نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

کاربرد ایزوتوپ‌های پایدار نیتروژن ($\delta^{15}N$) و کربن ($\delta^{13}C$) در بررسی پویایی ماهیان خلیج گرگان در استان گلستان

نیلوفر نوروزی*[1]، رسول قربانی[2]، سیدعباس حسینی[3]، سیدعلی‌اکبر هدایتی[2] و رحمت ندافی[4]

[1] دانشجوی دکتری بوم‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[2] دانشیار، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[3] استاد، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[4] دانشیار، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سوئد

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۶/۰۹/۰۶
پذیرش: ۹۶/۱۱/۰۸

نویسنده مسئول مکاتبه:
نیلوفر نوروزی، دانشجوی دکتری بوم‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

ایمیل: norouziniloufar67@gmail.com

چکیده

خلیج گرگان و سواحل جنوب‌شرقی دریای خزر در استان گلستان از مناطق مهم زیستی و شیلاتی می‌باشند، درحالی‌که در سالیان اخیر به‌شدت آلوده شده‌اند. در پژوهش حاضر، پویایی ماهیان با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار نیتروژن و کربن، جهت تعیین رژیم غذایی و جایگاه تروفی آن‌ها، ارزیابی گردید که می‌تواند شرایط زیستی اکوسیستم را به‌خوبی ترسیم نماید. بر این اساس در شهریور- مهر سال ۱۳۹۴ در ۵ ایستگاه اکولوژیک، نمونه‌برداری از پریفیتون‌ها، ماکروفیت‌ها، بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی و ماهی‌ها صورت گرفت و گونه‌های غالب تحت آنالیزهای ایزوتوپی با استفاده از دستگاه EA-IRMS قرار گرفتند. نتایج حاصل از ایزوتوپ نیتروژن- ۱۵ و ایزوتوپ کربن- ۱۳ نشان‌دهنده عدم وجود تعادل درشرایط اکوسیستم بوده که موجب تغییر رژیم غذایی موجودات و کاهش راندمان شبکه غذایی شده است. مهمترین عوامل فشار بر اکوسیستم نیز، بسته بودن کانال‌های اصلی دریا به خلیج، ورود آلاینده‌های مختلف به اکوسیستم و فیزیوگرافی ضعیف خلیج گرگان تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی:

دریای خزر، خلیج گرگان، پویایی ماهیان، ایزوتوپ نیتروژن- ۱۵، ایزوتوپ کربن ۱۳

۱ | مقدمه

یکی از اجزای مهم اکوسیستم‌های آبی، مواد غذایی موجود در آن هستند که به‌عنوان اصلی‌ترین رکن شبکه‌های غذایی مطرح می‌شوند. این در حالی است که در سال‌های اخیر فعالیت‌های انسانی اثرات مخربی بر محیط‌های آبی گذاشته است (Wang *et al.*, 2014). از این‌رو، ارزیابی مواد غذایی موجود در اکوسیستم‌ها و مدیریت بهینه آن‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اصول مدیریت آب در دهه گذشته مطرح شده است (Intrntional atomic Agency, 2013). این مساله به‌ویژه در مورد تالاب‌ها یا خلیج‌هایی که از جهتی دارای پیچیدگی‌های زیستی، زمین‌شناختی و شیمیایی بسیار بالا بوده و از طرف دیگر محل ورود مواد غذایی با مقادیر بالا می‌باشند، بسیار پراهمیت است.

اولین بار در سال ۱۹۸۳ چندین مقاله با محوریت ارائه روشی نوین جهت ارزیابی موادغذایی در علم آبزی‌پروری ارائه شد (Schroeder, 1983). در این مقالات از ایزوتوپ‌های پایدار به‌دلیل آن‌که به‌عنوان بهترین شاخص رژیم غذایی معمول مصرفی موجود زنده محسوب می‌شوند، به‌عنوان نشانگرهایی نوین و قوی، جهت تعیین نحوه پخش مواد غذایی در اکوسیستم‌های آبی نام برده شده است. در بررسی پویایی سطوح غذایی یک اکوسیستم، نیتروژن و کربن به‌عنوان پایه‌های اصلی انرژی و تولیدات موردتوجه هستند. مطلب بسیار مهم در بررسی این مواد، اشکال مختلف اتم‌های آن‌ها در طبیعت است. اتم‌های این دو عنصر به دو شکل پایدار و ناپایدار در طبیعت یافت می‌شوند که به نسبت این دو شکل مختلف اتمی در برابر هم ایزوتوپ اطلاق می‌شود. هر دو شکل شاخص رژیم غذایی معمول مصرفی موجود زنده هستند با این تفاوت که بخش ناپایدار مستقیماً تحت‌تاثیر متغیرهای محیطی و شرایط فیزیولوژیکی بدن موجود قرار می‌گیرد (با افزایش یا کاهش غیر-معمول مواد غذایی در اکوسیستم یا به‌هم خوردن تعادل زیستی بدن موجود، مقدار آن تغییر می‌کند)، بنابراین نتایج حاصل از بررسی آن قابل اتکا نخواهد بود ولی بخش پایدار متأثر از نوسانات نبوده و در طول یک بازه زمانی طولانی، براساس رژیم غذایی مصرفی موجود ایجاد می‌شود. از این‌رو در بررسی پویایی جمعیت گروه‌های زیستی که شامل تعیین رژیم غذایی و جایگاه تروفی موجود در اکوسیستم می‌باشد، مورد

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]

[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]

© ۱۳۹۹ | دانشگاه گنبدکاووس

E-proof

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]

[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]

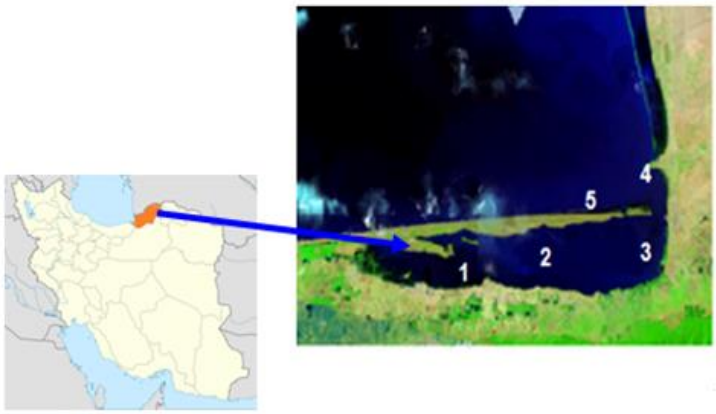
استفاده قرار می‌گیرد. ایزوتوپ نیتروژن- ۱۵ بهترین نوع ایزوتوپ پایدار نیتروژن موجود در طبیعت است که در اثر مواد نیتروژنه به مرور در بدن موجودات ذخیره می‌گردد.، همچنین ایزوتوپ پایدار کربن- ۱۳ نیز بهترین ایزوتوپ پایدار طبیعی کربن می‌باشد که در اثر ورود مواد کربنه به‌ویژه از طریق تغذیه وارد بدن موجودات مختلف شده و نقش اصلی را در رشد و تولید گوشت در موجودات به‌ویژه ماهیان ایفا می‌نماید.

