اعداد سمت راست انحراف معیار می‌باشند).

براساس آزمون ضریب همبستگی بین فاکتورهای ذیل (طبق شکل‌های ٤ تا ۸) ارتباط معنی‌دار آماری تعیین گردید:

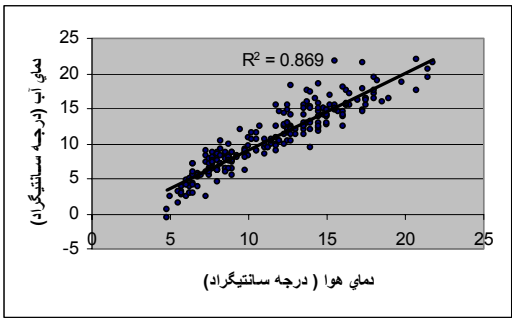
- دمای آب با دمای هوا ($r=۰/۸۷$، $P<۰/۰۱$) افزایش دمای آب = افزایش دمای هوا.
- دمای آب با دبی آب رودخانه ($r=۰/-۵۵$، $P<۰/۰۵$) افزایش دمای آب = کاهش دبی آب.
- دمای آب با CO_2 آب ($r=۰/-٤۹$، $P<۰/۰۱$) افزایش دمای آب = کاهش CO_2.
- شفافیت با دبی آب ($r=-۰/۲۹$، $P<۰/۰۱$) افزایش دبی=کاهش شفافیت.

اکسیژن محلول با دبی آب ($r=۰/۳۵$، $P<۰/۰۱$) افزایش اکسیژن=افزایش دبی آب.



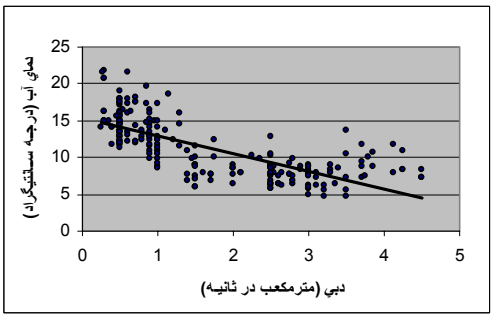
شکل ۳- نمودار ستونی مقایسه میزان مهاجرت در محدوده‌های تاریکی (شب)و روشنایی(روز).

* توضیح (ستون عمودی در شکل بالا تعداد قطعه ماهی سفید صید شده می‌باشد)



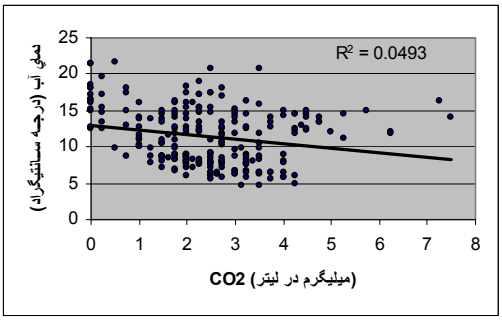
شکل٤- نمودار رگرسیونی دمای آب با دمای هوا

($P<$۰/۰۱ ،r=۰/۸۷)



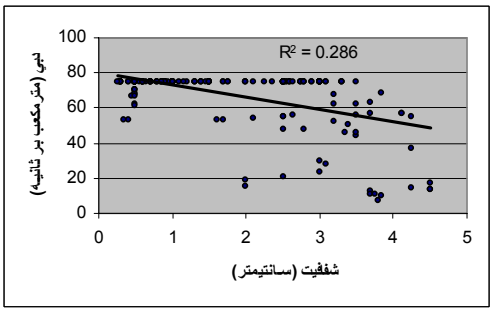
شکل۵- نمودار رگرسیونی رابطه دمای آب با دبی

($P<$۰/۰۵ ،r=۰/۵۵)



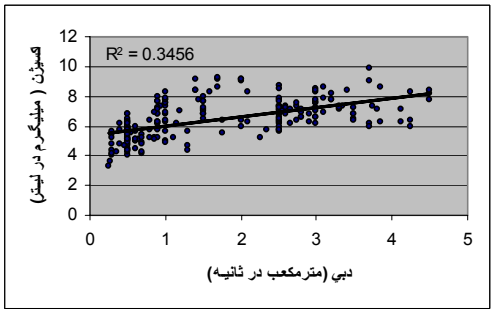
شکل ٦- نمودار رگرسیونی رابطه بین دمای آب و CO_2 با دبی

