نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد ششم، شماره دوم، ۱۳۹۶
http://ejang.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejang.2019.11117.1312

ارزیابی وضعیت ذخایر ماهیان اقتصادی سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از مطالعات انجام‌شده با نشانگرهای ریزماهواره

***رقیه صفری[۱]، سهراب رضوانی گیل‌کلایی[۲]، علی شعبانی[۱]، احمدرضا جبله[۱] و مرادمحمد شکیبا[۳]**

[۱]استادیار گروه شیلات- تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
[۲]استاد مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران، [۳]مربی مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: بررسی تنوع ژنتیکی ماهیان می‌تواند به‌عنوان شاخص وضعیت ذخایر ماهیان قلمداد گردد. بدین‌منظور وضعیت ذخایر ۱۰ گونه از ماهیان اقتصادی سواحل جنوبی دریای خزر شامل کپور معمولی، کلمه، گاوماهی خزری و سرگنده، سوف‌ماهی، کلیکا، کفال، سفید، سیاه‌کولی و اردک‌ماهی با استفاده از مطالعات انجام‌شده با نشانگرهای ریزماهواره مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: میزان هتروزیگوستی و فراوانی اللی گزارش‌شده در مطالعات گونه‌های مذکور با شاخص در نظر گرفته‌شده توسط دی ودی و آویس مقایسه شد.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری: میزان هتروزیگوستی و فراوانی اللی در گونه‌های رودکوچ سفید و سیاه‌کولی به‌ترتیب بیش‌تر و کم‌تر از شاخص در نظر گرفته‌شده برای ماهیان رودکوچ (هتروزیگوسیتی ۰/٦۸ با فراوانی اللی ۱۱/۳) بود. در ماهیان کپور و کلمه میزان هتروزیگوستی و فراوانی اللی مطابق و در ماهی سوف بالاتر از شاخص ماهیان آب شیرین (۰/۵۸ و ۷/۵) و در ماهی کفال هر دو شاخص پایین‌تر از میزان در نظر گرفته برای ماهیان آب شور (۰/۷۹ و ۲۰/٦) و در گاوماهیان و ماهی کلیکا در رنج شاخص در نظر گرفته‌شده در ماهیان آب شور و شیرین گزارش شد. نتایج نشان می‌دهد که علائمی از کاهش تنوع ژنتیکی و بروز تنگنای ژنتیکی در اکثر گونه‌های مطالعه شده دریای خزر دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ذخایر، دریای خزر، نشانگرهای ریزماهواره

* مسئول مکاتبه: fisheriessafari@yahoo.com

مقدمه

دریای خزر بزرگ‌ترین دریاچه جهان است که پنج کشور ایران، قزاقستان، آذربایجان، روسیه و ترکمنستان در حوزه این دریا قرار دارند و به سه بخش شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم می‌شود (٢). شوری آب در قسمت شمالی ٣-٦، میانی ٩-١٠ و جنوبی ١٤-١٦ درهزار است (٢٣). در کل آب دریای خزر به‌عنوان آب لب‌شور طبقه‌بندی می‌شود. زنکویچ (١٩٦٣)، ٦٣ گونه ماهی و همچنین کازنویچ و همکاران (١٩٨١)، ١٢٣ گونه ماهی از ١٧ خانواده را در دریای خزر گزارش کردند (١٤ و ٣٠). برخی از این گونه‌ها رودکوچ بوده و برای تخم‌ریزی به رودخانه‌های منتهی به دریا مهاجرت می‌کنند. امروزه به‌علت آلودگی‌های وارد شده به دریاها و رودخانه‌ها، صید بی‌رویه این آبزیان و از بین رفتن مکان‌های تخم‌ریزی نسل بسیاری از این گونه‌ها به‌شدت کاهش یافته است، به‌طوری‌که برخی از این گونه‌ها به‌عنوان گونه‌های در معرض خطر انقراض در لیست IUCN قرار گرفته‌اند و از این‌رو حفاظت و بازسازی ذخایر این گونه‌های با ارزش از طریق تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه‌ماهیان تولیدی در آب‌های طبیعی صورت می‌پذیرد (٢٦). بازسازی ذخایر شامل صید بخشی از افراد جمعیت، تکثیر آن‌ها در اسارت و رهاسازی لاروهای حاصله می‌باشد. امروزه یکی از نکات اساسی در هنگام ارزیابی کارایی برنامه‌های بازسازی ذخایر، نگرانی در مورد اثرات ژنتیکی احتمالی رهاسازی بر جمعیت‌های مورد بازسازی می‌باشد. با توجه به این‌که اثرات منفی روش‌های تکثیر مصنوعی از جمله کاهش تنوع ژنتیکی و اندازه مؤثر جمعیت بر ذخایر ژنتیکی آبزیان اثبات شده است بنابراین اطلاع از وضعیت ژنتیکی ماهیان و جمعیت‌های مختلف آن برای استفاده در برنامه‌های بازسازی ذخایر و حفظ تنوع این گونه ارزشمند بسیار ضروری می‌باشد (گنزالز و همکاران، ٢٠٠٨) (١٠). تنوع ژنتیکی، قابلیت بقای یک گونه و یا جمعیت را از طریق ایجاد توانایی سازگاری با تغییرات محیطی فراهم می‌کند. بنابراین، تنوع ژنتیکی برای بقا طولانی‌مدت یک گونه ضروری است (٤). در ابتدا ارزیابی ساختار ذخایر، تشخیص گونه‌ها و جمعیت‌ها با استفاده از صفات مورفومتریک و مریستیک صورت می‌گرفت، اما با توجه به حساسیت بالای این صفات به تغییرات محیطی و آثار منفی دستکاری در نشانه‌گذاری بر سلامت ماهیان و هم‌چنین، محدود بودن تفسیر داده‌های حاصل از آن، علم استفاده از مارکرهای مولکولی، هم‌چون ریزماهواره، آلوزایم، رپید که متأثر از عوامل محیطی نمی‌باشند برای شناسایی ذخایر توسعه یافت (٢٦). در میان نشانگرها، نشانگرهای ریزماهواره به‌علت فراوانی و گستردگی بالا در ژنوم، همبارز بودن، توارث مندلی، کوچک بودن اندازه جایگاه ژنی و در نتیجه سهولت تعیین ژنوتیپ از طریق واکنش زنجیره‌ای پلیمراز و هم‌چنین پلی‌مورفیسم بالا دارای کاربرد گسترده بوده‌اند (٢٣) و برای شناسایی ساختار جمعیتی و تنوع ژنتیکی آبزیان از جمله ذخایر آبزیان کشورمان استفاده شده‌اند. در این مطالعه به بررسی وضعیت تنوع ژنتیکی ذخایر ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر با مقایسه نتایج تنوع گزارش شده در این گونه‌ها با شاخص دی ودی و آویس با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره می‌پردازیم.

