

ارتباط طول زنجیره غذایی با تراکم ماهیان صید شده در نواحی جنوب غربی دریای خزر

علیرضا میرزاجانی^۱، امیرحسین حمیدیان^{۱*} و محمود کرمی^۱

(تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱۷)

چکیده

زندگی میلیون‌ها نفر در حاشیه جنوبی دریای خزر با فعالیت شیلاتی عجین گشته در حالی که ذخایر آبریان آن از روابط پیچیده اکولوژی برخوردار هستند. در این مطالعه میزان صید ماهیان مناطق مختلف در ارتباط با طول زنجیره غذایی با استفاده از تکنیک ایزوتوپ‌های پایدار کربن و نیتروژن بررسی گردید. میانگین صید ده ساله ماهیان استخوانی در پره‌های استان گیلان در مناطق آستارا، هشتپر، انزلی، کياشهر، لنگرود و چابکسر بررسی شد. طول زنجیره غذایی با مقادیر ایزوتوپ نیتروژن^{۱۵} صدف (*Cerastoderma glucaum*) به‌عنوان اولین مصرف کننده، ماهی سوف (*Sander lucioperca*) و شگ ماهی براشنکویی *Alosa braschnokowi* به‌عنوان موجودات بالای شبکه محاسبه شد. نتایج نشان داد که مقدار $\delta^{13}\text{C}$ و $\delta^{15}\text{N}$ مینا از مناطق مختلف تفاوت معنی‌دار داشته است. مقدار $\delta^{13}\text{C}$ در آستارا کمترین (۲۱/۷-%) و در چابکسر (۲۰/۱-%) بیشترین بود در حالی که مقدار $\delta^{15}\text{N}$ در آستارا بیشترین (۵/۷%) و در مناطق کياشهر و چابکسر کمترین (۴/۲%) بود. طول زنجیره غذایی در ناحیه کياشهر به‌شکل معنی‌داری بیشتر از سایر مناطق بود. اگر چه میزان صید ماهیان با شاخص طول شبکه غذایی در مناطق مختلف هم‌خوانی داشته نمی‌توان نقش رهاسازی بچه ماهیان را در فعالیت‌های بازسازی ذخایر کم اهمیت دانست.

واژه‌های کلیدی: ایزوتوپ پایدار، کربن و نیتروژن، سطح تروفی، صید ماهی

۱. گروه مهندسی محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی، بندر انزلی

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a.hamidian@ut.ac.ir

مقدمه

دریای خزر با موقعیت جغرافیایی خاص، وسعت، وجود منابع قابل توجه نفت و گاز، وجود تالاب‌ها و خلیج‌ها، دلتاها و وجود انواع ماهیان اقتصادی و گونه‌هایی نادر همچون ماهیان خاویاری و فک خزر، یکی از منحصر به فردترین دریاچه‌های بسته جهان محسوب می‌گردد. از حدود ۴۴۰۰ کیلومتر خط ساحلی دریای خزر، ۸۲۰ کیلومتر آن در ایران قرار گرفته (۴) که حدود نیمی از آن جزء آب‌های ساحلی استان گیلان می‌باشد. زندگی میلیون‌ها نفر در حاشیه جنوبی دریای خزر با فعالیت شیلاتی عجیب گشته است. ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر در این سواحل کاهش صید را در برخی سال‌ها نشان داده که ۹۵ درصد آن مربوط به گونه‌هایی بوده که وابستگی شدید تغذیه‌ای به بستر دارند (۳ و ۵). سالانه به‌طور متوسط حدود ۴۰۰۰ تن ماهی توسط حدود ۷۰۰۰ نفر در تعاونی‌های پره استان گیلان صید می‌گردد. میزان صید در پره‌های مناطق مختلف متفاوت بوده و در برخی مناطق صید اندک ماهی منتهی به تعطیلی تعدادی از این تعاونی‌ها شده است. تعداد ۷۴ پره صیادی در سال ۱۳۷۵ در استان گیلان فعال بوده که به تعداد ۵۷ دستگاه در سال ۱۳۹۰ کاهش یافت. پره‌های تعطیل شده عمدتاً در ناحیه حدفاصل آستارا تا انزلی واقع شده بودند. نوسانات صید ماهیان استخوانی دریای خزر نیز حول محور ارتباطات تغذیه‌ای تفسیر شده که اعماق تا ۲۰ متر به لحاظ تنوع گونه‌ای و فراوانی منابع غذایی (۷ و ۸)، در تولید ماهیان دریای خزر نقش اساسی ایفا کند.

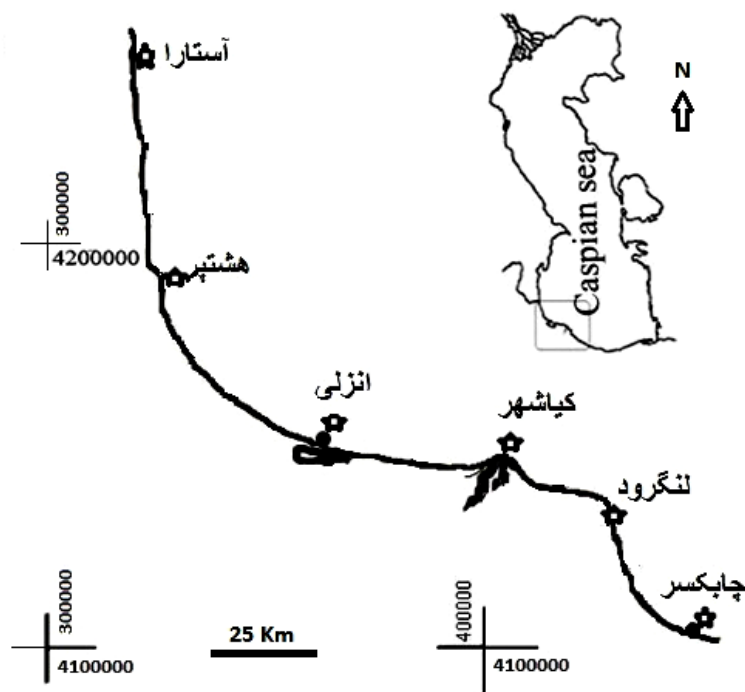
بررسی ایزوتوپ‌های پایدار به‌عنوان ابزاری مهم برای مطالعه بوم‌شناسی موجودات دریایی مطرح شده است. ایزوتوپ پایدار نیتروژن^{۱۵} ($\delta^{15}\text{N}$) سطح غذایی موجودات را در داخل زنجیره غذایی مشخص کرده و تغییر آن انعکاس دهنده طعمه قابل دسترس یا بیانگر طول زنجیره غذایی می‌باشد (۱۴ و ۲۵). طول زنجیره غذایی و پایداری اکوسیستم‌ها همواره از موضوعات چالش برانگیز در عرصه اکولوژی بوده و می‌توان با استفاده از سنجش ایزوتوپ پایدار نیتروژن و تعیین طول زنجیره