($P<$۰/۰۱ ،r=۰/٤۹)



شکل ۷- نمودار رگرسیونی رابطه بین شفافیت

($P<$۰/۰۱ ،r=۰/۲۹)



شکل ۸- نمودار رگرسیونی رابطه بین اکسیژن محلول با دبی

($P<$۰/۰۱ ،r=۰/۳۵)

بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات فیزیولوژیکی به‌وجود آمده در فصل مهاجرت ماهی سفید شرط کافی برای شروع مهاجرت این ماهی نیست، بلکه همزمان با ایجاد این تغییرات باید امکان یافتن آب شیرین رودخانه با شرایط و کیفیت مناسب برای آن وجود داشته باشد. قدم اول در این جهت، قرار گرفتن ماهی در مسیر آب شیرین بوده به‌طوری‌که گیرنده‌های حسی موجود در بدن ماهی با آب شیرین در تماس قرار گیرند. به بیان ساده‌تر اگر رودخانه‌ای با کیفیت آب مناسب ولی شرایط محیطی و هیدرولوژیک نامناسب وجود داشته باشد، به‌علت عدم نفوذ کافی آب رودخانه به دریا ماهی سفید قادر به شناسایی آب شیرین و انتخاب مسیر مهاجرت خود نخواهد شد. پس این چنین رودخانه‌ای مناسب مهاجرت این گونه ماهی نمی‌باشد. این امر برتری عوامل محیطی و هیدرولوژیک آب را نشان می‌دهد (۵).

اکثر بررسی‌های گذشته در این رودخانه (خشکرود) بیشتر حالت گزارش گونه داشته و کمتر از بعد آماری

مورد توجه قرار گرفته است، ولی تحقیق حاضر علاوه‌بر در نظر گرفتن داده‌های کیفی و کمی به مسائل آماری نیز پرداخته است.

تاریخ شروع و پایان مهاجرت مهاجرت ماهی سفید به رودخانه خشکرود از ۲۲ اسفند آغاز گشته و ۱۹ اردیبهشت با نامساعد شدن شرایط محیطی و هیدرولوژیک آب رودخانه پایان یافت که با زمان شروع مهاجرت به رودخانه‌های حویق و لمیر در نیمه دوم اسفند و پایان آن در نیمه دوم اردیبهشت مطابقت دارد (رضوی، ۱۳۷٤). طبق آمار موجود در۵ سال متوالی۷۷-۱۳۷۳، تاریخ شروع مهاجرت ماهی سفید در رودخانه‌های استان گیلان از ۲۱ اسفند تا ١٤ فروردین سال بعد در نوسان بود (٦). نسبت مولدین نر و ماده در این پژوهش نسبت مولدین نر به ماده ۵ به۱بود.

با بررسی چند گونه از ماهیان خاویاری مشخص شد که هر چند در دریا تعداد جنس ماده به تعداد جنس نر غلبه دارد ولی در میان گروهی که برای تخم‌ریزی به رودخانه مهاجرت می‌کنند، جنس نر غالب می‌باشد (۱۳).

زمان اوج مهاجرت براساس نتایج این تحقیق حداکثر مهاجرت ماهی سفید به رودخانه در روزهای ٦ تا ۱۱ اردیبهشت تعیین گردید و در گزارش سبحانی‌ثانی در سال ۱۳۷۷ این زمان بین روزهای ٦ فروردین تا ۱۸ اردیبهشت در نوسان می‌باشد. حداکثر مهاجرت ماهی سفید به رودخانه‌های آذربایجان در اواخر ماه مارس (اوایل فروردین) و اوایل ماه آوریل (اواسط فروردین) مشاهده شده است (١٦).