مواد و روش‌ها

در این بررسی وضعیت ذخایر ماهیان سفید، کلمه، کپور، کفال، سوف، اردک‌ماهی، ماهیان خاویاری،

گاوماهی، سیاه‌کولی، کلیکا با استفاده از نتایج حاصل از مطالعات سایر پژوهشگران که به مطالعه تنوع ژنتیکی گونه‌های موجود در حوزه جنوبی دریای خزر با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره پرداخته بودند مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین‌منظور مقالات مرتبط از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر دریافت و شاخص‌های هتروزیگوستی و فراوانی اللی بیان‌شده با شاخص هتروزیگوستی ارائه شده توسط دی ودی و آویس (۲۰۰۰) مقایسه شد.

جدول ۱- مقایسه تنوع ژنتیکی بین گونه‌های مختلف ماهیان سواحل جنوبی دریای خزر.

Table 1. Comparison of genetic diversity among fishes of the Southern coast of Caspian Sea.

گونه ماهی		مکان نمونه‌برداری	تعداد نمونه	الل واقعی	الل مؤثر	هتروزیگوسیتی مشاهده شده	هتروزیگوسیتی مورد انتظار	تعداد لکوس	رفرنس
سوف سفید	*Sander lucioperca*	تالاب انزلی Anzali Lagoon	50	2.5	---	0.56	0.5	15 (6 پلی‌مورف)	قریب‌خانی و همکاران (۲۰۱۱) Gharib Khani et al. (2011)
کیلکای معمولی	*Clupeonella cultriventris*	سواحل جنوبی دریای خزر South of Caspian Sea	60	11.7	8.4	0.543	0.866	8 (5 پلی‌مورف)	نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) Nourozi et al. (2013)
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	سواحل جنوبی دریای خزر و رودخانه سد ارس South of Caspian Sea and Aras River	100	7.75	5.63	0.863	0.79	7 (5 پلی‌مورف)	امیرجنتی و همکاران (۲۰۱۵) Amirjanati et al. (2015)
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	قره‌سو و انزلی Gharasou and Anzali	56	15	10.8	0.9	1.00	8	قلیچ‌پور و همکاران (۲۰۱۰) Ghelichpour et al. (2010)
اردک ماهی	*Esox lusius*	تالاب‌های انزلی و امیرکلایه گیلان Anzali and Amirkolaieh	60	8.3	3.5	0.62	0.66	7	تبرک و همکاران (۲۰۱۵) Tabarok et al. (2015)
سیاه کولی	*Vimba vimba persa*	گرگانرود و حویق Gorganrud and Haviq	50	6.75	---	0.82	0.735	17 (10 پلی‌مورف)	محمدیان و همکاران (۲۰۱۰) Mohamadian et al. (2010)
سیاه کولی	*Vimba vimba persa*	تالاب انزلی و حویق Anzali and Haviq	61	15.3	5.8	0.79	0.76	10	محمدیان و همکاران (۲۰۱۱) Mohamadian et al. (2011)
گاوماهی سرگنده	*Neogobiusg orlap*	سواحل استان گلستان و مازندران Golestan and Mazandaran	100	12.4	8.02	0.695	0.845	6	پورغلام و همکاران (۲۰۱۱) Pourgholam et al. 2011

ادامه جدول ١-

Continue Table 1.