غذایی، پایداری اکوسیستم را بررسی کرد (۱۷). کارآیی استفاده از روش ایزوتوپ پایدار نیتروژن در تعیین سطح تروفیکی گونه‌ها کاملاً مشخص گردیده که با داده‌های تغذیه‌ای تشابهات زیادی را نشان داده است. وندرزندن و همکاران (۲۶) الگوی روابط غذایی و طول زنجیره غذایی را در دریاچه‌های کانادا با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار ارائه دادند. در مطالعه آنها طول زنجیره غذایی در ارتباط با غنای گونه‌ای و گستره منطقه گزارش گردید (۲۶). همچنین مشخص شده مناطقی که طول زنجیره غذایی متفاوتی دارند از تولیدات اولیه و تراکم کفزیان متفاوتی برخوردار هستند (۱۶).

در این مطالعه میزان صید ماهیان مناطق مختلف در ارتباط با طول زنجیره غذایی مورد بررسی قرار گرفته است. برای تعیین طول زنجیره غذایی الگو و مبنای ارائه شده توسط وندرزندن و همکاران (۲۶ و ۲۷) بهره گرفته شده که داشتن ایزوتوپ نیتروژن مبنای ضروری می‌باشد. تغییرات ایزوتوپی موجودات تولیدکننده در قبال تغییرات محیط زیستی زیاد بوده و نرخ برگشت‌پذیری نیتروژن در آنها سریع می‌باشد، بنابراین موجوداتی که طول عمر و اندازه بزرگتری داشته و کمتر تحت تأثیر تغییرات فصلی کوتاه مدت هستند مثل برخی از صدف‌ها، شاخص بهتری از ایزوتوپ نیتروژن مبنای محسوب شده‌اند (۲۶). بر این اساس مصرف کنندگان اولیه نمایه مناسب‌تری از ایزوتوپ مبنای ارائه می‌دهند (۱۴، ۱۵، ۲۳ و ۲۶). در این مطالعه پائین‌ترین سطح غذایی یعنی اولین مصرف کننده صدف *Cerastoderma glucaum* در نظر گرفته شده که در همه سواحل استان گیلان حضور دارد (۲۰). همچنین ماهی سوف به‌عنوان حلقه بالایی در نظر گرفته شده که یک گونه ماهیخوار و شکارچی می‌باشد (۱) و (۱۱). ماهی سوف در تمام مناطق دریای خزر فراوان نبوده و به همین دلیل گونه شگ ماهی براشنکویی با دارا بودن خصوصیات ماهیخواری (۱۲ و ۲۸) نیز در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی میانگین صید ماهیان استخوانی در پره‌های استان

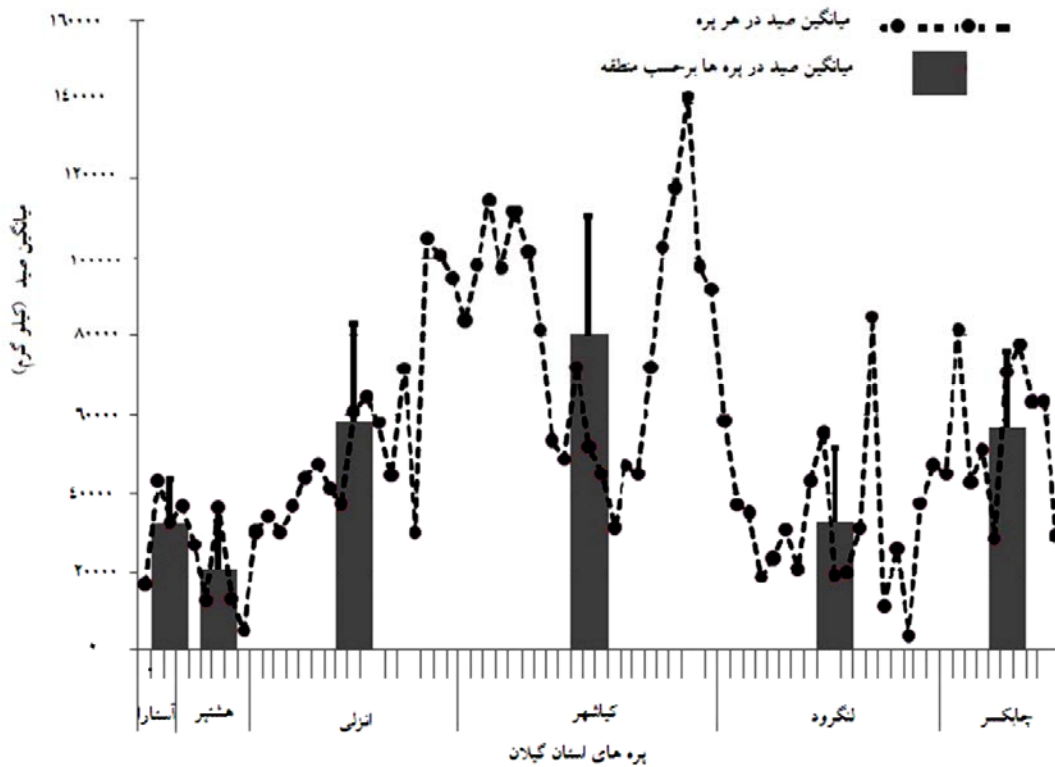


شکل ۱. مناطق نمونه برداری صدف‌ها و ماهیان در حاشیه جنوب غربی دریای خزر (واحد جغرافیایی براساس سیستم متریک)

