13 (1) 431-438, Spring 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Population dynamic of *Anodonta cygnea* in the Anzali wetland

Mohammad Sayyad Bourani [1*], Arezoo Vahabnejad [2], Alireza Mirzajani [1], Sohrab Dejandian [1], Adel Hosseinjani [1]

[1] *Inland waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran*
[2] *Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran*

Key Words
Anzali Lagoon
Anodonta cygnea
Population distribution
Biometrics
Growth factors

Abstract

Introduction: Research on the Swan Mussel (*Anodonta cygnea*) population distribution and biometrics were conducted during 2015.

Materials & Methods: Individuals sampling were carried out monthly from 14 stations. Length, width and height of shells was measured with using of a slide caliper to an accuracy and 0.01 mm and age of swan mussels were examined by counting annual growth on the shell surface.

Result: The highest and lowest frequency belonged to Bahambar station with 33% and Sheijan station with 8% respectively. The distribution of these shellfish is Central area and western parts of Anzali wetland. The age of shells was from 2 to 9 classes and 5 to 7 years old individuals dominated. The highest and lowest average of weight and length were calculated for Hendekhaleh station (W= 203.34 gr and L= 13.45 cm) and Bahambar station (W= 78.83 gr and L= 8.63 cm) respectively. Using Fisat ll program and based on Schiffre's method, $L\infty = 13.65$ cm and the growth coefficient factor 0.48 was calculated. The natural mortality coefficient was 1.154. Most recruitment (smaller in size) are observed in the months of September and early October.

Conclusion: This indicates the existence of young reserves of reproduction and the addition of a new generation to the population. The existing reserves in Mahrooz to Bahmbar, which was the habitat of younger oysters, can be used for breeding programs of this species and preserving its stock.

* Corresponding Author's email: mohammadborani@yahoo.com
Received: 21 January 2020; Reviewed: 8 April 2020; Revised: 29 May 2020; Accepted: 22 June 2020
(DOI): 10.22034/aej.2020.134477

مقاله پژوهشی

پویایی جمعیت صدف آنودونت (*Anodonta cygnea*) در تالاب انزلی

محمد صیادبورانی[1*]، آرزو وهاب‌نژاد[2]، علیرضا میرزاجانی[1]، سهراب دژندیان[1]، عادل حسین‌جانی[1]

[1] پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

[2] موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

کلمات کلیدی

تالاب انزلی
صدف آنودونت
زیست‌سنجی
شاخص‌های رشد

چکیده

مقدمه: مطالعه تحقیقاتی در زمینه پراکنش جمعیتی و شاخص‌های زیست‌سنجی صدف آنودونت (*Anodonta cygnea*) طی سال ۱۳۹۵ در تالاب انزلی انجام گردید.

مواد و روش‌ها: برای این منظور ۱۴ ایستگاه در نواحی مختلف تالاب انزلی تعیین شد. شاخص‌های زیست‌سنجی شامل طول، عرض و ارتفاع صدف‌های صیدشده‌توسط کولیس بادقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری‌وسن صدف‌ها نیز با مشاهده‌حلقه‌های‌رشدسالیانه‌روی کفه‌هاتعیین گردید.

نتایج: بیش‌ترین وکم‌ترین درصد فراوانی صدف‌ها، به‌ترتیب متعلق به ایستگاه‌های بهمبر با ۳۳ درصد و شیجان با ۸ درصد بود. هم‌چنین بیش‌ترین پراکنش متعلق به ایستگاه ورودی ماهروزه به بهمبر بود. نتایج نشان داد پراکنش این صدف‌ها بیش‌تر در نقاط مرکزی و غرب تالاب انزلی بود. ترکیب سنی صدف‌ها بین ۲ الی ۹ سال بوده که غالبیت با سنین ۵ الی ۷ سال می‌باشد. بیش‌ترین و کم‌ترین ترکیب میانگین وزنی و طولی به‌ترتیب برای ایستگاه‌های هندخاله (۴۹/۲۷ ± ۲۰۳/۳۴گرم و ۷/۲۷±۱۳/۴۵سانتی‌متر) و بهمبر (۳۴/۶۰±۷۸/۸۳ گرم و ۱/۸۸±۸/۶۳ سانتی‌متر) محاسبه شد. با استفاده از نرم‌افزار Fisat ll و براساس روش شیفرد طول بی‌نهایت ۱۳/۶۵سانتی‌متر ومیزان ضریب رشد سالانه ۰/۴۸ محاسبه گردید. میزان مرگ و میرطبیعی ۱/۱۵۴ برآورد شد. بیش‌ترین ذخایر جوان در شهریور و اوایل مهرماه مشاهده شد.

