Archive of SID

کاربرد ایزوتوپ های پایدار در مطالعات اکولوژیک ماهیان

حدیث میرعالی [۱]، علی بانی [۲]، شیما بخشعلی زاده [۳]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

۳،۲- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان

Hadismirali@msc.guilan.ac.ir

خلاصه

ترکیب عناصر کمیاب موجود در بدن ماهی، تابع غلظت این عناصر محلول در محیط آبی پیرامون آن‌ها می‌باشد. با استفاده از غلظت عناصر کمیاب موجود در ساختارهای سخت کلسیمی بدن ماهیان مانند اتولیت (سنگریزه شنوایی) می‌توان به تفکیک جمعیت گونه های مختلف ماهیان، پیشینه پردازی مهاجرتی آن‌ها، شناسایی مسیر مهاجرتی و مناطق نوزادگاهی آن‌ها پرداخت. هم‌چنین از ایزوتوپ‌های پایدار به عنوان یک تکنیک موثر برای نشان‌دار کردن گروهی لاروماهیان استفاده می‌شود. با این روش هزاران لارو ماهی با یک علامت ایزوتوپی از طریق تزریق به مولدین و یا از طریق غوطه ورسازی ماهیان در محلول‌های با غلظت‌های بسیار پایین ایزوتوپی، نشان‌دار می‌شوند. لذا در این مجموعه سعی گردیده است کاربرد ایزوتوپ های پایدار در مطالعات اکولوژیک ماهیان مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: شناسایی جمعیت ها، ایزوتوپ‌های پایدار، اتولیت، علامت‌گذاری، عناصر کمیاب.

۱. مقدمه

از عناصر کمیاب به عنوان ابزاری مفید در مطالعات شیلاتی استفاده می‌شود. این عناصر توسط سلول‌های کلراید آبشش و هم‌چنین توسط روده‌ی ماهیان جذب می‌شوند و در طول زندگی آن‌ها، در ساختارهای کلسیمی مانند اتولیت انباشته می‌شوند. اتولیت متشکل از کریستال‌های کربنات کلسیمی واقع در ماتریکس پروتئینی Otolin بوده، در خلال دروه جنینی شکل یافته و به طور مداوم همراه با رشد ماهی به رشد خود ادامه می دهد (Campana & Neilson, 1985) و شامل عناصر Si, Al, Cl, S, Na, K, Mn, Ti, Cr, Cu, Ra,V می باشد (Campana et al., 2000). از عناصر کمیاب تشکیل دهنده اتولیت می‌توان به Pb, Sr, Mn, Ni, Ba, Zn, Cd, Fe اشاره کرد (پرافکنده و رضوانی، ۱۳۸۴). تغییر غلظت‌های عناصر کمیاب در محیط آبی، اثرات مشخصی را در اتولیت ماهیان ایجاد می‌کند و از آن ها به عنوان علامت‌های طبیعی استفاده می‌شود(Lo-Yat et al., 2005)، که منعکس کننده ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی محیط‌های آبی می باشد. لذا ماهیانی که حداقل بخشی از مرحله‌ی زندگیشان را در مناطق متفاوتی می‌گذرانند، اغلب اتولیت‌هایی با ترکیب عنصری متفاوت خواهند داشت (Campana et al., 2000). هدف از این تحقیق، آشنایی با برخی از کاربردهای ایزوتوپ‌های پایدار در بیولوژی ماهیان و علوم شیلاتی می باشد.

۲. علامت گذاری ماهیان با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار

علامت گذاری فرایندی است که توسط آن ماهیان علامت گذاری شده در داخل جمعیت حتی پس از یک دوره زمانی معین قابل تشخیص می باشند. استفاده از روش های مختلف علامت گذاری در ماهیان، کاربردهای متفاوتی چون تعیین سن، رشد، مهاجرت، خصوصیات رفتاری و پارامترهای جمعیتی نظیر میزان بهره برداری ، نرخ مرگ و میر، تراکم و بازگشت شیلاتی دارد. علامت گذاری موفق، حداقل اختلال در رشد و بقا ماهیان نشان دار و عدم تاثیر در صید و شکار آنها را خواهد داشت (Biswas, 1993).