ظروف شیشه‌ای و در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۲۴ ساعت خشک شدند دو گونه ماهی سوف و شگ براشنکویی از بازارهای محلی مناطق مورد بررسی پس از اطمینان از مکان‌های صید تهیه شدند. عضله بخش پشتی ماهیان برداشته شده و در ظروف شیشه‌ای برای مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. کلیه نمونه‌ها پس از پودر شدن با هاون، در قوطی‌های قلع به میزان یک میلی‌گرم توزین شده و برای آنالیز ایزوتوپی به آزمایشگاه ایزوتوپی دانشگاه دیویس کالیفرنیا آمریکا ارسال شدند. آماده‌سازی نمونه با استفاده از روش‌های مندرج در مقالات (۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۴ و ۲۵) انجام گرفت. در آزمایشگاه سنجش ایزوتوپی پس از احتراق کامل نمونه‌ها، محتوای کربن، نیتروژن، نسبت‌های ایزوتوپی کربن و نیتروژن با دستگاه مس اسپکت مدل PDZEuropa تعیین گردید. مقادیر ایزوتوپ کربن براساس مقدار استاندارد بین‌المللی V-PDB و ایزوتوپ نیتروژن براساس مقدار استاندارد نیتروژن

گیلان از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ مورد استفاده قرار گرفت. آمار صید به تفکیک فصول صید هر سال (مهر تا فروردین) در آرشیو اطلاعاتی معاونت صید شیلات استان گیلان، همچنین پژوهشکده‌آبزی پروری آب‌های داخلی موجود بود. میانگین صید براساس شش منطقه آستارا، هشتپر، انزلی، کیشهر، لنگرود و چابکسر ساماندهی شده و طول زنجیره غذایی نیز براساس شش منطقه مذکور محاسبه شدند (شکل ۱).

برای جمع‌آوری نمونه‌های صدف *C. glucaum*، روش‌های مختلف نمونه‌برداری در بخش‌های ساحلی تا عمق ۲۰ متر مورد استفاده قرار گرفت. جمع‌آوری با دست در نواحی ساحلی، استفاده از دستگاه ون وین گراب (۴۰۰ سانتی‌متر مربع) و کشیدن ترال کفی (طول ۳ متر و چشمه ۵/۰ تا ۶ میلی‌متر در بخش‌های مختلف) در نواحی عمیق‌تر، از آن جمله روش‌ها بودند. در آزمایشگاه نمونه‌ها شسته شده و پوسته‌آهکی و بخش‌های گوارشی جدا گردید. بازو و بخش‌های عضلانی در



شکل ۲. میانگین صید ماهیان استخوانی در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ توسط شرکت‌های تعاونی پره استان گیلان

نتایج

تجربه و تحلیل آمار صید طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ نشان داد (شکل ۲) که بیشترین میانگین صید در اطراف منطقه دستک در شرق ناحیه کیشهر با بیش از ۱۲۰ تن در سال وجود داشته در حالی که کمترین میزان صید در چند نقطه از ناحیه هشتپر و لنگرود به میزان کمتر از ۱۰ تن مشاهده شده است. پره‌های مستقر در اطراف بندر انزلی رتبه دوم را در صید ماهیان استخوانی داشتند (شکل ۲).

نتایج سنجش ایزوتوپی نشان داد که میانگین مقدار کربن و نیتروژن شگ ماهی براشنکوی بیشتر از ماهی سوف بوده و تفاوت معنی‌دار ($p < 0.05$) در محتوای کربن آن دیده می‌شود. مقادیر ایزوتوپی متفاوت بوده به طوری که $\delta^{15}\text{N}$ و $\delta^{13}\text{C}$ در ماهی سوف بیشتر از ماهی براشنکوی سنجش شده است. مقدار $\delta^{15}\text{N}$ در سه موجود تفاوت معنی‌دار نشان داده‌اند (جدول ۱ و شکل ۲). مقدار $\delta^{15}\text{N}$ مینا در آستارا بیشترین (۵/۷%) و در مناطق

اتمسفر بیان شده است. برای محاسبه سطح غذایی از رابطه ذیل استفاده شد که در آن ایزوتوپ نیتروژن مینا براساس اولین مصرف کننده یعنی صدف *Cerastoderma glucaum* و مصرف کننده نهایی ماهی سوف *Sander lucioperca* و شگ ماهی براشنکوی *Alosa braschnokowi* در نظر گرفته شده‌اند. در این رابطه ضریب ۳/۴ مقدار تغییر ایزوتوپ نیتروژن پایدار هر سطح نسبت به سطح بعدی می‌باشد (۱۴، ۲۶ و ۲۷) بوده است.