نتیجه‌گیری و بحث: این موضوع نشان‌دهنده وجود ذخایر جوان از دوره تولیدمثل و اضافه شدن نسل جدید به جمعیت می‌باشد. از ذخایر ترکیب سنی ماهروزه به بهمبر که محل زیست صدف‌های جوان‌تر بود، می‌توان جهت برنامه‌های تکثیر و پرورش این گونه و حفظ ذخایرآن استفاده نمود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mohammadborani@yahoo.com

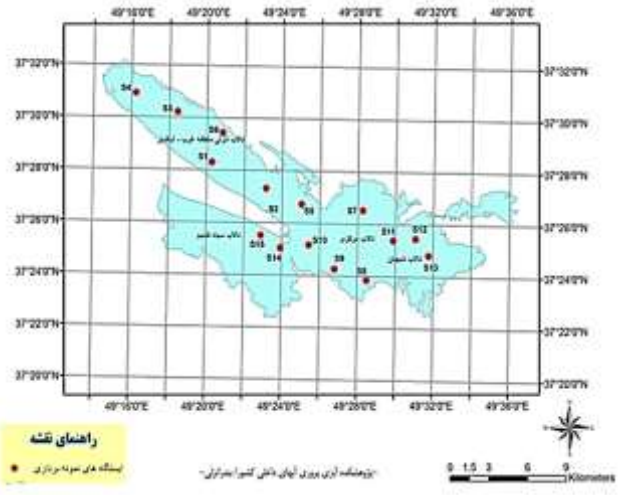
تاریخ دریافت: ۱ بهمن ۱۳۹۸؛ تاریخ داوری: ۲۰ فروردین ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۹ خرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲ تیر ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.134477

مقدمه

یکی از گونه‌های جانوری در تالاب انزلی نوعی صدف نرم‌تن به نام صدف دوکفه‌ای آنودونت (*Anodonta cygnea*) می‌باشد. صدف آنودونت یکی از بزرگ‌ترین گروه از نرم‌تنان آب شیرین بوده که حد تحمل شوری محل زیست آن PSU ۰/۲-۰/۱ می‌باشد (Chojnacki و همکاران، ۲۰۱۱). صدف‌آنودونت مناطقی را ترجیح می‌دهد که غنی از مواد غذایی است و در منطقه زیست صدف بایستی مواد غذایی فراوان باشد. این دوکفه‌ای مانند سایر دوکفه‌ای‌ها به چرخه مواد کمک کرده و در انتقال ماده و انرژی در محیط زیستی خود و نیز در پاکیزگی آب نقش دارد و مانع از رسوب مواد معلق و تجمع آن در بستر می‌شود (Novais و همکاران، ۲۰۱۵؛ Strayer، ۲۰۱۴؛ Cyr، ۲۰۰۸). به‌طورکلی در بسیاری از کشورها، نرم‌تنان دوکفه‌ای اهمیت زیادی در تغذیه انسان‌ها داشته و گوشت آن‌ها با توجه به طعم و ارزش غذایی به‌عنوان یک منبع اولیه تامین پروتئین مهم به‌شمار می‌آیند. علی‌رغم تامین نیازهای پروتئینی در صنعت بهداشتی و دارویی، مرواریدسازی نیز مورد استفاده فراوان قرار می‌گیرند. این صدف‌ها فیلترکننده بوده و سبب کاهش بار آلودگی در منابع آبی می‌گردند (پروانه، ۱۳۷۴). با دستیابی به فناوری زیستی تولید و تکثیر انبوه این صدف و نقش این صنعت در افزایش اشتغالزایی، به ارز قابل توجهی نیز از طریق فروش وصادرات آن‌ها رسیده‌اند. باتوجه به پالایشگربودن دوکفه‌ای‌ها و تغذیه آن‌ها از تولیدات اولیه فیتوپلانکتونی (زارع و یونس‌زاده، ۱۳۸۸) و قرار داشتن‌در جایگاه ویژه زنجیره‌غذایی، نقش به‌سزایی را در چرخه‌غذایی سایر آبزیان ایفا می‌کنند. آن‌ها شاخص زیستی اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند که قادرند آلودگی‌های نفتی، فلزات سنگین، مواد رادیو اکتیو و غیره را از محیط جمع‌آوری کرده و سبب پاکیزگی و سلامت محیط گردند(Lie، ۱۹۹۳).هم‌چنین گوشت نرم‌تنان دوکفه‌ای برای انسان مصرف خوراکی دارد و در برخی کشورها جزء غذاهای گران‌قیمت محسوب می‌شود (اشجع‌اردلان و همکاران، ۱۳۸۵؛ Vakily، ۱۹۹۲). ویژگی‌های مهمی مانندقابلیت تولیدمروارید و وجود ترکیبات دارویی در بدن این صدف‌های دوکفه‌ای، همواره آنان را مورد توجه‌محققین قرار داده است(زارع و یونس‌زاده، ۱۳۸۸).شناخت منابع و ذخایر مورد بهره‌برداری آبزیان به جهت برنامه‌ریزی‌های مدیریتی، اقتصادی و پویایی‌شناسی آبزیان دارای اهمیت می‌باشد بنابراین بدون شناخت علمی و دقیق منابع و ذخایر آبزیان برنامه‌ریزی‌های مدیریتی عملاً موفقیت‌آمیز نخواهد بود(FAO، ۱۹۹۷). علاوه بر این پارامترهای پویایی جمعیت زیربنای مدل‌های تجزیه و تحلیلی در بحث ارزیابی ذخایر هستند. با مطالعه پویایی و با محاسبه آن‌ها می‌توان اطلاعات دقیقی در مورد ذخایر به‌دست آورد (Sparre و Venema، ۱۹۹۸). هدف از این بررسی تعیین مناطق پراکنش صدف آنودونت در تالاب انزلی و دستیابی به اطلاعات زیست‌سنجی شاخص‌های مریستیک شامل طول، عرض، ارتفاع و سن آن‌ها و تعیین ضرایب رشد به‌منظور بررسی ساختار جمعیتی این صدف‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تالاب انزلی صورت گرفته است. تالاب انزلی در جنوب‌غرب دریای خزر و در استان گیلان در طول جغرافیایی "۲۰ '۱۴ °۴۹ تا "۴۵ '۳۶ °۴۹ و عرض جغرافیایی "۳۰ '۲۲ °۳۷ تا "۸ '۳۲ °۳۷ قرار گرفته است و مساحت محدوده بلافصل آن در سال ۱۳۸۵ با استفاده از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای IRS-Pan، ۱۶۸ کیلومتر مربع برآورد شده است. این تالاب باطول تقریبی ۳۳ کیلومتر و عرض ۱۸ کیلومتر از شمال به شهر بندرانزلی و دریای خزر، از جنوب به شهرستان صومعه‌سرا، از شرق به دهستان پیربازار و از غرب به بخش کپورچال و آبکنار از توابع شهرستان انزلی محدود است. تالاب انزلی جزو تالاب‌های آب‌شیرین کشور بوده که ۱۱ رودخانه اصلی و ۳۰ رودخانه فرعی پس از آبیاری مزارع و شالیزارهای مسیر خود به همراه جریان‌های سطحی حوزه آبریز تالاب به آن وارد می‌شوند (توکلی و ثابت‌رفتار، ۱۳۸۱).