برای نشان دار کردن ماهی روش های زیادی وجود دارد که شامل علامت و پلاک های فیزیکی، ژنتیکی و شیمیایی است که از این میان علامت گذاری‌های شیمیایی بادوام تر هستند (Munro et al., 2008) و به دو نوع ترکیبات فلورسنتی (کلسئین، اکسی تتراسیکلین) و نشانگر های ایزوتوپی (Suarez et al., 2011) تقسیم بندی می گردند. از مشکلات استفاده از ترکیبات فلورسنت می توان به استرس و مرگ ومیر زیاد (Thomas et al., 1995) و کاهش وضوح علامت با گذشت زمان اشاره کرد (Reinert et al., 1998). هم چنین این ترکیبات نیازمند تعدیل pH آب برای انحلال بیشتر می باشند (Van der Walt & Faragher., 2003).

www.SID.ir

Archive of SID

از این رو استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار برای نشان دار کردن ماهیان متداول می باشد (Munro et al., 2008). رایج ترین عناصر برای این منظور استرانسیم و باریم بوده (Munro et al., 2008) که عمدتا از طریق آب جذب می شوند (Smith & Whithledge., 2011). جذب استرانسیم در اتولیت تحت تاثیر محیط آبی پیرامون ماهی می باشد و غلظت آن بیشتر از دیگر عناصر است. لذا، به آسانی شناسایی می شود (Elsdon & Gillanders, 2003). اما به دلیل نیاز به مقادیر بالای استرانسیم نسبت به باریم در ایجاد علامت، و نیز به دلیل تاثیر قابل ملاحظه دما درجذب استرانسیم و بی تاثیر بودن آن در جذب باریم در اتولیت (Bath et al., 1999)، باریم ایزوتوپ مناسب تری برای نشان دار کردن اتولیت ماهیان بنظر می‌رسد (Woodcock et al., 2011a).

مزیت های زیادی در استفاده از ایزوتوپ های غنی شده برای نشان دار کردن ماهی وجود دارد که از جمله می توان به وضوح علامت و سهولت در ایجاد آن اشاره کرد. هم چنین این روش بر خلاف علامت های فیزیکی، تقریبا بدون استرس است و می تواند برای تمامی مراحل زندگی ماهیان استفاده شود (Munro et al., 2008).

به منظور جبران کاهش ذخایر طبیعی، انجام تکثیر مصنوعی و رها سازی بچه ماهیان انگشت قد یکی از راهکارهای اساسی در زمینه احیا و بازسازی ذخایر ماهیان در معرض خطر انقراض می باشد. بازسازی ذخایر یک راه حل استاندارد بهبود و توسعه جمعیت ها می باشد ولی میزان موفقیت آن بدون کاربرد روشهای نشان دارکردن ماهیان، نامشخص است. در واقع ارزیابی تاثیر این برنامه ها در کشور به صورت کنونی، به دلیل مشکلاتی که در تشخیص ماهیان تولید شده درکارگاههای تکثیر از ماهیان تولید شده در محیط طبیعی وجود دارد، ممکن نیست. این امر به ویژه برای گونه هایی که در اندازه کوچک، انگشت قد، رها سازی می شوند، دشوارتر می باشد (Munro et al., 2008). علاوه بر این، تشخیص و تمیز ماهیان تکثیر شده در کارگاه های مختلف از یکدیگر امکان پذیرنیست. از این رو، از ایزوتوپ های پایدار برای نشان دار کردن گروهی بچه ماهیان بازسازی شده استفاده می کنند (Munro et al., 2008).