براین اساس درپژوهشی که توسط طهماسبی‌وهمکاران (Tahmasebi *et al.*, 2017) با عنوان مطالعه برخی خصوصیات ریخت‌سنجی و زیستی نی‌ماهی دریای خزر در خلیج گرگان صورت گرفت، ۵۰ قطعه نی‌ماهی در آب شور خلیج‌گرگان صید و اطلاعات پایه در زابطه با تغییرات ۲۱ فاکتور ریخت‌شناسی و ۶ فاکتور شمارشی و نیز پارامترهای پویایی‌شناسی آن‌ها انجام گرفت. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که الگوی رشد در دو جمعیت مورد مطالعه از گونه نی ماهی منفی بوده و در حوضه خلیج گرگان جدایی و تفکیک این دو جمعیت، با روش‌های آماری چندمتغیره اثبات گردیده است.، همچنین در سال ۱۹۹۷ پژوهشی را با عنوان کاربرد ایزوتوپ پایدار نیتروژن به‌عنوان نشانگر در تشخیص روابط داخل شبکه غذایی و بررسی مسیر مهاجرت ماهی‌ها انجام شد (Honson *et al.*, 1997). نتایج حاصل از بررسی مواد آلی ذره‌ای، آنالیز پارامترهای کیفی و زئوپلانکتون‌ها وجود اختلاف معنادار را در طول ایستگاه‌های مختلف نشان داد. در مورد مهاجرت نیز نتایج در بین گونه‌های شناسایی شده که شامل هرینگ جوان، اسپارت و اسملت بودند نشان داد که هرینگ دارای مهاجرت بیشتری بوده است. در سال ۲۰۱۰ نیز پژوهشی با عنوان کاربرد ایزوتوپ‌های پایدار در منطقه ساحلی دریاچه‌های بزرگ در تخمین ارتباط شبکه غذایی بین ماهیان جوان صورت گرفت (Hoffman *et al.*, 2010). نتایج حاصل نشان داد که میزان ایزوتوپ‌های پایدار در طول رودخانه و در نتیجه آن تولید ماهی، باتوجه به منابع مختلف ورودی مواد آلی، در ایستگاه‌های مختلف متفاوت بوده است.

باتوجه به موارد عنوان شده و اهمیت موضوع، پژوهش حاضر به هدف بررسی پویایی ماهیان غالب خلیج گرگان و حوضه جنوب شرقی دریای خزر (تعیین رژیم غذایی موجود و نیز تعیین وضعیت آن در هرم غذایی) به‌انجام رسید که به‌نوبه خود می‌تواند شرایط زیستی اکوسیستم را به‌خوبی تبیین نماید.

۲ | مواد و روش‌ها

حوضه آبخیز خلیج گرگان یکی از زیرحوضه‌های دریای خزر محسوب می‌شود. وسعت این خلیج حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع بوده و دارای عمق کمی نیز می‌باشد، به‌طوری‌که با در نظر گرفتن بالا آمدگی آب، حداکثر عمق آن به ۴ متر می‌رسد. این حوضه در رشد و تکثیر آبزیان، ماهیان استخوانی، ماهیان خاویاری و جذب پرندگان مهاجر زمستانی نقش مهمی دارد.، این در حالی است که در طول سالیان اخیر، وضعیت آب آن بسیار نامطلوب ارزیابی شده است (Darvish bastami *et al.*, 2013). علاوه بر خلیج گرگان سواحل استان گلستان نیز به طول ۱۵۰ کیلومتر (با احتساب پیرامون خلیج)، به‌طور بالقوه از پتانسیل‌های زیادی برخوردار است. در شکل ۱ موقعیت خلیج گرگان و ایستگاه‌های مورد بررسی در استان گلستان و در جدول ۱ موقعیت و ویژگی‌های برجسته ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت خلیج گرگان در استان گلستان و ایستگاه‌های مورد بررسی

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های مختلف در اکوسیستم مورد مطالعه

ایستگاه‌ها	مختصات جغرافیایی	توضیحات تکمیلی
ایستگاه ۱	″۲ ′۴۹ °۳۶ شمالی، ″۴۲ ′۴۲ °۵۳ شرقی	نزدیک به زاغ‌مرز، دارای عمق کم، تحت تأثیر جریانات محلی.
ایستگاه ۲	″۴۹ ′۴۹ °۳۶ شمالی، ″۴۵ ′۵۳ °۵۳ شرقی	دارای بیشترین عمق در خلیج، دارای پوشش گیاهی ضعیف و متأثر از جریانات ورودی از بندرگز.
ایستگاه۳	″۵۲ ′۵۱ °۳۶ شمالی، ″۳۵ ′۰ °۵۴ شرقی	دارای عمق کم، پوشش گیاهی و فون جانوری غنی‌تر از سایر نقاط خلیج، متأثر از جریان دائمی قره‌سو.
ایستگاه ۴	″۱۹ ′۵۵ °۳۶ شمالی، ″۱۰ ′۵۶ °۵۳ شرقی	محل ورودی گرگانرود به آب‌های ساحلی خزر، دارای فون و فلور نسبتا قوی‌تر از خلیج، متأثر از بندرترکمن و گرگانرود.
ایستگاه ۵	″۱۷ ′۵۸ °۳۶ شمالی، ″۲۵ ′۵۹ °۵۳ شرقی	در لبه ساحلی دریای خزر، دارای تولیدات ماهی قوی‌تر نسبت به سایر ایستگاه‌ها.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]
[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]

جهت بررسی پویایی ماهیان غالب اکوسیستم، لازم است از کلیه گروه‌های غالب غذایی آن‌ها نمونه‌برداری به‌عمل آمده و مقادیر ایزوتوپی آن‌ها محاسبه گردد.، سپس با مقایسه این مقادیر با مقادیر ایزوتوپی محاسبه شده در ماهیان، رژیم غذایی و جایگاه تروفی ماهی‌ها تعیین می‌گردد. از آنجاکه فون ماهیان غالب اکوسیستم (کپورماهیان دریایی و کفال طلایی) دارای تغذیه دتریت‌خواری و نیز کفزی‌خواری هستند و تغذیه پلانکتون‌خواری در آن‌ها مشاهده نمی‌شود، از این‌رو از بررسی گروه‌های فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها صرف‌نظر گردید و صرفاً نمونه‌برداری از گیاهان عالی، پریفیتون‌ها، کفزیان و ماهی‌ها صورت گرفت. نمونه‌برداری در تابستان ۱۳۹۴، به‌جهت وجود بیشترین تنوع زیستی و نیز کمترین تغییرات بیوژئوشیمیایی در اکوسیستم (Hoffman *et al.*, 2010). انجام شد.، از آنجا که متغیرهای مورد بررسی ایزوتوپ‌های پایدار می‌باشند و مقادیر این متغیرها در طول فصول تولید تابستان و تا قبل از تغییر کلی رژیم غذایی موجود، تغییر فاحشی نمی‌کند، از این‌رو یک مرتبه نمونه‌برداری کفایت می‌نماید.