گونه ماهی	مکان نمونه‌برداری	تعداد نمونه	الل واقعی	الل مؤثر	هتروزیگوسیتی مشاهده شده	هتروزیگوسیتی مورد انتظار	تعداد لکوس	رفرنس	
گاوماهی خزری	*Neogobius caspius*	سواحل شرقی و غربی جنوب خزر South East and West of Caspian Sea	115	67	---	0.75	0.64	12 (9 پلی‌مورف)	رضوانی و همکاران (٢٠١١) Rezvani et al. 2011
کفال طلایی	*Liza aurata*	گمیشان و میانکاله Gomishan and Miankaleh	56	15	10.3	0.88	0.89	6	قدسی و همکاران (٢٠١١) Ghodsi et al. 2011
کلمه خزر	*Rutilus rutilus caspius*	گرگانرود و خلیج گرگان Gorganrud and Gorgan Gulf	58	10.2	7	0.69	0.83	10	کشیری و همکاران (٢٠١٠) Kashiri et al. 2010
ماهی سفید	*Rutilus kutum*	رودخانه‌های گرگانرود و چشمه‌کیله تنکابن Gorganrud and Cheshmehkileh	50	7.95	53.5	0.78	0.79	10	رضایی و همکاران (٢٠١٠) Rezaee et al. 2010
ماهی سفید	*Rutilus kutum*	تالاب انزلی و رودخانه شیرود Anzali and Shirud	100	9.5	---	0.6	0.73	10	چکمه‌دوز و همکاران (٢٠١٤) Chakmehdoze et al. 2014
ماهی سفید	*Rutilus kutum*	قره‌سو، گرگانرود، تجن، تنکابن و گهرباران Gharasu, Gorganrud, Tajan, Tonekabon, Goharbaran	50	98	59	0.8	7.9	10	رضایی و همکاران (٢٠١١) Rezaee et al. 2011

نتایج و بحث

در منابع آبزی، تنوع ژنتیکی اهمیتی حیاتی جهت مدیریت و حفاظت از آن منابع داشته و به‌عنوان پیش‌نیاز برای حفظ سازگاری جمعیت‌ها در شرایط محیطی در حال تغییر قلمداد می‌گردد. آگاهی از میزان ذخایر توارثی و تنوع ژنتیکی بین افراد یک گونه، از اهداف ارزشمند مدیریت ذخایر و اصلاح نژاد است، به‌طوری‌که بررسی‌های ژنتیک جمعیت یا اکولوژی مولکولی ماهیان با ارزش اقتصادی به‌منظور حفاظت از جمعیت آن‌ها و حفظ صید پایدار بسیار ضروری است (٢٩).

ماهی سیاه‌کولی (*Vimba vimba*) از خانواده کپورماهیان، یکی از گونه‌های رودکوچ دریای خزر است. این گونه در لیست IUCN به‌عنوان یک گونه در معرض تهدید طبقه‌بندی شده است. مطالعه صورت‌گرفته توسط (١٦) روی ماهی سیاه‌کولی جمع‌آوری‌شده از رودخانه‌های گرگانرود، حویق و تالاب انزلی با استفاده از نشانگرهای مولکولی ریزماهواره نشان داد که این گونه هتروزیگوسیتی ٠/٧٩ با فراوانی الل ٧/١ را دارا می‌باشد که این میزان بالاتر از متوسط هتروزیگوسیتی (٠/٦٨) و کم‌تر از

تعداد فراوانی (۱۱/۳) است که توسط (۷) برای گونه‌های رودکوچ گزارش شده بود. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که غنای اللی برای ارزیابی تنوع نمونه‌ها نسبت به هتروزیگوستی شاخص مناسب‌تری است (۲٤). این مطلب بیانگر آنست که کاهش تعداد مولدین مهاجرت‌کننده جهت تخم‌ریزی به رودخانه‌ها، صید بی‌رویه، آلودگی آب و از بین رفتن مکان‌های تخم‌ریزی می‌توانند تنوع ژنتیکی این ماهی ارزشمند را تحت‌تأثیر قرار دهند. این میزان تنوع باید در برنامه‌های بازسازی ذخایر مورد توجه قرار گیرد. هم‌چنین با توجه به متفاوت بودن جمعیت‌های این ماهیان در سه منطقه مذکور ضروری است در برنامه‌های بازسازی ذخایر، بچه‌ماهیان هر رودخانه از ماهیان مهاجر به همان رودخانه تولید و رهاسازی شوند. متاسفأنه با این‌که بیش از یک دهه است که شیلات ایران صید گوشتگیر را در بهره‌برداری از ذخایر آبزیان دریای خزر ممنوع کرده و با پرداخت خسارت به صیادان مجوز صید آن‌ها را پس گرفته است، اما مشاهده می‌شود در تالاب انزلی که یکی از زیستگاه‌های این گونه است، سازمان حفاظت محیط زیست به صیادانی مجوز صید با قلاب و دام‌های گوشتگیر ریزچشمه را داده است و این صیادان با وجود کاهش شدید ذخایر به‌علت افزایش قیمت این ماهی با تلاش صیادی بیش‌تر به ادامه صید می‌پردازند. هم‌چنین علی‌رغم مجوز صید در زمان مهاجرت، تعداد زیادی از این ماهیان را در رودخانه‌های محل مهاجرت صید و ماهیان با تخمدان رسیده را در بازار با قیمت بالاتر به فروش می‌رسانند که باید برنامه‌ریزی جامعی در این زمینه صورت پذیرد (١٦).

ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) دریای خزر نیز یکی از گونه‌های مهم اقتصادی می‌باشد که در سال‌های اخیر نسل آن به جهت صید بی‌رویه و از بین رفتن محل‌های تخم‌ریزی و آلودگی‌ها و فاضلاب‌های انسانی و طبیعی حاصل از پیشرفت صنایع و تاسیس کارگاه‌های متعدد در جوار رودخانه‌ها و تخلیه فاضلاب‌های کشاورزی کاهش یافته است. هم‌اکنون حفاظت و بازسازی ذخایر این ماهی از طریق تکثیر مصتوعی و رهاسازی بچه‌ماهیان تولیدی در آب‌های طبیعی صورت می‌پذیرد. امیرجنتی و همکاران (۲۰۱۵)، (۳) در بررسی ماهی کپور مناطق گرگانرود، رامسر، انزلی و رودخانه سد ارس و قلیچ‌پور و همکاران (۲۰۱۰) (۸) در بررسی ماهی کپور مناطق قره‌سو و انزلی به‌ترتیب میزان هتروزیگوسیتی را حدود ۱ با فراوانی اللی ۰/۷٦ و ۰/۸٦۳ با فراوانی اللی ۱۵ برای این گونه گزارش نمودند. که بالاتر از میزان هتروزیگویتی و الل گزارش‌شده برای ماهیان آب‌شیرین (۰/۵۸، ۷/۵) و انادراموس (۰/٦۸ و ۱۱/۳) توسط دی ودی و آویس (۲۰۰۰) (۷) می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم کاهش صید این گونه تنوع هم‌چنان در حد بالایی قرار دارد و با توجه به تمایز ژنتیکی مشاهده‌شده در رودخانه‌های محل نمونه‌برداری به‌نظر می‌رسد بهتر است در برنامه‌های تکثیر و بازسازی به این مسأله توجه شود.