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

به‌منظور اجرای این پژوهش تعداد ۱۴ ایستگاه از چهار منطقه در تالاب انزلی در سال ۱۳۹۵ تعیین گردید که حدود ۴۸۵ عدد نمونه از ۵ ایستگاه به‌دست آمد. طول، عرض و پهنای صدف‌های صید شده به سانتی‌متر با استفاده از کولیس دارای دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. وزن کل صدف‌های صید شده با استفاده از ترازو دارای دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری و ثبت گردید. سن صدف‌های صید شده با مشاهده خطوط سالیانه رشد بر روی کفه خارجی صدف‌ها به‌دست آمد که با مطالعات پروانه (۱۳۷۴) هم‌خوانی دارد.

شکل ۲: نمایی از صدف آنودونت تالاب انزلی

فراوانی طولی نمونه‌های صدف آنودونت به‌صورت ماهیانه جهت رسم نمودار رشد سالیانه و محاسبه پارامترهای رشد (K، L∞ و t0) با استفاده از معادله رشد ون برتالانفی از طریق نرم‌افزار Fisatll به‌شرح زیر انجام گرفت (Sparre و Venema، ۱۹۹۲):

$L_t = L_\infty [1-\exp (-K (t-t_0))]$

در معادله فوق Lt طول آبزی در زمان t، K ضریب رشد، L∞ طول مجانب و t0 سن در زمان صفر می‌باشد. ضریب رشد K با استفاده از روش آنالیز پیشرفت‌مدهای داده‌های فراوانی طولی در نرم‌افزار FISAT II و از طریق برنامه ELEFAN I محاسبه گردید (Sparre و Venema، ۱۹۹۸). میزان دقت شاخص‌های رشد از طریق آزمون فی پرایم (φ') رابطه زیر سنجیده شد (Munro و Pauly، ۱۹۸۳):

$\varphi' = \ln K + 2\ln L_\infty$

φ' = شاخص کارایی رشد، L = طول مجانب (سانتی‌متر)، K= ضریب رشد (1/year)، سن در طول صفر (t_0) نیز با استفاده از رابطه تجربی زیر محاسبه گردید (Munro و Pauly، ۱۹۸۷):

$\text{Log}(-t_0) = -0/4299 - 0/9709 \text{ Log}(L_\infty) - 0/045 \text{ Log}(K)$

با تعیین پارامترهای رشد از طریق معادله ون برتالانفی، طول عمر صدف (t max) از طریق رابطه زیر تعیین شد (King، ۲۰۰۶):

$T_{max} = t_0 - 3/K$

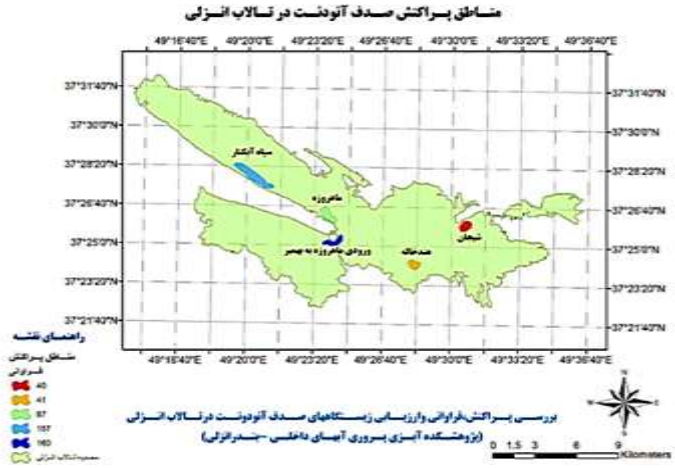
میزان مرگ و میر طبیعی با استفاده از معادله زیر که برای دوکفه‌ای‌ها کاربرد دارد محاسبه گردیده است (Taylor، ۱۹۶۰):

$M = 2.996/ 0.95 L_\infty$

نقشه پراکنش صدف‌های آنودونت در تالاب انزلی با استفاده از نرم‌افزار ArcGis 9.3 و شاخص‌های زیستی شامل میانگین، حداقل و حداکثر، انحراف معیار، واریانس و ضریب همبستگی داده‌های آماری به‌دست آمده توسط نرم‌افزارهای Excell۲۰۱۳ و SPSS۱۸ محاسبه گردید. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون (شاپیرو- ویلک) تست گردید به‌دلیل نرمال نبودن توزیع داده‌ها جهت مقایسه هریک از فاکتورها بین ایستگاه‌ها از آزمون ناپارامتریک کروسکال- والیس استفاده شده است. هم‌چنین به‌منظور مقایسه جفتی از آزمون من-ویتنی استفاده شد.