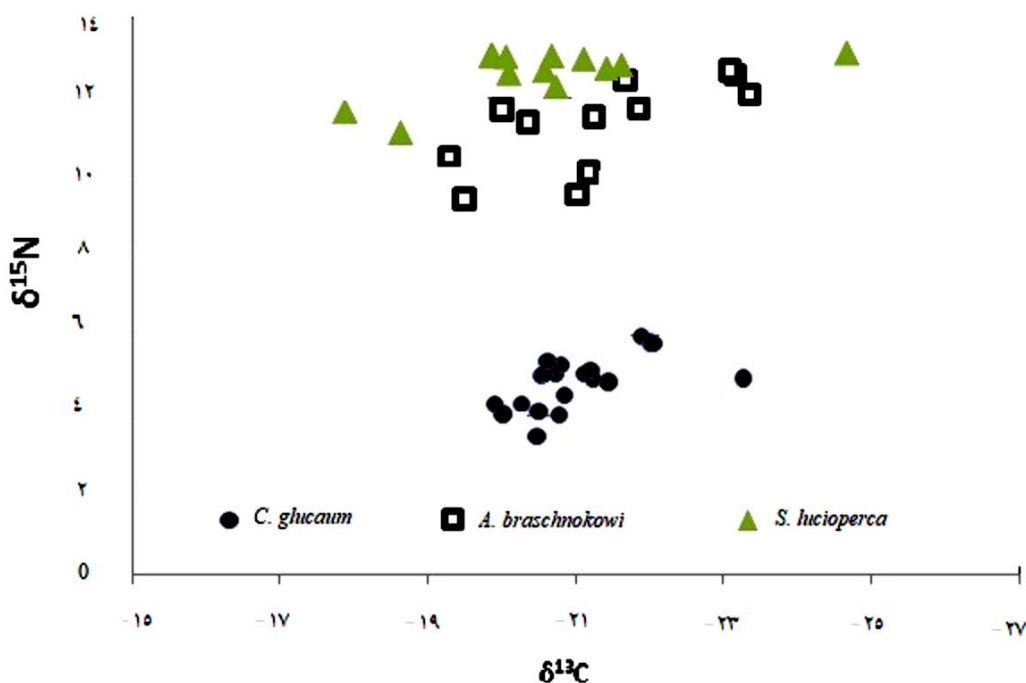
= براساس اولین مصرف کننده TL

$$\frac{4}{3} \times (\delta^{15}\text{N}_{\text{مصرف کننده نهایی}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{مصرف کننده}})$$

برای مقایسه و آزمون تفاوت معنی‌دار بودن ایزوتوپ‌ها و طول زنجیره غذایی بین مناطق، بعد از نرمال کردن داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون مقایسه زوج میانگین دانکن استفاده شد.

جدول ۱. ایزوتوپ‌های پایدار و محتوای کربن و نیتروژن نمونه‌های مورد بررسی از سواحل استان گیلان (حروف بیانگر گروه‌های همگن در سطح معنی‌دار ($p < 0.05$) می‌باشند).

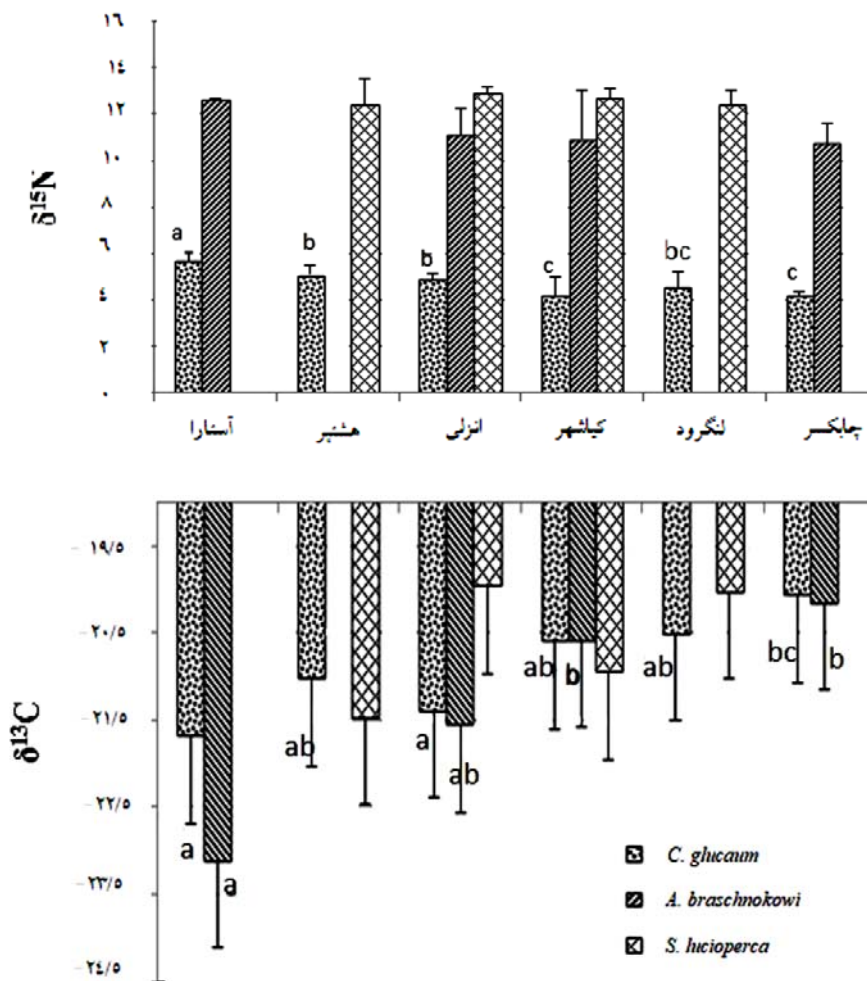
گونه	<i>Cerastoderma glucaum</i>	<i>Alosa braschnokowi</i>	<i>Sander lucioperca</i>
تعداد نمونه	۲۰	۱۵	۱۳
محتوای کربن (میکروگرم) میانگین \pm انحراف معیار	$285/6 \pm 146/2^a$	$638/3 \pm 156/2^b$	$453/3 \pm 1189/1^a$
حداکثر - حداقل	۸۵/۸-۵۵۵	۳۹۸/۵-۸۷۱/۹	۱۴۹/۲-۷۶۲
محتوای نیتروژن (میکروگرم) میانگین \pm انحراف معیار	$66/7 \pm 34/9^a$	$148/2 \pm 39/1^b$	$127/2 \pm 53/4^b$
حداکثر - حداقل	۱۳۰/۷-۱۸/۵	۱۰۶/۵-۲۱۸/۴	۲۶-۱۹۶/۳
$\delta^{13}C$ (‰) میانگین \pm انحراف معیار	-21 ± 8	$-21/3 \pm 1/4$	$-20/6 \pm 1/6$
حداکثر - حداقل	-۲۷/۳ - -۱۹/۹	-۲۳/۴ - -۱۹/۳	-۲۴/۷ - -۱۷/۹
$\delta^{15}N$ (‰) میانگین \pm انحراف معیار	$4/85 \pm 0/6^a$	$11/3 \pm 1/2^b$	$12/6 \pm 0/6^c$
حداکثر - حداقل	۳/۵ - ۶	۹/۵ - ۱۲/۷	۱۱/۱ - ۱۳/۲