اردک‌ماهی (*Esox lucius*) متعلق به راسته اردک‌ماهی‌شکلان (Esociformes) و تنها خانواده این راسته یعنی اردک‌ماهیان (Esocidae) می‌باشد. گوشت خوش‌طعم و لذیذ این ماهی موجب شده که متقاضیان زیادی پیدا نموده و نقش مهمی در بازار منطقه‌ای و ملی بازی نماید. هم‌اکنون عمده صید این گونه از تالاب انزلی گزارش شده است. صید زیاد این ماهی توسط صیادان، شرایط نامساعد زیستگاه، تغییرات کیفیت آب در قسمت پایین‌دست در اثر احداث سدهای متعدد و برداشت بیش از حد آب برای کشاورزی، شرب و صنعت باعث شده که این گونه در طبقه نیازمند حفاظت قرار گیرد (عبدلی، ۲۰۰۰) (۱). مطالعه تبرک و همکاران (۲۰۱۵) (۲۸)

متوسط میزان هتروزیگوستی و فراوانی اللی اردک‌ماهی در تالاب‌های انزلی و امیرکلایه را به‌ترتیب ٠/٦٤ و ٤/٤ نشان داد که بالاتر از متوسط هتروزیگوسیتی (٠/٥٨) و کم‌تر از تعداد فراوانی (٧/٥) است که توسط دی ودی و آویس (٢٠٠٠) (٧) برای گونه‌های آب شیرین گزارش شده بود. از آن‌جا که در سال‌های اخیر افرادی از بخش خصوصی نسبت به تکثیر مصنوعی و عرضه اردک‌ماهی به پرورش‌دهندگان اقدام می‌کنند با توجه به اهمیت فراوانی اللی در تنوع ژنتیکی، لازم است تا با ارائه اطلاعات کافی در خصوص وضعیت ژنتیکی این گونه در ایران تدابیری اندیشیده شود تا مولدین موجود در این کارگاه‌ها واجد حداکثر تنوع ژنتیکی بوده تا نسل F ١ مناسبی از آن‌ها تولید و عرضه شود.

ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) از خانواده Cyprinidae یکی از گونه‌های ارزشمند تجاری و بومی خزر است که متأسفانه در سال‌های اخیر به‌دلیل دخالت‌های انسانی از جمعیت‌های آن کاسته شده است، به‌طوری‌که این گونه جز گونه‌های در معرض تهدید در منطقه محسوب می‌گردد (ریحانی و همکاران، ٢٠١١) (٢٠). بازسازی ذخایر و حفاظت از این ماهی با ارزش از طریق تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه‌ماهیان به آب‌های طبیعی صورت می‌گیرد. مطالعه کشیری و همکاران (٢٠١٠) (١٣) و حسین‌نیا و همکاران (٢٠١٦) (١١) میزان هتروزیگوستی در ماهی کلمه را به‌ترتیب حدود ٠/٦٧و ٠/٦ با فراوانی اللی ١٠/٣ و ١١ برای این گونه گزارش نمودند که نزدیک به‌میزان هتروزیگویتی و الل گزارش‌شده برای ماهیان انادراموس (٠/٦٨ و ١١/٣) توسط دی ودی و آویس (٢٠٠٠) (٧) می‌باشد. این مطالعات نشان می‌دهد که علی‌رغم مسائلی هم‌چون تکثیر مصنوعی، فشار صید و جمعیت بسته دریای خزر، تنوع ژنتیکی این ماهی ارزشمند هنوز هم در سطح قابل‌قبولی قرار دارد و با توجه به ادامه نسل از طریق تکثیر مصنوعی ایجاد تدابیری برای حفظ و تقویت تنوع مشاهده شده و اجتناب از مشکلات حاصل از درون‌آمیزی و برون‌آمیزی ضروری به‌نظر می‌رسد. در این خصوص احیای محل‌های طبیعی تخم‌ریزی و در صورت نیاز به تکثیر مصنوعی استفاده حداکثری از تعداد مولدین و نسبت‌های جنسی برابر به‌منظور کاهش اندازه مؤثر جمعیت ضروری است.