جهت نمونه‌برداری از پریفیتون‌ها و گیاهان عالی آبزی، به‌ترتیب از کاردک جهت جداسازی پریفیتون‌ها از سنگ و از چاقو جهت برش گیاهان عالی استفاده شد، سپس با قرارگیری در یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه در ابتدا نمونه‌ها به آرامی با آب دیونیزه شستشو داده شده تا شن، ماسه، ذرات معلق و غیره از میان آن‌ها زدوده گردد، سپس تحت آنالیزهای ایزوتوپی قرار گرفتند. جهت نمونه‌برداری از کفزیان نیز از تور گراب با سطح مقطع ۴۰۰ سانتی‌متر مربع استفاده شد و سه تکرار نمونه‌برداری در هر ایستگاه اعمال شد. نمونه‌ها با الک ۰/۵ میلی‌متری شسته شده و پس از فیکس کردن با اتانول ۷۰ درصد، در آزمایشگاه با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر تفکیک و شمارش شدند (Tiffany and Britton, 1971). در نهایت برای نمونه‌برداری از ماهیان غالب، از هر گونه شاخص در هر ایستگاه ۳ نمونه تهیه شده، در یخ قرار گرفته و جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل گردید.

پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، در ابتدا جهت رطوبت‌گیری، کلیه نمونه‌ها به دستگاه فریز درایر به‌مدت ۱۲ ساعت و سپس به آون به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. پس از رطوبت‌گیری کامل، نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه آسیاب برقی به‌صورت پودر درآمده، پودرهای حاصل مخلوط و همگن‌سازی شده و جهت انتقال به دستگاه، به میکروتیوب منتقل گردیدند. در نهایت میکروتیوب‌ها به دستگاه EA-IRMS (ساخت برمن. آلمان، مدل Thermo fisher scientific،Delta V) جهت انجام آزمایشات ایزوتوپی انتقال یافتند (Hoffman *et al.*, 2010). ذکر این نکته ضروری است که در مورد کفزیان کامپوزیتی شامل نمونه‌های بالغ (از هر گونه شاخص در هر ایستگاه ۱کامپوزیت شامل ۵ نمونه) و در مورد ماهیان، قسمتی از ماهیچه پشتی نمونه‌ها (یک قطعه ۲-۳ سانتی‌متری در بالای خط جانبی) مورد آنالیز ایزوتوپی قرار گرفتند.

جهت آنالیز مقادیر ایزوتوپی از نسبت ایزوتوپ‌های پایدار طبق قرارداد، براساس قسمت بر هزار (‰) استفاده شد که اختلاف از مقدار استاندارد در آن‌ها با استفاده از دلتا (δ) نشان داده می‌شود که در معادله ۱نشان داده شده است.

$$\delta‰ = \frac{R_{sample} - R_{standard}}{R_{standard}} \times 1000$$

که در آن: R_{sam} مقدار ایزوتوپ پایدار اندازه‌گیری شده در نمونه مورد نظر و R_{stn} مقدار استاندارد بین‌المللی می‌باشد. بر این اساس، نام مرجع مورد استفاده برای ایزوتوپ پایدار نیتروژن، مقادیر نیتروژن اتمسفر و برای کربن، مقادیر موجود در فسیل بلمنیت می‌باشد.

۳ | نتایج

قبل از انجام آنالیزهای ایزوتوپی، نمونه‌های غالب از هر سطح غذایی شناسایی و جداسازی شده و در نهایت مورد آنالیز قرار گرفتند. بر این اساس شناسایی فون بزرگ بی‌مهرگان کفزی تا حد نیاز و امکان، بر اساس کلیدهای شناسایی معتبر صورت گرفت و در مجموع ۶ خانواده و ۱۱۱ نمونه شناسایی شدند. نتایج حاصل از شمارش نمونه‌ها نشان داد که کرم‌های پرتار هدیست دایورسیکولار (*Hediste diversicolor*) (۶۴ نمونه)، کرم‌های کم‌تار (۱۷ نمونه)، صدف‌های دوکفه‌ای (۱۲ نمونه)، انگل نماتد (۹ نمونه)، کرم‌های شیرونومیده (۸ نمونه) و آمفی‌پودا (۱ نمونه)، جمعیت کفزیان اکوسیستم را تشکیل می‌دهند. از بین گروه‌های بالا، کرم‌های پرتار به دلیل تراکم بالا و صدف‌های دوکفه‌ای به‌دلیل بیوماس بالا، جهت آنالیز ایزوتوپی انتخاب شدند (لازم به ذکر است که صدف‌های دوکفه‌ای تنها در ایستگاه‌های ۴ و ۵ یافت شدند).

نمونه‌برداری از ماهیان نیز، حاکی از غالب بودن ماهی کفال طلایی *Liza aurata* (Risso, 1810) و نیز ماهی کپور دریایی *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) در اکوسیستم بوده است. بر این اساس از هرگونه ۳ نمونه صید شده و تحت آنالیزهای ایزوتوپی قرار گرفتند. نمونه‌های انتخاب شده تقریباً هم‌اندازه و هم‌وزن بوده و جهت حفظ پیوستگی انتقال انرژی در شبکه غذایی، ماهیان جوان (مابین ماهیان کوچک و ماهیان بالغ) که مستقیما از سطح دوم غذایی استفاده کرده و شاخص صحیح‌تری از سطح غذایی سوم هستند، انتخاب شدند.

آنالیزهای ایزوتوپی در مورد کلیه سطوح زیستی اکوسیستم انجام شد و مقادیر $\delta^{13}C$، $\delta^{15}N$ و نرخ C/N محاسبه گردید. همان‌طور که در فوق اشاره گردید، از هر گروه زیستی در هر ایستگاه کامپوزیتی از چند تکرار تهیه گردید، از این‌رو مقادیر ذکر شده در جداول، مقادیر ایزوتوپی کامپوزیت‌های تهیه شده می‌باشند.