شکل ۳. موقعیت گونه‌های مورد بررسی از سواحل جنوب غربی دریای خزر براساس ایزوتوپ‌های پایدار کربن ^{13}C و نیتروژن ^{15}N

بیشترین بوده و در نواحی شرقی‌تر مقدار آن کاهش یافته است. مقدار $\delta^{15}N$ در ماهی سوف متفاوت بوده به طوری که مقدار آن در ماهی سوف انزلی و کیشهر بیشتر از مناطق هشتر و لنگرود بوده است (شکل ۴). مقدار $\delta^{13}C$ مینا در صدف *C. glucaum*

کیشهر و چابکسر کمترین (۴/۲٪) بوده و تفاوت معنی‌دار ($p < 0.05$) نیز بین آنها دیده شده است. مقدار $\delta^{15}N$ اندازه‌گیری شده در دو ماهی از مناطق مختلف تفاوت معنی‌دار نشان ندادند ($p > 0.05$). مقدار $\delta^{15}N$ در ماهی شگ براسنکویی آستارا



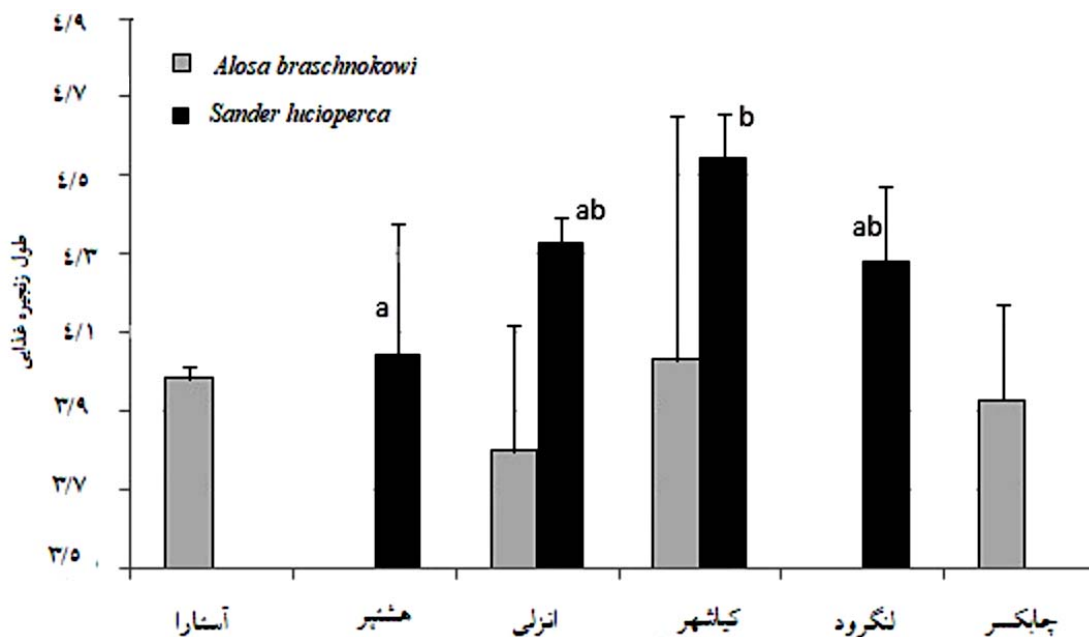
شکل ۴. مقدار ایزوتوپ‌های پایدار کربن^{۱۳} و نیتروژن^{۱۵} در موجودات مورد بررسی از مناطق مختلف سواحل استان گیلان

محاسبه طول زنجیره غذایی براساس ماهی سوف در نواحی مختلف خزر نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در ناحیه کیاشهر و هشتر وجود داشته و تفاوت معنی‌دار ($p < 0/05$) نیز بین آنها دیده شده است. طول زنجیره براساس شگ برانشکویی نیز در کیاشهر بیشتر از سایر نقاط بوده اما تفاوت معنی‌دار ($p > 0/05$) وجود نداشته است (شکل ۵).

بحث

در این بررسی مقادیر ایزوتوپ‌های پایدار کربن^{۱۳} ($\delta^{13}C$) و نیتروژن^{۱۵} ($\delta^{15}N$) در برخی مناطق با یکدیگر تفاوت نشان داده است (شکل ۴). وجود تفاوت معنی‌دار کربن^{۱۳} مبنای

از مناطق مختلف متفاوت بوده که در آستارا کمترین ($-21/7\%$) و در چابکسر ($-20/1\%$) بیشترین بوده تفاوت معنی‌دار ($p < 0/05$) بین آنها مشاهده شده است (شکل ۴). مقدار $\delta^{13}C$ در ماهی برانشکویی با مقدار $\delta^{13}C$ مبنای هم‌خوانی داشته و تفاوت معنی‌دار بین مناطق یاد شده دیده شده است (شکل ۴). مقدار $\delta^{13}C$ در ماهی سوف وضعیت متفاوت داشته به طوری که تفاوت معنی‌دار بین مقادیر در مناطق مختلف مشاهده نشد. مقدار آن از میزان $\delta^{13}C$ مبنای مناطق انزلی و لنگرود کمتر بوده که عدم هم‌خوانی را نشان می‌دهد. از طرف دیگر مقدار $\delta^{13}C$ ماهی سوف در منطقه انزلی کمتر از کیاشهر و لنگرود سنجش شد (شکل ۴).