دمای آب همان‌طوریکه در این پژوهش مشاهده گردید افزایش دما باعث افزایش در میزان مهاجرت ماهی سفید گردید. این امر با توجه به نقش دما در تشدید فعالیت‌های فیزیولوژیکی تولید مثل در زمان مهاجرت تولید مثلی قابل توجیح خواهد بود. در این بررسی محدوده دمای آب حداکثر مهاجرت در شب (محدوده تاریکی) ۱۵-۱۲/۷۵ و در روز (محدوده روشنایی) ۱۳-۱٦/۲۵ تعیین گردید. درجه حرارت حداکثر مهاجرت در رودخانه‌های غرب گیلان طی ۵ سال (۱۳۷۷-۱۳۷۳) بین ۹ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده که حداقل آن در سال ٧٤ مربوط به رودخانه لمیر و حداکثر آن در سال ۷۵ مربوط به رودخانه ناورود می‌باشد (سبحانی‌ثانی، ۱۳۷۷) که این محدوده دربرگیرنده نتایج این تحقیق می‌باشد.

دامنه دمایی مناسب برای تخم‌ریزی ماهی سفید بین ٦تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد ولی اوج مهاجرت این ماهی به رودخانه‌ها جهت تخم‌ریزی در دمای ۱۲/۳ تا ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد (١٦).

دمای مناسب برای مهاجرت ماهی سفید ۱۱/۵ الی ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد است که این دما در رودخانه‌های منطقه گیلان به ثبت رسیده است (۱).

برای گونه *Rutilus frisii meidingeri* که متعلق به نواحی اروپایی است، دمای مناسب مهاجرت در محدوده ۱۲-۱۱ درجه سانتی‌گراد ثبت گردیده است (۱۵).

براساس نتایج این تحقیق بین دمای آب با میزان رسیدگی ماهیان ماده در شبانه‌روز رابطه معنی‌دار آماری مشاهده شد. بر این اساس هر چه دمای آب پایین‌تر باشد میزان رسیدگی ماهی کمتر و زمان آن طولانی‌تر خواهد بود. هر چه درجه حرارت آب پایین‌تر باشد طول مهاجرت ماهی سفید در رودخانه هم افزایش می‌یابد (۳).

افزایش آب‌گذری رودخانه، باعث افزایش عمق نفوذ آب شیرین به داخل دریا و محل تجمع ماهی سفید شده که این امر (احساس آب شیرین توسط ماهی) باعث افزایش میزان مهاجرت می‌شود (۵). در تحقیق اخیر آب‌گذری زمان حداکثر مهاجرت ماهی سفید ۱-۰/۵ مترمکعب بر ثانیه تعیین گردید و بنابر گزارش سبحانی‌ثانی، ۱۳۷۷ آب‌گذری حداکثر مهاجرت در رودخانه‌های غرب گیلان بین ۰/٤ تا ۷/۵ مترمکعب بر ثانیه اندازه‌گیری و ثبت گردید بنابراین از این حیث رودخانه خشکرود کمترین مقدار آب‌گذری را دارا می‌باشد ولی عدم نوسان آن به مدت طولانی می‌تواند

عاملی مثبت در مهاجرت ماهی سفید تلقی شود. در رودخانه خشکرود با بررسی‌های انجام گرفته آب‌گذری پایان مهاجرت ۰/۲۵ مترمکعب بر ثانیه تعیین گردید. آب‌گذری پایان مهاجرت رودخانه‌های غرب گیلان بین ۰/۰۲ تا ۲/۲ مترمکعب بر ثانیه در نوسان بوده است (٦).

حد مطلوب پی‌اچ آب خشکرود در کل زمان مهاجرت بین ۷/۵ تا ۸/۵ اندازه‌گیری شد و در پی‌اچ پایین‌تر از ۷ مهاجرتی دیده نشد شاهد این امر پی‌اچ آب رودخانه چمخاله است که در فصول مهاجرت بین ۷/٦ تا ۸/۷ اندازه‌گیری شد (۸). pH آب شیرود هم از نوسان کمی برخوردار بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان مهاجرت مولدین ماهی سفید نشان نمی‌دهد (۵) ازاین نظر با نتایج این بررسی مطابقت کامل دارد.

شفافیت آب به مقدار مواد معلق آن نظیر رس، لای، موادآلی و غیرآلی بسیار ریز، پلانکتون‌ها و سایر ارگانیسم‌های میکروسکوپی بستگی دارد. شفافیت تأثیر بسزایی در مهاجرت ماهی سفید دارد (۳).