در جدول ۲ مقادیر ایزوتوپی محاسبه شده در ماکروفیت‌ها و پریفیتون‌ها گزارش شده است. همان‌طور که در جدول قابل مشاهده است، در مورد ماکروفیت‌ها، دامنه مقادیر $\delta^{13}C$ از ۱۳/۸۷- تا ۳۰/۴۰- و مقادیر $\delta^{15}N$ از ۲/۲۴ تا ۸/۹۵ متغیر می‌باشد. مقادیر C/N نیز دارای بیشترین نرخ در ایستگاه ۱ و کمترین نرخ درایستگاه ۴ می‌باشد. به‌طور کلی به‌غیر از مقدار $\delta^{13}C$ در ایستگاه ۱ و مقدار $\delta^{15}N$ در ایستگاه ۴، سایر مقادیر در دامنه‌ای محدود و نزدیک به یکدیگر قرار دارند. در مورد پریفیتون‌ها نیز، دامنه مقادیر $\delta^{13}C$ از ۱۱/۱۴- تا ۱۳/۱۹- و مقادیر $\delta^{15}N$

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]
[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]

از ۶/۲۳ تا ۸/۱۰ متغیر می‌باشد. مقادیر C/N نیز دارای بیشترین مقدار در ایستگاه ۴ و کمترین مقدار در ایستگاه ۵ می‌باشد. به‌طورکلی مقادیر ایزوتوپی به‌دست آمده در دامنه‌ای نسبتاً محدود و مقادیری نزدیک به یکدیگر قرار دارند.

جدول ۲ - مقادیر ایزوتوپی محاسبه شده در ماکروفیت‌ها و پریفیتون‌ها

ایستگاه/ مقادیر ایزوتوپی سطح اول	$\delta^{13}C$ / ‰ ماکروفیت	$\delta^{15}N$ / ‰ ماکروفیت	C/N ratio ماکروفیت	$\delta^{13}C$ / ‰ پریفیتون	$\delta^{15}N$ / ‰ پریفیتون	C/N ratio پریفیتون
ایستگاه ۱	-۱۳/۸۷	۶/۴۱	۲۶/۴	-۱۳/۰۵	۸/۱۰	۱۷/۵
ایستگاه ۲	-۳۰/۴۰	۶/۷۵	۱۶/۰	-۱۱/۸۹	۶/۹۳	۱۹/۴
ایستگاه۳	-۲۹/۸۷	۶/۶۷	۱۴/۱	-۱۱/۱۴	۶/۲۳	۱۶/۹
ایستگاه ۴	-۲۸/۶۳	۲/۲۴	۱۰/۳	-۱۲/۳۳	۶/۸۹	۱۹/۹
ایستگاه ۵	-۲۸/۶۰	۸/۹۵	۱۱/۸	-۱۳/۱۹	۷/۹۱	۱۵/۷

در جدول ۳ مقادیر ایزوتوپی محاسبه شده در کرم‌های نرئیس و صدف‌های دوکفه‌ای نشان داده شده است. نتایج در مورد کرم‌های نرئیس نشان می‌دهدکه بیشترین و کمترین مقادیر $\delta^{13}C$ به‌ترتیب متعلق به ایستگاه‌های ۴ و ۲ و در مورد $\delta^{15}N$ نیز به‌ترتیب ایستگاه‌های ۳ و ۴ می‌باشند. مقادیر CN نیز دارای روند نرمالی در کلیه ایستگاه‌ها می‌باشد. در مورد صدف‌ها نیز، نتایج نشان می‌دهند که کلیه متغیرها شامل $\delta^{13}C$ و $\delta^{15}N$ و نرخ CN، در ایستگاه ۴ دارای مقادیر بالاتری نسبت به ایستگاه ۳ می‌باشند.

جدول ۳- مقادیر ایزوتوپی محاسبه شده در کرم‌های نرئیس و صدف‌ها

ایستگاه/ مقادیر ایزوتوپی سطح دوم	$\delta^{13}C$ / ‰ نرئیس‌ها	$\delta^{15}N$ / ‰ نرئیس‌ها	C/N ratio نرئیس‌ها	$\delta^{13}C$ / ‰ صدف‌ها	$\delta^{15}N$ / ‰ صدف‌ها	C/N ratio صدف‌ها
ایستگاه ۱	-۱۲/۵۴	۷/۶۰	۴/۱	-	-	-
ایستگاه ۲	-۱۲/۲۹	۷/۵۴	۴/۱	-	-	-
ایستگاه۳	-۱۲/۹۳	۸/۳۰	۴/۲	-	-	-
ایستگاه ۴	-۱۳/۳۷	۷/۵۳	۴/۵	-۱۳/۷۸	۵/۲۶	۵/۴
ایستگاه ۵	-۱۲/۶۶	۷/۶۷	۴/۳	-۱۳/۳۳	۴/۷۸	۵/۲

در جدول ۴ مقادیر ایزوتوپی محاسبه شده در ماهیان کفال طلایی و کپور وحشی نشان داده شده است. در مورد ماهی کفال طلایی نتایج نشان می‌دهند که بیشترین و کمترین مقادیر $\delta^{13}C$ به ترتیب متعلق به ایستگاه‌های ۳ و ۱ و در مورد $\delta^{15}N$ نیز به ترتیب متعلق به ایستگاه-های ۱ و ۴ می‌باشد. نکته بسیار جالب، یکسانی نرخ C/N در کلیه ایستگاه‌ها می‌باشد که قطعا به دلیل مهاجر بودن ماهی کفال و گشت-زنی آن در سرتاسر اکوسیستم بوده که موجب کاهش تفاوت در نرخ کلی ایزوتوپ‌ها گردیده است. در مورد ماهی کپور وحشی نیز بیشترین و کمترین مقادیر $\delta^{13}C$ به ترتیب متعلق به ایستگاه‌های ۲ و ۵ و در مورد $\delta^{15}N$ به ترتیب متعلق به ایستگاه‌های ۴ و ۱ می‌باشد. در مورد نرخ مقادیرCN این ماهیان، مجددا مقادیر بسیار نزدیک به هم مشاهده می‌شود، لیکن شاهد اندکی اختلاف می‌باشیم که دقیقا مورد انتظار بوده است و علت اصلی آن نیمه‌مهاجر بودن این گونه نسبت به ماهی کفال می‌باشد.