از نظر سابقه‌ی مطالعاتی می‌توان به بررسی نشان دار کردن اتولیت با استفاده از چهار ایزوتوپ پایدار غنی شده (^{137}Ba,^{138}Ba, ^{88}Sr, ^{24}Mg) به طور مجزا و هم چنین در ترکیب با هم توسط Woodcock و همکاران (2011b) اشاره کرد، این روش با موفقیت ۹۳ درصدی برای ماهیان نشان-دارشده با ایزوتوپ های ^{88}Sr, ^{138}Ba,^{137}Ba همراه بود. هم‌چنین در تحقیقی دیگر توسط Munro و همکاران (2009) غلظت های مختلف باریم-۱۳۷ را در زمان های متفاوت قبل از تخم ریزی به ماهی مولد ماده سوف طلایی (*Macquaria ambigua*) تزریق کردند و نشان دادند که علامت‌دار-کردن با ایزوتوپ های پایدار غنی شده به عنوان روشی مناسب برای نشان دار کردن لارو ماهیان می‌باشد. در بررسی دیگری توسط Suarez و همکاران (2011) به منظور نشان دار کردن طولانی مدت و کوتاه مدت قزل آلای قهوه ای (*Salmo trutta*) صورت گرفت و بدین منظور تزریق پیش از تخمریزی به ترتیب با ^{137}Ba, ^{135}Ba انجام شد. سپس نسبت‌های ایزوتوپی باریم زاده ها (تخم و لارو) مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق اثرات ایزوتوپی القا شده در زاده ها به طور واضح نمایان شد. هم چنین در بچه ماهی ۹ ماهه، اثرات ایزوتوپی القا شده‌ی باریم در اتولیت حتی درحضور مقادیر طبیعی و متغیر این ایزوتوپ، شناسایی شدندو در نهایت نشان دادند که علامت های ایجاد شده توسط ایزوتوپ ها بعد از یک دوره طولانی هم قابل شناسایی می‌باشند.

۳. تفکیک و تمایز جمعیت های ماهیان

مطالعه‌ی پویایی شناسی جمعیت ماهیان نیازمند تشخیص و تمایز جمعیتی آن‌ها می‌باشد، در صورتی که این مطالعات بدون تشخیص جمعیت ها صورت گیرند، نتایج و سیاست های مدیریتی از اعتبار کمتری برخوردار خواهند بود(Campana & Casselman, 1993). در شناسایی جمعیت‌های ماهیان بیشتر از روش‌هایی مثل شاخص‌های مورفومتریک و مریستیک، علامت‌گذاری یا روش‌های الکتروفورتیک استفاده می‌شود ولی بتازگی روش‌های دیگری مانند شناسایی انگل‌های ماهیان به عنوان میزبان و هم‌چنین ترکیب شیمیایی بافت‌هایی مثل اتولیت نیز برای این منظور استفاده می گردد (Bowen, 1987). اما غیر از اتولیت، مطالعاتی روی استخوان، فلس‌ها و برخی از بافت‌های نرم نیز انجام شده است ولی دستاوردهای آن‌ها اکثرا واضح نیست (پرافکنده و رضوانی، ۱۳۸۴). تاکید بر استفاده از اتولیت از آنجا ناشی می‌شود که ۹۰ درصد ترکیب اتولیت را کربنات کلسیم و عناصر کمیاب تشکیل می دهند و در طول حیات ماهی بر خلاف سایر بخش‌های سخت بدن در فرایندهای متابولیک (Thorrold et al., 1997) بدن و نیز شرایط نامساعد محیطی، گرسنگی و کمبود غذا دچار تغییر نشده و ثابت می ماند (Campana et al., 1995). هرچند نمی‌توان با استفاده از ترکیبات شیمیایی اتولیت به عنوان نشانگر ژنتیکی تمایز بین جمعیت‌ها را مشخص ساخت، با استفاده از این روش می توان جمعیت‌هایی را که بخش عمده‌ای از حیات خود را در مناطقی مجزا گذرانده اند، تفکیک کرد (Campana et al., 1995). از نظر سابقه علمی، Clarke و همکاران (2007) پیشینه زندگی و جمعیتی

www.SID.ir

Archive of SID

آزاد ماهی *Thymallus arcticus* را با استفاده از ساختارهای استخوانی اتولیت، فلس و شعاع‌های سخت توسط ایزوتوپ‌های پایدار، مورد مطالعه قرار دادند. Thresher و همکاران (1999) نیز ترکیب عنصری اتولیت‌ها را به عنوان توصیف‌کننده‌ی ذخایر ماهیان معرفی کردند.