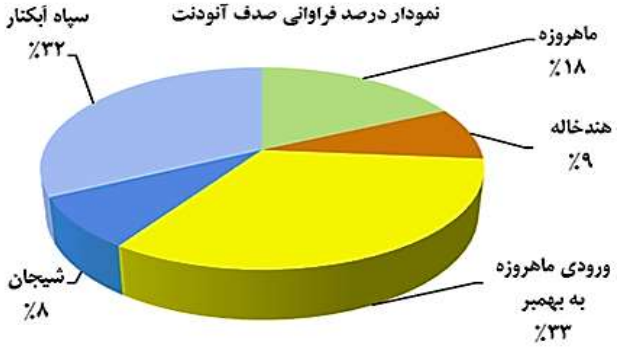
نتایج

براساس نقشه تهیه‌شده از میزان صید صدف آنودونت در ایستگاه‌ها (شکل ۳)، مشخص شد که پراکنش در نمونه‌های صید شده (با تلاش صیادی یکسان) در نقاط مرکزی و غرب تالاب انزلی بیش‌تر می‌باشد.



شکل ۳: نقشه پراکنش صدف آنودونت در تالاب انزلی (سال ۱۳۹۵)

ایستگاه ورودی ماهروزه به بهمبر با ۳۳ درصد و ایستگاه شیجان با ۸ درصد به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین درصد فراوانی بودند.



شکل ۴: نمودار درصد وجود صدف آنودونت در ایستگاه‌های مورد بررسی

پس از بررسی‌ها و تحلیل‌های انجام شده، حداکثر اندازه صدف‌ها مربوط به منطقه هند خاله با میانگین وزن ۲۰۳/۳۴±۴۹/۲۷ گرم و میانگین‌سن ۷ سال‌بوده که جوان‌ترین آن‌ها در منطقه ورودی ماهروزه به بهمبر با میانگین وزن ۳۴/۶۰ ± ۷۸/۸۳ گرم و میانگین سن ۴ سال بوده است (جدول ۱). با توجه به آزمون کروسکال- والیس مشخص گردید که بین ایستگاه‌ها از نظر وزن و طول، ارتفاع و سن صدف‌های آنودونت بررسی شده اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P<۰/۰۵) و آزمون من- ویتنی نشان می‌دهد که فقط بین دو ایستگاه ماهروزه و سپاه آبکنار از نظر میانگین طول صدف‌ها اختلافی مشاهده نمی‌گردد اما بین سایر ایستگاه‌ها از نظر فاکتور میانگین طول اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد.آزمون من- ویتنی نشان می‌دهد که فقط بین دو ایستگاه بهمبر و شیجان از نظر میانگین ارتفاع بدن صدف‌ها اختلافی مشاهده نمی‌گردد اما بین سایر ایستگاه‌ها از نظر فاکتور میانگین ارتفاع بدن اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد. هم‌چنین براساس بررسی‌های سنی صدف‌های آنودونت، مشخص شد

که ایستگاه هندخاله دارای افراد مسن‌تر (میانگین ۷ سال) و ایستگاه ورودی ماهروزه به بهمبر دارای افراد جوان‌تر (میانگین ۴ سال) می‌باشد.

دامنه سنی صدف‌ها بین ۲ تا ۹ سال بوده و در مجموع، بیش‌ترین فراوانی مربوط به گروه‌های سنی ۶ و ۷ سال بوده است (جدول ۲).

جدول ۱ : مشخصات زیست‌سنجی صدف آنودونت در تالاب انزلی، سال ۱۳۹۵

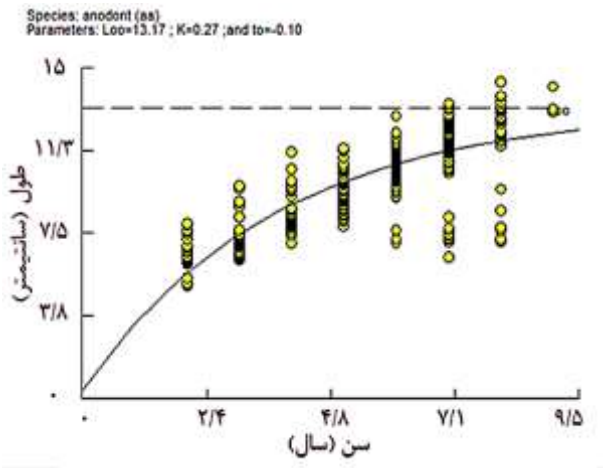
ایستگاه	وزن کل (گرم)	طول (سانتی‌متر)	عرض (سانتی‌متر)	ارتفاع (سانتی‌متر)	سن (سال)
ماهروزه	۱۲۵/۴۱ ± ۵۴/۷۱ ^{c}	۱۰/۵۲±۱/۷۲ ^{c}	۵/۸۰±۰/۸۲^{b}	۳/۸۵±۰/۸۶^{b}	۵/۸۵±۱/۵۱^{c}
هندخاله	۲۰۳/۳۴±۴۹/۲۷ ^{e}	۱۳/۴۵±۷/۲۷ ^{d}	۶/۹۰±۱/۲۴^{d}	۴/۸۴± ۰/۶۹^{d}	۷/۰۲± ۰/۷۶^{e}
ورودی ماهروزه به بهمبر	۷۸/۸۳±۳۴/۶۰^{a}	۸/۶۳±۱/۸۸^{a}	۴/۳۴± ۱/۵۱^{a}	۳/۲۱± ۰/۶۹^{a}	۴/۱۲±۱/۷۴^{a}
شیجان	۱۰۰/۴۹±۵۶/۱۴ ^{b}	۹/۷۶± ۱/۶۴^{b}	۵/۶۳±۰/۷۲^{b}	۳/۵۰± ۰/۸۴^{a}	۵/۴۰±۱/۱۰^{b}
سپاه آبکنار	۱۵۹/۰۲±۵۷/۷۳^{d}	۱۰/۴۷± ۱/۸۹^{c}	۶/۲۶± ۰/۷۷^{c}	۴/۳۵± ۰/۶۸^{c}	۶/۴۷±۱/۲۵^{d}