شکل ۵. طول زنجیره غذایی براساس دو ماهی سوف و شگ براشنگویی در مناطق مختلف سواحل استان گیلان

به خوبی تفاوت سطح تروفی آنها را نشان داده به طوری که ماهی سوف در رأس قرار گرفته است (شکل ۳). تفاوت مقادیر ایزوتوپی در سطوح بالایی غذایی در بررسی دیگر (۱۸) نیز نشان‌دهنده تنوع منابع غذایی آنها بوده است. در این مطالعه انحراف از معیار مقادیر $\delta^{15}\text{N}$ و طول زنجیره برای ماهی شگ براشنگویی زیاد بوده (شکل‌های ۳، ۴ و ۵) که بیانگر تنوع اقلام غذایی آن می‌باشد. به‌طور کلی انواع شگ ماهیان از نظر فراوانی رتبه چهارم را در صید ماهیان استخوانی دریای خزر دارند. بررسی تغذیه شگ ماهی (*Alosa braschnikowi*) در سواحل دریای خزر (۱۲) نشان داد که گل آذین ماهی (*Atherina caspia*) حدود ۷۸/۶ درصد و گاو ماهی (*Neogobius fluviatilis*) حدود ۱۸/۲ درصد رژیم غذایی این ماهی را تشکیل داده است. کیلکا ماهیان، سایر گاو ماهیان، کپور و کفال سایر اقلام غذایی این ماهی را تشکیل داده بودند. با توجه به رژیم غذایی آترین (۱، ۶، ۱۳ و ۲۹) می‌توان شگ ماهی را در زمره مصرف کننده سوم یا چهارم قلمداد نمود. بررسی تغذیه سوف توسط عباسی و همکاران (۱) نشان داد که

حکایت از متفاوت بودن منابع تغذیه کننده مناطق داشته چرا که ایزوتوپ کربن منشاء تقریبی رژیم غذایی از منابع اولیه مختلف (خشکی یا آب، ساحلی یا دور از ساحل، پلاژیک یا بنتیک) را مشخص می‌کند. تغییر $\delta^{13}\text{C}$ ممکن است بیانگر حضور یک عامل خارجی در تولید باشد در حالی که تغییر در $\delta^{15}\text{N}$ انعکاس دهنده طعمه قابل دسترس در طول زنجیره غذایی می‌باشد (۱۴، ۱۵ و ۲۵). تغییر مقادیر ایزوتوپی در مطالعه کمو و همکاران (۱۵) نیز مشاهده شده است. آنها تغییرات مکانی مقادیر ایزوتوپ‌های نیتروژن و کربن را در مصرف کنندگان اولیه تالاب‌های ساحلی و در مواد آلی رسوب بررسی کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که $\delta^{13}\text{C}$ مصرف کنندگان ساکن در نواحی دور از ساحل کمتر از نواحی ساحلی بوده در حالی که $\delta^{15}\text{N}$ هیچ‌گونه تغییری نداشته است. تفاوت معنی‌دار بین ایزوتوپ نیتروژن در ماهیان و بی‌مهرگان مناطق مختلف سواحل در مطالعه شروود و رز (۲۴) نیز مشاهده شد در حالی که ایزوتوپ کربن تفاوتی نداشته است. وجود تفاوت معنی‌دار $\delta^{15}\text{N}$ در سه موجود مورد بررسی

حکایت از کاهش ذخایر بسیاری از گونه‌ها و افزایش اندک برخی دیگر از گونه‌ها داشته است. به‌طور کلی ۷۵ درصد از کل جمعیت ماهیان دریای خزر شامل گونه‌هایی از خانواده شگ ماهیان، کپور ماهیان و گاو ماهیان هستند که در سواحل جنوبی دریای خزر ماهی سفید و کفال ماهیان به تنهایی بیش از ۹۰ درصد صید ماهیان استخوانی را تشکیل می‌دهند (۲ و ۵).

در مطالعه میرزاجانی و همکاران (۸) هم‌خوانی شماتیک مثنی بین ذخایر کفزیان و مقدار صید ماهیان وجود داشته به طوری که بیشینه زی‌توده کفزیان در بخش‌های کوچکی شامل منطقه آستارا- هشتپر، روبروی تالاب انزلی و باریکه‌ای از ناحیه مصب سفیدرود تا رودخانه پلرود مشاهده گردید. به‌نظر می‌رسد نوعی هم‌خوانی بین زی‌توده کفزیان و طول زنجیره وجود داشته باشد چرا که مطالعه حاضر نیز مناطق انزلی و سفیدرود بالاترین طول زنجیره را داشته و ناحیه آستارا نیز در حد بالایی قرار داشته است. بررسی کفزیان مناطق مصبی رودخانه‌های استان گیلان (۹) نشان داد که فراوانی کفزیان با نتایج حاصل از طول زنجیره متج از ماهی سوف هم‌خوانی کامل داشته است به طوری که بیشترین فراوانی کفزیان به‌ترتیب در مناطق کياشهر، بندر انزلی، لنگرود و هشتپر وجود داشته هر چند تفاوت معنی‌دار بین مناطق مشاهده نشده است.

در تحقیقی آیکن و همکاران که ارتباط طول زنجیره و تولیدات اولیه مناطق بررسی شده بود، تفاوت تولیدات مناطق بیشتر با شاخص‌های کمی سطوح غذایی و کمتر با خصوصیات کیفی مرتبط دانسته شده است (۱۶). در مطالعه‌ای دیگر (۲۶) اگر چه طول زنجیره غذایی با غنای گونه‌ای و گستره دریاچه‌ها ارتباط داشته، اما نمایه قوی بین تولید در دریاچه‌ها و طول زنجیره مشاهده نشده است. در بررسی کفزیان مناطق مصبی رودخانه‌های استان گیلان (۹)، تنوع گونه‌ای براساس نمایه شانون- وینر در منطقه انزلی کمتر از سایر مناطق بوده اما تفاوت معنی‌داری بین مناطق مشاهده نشده است. در محاسبات طول زنجیره غذایی کلیه حلقه‌های شبکه غذایی مستتر بوده بنابراین تنها شاخص تنوع کفزیان برای تفسیر نتایج کافی نبوده

گل آذین ماهی و کیلکا ماهیان به‌ترتیب ۲۹ و ۱۳ درصد ماهیان خورده شده را تشکیل داده و گاو ماهی و کفال ماهیان در رتبه بعدی بوده‌اند. آنها همچنین تغییر نسبی فراوانی انواع طعمه را در معده سوف ماهیان مناطق شرق و غرب انزلی مشاهده کردند. با توضیحات فوق انحراف از معیار بالای N^{15} و طول زنجیره در ماهی شگ برآشکنوبی قابل توجیه بوده چرا که وابستگی بیشتری به اولین (یا دومین) حلقه مصرف کننده دارد در حالی که سوف طیف غذایی وسیع‌تری را در بر گرفته است.