جدول ۴- مقادیر ایزوتوپی محاسبه شده در ماهی کفال طلایی و کپور

ایستگاه/ مقادیر ایزوتوپی ماهیان	$\delta^{13}C$ / ‰ کفال	$\delta^{15}N$ / ‰ کفال	C/N ratio کفال	$\delta^{13}C$ / ‰ کپور	$\delta^{15}N$ / ‰ کپور	C/N ratio کپور
ایستگاه ۱	-۱۵/۳۸	۹/۶۵	۳/۵	-۲۲/۶۵	۸/۱۰	۳/۵
ایستگاه ۲	-۱۸/۵۱	۹/۱۴	۳/۵	-۲۵/۰۸	۱۳/۶۰	۳/۴
ایستگاه۳	-۱۹/۱۹	۸/۴۴	۳/۵	-۲۴/۴۹	۱۴/۰۰	۳/۴
ایستگاه ۴	-۱۸/۸۰	۷/۹۶	۳/۵	-۲۴/۸۷	۱۵/۲۵	۳/۵
ایستگاه ۵	-۱۷/۲۲	۹/۰۱	۳/۵	-۲۲/۵۵	۸/۱۵	۳/۵

E-proof

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]

[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

در مشاهده مقادیر ایزوتوپی δC^{13} در کلیه گروه‌ها، مقادیر منفی ایزوتوپی مشاهده شد. علت اصلی این مساله به منبع کربن مورد استفاده تولیدکنندگان مربوط می‌شود. گیاهان عالی و پریفیتون‌ها در حالت عادی از دی‌اکسید کربن جو به‌عنوان منبع کربن جهت تولیدات اولیه خود استفاده می‌کنند. در اکوسیستم‌هایی نظیر تالاب و مرداب، در برخی مناطق به جهت حجم بالای ورودی مواد مغذی و نیز گردش اندک آب شرایط بی‌هوازی حاکم می‌گردد، در نتیجه در اثر فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی گازهای سمی تولید شده که یکی از مهمترین آن‌ها تولید گاز متان توسط متانوژن‌ها می‌باشد (Ismaili,2000)، بنابراین تولیدکنندگان علاوه بر استفاده از کربن جو، از کربن موجود در گاز متان نیز استفاده کرده و از آنجا که متان سمی بوده و کربن آن فاقد ارزش تولید است، به‌جای آنکه شاهد غنی‌شدگی δC^{13} در تولیدکنندگان باشیم، شاهد تهی‌شدگی ایزوتوپی هستیم (وجود مقادیر X+ از δC^{13} در یک موجود زنده به معنای افزایش این ایزوتوپ در بدن موجود به میزان X می‌باشد که اصطلاحا غنی‌شدگی ایزوتوپی نامیده می‌شود و وجود مقدار X- از δC^{13} در یک موجود زنده به معنای کاهش این ایزوتوپ در بدن موجود به میزان X است که اصطلاحا تهی‌شدگی ایزوتوپی نامیده می‌شود)،. از آنجا که مصرف‌کنندگان سطوح غذایی بالاتر مانند ماهی‌ها و کفزیان نیز از تولیدکنندگان اولیه به‌عنوان منبع غذایی استفاده می‌کنند، شاهد مقادیر منفی ایزوتوپی δC^{13} در آن‌ها نیز می‌باشیم. گزارش حاصل از پژوهش وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2014) و استرن و همکاران (Stern *et al.*, 2007) نیز نتایج مشابهی را اعلام نموده است.

تغذیه ماهی کپور وحشی از نرم‌تنان، کرم‌ها و مواد پوسیده گیاهی و جانوری می‌باشد. در مطالعه حاضر مقادیر δC^{13} محاسبه شده در ماهی کپور دریایی در ایستگاه‌های ۲، ۳، ۴ و ۵، نزدیک به مقادیر δC^{13} موجود در ماکروفیت‌ها می‌باشد،. پس برخلاف انتظار ما عمده تغذیه این ماهیان از ماکروفیت‌ها بوده تا گروه بنتوزها، لیکن مقادیر دارای تهی‌شدگی کمتری نسبت به مقادیر موجود در ماکروفیت‌ها می‌باشد،. این موضوع نشان‌دهنده آن است که کپورماهیان علاوه‌بر استفاده از ماکروفیت‌ها (به‌عنوان غذای غالب)، از مواد غذایی مقوی‌تری نیز بهره برده‌اند. مقایسه مقادیر δC^{13} در ماهیان کپور با سایر سطوح مشخص می‌سازد که این مقادیر در ایستگاه‌های ۲ و ۳ به مقادیر δC^{13} کرم‌های نرئیس و در ایستگاه‌های ۴ و ۵ به مقادیر δC^{13} دوکفه‌ای‌ها نزدیک‌تر است، پس کپورماهیان در ایستگاه‌های مذکور علاوه بر ماکروفیت‌ها از موجودات یاد شده نیز بهره برده‌اند. در پژوهشی مشابه که در سال ۲۰۱۴ به انجام رسید، مقادیر δC^{13} موجود در ماهیان غالب نشان داد که شبکه غذایی کاملاً برپایه گیاهان ماکروفیتC3 بوده است که با نتایج حاصل از پژوهش ما هماهنگی دارد (Wang *et al.*, 2014).