ماهی سفید (*Rutilus kutum*) دریای خزر از خانواده کپورماهیان در مناطق نزدیک به ساحل از رودخانه اترک در شمال تا نواحی جنوبی دریای خزر زیست می‌کند. این گونه ماهی مهاجر رود کوچ بوده که پس ار سن بلوغ در ماه‌های اسفند تا فروردین در رودخانه تخم‌ریزی می‌کند و از ماهیان بسیار ارزشمند تجاری می‌باشد که به‌علت گوشت خوش‌طعم آن دارای تقاضای بسیار بالایی است (شجاعی و همکاران، ٢٠٠٩) (٢٧). امروزه رودخانه‌های کمی به‌عنوان مکان تخم‌ریزی طبیعی این گونه مورد استفاده قرار می‌گیرند و در نتیجه بیش‌تر ذخایر ماهی سفید در نتیجه تکثیر مصنوعی تامین می‌گردد. به‌منظور بازسازی ذخایر این گونه مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور هر ساله مولدین را از رودخانه‌های حاشیه دریای خزر صید و پس از تکثیر مصنوعی، بیش از ٢٠٠ میلیون لارو را به دریا رهاسازی می‌نماید (شجاعی و همکاران، ٢٠٠٩) (٢٧). مطالعه شجاعی و همکاران (٢٠٠٩، ٢٠١٢) (٢٧) و چکمه‌دوز و همکاران (٢٠١٤) (٥) و رضایی و همکاران (٢٠١٢) (٢٢) به‌ترتیب میزان هتروزیگوستی در ماهی سفید را حدود ٠/٦ و ٠/٧٩ با فراوانی اللی ٩/٤ و ٨/٦ و با فراوانی اللی برای این گونه گزارش نمودند که بالاتر از میزان هتروزیگوسیتی (٠/٦٨) و کم‌تر از فراوانی اللی (١١/٣) گزارش شده برای ماهیان انادراموس توسط دی ودی و آویس (٢٠٠٠) (٧) می‌باشد. به‌طورکلی تعداد کم الل نشانه‌ای از تنگنای

ژنتیکی است که در شرایط جمعیت وحشی ممکن است به‌دلیل جدا شدن جمعیت یا کاهش شدید اندازه جمعیت مؤثر رخ دهد. در حالی‌که در جمعیت‌های هچری استفاده از تعداد کم مولدین باعث از بین رفتن آلل‌ها می‌شود. هم‌چنین تمایز جمعیت‌ها در مناطق مختلف نمونه‌برداری نیز از اهمیت بالای برخوردار است. بنابراین توجه به تعداد مولدین و نسبت جنسی آن‌ها و نمونه‌برداری از رودخانه‌های مختلف جهت جلوگیری از کاهش تنوع ژنتیکی ضروری می‌باشد.

ماهی سوف (*Sander lucioperca*) از مهم‌ترین گونه‌های خانواده Percidae از سوف‌ماهی‌شکلان (Perciformes) است. در ایران از رودخانه ارس و در نواحی جنوبی از آستارا تا رودخانه اترک گزارش شده است. قریب‌خانی و همکاران (۲۰۱۱) (۱۹) در مطالعه تنوع ژنتیکی سوف تالاب انزلی متوسط میزان هتروزیگوسیتی را حدود ۰/۵٦ با فراوانی اللی ۲/۵ برای این گونه گزارش نمودند که پایین‌تر از میزان هتروزیگوسیتی (۰/۵۸) و کم‌تر از فراوانی اللی (۷/۵) گزارش‌شده برای ماهیان انادراموس توسط دی ودی و اویس (۲۰۰۰) (۷) می‌باشد. علت کم بودن میانگین اللی در ماهی سوف را می‌توان به تکثیر مصنوعی این ماهی نسبت داد زیرا طبق شواهد و اطلاعات موجود در سواحل جنوبی دریای خزر و به‌خصوص تالاب انزلی امکان تکثیر این ماهی وجود ندارد و سال‌هاست که مولدین از دریاچه ارس صید شده و در مراکز تکثیر مصنوعی مورد تکثیر قرار می‌گیرند. در نهایت بچه‌ماهیان حاصله به دریای خزر و تالاب انزلی رهاسازی می‌شوند. از این‌رو واضح است که نمونه‌گیری غیرتصادفی و ادغام گامت‌ها برای لقاح موجب از دست رفتن مقداری از تنوع و افزایش سطح آمیزش خویشاوندی می‌شود. اما به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل کاهش تعداد مولدین مورد تکثیر است (قریب‌خانی و همکاران، ۲۰۱۱) (۱۹).

ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) متعلق به خانواده کفال‌ماهیان (Mugilidae) است. اعضای این خانواده به‌طور گسترده در آب‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری با شوری متغیر، از آب شیرین تا آب‌هایی با شوری ۳۳ در هزار زندگی می‌کنند. در سال ۱۳۰۹ تا ۱۳۱۳ حدود سه میلیون بچه‌ماهی کفال از گونه‌های خاکستری (*Mugil cephalus*)، پوزه باریک (*L. salina*) و طلایی (*L. auratus*) از دریای سیاه به دریای خزر انتقال داده شد اما تنها دو گونه کفال طلایی و پوزه باریک توانستند با شرایط خزر سازگار شوند. قدسی و همکاران (۲۰۱۱) (۹) در مطالعه تنوع ژنتیکی کفال طلایی سواحل استان گلستان متوسط میزان هتروزیگوسیتی را حدود ۰/۹ با فراوانی اللی ١٤ برای این گونه گزارش نمودند که بالاتر از میزان هتروزیگوسیتی (۰/۷۹) و کم‌تر از فراوانی اللی (۲۰/٦) گزارش شده برای ماهیان آب‌شور توسط دی ودی و آویس (۲۰۰۰) (۷) می‌باشد. با توجه به غیربومی بودن این گونه و تاریخچه کوتاه‌مدت حضور کفال در دریای خزر، صید بالا، بسته بودن دریا و عدم ارتباط آن با آب‌های آزاد و با توجه به داده‌های حاصل از این بررسی به‌نظر می‌رسد این گونه در معرض تنگنای ژنتیکی قرار دارد. پایین بودن تنوع میان جمعیت‌ها می‌تواند ناشی از تنوع ژنتیکی پایین در جمعیت کفال اولیه باشد که از دریای سیاه به دریای خزر پیوند داده شده‌اند. هم‌چنین مولدین اولیه از یک یا دو منطقه نزدیک به‌هم در دریای سیاه انتخاب شده‌اند و یا تنوع ژنتیکی این گونه در دریای سیاه پایین است که متأسفانه اطلاع کافی از محل برداشت کفال در دریای سیاه موجود نیست و هم‌چنین هیچ‌گونه مطالعه‌ای بر تنوع ژنتیکی کفال ماهیان موجود در دریا صورت نگرفته است. با وجود این به‌نظر می‌رسد درون‌آمیزی اجباری این گونه در طی ۸۰ سال حضور در آب‌های بسته دریای خزر