*حروف انگلیسی مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها و حروف مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است.

جدول ۲ : تعداد و ترکیب سنی صدف‌های آنودونت تالاب انزلی

سن	تعداد در ایستگاه					
	ماهروزه	هندخاله	ورودی ماهروزه به بهمبر	شیجان	سپاه آبکنار	جمع
۲	۵	–	۴۳	–	–	۴۸
۳	۳	–	۲۵	–	۸	۳۶
۴	۷	–	۲۴	۹	۳	۴۳
۵	۱۰	۱	۲۲	۱۳	۱۷	۶۳
۶	۲۹	۷	۳۱	۱۳	۳۶	۱۱۶
۷	۲۶	۲۴	۱۴	۴	۶۶	۱۳۴
۸	۷	۸	۱	–	۲۶	۴۲
۹	–	۱	–	۱	۱	۳
جمع	۸۷	۴۱	۱۶۰	۴۰	۱۵۷	۴۸۵

با استفاده از نرم‌افزار Fisat ll و از طریق منحنی فراوانی طولی، طول مجانب ۱۳/۶۵ و میزان ضریب رشد سالانه ۰/۴۸ و براساس منحنی رشد طولی طول مجانب ۱۳/۱۷ و میزان ضریب رشد سالانه ۰/۲۷ و طول در زمان صفر ۰/۱- و محاسبه گردید: $\varphi' = ۱/۹۵۲$



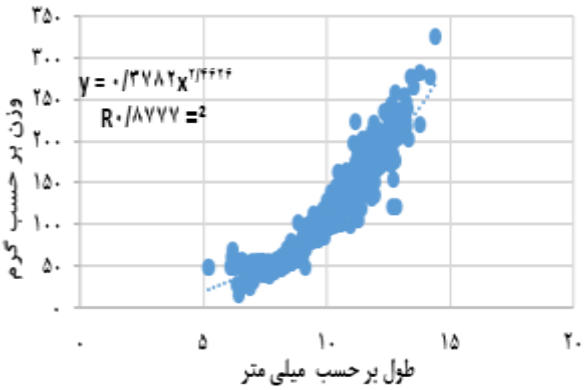
شکل ۵: تعیین ضرایب رشد صدف آنودونت تالاب انزلی از طریق منحنی رشد طولی (رابطه طول و سن)

فرمول رشد برتالانفی براساس ضرایب محاسبه شده به‌شرح زیر می‌باشد:

$L_t = 13.65[1-\exp(-0.48(t-t_0))]$

میزان مرگ و میر طبیعی براساس روش پائولی ۱/۱۵۴ محاسبه گردید.

رابطه طول و وزن این موجود به شکل زیر ترسیم گردیده است. میزان ضریب همبستگی داده‌های به‌دست آمده (R^2 =۰/۸۷۸) از مطلوبیت خوبی برخوردار است. با توجه به میزان b این رابطه ناهمگون یا آلومتریک است. رابطه طول و وزن نمایی بوده و R^2=۰/۸۷۸ محاسبه گردید.