اصولا اختلاف بسیار زیاد در مقادیر δC^{13} بین منابع تولیدکننده و مصرف‌کننده (جز موارد استثنا) قابل انتظار نیست (Hesslein *et al.*, 1991). بنابراین برای توضیح اختلاف فاحش موجود بین مقادیر δC^{13} کپورماهیان و سایر سطوح در ایستگاه ۱، سه پیش‌فرض می‌توان مطرح نمود. باتوجه به اینکه تفاوت‌های غذایی در مورد هر مصرف‌کننده، علاوه بر رژیم غذایی خاص آن موجود (Mc Mahon *et al.*, 2015)، به رفتارهای تغذیه‌ای (Munk Nielsen, 2015) آن‌ها نیز بستگی دارد، فرض اول به رفتار تغذیه‌ای کپورماهیان برمی‌گردد. کپورماهیان دریایی نیمه‌مهاجر بوده و در مناطق اطراف خود گشت‌زنی می‌کنند، پس به نظر می‌رسد که این ماهی‌ها در ایستگاه ۱ به سمت ایستگاه‌های ۲ و ۳ نیز (به‌طرف ایستگاه ۲ احتمالا به‌جهت عمق بیشتر و ایستگاه ۳ به جهت وجود پوشش گیاهی بسیار غنی‌تر و نیز مواد غذایی بیشتر) حرکت کرده‌اند و از مواد غذایی ایستگاه‌های مذکور بهره برده‌اند. فرض دوم مبنی بر وجود منابع آلی محلی در اطراف ایستگاه ۱ و ورود گیاهان عالی خشکی به این منطقه می‌باشد (که منجر به افزایش تهی‌شدگی ایزوتوپی می‌گردد). بر این اساس در پژوهشی که سال ۲۰۱۴ در این زمینه انجام شد نیز، اختلاف مشابه رخداده در پژوهش خود را به‌وجود منابع ورودی مواد آلی محلی در مکان‌هایی با اختلاف فاحش ذکر نموده‌اند (Wang *et al.*, 2014). در مورد پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد این موضوع صدق نمی‌کند زیرا در صورت وجود این مطلب قطعاً علاوه بر سطح ماهیان در سایر سطوح نیز باید شاهد اختلاف‌های معناداری مانند مورد مذکور بوده باشیم که این مطلب رخ نداده است. فرض سوم نیز مبنی بر تغذیه کپورماهیان از منابع گیاهی با تهی‌شدگی بالا در ایستگاه ۱ می‌باشد مانند منابع فیتوپلانکتونی. بر این اساس استرنر و جورج (Sterner and George, 2000) در پژوهش خود با عنوان استوکیومتری کربن، نیتروژن و فسفر در کپورماهیان نشان دادند که مقادیر δC^{13} موجود در این ماهیان بسیار پایین‌تر از حالت عادی و نزدیک به مقادیر δC^{13} مورد انتظار در فیتوپلانکتون‌ها بوده است تا منابع کربنه واردشده از خشکی و نیز گیاهان‌عالی موجود در اکوسیستم. این نتایج نشان داد که عمده رژیم‌غذایی کپورماهیان از تولیدات پلانکتونی حاصل شده است، لیکن در مطالعه حاضر باتوجه به تراکم فیتوپلانکتون‌ها بسیار پایین در اکوسیستم‌های مورد بررسی (Norouzi *et al.*, 2017)، نمی‌توان چنین برداشتی در مورد این ایستگاه داشت. بنابراین به‌نظر می‌رسد فرض اول بیشترین سنخیت را با شرایط اکوسیستم و نیز فون کپورماهیان دارا می‌باشد. در مقایسه مقادیر δC^{13} بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف زیادی مشاهده نمی‌شود، لیکن بیشترین مقادیر تهی‌شدگی مربوط به ایستگاه ۲ می‌باشد که این امر مربوط به جریانات محلی ورودی (با مواد کربنی دارای تهی‌شدگی ایزوتوپی بالا)، مانند انشعابات رودخانه قره‌سو می‌باشد. از آنجاکه تغییرات در δN^{15} عموما نشان‌دهنده جایگاه غذایی موجود زنده در زنجیره غذایی می‌باشد (Cabana and Rasmussen, 1994)، پس با توجه به مقادیر بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که کپورماهیان دریایی در غالب موارد دارای جایگاه تروفی بالاتری نسبت به ماهیان کفال می‌باشند. به طور کلی نرخ افزایش مقادیر δN^{15} از هر سطح نسبت‌به سطح بعدی ۰/۵± ۲/۴ ‰ می‌باشد و این موضوع در مورد کلیه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]
[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]

کلیه مهره‌داران و بی‌مهرگان صدق می‌کند (Honson *et al*., 1997). در پژوهش مشابهی که در سال ۱۹۹۵ انجام گرفت، یک اندازه‌گیری وسیع از ایزوتوپ‌های پایدار نیتروژن و کربن در سطوح مختلف در چندین اکوسیستم آبی به انجام رسید. در این پژوهش کلیه سطوح زیستی از جمله ۴ گونه از خانواده کپورماهیان مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج حاصل نشان داد که غالب این ماهیان در سطوح نهایی تروفی (۳ و ۴) قرار داشته و عده کمی نیز در سطوح پایینی تغذیه‌ای (انتهای سطح ۲) قرار گرفته‌اند (Hecky and Hesslein, 1995). در پژوهش حاضر نیز به‌نظر می‌رسد کپورماهیان غالباً متعلق به دامنه بالایی سطح تروفی سوم (در ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۴) و گاهی اوقات متعلق به سطح تروفی دوم (در ایستگاه‌های ۱ و ۵) می‌باشند. این نوسان شدید بیانگر ورود مقادیر بالای مواد نیتروژنه به اکوسیستم و وجود شرایط تغذیه‌ای نامناسب می‌باشد که منجر به صعود و نزول نابه‌جای موجود از سطح استاندارد خود به سطوح دیگر شده است.

خلیج‌گرگان به‌طورکلی دارای فیزیوگرافی بسیار ضعیفی است که شامل عمق اندک، بستر گلی، پوشش گیاهی ضعیف و حاشیه‌های سست می‌باشد.، این درحالی است که بسته شدن و عدم لایروبی کانال‌های اصلی ورودی آب از دریای خزر به‌داخل خلیج، کاهش جریان آب رودخانه‌های ورودی به این اکوسیستم و عدم تهویه آب، خفگی اکو-سیستم، ایجاد شرایط بی‌هوازی و افزایش فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی، ورود آلاینده‌های آلی، معدنی و رسوبات بالا به اکوسیستم در نتیجه افزایش شهرنشینی، فعالیت‌های کشاورزی و عدم مدیریت گردشگری، دفع نامناسب زباله‌ها و غیره وضعیت این اکوسیستم را وخیم‌تر نموده است. این درحالی است که در ایستگاه ۴ که در محل ورود گرگانرود به حاشیه خزر می‌باشد و ایستگاه ۵ که در لبه ساحلی خزر در استان گلستان قرار گرفته‌اند نیز به‌همین دلایل ذکر شده، شاهد افزایش بسیار زیاد آلاینده‌ها و کاهش تولید در طول سالیان اخیر بوده‌ایم، به‌ویژه این موضوع در مورد ایستگاه ۴ که محل ورود فاضلاب‌های مختلف از طریق گرگانرود و بندر ترکمن می‌باشد، حادتر گزارش شده است (Norouzi *et al*., 2017). لازم به ذکر است که در ایستگاه‌های مستقر در خلیج گرگان نسبت به این دو ایستگاه شاهد افزایش وخامت اوضاع می‌باشیم که این به‌دلیل وجود جریان‌های شمالی- جنوبی و نیز جریان غربی-شرقی حاشیه جنوب شرقی خزر است که از ایستگاه ۴ و ۵ عبور کرده و تا حدود زیادی سبب اختلاط مواد وارده به این قسمت با سایر نواحی می‌گردد. تمامی موارد عنوان شده سبب تغییر در مقادیر ایزوتوپی به‌دست آمده از ماهیان نسبت به حالت استاندارد می‌باشد که موجب نزول جایگاه زیستی موجود از سطح استاندارد زیستی خود به سطوح پایین‌تر شده است.، علاوه بر آلودگی اکوسیستم‌های مورد مطالعه، یکی دیگر از دلایل این رخداد، حضور گونه‌های غیربومی در دریای خزر است که سبب افزایش هم‌پوشانی زیستی و غذایی برخی گونه‌ها با یکدیگر شده و این امر سبب کاهش رشد و نزول جایگاه زیستی ماهی‌ها گردیده است. بر این اساس مور و سولیوان (Moor and Sullivan, 2014) در پژوهش خود اعلام نمودند که حضور گونه‌ای غیربومی و بعضاً مهاجم، سبب افزایش رقابت غذایی و زیستی با گونه‌های بومی شده و به‌نوبه خود سبب کاهش کارآیی زیستی آن‌ها می‌گردد. در پژوهش دیگری که با عنوان بوم‌شناسی غذایی ماهی اقتصادی *Argyrosomus regius* در خلیج بیسکی (شمال شرقی اقیانوس اطلس)، انجام شد، نتایج نشان داد که یک رابطه رقابتی بین این گونه اقتصادی و سایر گونه‌های شکارچی نظیر ماهی hake و sea bass و یا دلفین‌ها می‌تواند وجود داشته باشدکه قطعاً درتعیین جایگاه تروفی این‌گونه مؤثر خواهد بود (Hubans *et al*., 2017).