موجب کاهش شدید تنوع و وجود جریان ژنی بالا در بین جمعیت‌ها شده است.

ماهی کلیکا (*Clupeonella cultiventris*) از جنس Clupeonella و خانواده شگ‌ماهیان (Clupeidae) هستند. تمام سواحل دریای خزر، محل زندگی کلیکای معمولی است و به‌منظور تخم‌ریزی تمام منطقه وسیع خزر شمالی را پوشش می‌دهد. کلیکا ماهیان خود از زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند و خود نیز غذای گونه‌های با ارزشی مانند آزاد ماهیان و تاس ماهیان می‌باشند. این گونه دارای زندگی پلاژیک است و در اعماق کم‌تر از ۵۰ متر زندگی می‌کند. جمعیت ماهیان کلیکا پس از سال ۱۳۷۷ به‌واسطه عواملی مانند ظهور و گسترش شانه‌دار به‌عنوان رقیب جدی، مسمومیت مزمن در اثر آلاینده‌های نفتی، فنلی و فلزات سنگین، تغییرات دمایی دریای خزر و گسترش صیادی تحت فشار قرار گرفته و کاهش یافته است. با توجه به تراکم بالای این گونه در دریای خزر و هم‌چنین تولیدمثل آن در مناطقی از دریا و عدم وابستگی به رودخانه این گونه در لیست LC (کم‌ترین نگرانی) قرار دارد. اما باید توجه داشت در صورتی که مدیریت درستی در زمینه بهره‌برداری صورت نپذیرد جمعیت آن در معرض تهدید قرار خواهد گرفت (عبدلی، ۲۰۰۰) (۱). نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) (۱۷) در مطالعه تنوع ژنتیکی کلیکای سواحل استان مازندران متوسط میزان هتروزیگوسیتی را حدود ۰/۵٤۳ با فراوانی اللی ۱۱/۷ برای این گونه گزارش نمودند که بینابین میزان هتروزیگوسیتی و فراوانی اللی گزارش شده برای ماهیان آب‌های شیرین (۰/۵۸ و ۷/۵) و شور (۰/۷۹و ۲۰/٦) توسط دی ودی و آویس (۲۰۰۰) (۷) می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که تنوع ژنتیکی این گونه در شرایط مناسبی است، اما با توجه به کاهش ذخایر صید آن در سال‌های اخیر ضروری است برنامه‌ریزی‌های جامع برای کنترل صید و برنامه‌ریزی جدی‌تری برای احیا ذخایر این‌گونه صورت پذیرد.

هر دو گونه گاوماهی خزری (*Neogobious caspius*) و گاوماهی سرگنده (*Neogobious gorlap*) از جنس *Neogobious* متعلق به خانواده Gobiidae می‌باشند. ۱۹ گونه گاو ماهی متعلق به ۵ جنس در دریای خزر یافت می‌شود که بیش‌تر آن‌ها از جنس *Neogobious* می‌باشند. این گونه‌ها معمولاً در عمق ۲۰ تا ۱۰۰ متری یا اعماق بیش‌تر ۲۰۰ تا ۳۰۰ متری و به ندرت تا عمق ۵۰۰ متردر مناطق مختلف دریای خزر زندگی می‌کنند، پراکنش این ماهی عموماً در خزر میانی و جنوبی بوده و نقش مهمی را در چرخه مواد غذایی در دریای خزر بازی می‌کنند. آن‌ها منبع غذایی مهمی برای ماهیانی مانند ماهیان خاویاری می‌باشند و هم‌چنین تخم‌های این گونه‌ها منبع غذایی مهمی برای پرندگان، خرچنگ‌ها و انواع ماهیان می‌باشند. رضوانی گیل‌کلایی و همکاران (۲۰۱۱) (۲۳) در مطالعه تنوع ژنتیکی گاوماهی خزری و مطالعه پورغلام و همکاران (۲۰۱۱) (۱۸) در مطالعه گاوماهی سرگنده سواحل استان گلستان و گیلان متوسط میزان هتروزیگوسیتی را به‌ترتیب حدود ۰/۷۹ و ۰/۷ با فراوانی اللی ٦/٤ و ۱۲/۵ گزارش نمودند که بینابین میزان هتروزیگوسیتی و فراوانی اللی گزارش شده برای ماهیان آب‌های شیرین (۰/۵۸ و ۷/۵) و شور (۰/۷۹ و ۲۰/٦) توسط دی ودی و آویس (۲۰۰۰) (۷) می‌باشد. تنوع زیاد این گونه‌ها ممکن است به‌علت این باشد که این ماهی در هنگام لاروی مهاجرت پلانکتونی زیادی داشته ولی در بزرگسالی مهاجرتی ندارد و هم‌چنین این گونه، گونه خوراکی نبوده و صید تجاری نمی‌شود.