شکل ۴: رابطه طول و وزن صدف آنودونت تالاب انزلی

بحث

با توجه به صدف‌های آنودونت به‌دست آمده، مشخص گردید که این صدف‌ها بیش‌تر در نواحی غربی و مرکزی تالاب انزلی در کناره‌های خط ساحلی و در عمق حدوداً ۰/۵ متری زیست می‌کنند و در واقع به‌نظر می‌رسد که این مناطق دارای شرایط زیستی مناسب‌تری برای این گونه به‌ویژه در فصول گرم سال باشد به‌طوری‌که در یک تحقیق مشابه در زمینه بررسی پراکنش *Unionidae* عنوان شده بود که بیش‌ترین پراکنش گونه‌های مورد بررسی در مناطق سیلابی دریاچه Pinczow در کناره‌های خط ساحلی و حداکثر درعمق ۰/۵ متری می‌باشد (Zajac و همکاران، ۲۰۱۶). پراکنش صدف در آب‌های کم‌عمق نزدیک به حاشیه بیش‌تر است (Dudgeon و Morton، ۱۹۸۳). در بررسی شاخص‌های زیست‌سنجی مشاهده گردید که ترکیب سنی صدف‌های آنودونت بین ۲ الی ۹ سال و غالبیت با سنین ۵ الی ۷ سال بود اما در ایستگاه ورودی ماهروزه به بهمبر که با توجه به وجود سنین مختلف صدف‌های آنودونت، غالبیت با سنین ۲ ساله بود و این روند می‌تواند نشان‌دهنده تغییرات جمعیتی در این ایستگاه باشد. بیش‌ترین سن مشاهده برای صدف آنودونت ۱۵ سال می‌باشد ولی از لحاظ ترکیب سنی اکثر جمعیت‌های صدف‌های آنودونت در منابع آبی دارای سن کم‌تر از ۱۰ سال می‌باشند (Rosinska و همکاران، ۲۰۰۸). به‌طورکلی ترکیب سنی این صدف‌ها نشان داد که این صدف‌ها در شرایط مناسب زیستی تالاب انزلی می‌توانند تا سنین ۸ الی ۹ سالگی به زندگی خود ادامه دهند. Muller و Patzner (۱۹۹۶) در مطالعه‌ای مشابه با مطالعه فعلی بیان نمودند که عدم وجود پوسته صدف‌های آنودونت با سنین بالا در آب‌های کم عمق و شرایط زیستی ناپایدار نظیر وجود موج‌های شدید، یخ زدگی آب در فصل زمستان، خشک شدن منطقه زیست و وجود جانوران شکارچی سبب می‌شود تا نرخ مرگ و میر در سنین پایین‌تر افزایش یابد. ایشان هم‌چنین در مطالعه‌ای که در دریاچه Mattsee کشور اتریش انجام دادند حداکثر سن صدف‌های مشاهده شده در این دریاچه را ۱۰ ساله تعیین نموده و عنوان نمودند که غالبیت با سنین بین ۵ الی ۷ ساله و در نقاط کم‌عمق این منطقه می‌باشد. Chojnacki و همکاران (۲۰۰۹) فاکتورهای بیومتریک صدف آنودونت را در جنوب غربی تالاب Szczecin مورد بررسی قرار دادند و اعلام نمودند که غالبیت با صدف‌های ۳ ساله (۴۶ درصد) و ۲ ساله (۲۳ درصد) بود درحالی‌که صدف‌هایی با سنین ۱ ساله کم‌ترین جمعیت (۱۳ درصد) را داشتند. این درحالی است که ایشان در سال ۲۰۰۷ در یک مطالعه جمعیتی صدف آنودونت در دو دریاچه Binowo و Bobolin در جوار تالاب Szczecin اعلام نمود که غالبیت صدف‌های آنودونت با سنین ۸ الی ۱۰ ساله می‌باشد. Weber (۲۰۰۵) بالاترین سن صدف‌های به‌دست آمده از خانواده Unionidae در رودخانه German را ۱۴ سال اعلام کرده و بیان نمود که رابطه منطقی بین سن صدف‌های به‌دست آمده با طول دوره زندگی آن‌ها در این رودخانه وجود ندارد. اکثر صدف‌های ۲ ساله در ایستگاه ورودی ماهروزه به بهمبر حاکی از غالب بودن جمعیت جوان از این صدف‌ها در این منطقه را دارد و در واقع نشان‌دهنده نوسانات شدید جمعیتی در این ایستگاه می‌باشد و این عامل می‌تواند به‌واسطه شرایط مناسب فیزیکی و شیمیایی محل زیست این صدف‌ها بوده باشد و این وضعیت در یک تحقیق مشابه توسط Rosinska و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. تراکم جمعیت‌های جوان صدف آنودونت در این ایستگاه با نظریه Zajac (۲۰۰۲) مبنی بر رسیدن این صدف‌ها به بالاترین حد از تراکم جمعیتی خود در یک حوضچه آبی مطابقت دارد. در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه غالبیت جمعیت صدف‌های آنودونت با سنین بین ۶ الی ۷ ساله بودو صدف‌های با سنین ۲ و ۳ سال مشاهده نشده و یا بسیار کم‌تر از مورد انتظار بودند. هم‌چنین عدم‌وجود صدف‌های جوان در این ایستگاه‌ها به‌خصوص در دو ایستگاه هندخاله و سپاه آبکنار می‌تواند به‌دلیل کاهش شدید میزبان واسط برای لارو انگلی این صدف‌ها (گلوشیدیا) مخصوصاً ماهیانی نظیر اردک‌ماهی، سوف‌ماهی، لای‌ماهی، مارماهی و سایر ماهیان موجود در این مناطق از تالاب انزلی باشد. در واقع در دهه‌های اخیر این گونه از ماهیان در معرض شدید صید تجاری توسط صیادان محلی بوده‌اند به‌طوری‌که صدف‌های آنودونت می‌توانند در این گونه از مناطق به بالاترین حد از رشد خود برسند و این مسئله در یک مطالعه مشابه توسط Zajac (۲۰۰۴) عنوان شده بود. از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده ذخایر و تنوع زیستی دوکفه‌ای آب‌شیرین عواملی هم‌چون آلودگی‌های شهری و صنعتی، صید بی‌رویه، تخریب محیط زیست، تغییرات آب و هوایی و ورود گونه‌های غیربومی به منطقه زیست این صدف‌ها می‌باشد (Douda، ۲۰۱۱). سایر عوامل ناشناخته شامل اختلالات جزئی در ستون آب یا جمع شدن مواد ارگانیک در یک نقطه، جمع شدن زیاد گل و لای در یک منطقه همراه با آمونیوم غیریونیزه (NH_3) که برای نرم‌تنان خطرناک می‌باشد (Augspurger و همکاران، ۲۰۰۳). در طولانی مدت می‌تواند تهدیدی برای نابودی ذخایر موجود در این مناطق و نیز کاهش تنوع زیستی آن‌ها باشد. یافته‌های حاضر نشان داد که طول بی‌نهایت صدف آنودونت معادل بین ۱۳/۱۷ تا ۱۳/۶۵ سانتی‌متر و میزان ضریب رشد بین ۰/۲۷ تا ۰/۴۸ در سال محاسبه گردید. میزان مرگ و میر طبیعی ۱/۱۵۴ برآورد شد. این ضرایب نشان می‌دهد که میزان مرگ و میر طبیعی قابل توجه بوده و تاثیر دخالت‌های انسانی در فراهم نمودن تلفات این گونه بیش‌تر بوده است. جا دارد در این خصوص به‌ویژه در محل‌های زیست‌طبیعی این موجود دقت بیش‌تری در رعایت ملاحظات زیست محیطی معمول گردد. Erdilal و همکاران (۲۰۰۷) شاخص‌های بیومتریک صدف آنودونت را در دریاچه بویوک