۴. نتیجه گیری

استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار از تکنیک‌های موثر در علامت‌دار کردن و هم‌چنین شناسایی و تفکیک جمعیت‌های ماهیان می‌باشد. با این وجود اطلاعات در مورد شیمی اتولیت و دیگر ساختارهای سخت ماهیان هنوز در مراحل اولیه قرار دارد و با توجه به اینکه درک درست ترکیبات شیمی آن‌ها سهم قابل‌توجهی در حفاظت و مدیریت پایدار ماهیان بویژه در مناطق حفاظت شده‌ی دریایی خواهد داشت، تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. هم‌چنین با وجود اهمیت موضوع رهاسازی ماهیان و آگاهی از میزان موفقیت آن و با وجود موفقیت بالای استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار در تحقیقات اخیر، تا کنون روی ماهیان موجود در آب‌های شمال و جنوب کشورما هیچ گونه بررسی در این زمینه صورت نگرفته است. از این رو با توجه به اهمیت ماهیان خاویاری به عنوان فسیل‌های زنده‌ی دریای خزر و عملیات مربوط به رهاسازی این ماهیان و نبود اطلاعات صحیح از میزان موفقیت پروژه‌های رهاسازی بچه ماهیان خاویاری، تحقیقات مربوط به استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار در این زمینه هر چه بیشتر مورد نیاز می‌باشد. بنابراین از اهداف پروژه ی در دست اجرای ما، نشان دار کردن اتولیت و خار باله سینه‌ای بچه ماهیان ارزشمند خاویاری با استفاده از ایزوتوپ پایدار باریم-۱۳۷ می‌باشد. از مزیت‌های نشان دار کردن خار باله‌ی سینه‌ای ماهیان، قابلیت مشاهده علامت ایجاد شده بدون کشتن ماهی است و این موضوع در مورد ماهیان در معرض خطر انقراض مانند ماهیان خاویاری بسیار اهمیت دارد. امید است اطلاعات این تحقیق به عنوان اولین مطالعه استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار در تحقیقات شیلاتی در کشور بتواند مثمر ثمر باشد و زمینه را برای مطالعات هر چه بیشتر در این مورد فراهم نماید.

۵. مراجع

پرافکنده، ف.، و رضوانی، س.(۱۳۸۴). " استفاده از عناصر کمیاب در اتولیت جهت مطالعه جمعیتی ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus*)." *مجله علمی شیلات*.

Bath, G. E., Thorrold, S. R., Jones, C. M., Campana, S. E., McLaren, J. W., & Lam, J. W. H. (1999). Strotium and barium uptake in aragonitic otoliths of marine fish. *Geochimica et cosmochimica acta*, 1705-1714.

Biswas, S. P. (1993). Manual of methods in fish biology.South Asian Publishers, PVT Ltd, New Delhi, India. 62p.

Bowen, W. D. (1987). A review of stock structure in the gulf of marin area: A workshop report. Canada. Atlantic fish scientific advisory commitie research document,82-21.

Campana, S. E., & Casselman, J. M. (1993). Stock discrimination using otoliyh shaps analysis. *Canadian journal fish aquatic science*, 1206-1212.

Campana, S. E., Gagne, J. A., & Malaren, J. W. (1995). Elemental fingerprint of fish otolith using ID-ICPMS. *Ecology progress service*. 115-120.

Campana, S. E., Chouinard, G. A., Hanson, J. M., FreAchet, A., & Brattey, J. (2000). Otolith elemental fingerprints as biological tracers of fish stocks**.** *Fisheries Research*, 343-357.