همان‌طور که اشاره شد متفاوت بودن نشانه‌های ایزوتوپی در غرب و شرق منطقه مورد بررسی (شکل‌های ۴ و ۵) در ارتباط با منابع تغذیه کننده قرار دارد. نگرشی کلی به حوزه جغرافیایی مناطق مورد بررسی نشان می‌دهد که رودخانه‌های ناحیه غربی از گستره حوزه آبخیز کوچک‌تر، طول کوتاه‌تر، شیب زیاد و تأثیرات عوامل انسانی کمتر برخوردار بوده و وضعیت کیفی مطلوب‌تری دارند. سایر مناطق همچون انزلی و سفیدرود که از وضعیت کیفی ضعیفی برخوردارند (۱۰) عمدتاً از حوزه آبخیز بسیار وسیع‌تری برخوردار بوده و مواد مغذی فراوان‌تری را با گذر از اماکن مسکونی و صنعتی وارد مناطق مصبی خود می‌کنند. می‌توان ادعان نمود که شاخص‌های اکولوژیک از قبیل تنوع گونه‌ای، کیفیت بیولوژیک آب (۱۰) و طول زنجیره غذایی (شکل ۵) بخش میانی منطقه مورد بررسی تحت تأثیر فراگیر دو حوزه سفیدرود و تالاب انزلی قرار دارد.

اگر چه طول زنجیره غذایی در اکثر مناطق با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نداشته ولی مقایسه نتایج صید ماهیان استخوانی (شکل ۲) و طول زنجیره غذایی (شکل ۵) تقریباً نوعی هم‌خوانی را نشان می‌دهد. بیشتر ماهیان صید شده توسط پره‌های ساحلی رژیم غذایی کفزی‌خواری دارند اما مدل مناسبی مبنی بر ارتباط تراکم کفزیان مؤثر در میزان صید ماهیان ارائه نگردیده است. مسائل حل نشده در زمان حاضر با تغییرات سریع اکوسیستم دریای خزر پیچیده‌تر شده و مشخص نیست که با فرض تغییر تنوع و فراوانی گونه‌های بستری یا پلاژیک فراوانی گروه‌های مختلف ماهیان چگونه تغییر می‌یابد. شواهد

میزان صید بیشتر ماهیان تکثیری را در نواحی میانی منطقه مورد بررسی (شکل ۲) سبب شده است. عدم حضور ماهی سوف در بسیاری مناطق نیز می‌تواند به همین دلیل باشد چراکه بیشتر ۴ تا ۶ میلیون بچه ماهی تولید شده (۱۱)، در تالاب انزلی رهاسازی می‌شوند.

نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی میزان صید ماهیان در مناطق مختلف با شاخص طول زنجیره غذایی آن مناطق هم‌خوانی داشته، اما نباید نقش عواملی همچون رهاسازی بچه ماهیان را طی فعالیت بازسازی ذخایر شیلات ایران در نظر نگرفت چرا که در میزان صید مناطق مهم و تأثیرگذار بوده که نیاز به تحقیق بیشتر دارد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاران محترم معاونت صید شیلات استان گیلان به‌خاطر ارائه آمار صید تشکر می‌شود. همچنین از خانم دکتر غازیانی و آقای ساجدی، آقای فرهادی‌نیا و خانم ماتیس که در انجام آزمایشات همکاری نمودند تشکر می‌شود.

و لازم است تنوع سایر گروه‌ها نظیر پلانکتون‌ها و ماهیان نیز لحاظ گردد که در مورد آنها اطلاعات مستندی وجود ندارد.

نکته قابل ذکر آنکه صید فصلی ماهیان در بخش‌های مختلف تنها در ارتباط با تغذیه نبوده و تابع بسیاری از عوامل محیطی و رفتاری نظیر جریان‌ات دریایی، دمای آب، جریان آب شیرین، مهارت صیادان و استفاده از ابزار مناسب صید، همچنین رفتار تولید مثلی ماهیان می‌باشد. فعالیت‌های بازسازی ذخایر شیلات ایران طی دهه‌های اخیر به‌عنوان عاملی مهم در نوسانات صید برخی از ماهیان همچون ماهی سفید و کپور در کنار مسائل اکولوژیک مطرح شده که می‌تواند تأثیرگذار باشد. طی ۲۰ سال گذشته حدود ۲ میلیارد بچه ماهی در رودخانه‌های منتهی به دریای خزر رهاسازی شده است (۲ و ۵). هنگام رهاسازی عوامل متعددی در انتخاب رودخانه دخیل بوده که مهمترین آن کیفیت و کمیت آب رودخانه و دوری و نزدیکی به کارگاه‌های تکثیر می‌باشد. براساس اطلاعات موجود در کارگاه‌های تکثیر استان گیلان، این عوامل سبب می‌گردد که به‌طور نسبی حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد ماهیان رهاسازی شده در استان گیلان در داخل تالاب انزلی و رودخانه سفید رود صورت گیرد که در فصل رهاسازی از کمیت آب مطلوب‌تری برخوردارند. چنین الگویی

منابع مورد استفاده

۱. عباسی، ک.، ج. سبک‌آرا، م. صیادرحیم و ف. ماهی صفت. ۱۳۸۳. بررسی تغذیه ماهیان در سواحل جنوبی دریای خزر. آرشیو پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۱۰ ص.
۲. عبدالملکی، ش.، د. کر و غ. بندانی. ۱۳۸۸. ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی در آب‌های ساحلی ایرانی دریای خزر (۱۳۸۴-۱۳۸۶). گزارش پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۱۵۸ ص.
۳. عبدالملکی، ش. و د. غنی‌نژاد. ۱۳۸۶. ارزیابی ذخایر ماهی سفید در سواحل ایرانی دریای خزر در سال بهره‌برداری ۱۳۸۲-۱۳۸۳. مجله علمی شیلات ایران ۱۶(۱): ۱۰۳-۱۱۴.
۴. علیزاده ح. ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر ویژگی‌های دریای خزر؛ دریای خزر را بهتر بشناسیم تا در آن غرق نشویم. انتشارات نوربخش، ۱۱۹ ص.
۵. فضلی، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی در سواحل جنوبی دریای خزر ۸۹-۱۳۸۶. گزارش پروژه تحقیقاتی سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۹۰ ص.