در این تحقیق حد مطلوب عمق شفافیت در روز بین ۷۰-٦۰ سانتی‌متر و در شب، ٦۵ سانتی‌متر تعیین گردید، در حالی‌که این محدوده توسط خانی‌پور، ۱۳٦۸ بین ٤۰-۳۰ سانتی‌متر گزارش شده است. از آنجا که رودخانه خشکرود در اکثر اوقات فصل مهاجرت دارای شفافیت بالایی بود از این لحاظ برای مهاجرت مناسب بوده است.

اکسیژن محلول در آب اساسی‌ترین فاکتور حیاتی برای آبزیان است که از طریق مکانیکی و انتشار به آب وارد شده و بخش عمده‌ای از طریق فتوسنتز گیاهان حاصل می‌گردد. نوسانات اکسیژن محلول را می‌توان تابعی از عوامل فیزیکی و شیمیایی و همچنین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان دانست (۲).

در رودخانه خشکرود به‌علت آب‌گذری مناسب و جریان خوب رودخانه در اوایل فصل مهاجرت و همین‌طور عبور آب از لابه‌لای چوب‌های متصل به هم در شیل مستقر در رودخانه که حالت آبشارگونه‌ای به آن می‌داد و همچنین کاهش دمای آب باعث افزایش اکسیژن محلول در آن شده, اما با روند کاهش آب‌گذری و کم شدن جریان آب رودخانه و افزایش دما و ایجاد حالت ماندابی، رفته‌رفته از میزان اکسیژن محلول آب (حتی تا میزان ۳ میلی‌گرم در لیتر) کاسته شد.

در بررسی اخیر حد مطلوب اکسیژن برای مهاجرت ماهی سفید،٤ میلی گرم بر لیتر تعیین گردید و شاهد این امر ارزیابی عملی ۱ که در رابطه با نیازمندی‌های غلظت اکسیژن محلول در آب برای ماهیان گرمابی صورت گرفته و مقدار آن برای رشد و نمو و تولید مثل در شرایط نرمال، ۵ میلی‌گرم در لیتر آورده شده است، می‌باشد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که در اواخر فصل مهاجرت میزان اکسیژن محلول به زیر حد نرمال رسیده و بنابراین تبدیل به عاملی بازدارنده برای مهاجرت ماهی سفید می‌شود.

رابطه طول و وزن مولدین در مقایسه سال‌های ۱۳۷۷_۱۳۷۳ طول متوسط مولدین نر صید شده ۳٦۸ میلی‌متر و طول متوسط مولدین ماده صید شده ٤٦٤ میلی‌متر بوده است و در تحقیق اخیر طول متوسط مولدین نر و ماده به‌ترتیب ۳٤۳/۸۳ و ٤۲۵/٦۱ میلی‌متر تعیین گردید که منطبق با گزارش سبحانی ۱۳۷۷ می‌باشد و تغییر چندان زیادی نسبت به گذشته نداشته است. ماهیان سفید نر کوچک‌تر از ماده‌ها هستند و طول آنها بین ۷۱-٤۲ سانتی‌متر متغیر است (۷).

همچنین براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش, میانگین وزن ماهیان سفید نر و ماده در سال ۸٤ به‌ترتیب ۳۷۱/۱۵ گرم و ۷٤۷/۸۳ گرم بوده است که این ارقام تقریباً نصف میزان وزن متوسط ماهیان صید شده در طی سال‌های ۷٤ تا ۷۷ با وزن ٦۹۸/۳ گرم برای نرها و ۱۲۸۵ گرم برای ماده‌ها (٦) بوده است. مطابق آمار گزارش شده توسط سبحانی‌ثانی در سال ۱۳۷۷ در طی ۵سال کوچک‌ترین مولد نر از لحاظ وزنی ۲۰۰ گرم و ازلحاظ طول ۲٦۰ میلی‌متر و همچنین بزرگترین مولد نر ۲٤۰۰ گرم و از لحاظ طولی ۵۸۰ میلی‌متر بود. کوچک‌ترین مولد