Campana, S. E., & Neilson, J. D. (1985). Microstructure of fish otoliths. *Cananadin Journal Fish Aquatic Science*, 1014–1032.

Clarke, A. D., Telmer, K. H., & Shrimpton, J. M. (2007). Elemental analysis of otoliths, fin rays and scales:a comparison of bony structures to provide population and life-history information for the Arctic grayling (Thymallus arcticus). *Ecology of Freshwater Fish* , 354–361.

www.SID.ir

Archive of SID

Elsdon,T. S., & Gillanders, B. M. (2003). Reconstructing migratory patterns of fish based on environmental influences on otolith chemistry. *Review in fish biology and fisheries*, 219-235.

Lo-Yat, A., Meekan, M., Munksgaard, N., Parry, D., Planes, S., Wolter, M., & Carleton, J. (2005). Small-scale spatial variation in the elemental composition of otoliths of Stegastes nigricans (Pomacentridae) in French Polynesia. *Coral Reefs*, 646–653.

Munro, A. R., Gillanders, B. M., Elsdon, T. S., Crook, D. A., & Sanger, A. C. (2008). Enriched stable isotope marking of juvenile golden perch (Macquaria ambigua) otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 276-285.

Munro, A. R., Gillanders, B. M., Thurstan, S., Crook, D. A., & Sanger, A. C. (2009). Transgenerational marking of freshwater fishes with enriched stable isotopes: a tool for fisheries management and research. *Journal of Fish Biology*, 668–684.

Reinert, T. R., Wallin, J., Griffin, M. C., Conroy, M. J., & Van Den Avyle, M. J. (1998). Long-term retention and detection of oxytet oxytetracycline marks applied to hatchery-reared larval striped bass, *Morone saxatilis*. *Canadian Journal Fish. Aquatic Science*, 539-543.

Smith, K. T., & Whitledge, G. W. (2011). Evaluation of a stable-isotope labelling technique for mass marking fin rays of age-0 lake sturgeon. *Fisheries Management and Ecology*, 168–175.

Suarez, G. H., Moldovan, M., Valiente, A. G., Vazquez, E. G., & Alonso, J. I. G. (2011). Individual-Specific Transgenerational Marking of Fish Populations Based on a Barium Dual-Isotope Procedure. *Analytical Chemistry*, 127–133.

Thomas, L. M., Holt, S. A., & Arnold, C. R. (1995). Chemical marking techniques for larval and juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) otoliths using different fluorescent markers. *In* Recent developments in fish otolith research *Edited by* D.H. Secor, J.M. Dean and S.E. Campana. University of South Carolina Press, Columbia, S.C. pp. 703–717.

Thresher, R. E. (1999). Elemental composition of otoliths as a stock delineator in fishes**.** *Fisheries Research* 43165-204.

Thorrold, S. R., Jones, C. M., & Campana, S. E. (1997). Response of otolith michrochemisry to environmental variations excperiance d by larval and juvenile atlantic croaker (Micropogonias undulattus). *Limnology ocenoghraphy*.102-111.

Van der Walt, B., & Faragher, R. A. (2003). Otolith marking of rainbow trout fry by immersion in low concentrations of alizarin complexone. North *American Journal Fish Managment*, 141-148.

Woodcock, S. H., Gillanders, B. M., Munro, A. R., McGovern, F., Crook, D. A., & Sanger, A. C. (2011a). Using enriched stable isotopes of barium and magnesium to batch mark otoliths of larval golden perch (*Macquaria ambigua*, Richardson). *Ecology of Freshwater Fish*, 57–165.

Woodcock, S. H., Gillanders, B. M., Munro, A. R., Crook, D. A., & Sanger, A. C. (2011b). Determining Mark Success of 15 Combinations of Enriched Stable Isotopes for the Batch Marking of Larval Otoliths. *North American Journal of Fisheries Management*,843–851.

www.SID.ir

Archive of SID

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

www.SID.ir