ماهی کفال طلایی اصولاً پوده‌خوار است و از مواد دتریتی موجود در بستر استفاده می‌نماید. از آنجاکه این ماهی گونه‌ای مهاجر می‌باشد و در کل سطوح اکوسیستم جابجا می‌شود، بنابراین در مورد مقایسه ایستگاه‌های مختلف چه از نظر مقادیر δC^{13} و چه از نظر مقادیر δN^{15}، نمی‌توان مقایسه دقیق و علمی را انجام داد زیرا مهاجرت در ماهیان یک اکوسیستم موجب کاهش یا از بین رفتن اختلاف ایزوتوپی بین افراد مختلف گونه مهاجر، در مکان‌های متفاوت می‌گردد (Honson *et al*., 1997)، به این ترتیب که ماهی‌ها در طول حرکت خود در کلیه مقاطع اکوسیستم از مواد غذایی موجود در تمامی ایستگاه‌ها به شکل گردشی استفاده کرده و این امر سبب شباهت بالای مقادیر δC^{13} در افراد مختلف این گونه ماهی می‌گردد، بنابراین پس از مرگ و تجزیه لاشه آن‌ها، مقادیر δC^{13} تقریباً مشابهی در کلیه ایستگاه‌ها وارد ستون آب می‌شود و مورد استفاده سایر موجودات به‌ویژه تولیدکنندگان اولیه قرار می‌گیرد.، لیکن براساس مقادیر δC^{13} به‌دست آمده از این ماهیان می‌توان تا حدودی رژیم غذایی ماهی را حدس زد. به‌نظر می‌رسد رژیم تغذیه‌ای کفال ماهیان شامل ترکیبی از مواد جانوری (کفزیان) و گیاهی (پریفیتون‌ها) دپو شده در بستر باشد که با قطعیت بالا نمی‌توان بین درصد مقادیر هر یک اظهارنظر نمود. ملون-دوال و همکاران (Mellon-Duval *et al*., 2017) نیز در پژوهش خود رژیم غذایی ماهی Hake اروپایی در خلیج لایون را با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار و بررسی محتویات معده تعیین کردند. بر این اساس، نتایج حاصل نشان داد که تغذیه غالب ماهی جوان و بالغ Hake از سخت‌پوستان و ماهی‌ها می-باشد و رژیم غذایی ماهی‌خواری در ماهیانی با طول ۱۵ سانتی‌متر غالب بوده است. ماهیان سطح‌زی نظیر ساردین و آنچوی نیز مهمترین منابع غذایی (۴۰ تا ۸۰ درصد) این گونه را تشکیل داده است.، این در حالی است که همنوع‌خواری نیز به میزان اندک (کمتر از ۵ درصد) در آن‌ها دیده شده است. در مورد مقادیر δN^{15} نیز می‌توان نسبت به جایگاه تروفی کفال ماهیان پیشنهاداتی را مطرح نمود. از نظر جایگاه تروفی این ماهیان غالباً متعلق به دامنه بالایی سطح تروفی دوم و گاهی اوقات متعلق به دامنه پایینی سطح سوم تروفی می‌باشند. همان‌طور که در مورد ماهی کپور هم اشاره گردید، این امر بیانگر وجود شرایط نامناسب زیستی و غیرزیستی در اکوسیستم مربوطه می‌باشد که منجربه کاهش رشد گونه‌های آبزی و متعاقب آن، نزول جایگاه زیستی موجود از سطح استاندارد زیستی خود به سطوح پایین‌تر شده است. تعیین سطح تروفی این دو گونه، تعیین رژیم غذایی غالب مورد استفاده، میزان تأثیر مناطق مختلف اکوسیستم و نیز سطوح مختلف زیستی در میزان رشد آن‌ها و غیره، می‌تواند کمک شایانی به مدیریت بهتر اکوسیستم و نیز آبزی‌پروری

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]
[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]
E-proof

پروری و صیادی در مناطق مورد مطالعه نماید. لاسالی و همکاران (Lassalle *et al*., 2014) نیز در پژوهش خود نتایج مشابهی را گزارش نمودند. نتایج حاصل از ایزوتوپ نیتروژن- ۱۵ و ایزوتوپ کربن- ۱۳ نشان‌دهنده عدم‌وجود تعادل در اکوسیستم بوده که موجب تغییر رژیم‌غذایی موجودات و کاهش راندمان شبکه غذایی شده است. مهمترین عوامل فشار بر اکوسیستم نیز، بسته بودن کانال‌های اصلی دریا به خلیج، ورود آلاینده‌های مختلف به اکوسیستم و فیزیوگرافی ضعیف خلیج گرگان تعیین گردید. امید است باتوجه به مزایای بی‌نظیر تکنیک‌های ایزوتوپی، این روش بیش از پیش از سوی متخصصین مورد استفاده قرار گرفته و ترویج گردد.

پست الکترونیک نویسنده

نیلوفر نوروزی: norouziniloufar67@gmail.com

رسول قربانی: horbaninasrabadi@yahoo.com

سیدعباس حسینی: hosseini@ga.ac.ir

سیدعلی‌اکبر هدایتی: marinebiology1@gmail.com

رحمت ندافی: rahmat.naddafi@slu.com

REFERENCES

Cabana G., Rasmussen J.B. 1994. Modeling food-chain structure and contaminant bioaccumulation using Stable Nitrogen Isotopes. Nature, 372:255–7.

Darvish Bastami K., Taheri M., Bagheri H., Yazdani Feshtemi M., Soltani F., Haghparast S., Hamzehpour AS., Lotfi-Ashtiani M. 2013. Relationship between the concentration of some heavy metals in sediments and the population of macrobenthoses in the Gorgan Bay. Quarterly journal of animal ecology, 4 (4): 102-91

Hecky R.E., Hesslein R.H. 1995. Contributions of benthic algae to lake food webs as revealed by stable isotope analysis. Journal of the North American Benthological Society, 14:631–653.