ماده از لحاظ وزنی ۲۰۰ گرم و از لحاظ طولی ۲۸۰ میلی‌متر و همچنین بزرگ‌ترین مولد ماده از لحاظ وزنی ۳۵۰۰ گرم و از لحاظ طولی ۷۸۰ میلی‌متر بوده است و در تحقیق اخیر بیشترین طول نر و ماده به‌ترتیب، ٤٤٠ و ٥٦٠ میلی‌متر اندازه‌گیری گردید و کمترین میزان آن در این بررسی به‌ترتیب ۲۲۰ و ۲۹۰ میلی‌متر به‌دست آمد. و نیز بیشترین وزن نر وماده به‌ترتیب ۱۰۰۰ و۱۸۵۰ گرم و کمترین وزن نر و ماده به‌ترتیب ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم تعیین گردید که مقایسه نتایج به‌دست آمده نشانگر کوچک‌تر و سبک‌تر شدن ماهیان در سال ٨٤ می‌باشد. در سال ٦٩-١٣٦٨ حداقل طول ماهی سفید صید شده ۲۲۰ میلی‌متر و حداکثر ٥٦٠ میلی‌متر بوده است (٤).

همین‌طور براساس تحقیقات صورت گرفته توسط سبحانی‌ثانی در سال‌های ۷۷-۱۳۷٤ معمولاً در شرایطی که سایر پارامترهای مؤثر در مهاجرت ماهی مناسب باشد وضعیت تلاطمی و کولاکی دریا در شدت مهاجرت تأثیر مثبت داشته و باعث کشش و جذب ماهیان به سمت آب شیرین می‌شود، البته متذکر می‌گردد که این امر فقط در هنگامی میسر است که آب‌گذری و همچنین سایر عوامل مؤثر در مهاجرت ماهی مناسب باشد مورد تحقیق اخیر هم صدق می‌کند. با بررسی‌های انجام شده و انجام آزمون‌های آماری بین محدوده تاریکی با روشنایی اختلاف کاملاً معنی‌داری تعیین گردید که اذعان بر نور گریز بودن ماهی سفید دارد. نظر به اینکه در مورد واکنش این ماهی به نور اطلاعات زیادی در دست نیست پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی دقیق‌تر و در سطح وسیع‌تری در این زمینه صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات کارشناس محترم آمار جناب آقای مهندس جلیل‌پور قدردانی می‌نمایم. همچنین از کمک‌های بی‌دریغ رئیس محترم مرکز تکثیر و پرورش ماهی شهید انصاری رشت جناب آقای مهندس حسین طلوعی و همچنین از مسئول بخش تکثیر ماهی جناب آقای مهندس سبحانی و کلیه پرسنل این مرکز که بنده را در انجام این پژوهش یاری دارند کمال تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

۱-آذری تاکامی، ق.، و رضوی‌صیاد، ب. ۱۳٦۹. بررسی تکثیر مصنوعی و تکثیر ماهی سفید مجله دانشکده دامپزشکی (دانشگاه تهران). شماره یکم. دوره چهل و پنج. صفحات ٦۰-٤۰.

۲-اسماعیلی، ع. ۱۳۸۳. هیدروشیمی بنیان آبزی‌پروری. انتشارات اصلانی. ۲٤۹ صفحه. صفحات ۱٥٤-۱٥۳.

۳-خانی‌پور، ع.ا. ۱۳٦۸. بررسی لیمنولوژیکی رودخانه‌های پل‌رود و خشکرود از نظر مهاجرت ماهی سفید. پایان‌نامه کارشناسی شیلات. دانشکده منابع طبیعی گرگان. ۱۱۸ صفحه. ص۸۷.

٤-رضوی، ب. ۱۳۷٤. زندگی ماهی سفید. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. بندرانزلی. ۱٦٥ صفحه, ص٤۲.

٥-رسولی، ب. ۱۳۸٤. نقش عوامل محیطی و شرایط کیفی آب رودخانه شیرود در رسیدگی جنسی ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*). سمینار کارشناسی‌ارشد شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۲۳ صفحه. ص ۲۱-۸.

٦- سبحانی‌ثانی، م. ۱۳۷۷-۱۳۷۱. مجموع گزارش‌های بیوتکنیک تکثیر و پرورش ماهی سفید (گزارش به معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران). ٦۸ صفحه. صفحات ۲۲-۳.

۷- عبدلی، الف. ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. انتشارات موزه طبیعت و حیات وحش ایران. ۳۷۷ صفحه. صفحات ۱۲۰-۱۱٥.