رهیافت‌های ترویجی

با توجه به نتایج مشاهده شده در گونه‌های مورد بررسی به‌نظر می‌رسد که علائمی از کاهش تنوع ژنتیکی و بروز تنگنای ژنتیکی در اکثر گونه‌های دریای خزر دیده می‌شود که می‌تواند به صید بی‌رویه و ورود انواع آلاینده‌ها و از بین رفتن رودخانه‌های محل تخم‌ریزی این ماهیان نسبت داده شود. بنابراین احیای محل‌های تخم‌ریزی این گونه‌ها و کاهش ورود آلاینده‌ها به دریا و محل‌های تخم‌ریزی، جلوگیری از صید بی‌رویه و استفاده از حداکثر تعداد مولدین با نسبت جنسی برابر، برای جلوگیری از کاهش اندازه جمعیت مؤثر و افزایش تنوع امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع

1. Abdoli, A. 2000. The inland water fishes of Iran. Hayat Vahsh Iran Press. 378p. (In Persian)
2. Aubrey, D.G., Glushko, T.A., and Ivano, V.A. 1994. North Caspian Basin: Environmental status and oil and gas operational. 650nd ed., Mobil-Oil, Moscow.
3. Amir Janati, A., Noorozi, M., Samiee, M., and Behrooz, M. 2015. Common carp genetic diversity on the southern coast of the Caspian Sea and river Aras *Cyprinus carpio*. J. Aqua. Ecol. 5: 2. 18-27. (In Persian)
4. Batallion, T.M., David, J.L., and Schoen, D.J. 1996. Veutral genetic markers and conservation: simulated Germplasm collections. Genetics, 144: 409-417.
5. Chakme Dooz, F., Bahmanesh, Sh., Yarmohammadi, M., and Hasan Zade, M. 2014. Molecular diversity and population of white fish (*Rutilus frisii kutum*) immigrants into the wetlands Anzali and Shirood River using molecular genetics. J. Anim. Biol. 7: 1. 21-30. (In Persian)
6. Derazhvin, A.E. 1951. Essays of history of the Caspian Sea and fresh water bodies of Azarbaijan. Animal kingdom of Azarbaijan. Baku.
7. DeWoody, A., and Avise, C. 2000. Microsatellite variation in marine, freshwater, anadramous fishes compared with other animals. J. Fish Biol. 56: 461-473.
8. Ghelichpour, M., Shabani, A., and Shabanpour, B. 2010. Genetic diversity of the two populations of Common carp (*Cyprinus carpio*) in Gharahsu and Anzali regions using eight microsatellite markers. Taxonomy and Biosystematics, 2: 5. 41-48. (In Persian)
9. Ghodsi, Z., Shabani, A., and Shabanpor, B. 2011. Genetic diversity of *Liza aurata* (Risso, 1810) in the coastal regions of Golstan province, using microsatellite marker. Taxonomy and Biosystematics, 3: 6. 35-46. (In Persian)
10. Gonzalez, E.B., Nagasawa, K., and Umino, T. 2008. Stock enhancement program for black sea bream in Hirodhima Bay. Monitoring the genetic effects. Aquaculture, 276: 36-43.
11. Hossein Nia, Z., Safari, R., and Kolangi, H. 2015. Gorgan word fish population structure and Anzali. J. Aquacul. Print Admis. (In Persian)
12. Hillis, D.M., and MoriZ, C. 1996. Molecular systematic. 2th ED., Senauer associates Inc, Publisher Sunderland, Masssachusetts, 16p.
13. Kashiri, H., Shabani, A., Shabanpour, B., and Rezaee, M. 2010. Microsatellite polymorphism in natural populations of threatened Caspian roach in Golestan coasts. Taxonomy and Biosystematics, 2: 3. 55-66. (In Persian)
14. Kazancheyev, E.N. 1981. Fishes of the Caspian Sea. Food industry publication. Moscow. 72p.
15. Mohamadian, S., Rezvani Gilkolaei, S., Kazemian, M., Kamali, A., Taghavi, M., Rouholahi, Sh., Laloei, F., and Nayerani, M. 2010. The study of genetic diversity and population structure of *Vimba vimba persa* (Pallas, 1814) populations in the Eastern and Western coastline of the Caspian Sea (Havigh River and Gorgan Roud River) using microsatellite markers. Taxonomy and Biosystematics, 2: 5. 29-38. (In Persian)