Hesslein R.H., Capel M.J., Fox D.E., Hallard K. 1991. Stable isotopes of sulfur, carbon, and nitrogen as indicators of trophic level and fish migration in the lower Mackenzie River basin, Canada. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48:2258-2265.

Hoffman J.C., Peterson G.S, Cotter AM, and Kelly J.R. 2010. Using stable isotope mixing in a great lakes coastal tributary to determine food web linkages in young fishes. Journal of Estuaries and Coasts, 33:1391-1405.

Honsson S., Hobbie J.E., Elmgren R., Larson U., Fry B., Johnson S. 1997. The stable Nitrogen isotope ratio as a marker of food-web interactions and fish migration. Journal of Ecology, pp: 2249-2257.

Hubans B., Chouvelon T., Begout M.L., Biais G., Bustamante P., Ducci L., Morent F., Boiron A., Coupeau Y., Spitz J. 2017. Trophic ecology of commercial - size meagre, Argyrosomus regius, in the Bay of Biscay (NE Atlantic). Aquatic Living Resources, EDP Sciences.

International Atomic Energy Agency. 2013. Application of isotope techniques for assessing nutrient dynamics in river basins. Vienna International Centre. 235p.

Ismaili A. 1379. General Lymanology. Educational brochure for Fisheries. Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 215 p.

Lassalle G., Chouvelon T., Bustamante P., Niquil N. 2014. An assessment of the trophic structure of the Bay of Biscay continental shelf food web: Comparing estimates derived from an ecosystem model and isotopic data. Progress in Oceanography, Elsevier, 120:205-215.

Mc Mahon K.W., Thorrold S.R., Elsdon T.S., Mc Carthy M.D. 2015. Trophic discrimination of nitrogen stable isotopes in amino acids varies with diet quality in a marine fish. Limnology and Oceanography, 60:1076-1087.

Mellon-Duval C., Harmelin- Vivien M., Metral L., Loizeau V., Mortreux S., Roos D., Fromentin J.M. 2017. Trophic ecology of European hake in the Gulf of Lions, northwestern Mediterranean Sea. Sci. Mar, 81 (1): 7-18.

Moor ch., Sullivan J. 2014. Using stable isotopes to determine food web effects of non-native Sunfish on native Rainbow Trout in Wildcat Creek. East bay regional park district.

Munk Nielsen J. 2015. Species interaction and energy transfer in aquatic food webs. Stockholm University. Department of Ecology, Environment and Plant Science.

Norouzi N., Ghorbani R., Hosseini A., Hedayati A.A., Naddafi R. 1396. Application of Stable Isotopes of carbon ($^{13}\delta C$) and nitrogen ($^{15}\delta N$) in assessment of Gorgan Bay food web dynamic in Golestan Province. Ph.D. thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

Schroeder G.L. 1983. Sources of fish and prown in polyculture ponds as indicated by delta C analysis. Journal of Aquaculture, 35:29-42.

Stern J., Wang Y., Gu B., Newman J. 2007. Distribution and turn over of carbon in natural and constructed wetlands in the Florida Everglades. Applied Geochemistry, 22:1936-48.

Tahmasebi Mazangi M., Ghorbani R., Paknejad H., Jafari H.R. 2017. The study of some biological characteristics of Pipe fish *Syngnathus caspius* Eichwald, 1831 in Caspian Sea (Gorgan Bay). Journal of Applied Ichthyological Research, 5(2): 1-16.

Tiffany L.H., Britton M.E. 1971. The Algae of Illinois. Hanfer Publishing Company, Newyork, 407p.

Wang Y., Gu B., Lee M.K., Jiang S.H., Xu Y. 2014. Isotopic evidence for anthropogenic impacts on aquatic food web dynamics and mrcury cycling in a Subtropicl Wetland ecosystem in the US. Journal of Science of the Total Environment, 557-564.

نحوه استناد به این مقاله:

نوروزی ن.، قربانی ر.، حسینی س.ع.، هدایتی س.ع.ا.، ندافی ر. کاربرد ایزوتوپ‌های پایدار نیتروژن (δN^{15}) و کربن (δC^{13}) در بررسی پویایی‌ماهیان خلیج‌گرگان در استان گلستان. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۵۳-۴۶ :(۴)۸ .

Norouzi N., Ghorbani R., Hosseini S.A., Hedayati S.A.A., Naddafi R. Application of Stable Isotopes of carbon ($^{13}\delta C$) and nitrogen ($^{15}\delta N$) in assessment of Gorgan Bay Fish dynamic in Golestan Province. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 8(4): 46-53.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]

[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]

Application of Stable Isotopes of carbon ($^{13}\delta C$) and nitrogen ($^{15}\delta N$) in assessment of Gorgan Bay Fish dynamic in Golestan Province

Norouzi N*[1]., Ghorbani R[2]., Hosseini S.A[3]., Hedayati S.A.A[2]., Naddafi R[4].

[1] PhD Student, Fishery Dept., Gorgan University of Agricultural Sciences and NaturalResources, Gorgan, Iran
[2] Associate Prof, Fishery Dept., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3] prof, Fishery Dept., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[4] Associate prof, Fishery Dept., Sweden University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 27-11-2017
Accepted: 28-01- 2018

Corresponding author:

Norouzi N. PhD Student, Fishery Dept., Gorgan University of Agricultural Sciences and NaturalResources, Gorgan, Iran

Email: norouziniloufar67@gmail.com

Abstract

Gorgan Bay and the southeastern coasts of the Caspian Sea in the Golestan Province are important biological and fisheries areas, while in recent years, they have been heavily contaminated. In present study, the dynamic of fishes, using stable nitrogen and carbon isotopes was evaluated to determine the diet and its trophic status, which can accurately chart the ecosystem's biological conditions. Accordingly, in September-October 2015 at 5 ecological stations, sampling of prephytones, macrophytes, macro invertebrates and fish, were taken and dominant species were subjected to isotope analyzes using the EA-IRMS device. The results of the nitrogen-15 and carbon-13 isotopes indicate an imbalance in ecosystem conditions that alters the diet of the organisms and reduces the efficiency of the food web. The main factors of pressure on the ecosystem, the closure of the main channels of the sea to the bay, the entry of various pollutants into the ecosystem and weak physiography of Gorgan Bay, were determined.

Keywords: Caspian Sea, Gorgan Bay, Fish dynamic, Nitrogen-15 isotope, Carbon-13 isotope

E-pr

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-03]

[DOI: 10.22034/jair.8.4.46]