۸- فرخ‌روز، م. ۱۳۸۳. بررسی اثرات هیدرولوژیک و شرایط اکولوژیک رودخانه چمخاله برروی مهاجرت اوزون‌برون. اولین همایش علمی ـ پژوهشی علوم شیلاتی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۸ صفحه, صفحات ٦-۳.

۹- مهدوی، م. ۱۳۷۱. هیدرولوژی کاربردی. دانشگاه تهران.۳۱۲ صفحه. ص۲٥۰.

۱۰- وثوقی، غ. ح.، و مستجیر، ب. ۱۳۷۱. ماهیان آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۷ صفحه.

۱۱- وهاب‌زاده، ح. ۱۳۷٦. بررسی اثرات اکولوژیک رودخانه خشکرود بر مهاجرت و تولید مثل ماهیان خاویاری به‌ویژه گونه ازون‌بـرون. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۸٦ صفحه. ۸٦- ۳۸ ص.

12.Behning, A. 1928. Das leben der Wolga, zugleich eine Einfuhrung in die flussbiologie. Die Binnengewasser, Stuttgart, Pp: 26.

13. Berg. L.S. 1948B. Fresh water fishes of the USSR and adjacent countries, retranslated in English, National fondation, science washington D.C. 504p, pp: 78-81.

14.Busnita, T. 1961. Die Wandlungen Der Fishfauna Der Unteren Danau. Verh. Int. Verein. Theor. Limnol. 14. Pp: 346–347.

15.Kaniz, E. 1997. Contribution to the biology and reaing of *Rutilus frisii meidingeri* (nordmann), Gollmann, tt. p. OESTERR. Fish, 4: 91–98.

16.Kuliev, Z.M. 1997. Carps and Perches of the southern and middle caspian (Structure of the population, ecology, distribution and measures for population restocking). Author abstract of the Dissertation for the Doctor's degree. Baku, Pp: 14-15.

Effects of hydrological and physicochemical factors of Khoshkrood river on Kutum (*Rutilus frisii kutum* kamensky) migration

[*]M.B. Zahedi[1], A.A. Zamini[1] and A. Keyvan[1]

[1]M.Sc. in Fisheries, Islamic Azad University, Lahijan Branch, [2]Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Islamic Azad University, Lahijan Branch, [3]Full Prof. Dept. of Fisheries, Islamic Azad University, Lahijan Branch

**E-mail:yyyzahedi@yahoo.com*

Abstract

The kutum (*Rutilus frisii kutum*) is an endemic fish of Caspian Sea, which enters to fresh water because of spawning after attaining maturity, and it migrates to Khoshkrood lower area. The purpose of this research was to determine the effects of physical-chemical factors such as water discharge, temprature, pH, soluble Oxygen, carbon dioxide, and transparency of fresh water on kutum reproductive migration; and was also the most appropriate measure of these factors in the maximum period of migration. For this aim, the values of the mentioned factors were measured within to months four times a day during the migration season. In this research, 81 percent of the captured fish were male, 16 percent of them ready to breed and 3 percent of them were immature. The obtained results showed that atmosphere temperature effects water temperature; so it has an direct influence on migration rate. The optimum range for atmosphere temperature was determined 7-16 degrees Celsius at night and 11-17 degrees Celsius during the day. Also the appropriate extent of water temprature was determined 12.75-15 degrees Celsius at night and 13-16.25 degrees Celsius during the day.With due attention to the most depth of the river which was 75 cm, optimum value of transparency index was determine 73.5 cm at night and 62-68.5 cm in day. The appropriate range of soluble oxygen was counted more than 4 mg/l. The appropriate range of soluble carbon dioxide in the water at night was counted 1-6 mg/l and 0.75-3.75 mg/l in day. The most appropriate pH extent in water at maximum period of migration was counted 7.5-8 at night and 8-8.5 in day. Water discharge in the river in the maximum priod of migration 0.5-1 m^3/s was counted during days and nights. In this research on the basis of T-test, the measure of capturing and migration rate in dark extent comparing with lighting exent was in the highest extent ($P<0.05$). It shows the high negative phototropism in kutum.

Keywords: Migration; Kutum (*Rutilus frisii kutum*); Khoshkrood