16. Mohamadian, S., Rezvani Gilkolaei, S., Kazemian, M., Kamali, A., Taghavi, M., Rouholahi, Sh., Laloee, F., and Nayerani, M. 2011. A Study on Population Genetics of *Vimba vimba Persa* (Pallas, 1814) Using Microsatellite Markers in Gilan Province, the Southern Caspian Sea. Iran. J. Natur. Resour. 64: 2. 145-152. (In Persian)
17. Noorozi, M., Nazemi, A., Daneshvar, F., and Samiee, M. 2013. Different fish population genetic structure of fish (*Clupeonella cultriventris*) off the coast of the southern Caspian Sea in Mazandaran province using microsatellite markers. J. Mar. Sci. Technol. 12: 1. 11-19. (In Persian)
18. Pour Gholam, H., Zamini, A., Laloee, F., Khara, H., and Taghavi, M. 2011. Bighead fish cattle population genetic structure (*Neogobius gorlap*) off the coast of the Caspian Sea, province of Golestan and Mazandaran using microsatellite markers. J. Biol. Sci. Lahijan Unit. 5: 2. 33-44. (In Persian)
19. Qarib Khani, M., Pourkazemi, M., Rezvani Gilkolaee, S., and Tatina, M. 2011. White perch fish genetic diversity (*Sander lucioperca*) in Anzali wetland using microsatellite markers. J. Wetland. Islamic Azad University, Ahvaz, 2: 7. 3-10. (In Persian)
20. Reyhani, S., Rezvani Gilkolaee, S., Fazli, H., Pourkazemi, M., and Golestani, N. 2010. Microsatellite markers indicate a different structure among three populations of the Caspian Roach, *Rutilus rutilus caspicus* in the Caspian Sea. Zoology in the Middle East, 50: 1. 67-73.
21. Rezaee, M., Shabani, A., Shabanpour, B., and Kashiri, H. 2010. Genetic comparison of Caspian Sea White fish (Kamenski, 1901) *Rutilus frisii kutum* in Gorganood Rivers and Cheshmeh Kileh (Tonekabon) using microsatellite markers. Taxon. Biosyst. J. 2: 1. 1-14. (In Persian)
22. Rezaee, M., Shabani, A., Shabanpour, B., and Kashiri., H. 2011. Microsatellite diversity and population genetic structure of *Rutilus frisii kutum* in Mazandaran coasts. Iran. J. Biol. 25: 4. 557-548. (In Persian)
23. Rezvani Gilkolaee, S. 2001. Living resources of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Research Institute publication. 130p. (In Persian)
24. Rezvani Gilkolaee, S., Gothb Razmjoo, E., Laloei, F., Taghavi, M.J., and Nooruzi, M. 2011. Genetic comparison of *Neogobius caspius* (Eichwald, 1831) in the west and east of south Caspian Sea using microsatellite markers. Iran. Sci. Fish. J. 20: 1. 65-74. (Translated in Persian)
25. Rezvani Gilkolaee, S., Shojaee Kavan, L., and Safari, R. 2012. A Study of Genetic Structure of Rutilus frisii kutum in Anzali Lagoon, Using Microsatellite Markers. J. Agric. Sci. Technol. 14: 327-337.
26. Safari, R., Pourkazemi, M., Rezvani Gilkolaei, S., and Shabani, A. 2008. Population structure of *Acipenser nudiventris* in the south coast of Casoian Sea and Ural River using Microsatellite method. Iran. Sci. Fish. J. 17: 1. 99-108. (In Persian)
27. Shojaee, L., Rezvani Gilkolaee, S., Fatemi, M.R., Safari, R., and Jamili, Sh. 2009. Population genetic study of Rutilus *frisii kutum* (Kamansky 1901) from the Caspian Sea; Iran and Azerbaijan regions, using microsatellite markers. J. Fish. Aqua. Sci. 426: 316-322.
28. Tabarrok, M., Kalbassi, M.R., and Alavi Yeganeh, S.M. 2015. The genetic structure of Pike *Esox lucius* Linnaeus1758 in the Anzali lagoon and Amirkolaye lagoon of Gilan, using microsatellite markers. J. Mar. Sci. Technol. 14: 1. 1-14. (In Persian)
29. Wang, C., Yu, X., and Tong, J. 2007. Microsatellite diversity and population genetic structure of redfin culture (*Culter erythropterus*) in fragmented lakes of the Yangtze River. Hydrobiologia, 586: 321-329.
30. Zenkevich, L.A. 1963. Biology of the seas of the USSR. Interscience Publication. New York, 89p.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 6 (2), 2017
http://ejang.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejang.2019.11117.1312

Stock assessment of economical fishes of the Caspian Sea using microsatellite markers

***R. Safari[1], S. Rezvani Gilkolaee[2], A. Shabani[1], A.R. Jabale[1] and M.M. Shakiba[3]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, [2]Professor, Iranian Fisheries Science Research Institute, Tehran, Iran,
[3]Instructor, Iranian Fisheries Science Research Institute, Tehran, Iran
Received: 05.13.2016; Accepted: 05.02.2016

Abstract
Background and Objectives: Genetic variation of fish could be considered as an indicator for stock assessments. Stocks variation of 10 economical species of fish in the southern coast of the Caspian Sea including *Cyprinus carpio*, *Rutilus kutum*, *Neogobious gorlap*, *Neogobious caspius*, *Sander lucioperca, Clupeonella cultiventris*, *Liza aurata*, *Rutilus frissi*, *Vimba vimb* and *Esox lucius* were assessed by reviewing related microsatellite studies.

Materials and Methods: For this purpose, the heterozygosity and allelic frequency of these species compared to those reported by DeWoody and Avis.

Results and Conclusion: The heterozygosity and allelic frequency in *Rutilus kutum* and *Vimba vimba* was respectively higher and lower than those reported for anadramus fish ($h = 0.68$, $\alpha = 11.3$). In *Cyprinus carpio* and *Rutilus rutilus*, the heterozygosity and allelic frequency was near to fresh water fish ($h = 0.58$, $\alpha = 7.5$). Both studied indices in *Liza auratus* were reported lower than reported in marine fish ($h = 0.79$, $\alpha = 20.6$) and for *Neogobious* and *Clupeonella cultriventris* within those reported in anadramous and fresh water. The results showed that in most studied species of the Caspian Sea, there are some symptoms of the genetic diversity reduction and genetic bottleneck.

Keywords: Caspian Sea, Microsatellite marker, Stock assessment

* Corresponding author: fisheriessafari@yahoo.com