۶. قربانعلی دوست، ق. ۱۳۸۱. مطالعات ریخت‌شناسی و بیولوژی *Atherina boyeri* در جنوب دریای خزر (سواحل بندر انزلی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.
۷. لالویی، ف. ۱۳۸۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی دریای خزر اعماق کمتر از ۱۰ متر. موسسه تحقیقات شیلات کشور. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۳۹۴ ص.
۸. میرزاجانی، ع.، د. غنی‌نژاد و ا. قانع. ۱۳۸۴. ارتباط میزان صید پره‌های ساحلی با فراوانی بی‌مهرگان کفزی دریای خزر در حوزه استان گیلان. *مجله پژوهش و سازندگی* ۶۸: ۹-۲.
۹. میرزاجانی، ع. ۱۳۸۹. بررسی و پایش اکولوژیک محدوده مصب رودخانه‌های استان گیلان. گزارش پروژه تحقیقاتی سازمان حفاظت محیط زیست کشور، تهران، ۳۷۲ ص.
۱۰. میرزاجانی، ع.، ا. قانع، ح. خداپرست، ق. قربانزاده و ا. صدیقی. ۱۳۹۳. مطالعه مصب رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در استان گیلان براساس جوامع کفزیان. *نشریه محیط زیست طبیعی منابع طبیعی ایران* ۶۷(۴): ۴۷۴-۴۶۱.
11. Abdolmalaki, S. and I. Psuty. 2007. The effects of stock enhancement of pikeperch (*Sander lucioperca*) in Iranian coastal waters of the Caspian Sea. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 64: 973-980.
12. Afraei Bandpei, M. A., A. F. M. Sayed, R. Pourgholam, H. Nasrolahzadeh and T. Valinassab. 2012. Food and feeding habits of the Caspian marine shad, *Alosa braschnikowi* (Clupeidae) in the southern Caspian Sea. *Cybiium* 36: 411-416.
13. Bartulovic, V., D. Lucic, A. Conides, B. Glamuzina, J. Dulcic, D. Hafner and M. Batistic. 2004. Food of sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia). *Scientia Marina* 68: 597-603.
14. Cabana, G. and J. B. Rasmussen. 1996. Comparison of aquatic food chains using nitrogen isotopes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93: 10844-10847.
15. Como, S., P. Magni, G. Van Der Velde, F. Blok and M. Van De Steeg. 2012. Spatial variations in $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of primary consumers in a coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 115: 300-308.
16. Iken, K., B. Bluhm and K. Dunton. 2010. Benthic food-web structure under differing water mass properties in the southern Chukchi Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 57: 71-85.
17. Jake Vander Zanden, M. and W. W. Fetzer. 2007. Global patterns of aquatic food chain length. *Oikos* 116: 1378-1388.
18. Le Loc'h, F., C. Hily and J. Grall. 2008. Benthic community and food web structure on the continental shelf of the Bay of Biscay (North Eastern Atlantic) revealed by stable isotopes analysis. *Journal of Marine Systems* 72: 17-34.
19. McKinney, R., J. Lake, M. Charpentier and S. Ryba. 2002. Using mussel isotope ratios to assess anthropogenic nitrogen inputs to freshwater ecosystems. *Environmental Monitoring and Assessment* 74: 167-192.
20. Mirzajani, A. R. and R. Vonk. 2006. Spatial and temporal aspects of the lagoon cockle and its commensal amphipod in the southwestern Caspian Sea. *Zoology in the Middle East* 37: 63-72.
21. Paulet, Y. M., A. Lorrain, J. Richard and S. Pouvreau. 2006. Experimental shift in diet ^{13}C : A potential tool for ecophysiological studies in marine bivalves. *Organic geochemistry* 37: 1359-1370.
22. Ponsard, S. and R. Arditì. 2000. What can stable isotopes ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) tell about the food web of soil macro-invertebrates? *Ecology* 81: 852-864.
23. Post, D. M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83: 703-718.
24. Sherwood, G. D. and G. A. Rose. 2005. Stable isotope analysis of some representative fish and invertebrates of the Newfoundland and Labrador continental shelf food web. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63: 537-549.
25. Vander Zanden, M. J., G. Cabana and J. B. Rasmussen. 1997. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios (^{15}N) and literature dietary data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1142-1158.
26. Vander Zanden, M. J., J. M. Casselman and J. B. Rasmussen. 1999. Stable isotope evidence for the food web consequences of species invasions in lakes. *Nature* 401: 464-467.
27. Vander Zanden, M. J. and J. B. Rasmussen. 2001. Variation in $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ trophic fractionation: implications for

- aquatic food web studies. *Limnology and Oceanography* 46: 2061-2066.
28. Vetchanin, V. 1984. Feeding of the Astrakhan shad, *Alosa brasnikovi* (Clupeidae), in the southeastern Caspian Sea. *Journal of Ichthyology* 24: 143-147.
29. Vizzini, S. and A. Mazzola. 2005. Feeding ecology of the sand smelt *Atherina boyeri* (Risso 1810) (Osteichthyes, Atherinidae) in the western Mediterranean: evidence for spatial variability based on stable carbon and nitrogen isotopes. *Environmental Biology of Fishes* 72: 259-266.