چکمسی استانبول مورد ارزیابی قرار داده و میانگین طولی صدف‌های به‌دست آمده را ۸۰/۲۰ میلی‌متر، میانگین ارتفاع را ۴۴/۱۸ میلی‌متر و میانگین عرض را ۲۶/۹۸ میلی‌متر محاسبه نمودند و کم بودن شاخص‌های اندازه‌گیری شده را مرتبط با ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی و ایجاد یخبندان در لایه‌های آبی منطقه در فصل زمستان اعلام نمودند. این شاخص‌ها برای دریاچه چیلدیر ترکیه میانگین طولی ۱۰۴/۲ میلی‌متر، میانگین ارتفاع ۵۴/۱ میلی‌متر و میانگین عرض ۳۳/۳ میلی‌متر به‌دست آمد و برای دریاچه Szczecin میانگین طولی ۱۰۰-۴۶ میلی‌متر، میانگین ارتفاع ۸۳-۲۶ میلی‌متر و میانگین عرض ۵۲-۱۶ میلی‌متر بود(Chojnacki و همکاران، ۲۰۰۹).در بررسی حاضر شاخص‌های بیومتریک برای صدف‌های آنودونت به‌دست آمده برای کل ایستگاه‌ها میانگین طولی۳±۱۰/۱ سانتی‌متر، میانگین ارتفاع ۳/۸±۰/۹ سانتی‌متر و میانگین عرض ۱/۴±۵/۶ سانتی‌متر محاسبه گردید. با توجه به این‌که تالاب انزلی تحت تاثیر یخبندان در فصل زمستان قرار نداشته و بیش‌ترین عامل تاثیرگذارنده می‌تواند عوامل مکانیکی نظیر لایروبی مناطق مختلف تالاب توسط دستگاه‌های مکانیکی باشد، شاخص‌های محاسبه شده نشان می‌دهد که روند رشد صدف دوکفه‌ای آنودونت در پنج ایستگاه ماهروزه، هندخاله، ورودی ماهروزه به بهمبر، شیجان و سپاه آبکنار هنوز متاثر از فاکتورهای زیست‌محیطی و انسانی نظیر ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی قرار نگرفته است. براساس بررسی‌های پروانه (۱۳۷۴)، میانگین طول ، وزن و عرض صدف آنودونت در ایستگاه‌های آبکنار و سیاه درویشان بالاتر از سایر ایستگاه‌های‌موجود در تالاب انزلی تعیین گردید. تحقیق حاضر نشان داد که مناطق ماهروزه، ورودی ماهروزه به بهمبر و سپاه آبکنار از مناطق شاخص پراکنش این صدف بوده است. نظر به پراکنش صدف در مناطق مختلف تالاب می‌توان به این نتیجه رسید که بعضی از مناطق‌هم‌چون‌سواحل‌آبکنار در حوضچه غربی، منطقه سیاه درویشان، کانال باقلی‌کش به‌صورت مناطق شاخص معرفی می‌شوند (پروانه، ۱۳۷۴). ضرایب رشد محاسبه شده برای صدف آنودونت تالاب انزلی توسط پروانه (۱۳۷۴) به‌شرح زیر بوده است:

$L_\infty = 15.57$ cm, $K= 0.311$, $b=0.806$

طول بی‌نهایت در تحقیق حاضر و بررسی‌های پروانه (۱۳۷۴) نزدیک به‌هم بوده ولی ضریب رشد طی سال‌های اخیر روند افزایشی داشته است. البته این موضوع نیاز به پایش سالیانه دارد. به‌نظر می‌رسد تغییرات زیست‌محیطی، دستکاری انسانی، رسوب‌گذاری‌شدید و تغییر نوع بستر، تغییر و کاهش تنوع غذایی و کاهش بسترهای مناسب برای تولیدمثل در تالاب انزلی ازجمله عوامل تغییر رشد، کاهش فراوانی و مرگ و میرهای آن طی سال‌های اخیر باشد. در همین راستا نتایج حاصل از پژوهش نوروزی و همکاران (۱۳۹۷) نیز تایید می‌کند که شرایط یوتروف- هایپرتروف با غالبیت شرایط هایپرتروفی به‌ویژه در ایستگاه‌های مستقر در خلیج گرگان سبب کاهش شدید تراکم و تنوع جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی مستقر در این اکوسیستم گردیده است. هم‌چنین مطالعات نوروزی و همکاران (۱۳۹۵) به‌منظور بررسی اثرات آلودگی در مناطق تالاب در بافت کلیه و آبشش برخی آبزیان از جمله ماهی سفید نیز بیانگر اثرات تخریبی آلاینده‌ها بر زیستگاه آبزیان منطقه می‌باشد. یافته‌های حاضر نشان داد که بیش‌ترین ذخایر احیا مربوط به ماه مرداد، شهریور و مهر بوده است. هم‌چنین ذخایر جوان (با سن ۲ سال) در ایستگاه‌های الف) ورودی ماهروزه به بهمبر ب) ماهروزه وجود داشته که فراوانی آن در ورودی ماهروزه به بهمبر بیش از ماهروزه بوده است که نیاز به حفاظت از بستر، عدم دخالت انسانی و مدیریت تالابی جهت حفاظت از گونه‌های ارزشمند می‌باشد. براساس گزارش پروانه (۱۳۷۴)، بیش‌ترین ذخایر جوان (با میانگین طول پایین‌تر) در شهریور ماه و مهرماه مشاهده شد. این موضوع نشان‌دهنده وجود ذخایر جوان پس از دوره تولیدمثل در جمعیت می‌باشد. در یافته حاضر رابطه طول و وزن نمایی بوده و مقدار R^2 ۰/۸۷۸ محاسبه گردید. این رابطه همبستگی نسبتاً خوبی را بین طول و وزن نشان می‌دهد.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان‌نمود که بیش‌ترین پراکنش جمعیتی صدف آنودونت در تالاب انزلی، نواحی مرکزی و غربی در کناره‌های خط ساحلی و حداکثر تا عمق ۰/۵ متری می‌باشد و بر این اساس از لحاظ ترکیب پراکنش سنی جوان‌ترین صدف‌ها در ناحیه مرکزی زیست می‌نمایند. هم‌چنین پراکنش جمعیتی این صدف‌ها در نقاط مختلف تالاب انزلی وابسته به شرایط فیزیکی و شیمیایی و تاثیر عوامل انسانی بوده ولی روند رشد آن‌ها هنوز تحت تاثیر این عوامل قرار نگرفته است. بیش‌ترین فراوانی و پراکنش متعلق به دو ایستگاه سپاه آبکنار و ورودی ماهروزه به بهمبر می‌باشد. بالاترین میانگین سنی متعلق به دو ایستگاه هندخاله و سپاه آبکنار می‌باشد. کمترین میانگین سنی متعلق به ایستگاه ورودی ماهروزه به بهمبر می‌باشد. ترکیب سنی صدف‌های صید شده نشان می‌دهد که از صدف‌های صید شده تمامی ایستگاه‌ها به‌غیر از ایستگاه ورودی ماهروزه به بهمبر که محل زیست صدف‌های جوان‌تر می‌باشد، می‌توان جهت برنامه‌های آتی تکثیر و پرورش استفاده نمود.

منابع

۱. **اشجع‌اردلان، ا.؛ خوش‌خو، ژ.؛ ربانی، م. و معینی، س.، ۱۳۸۵.** مقایسه میزان فلزات سنگین (Cd، Pb، Cu، Zn و Hg) در آب، رسوبات‌بافت‌نرم دوکفه‌ای آنودونت تالاب انزلی (*Anodonta cygnea*) در دو فصل پاییز و بهار (۱۳۸۴-۱۳۸۳). مجله پژوهش و سازندگی. امور دام و آبزیان. دوره ۱۹، شماره ۴، صفحات ۱۰۴ تا ۱۱۳.

۲. **اشجع‌اردلان، ا.؛ خوش‌خو، ژ.؛ معینی، س.ع. و بهزادی، د.، ۱۳۸۵.** شمارش کلونی‌های باکتریایی دوکفه‌ای *Anodonta cygnea* در تالاب انزلی (منطقه سلکه) در دو فصل پاییز و بهار (۱۳۸۳ تا ۱۳۸۴). مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی دوره ۱۷، شماره ۱، صفحات ۳۷ تا ۵۰.

۳. **پروانه، س.ا.، ۱۳۷۴.** بررسی ویژگی‌های زیستی و پراکنش صدف آنودونت در حوزه تالاب انزلی. گزارش نهایی پروژه، مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۴۲ صفحه.

۴. **توکلی، ب. و ثابت‌رفتار، ک.، ۱۳۸۱.** مطالعه تأثیر فاکتورهای مساحت، جمعیت و تراکم جمعیت حوزه آبخیز بر روی آلودگی رودخانه‌های منتهی به تالاب انزلی. مجله محیط شناسی، ویژه نامه تالاب انزلی. دوره ۲۸، صفحات ۵۱ تا ۵۸.

۵. **زارع، پ. و یونس‌زاده، ب.، ۱۳۸۸.** بررسی رشد و ساختارسنی صدف *Anodonta cygnea* در سه نهر منتهی به رودخانه پسیخان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۳، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۱.

۶. **کوهی، ش.؛ خلیلی، س. و ایمانپور، م.ر.، ۱۳۹۷.** بررسی تغییرات پاتولوژیک بافت کبد، آبشش و روده بچه‌ماهی سفید *Rutilus kutum* در معرض قرار گرفته با آب تالاب انزلی. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۱۳۳ تا ۱۴۴.

۷. **نوروزی، ن.؛ قربانی، ر.؛ حسینی، ع. و هدایتی، ع.ا.، ۱۳۹۷.** روند جایگزینی کفزیان در حوضه جنوب‌شرقی دریای خزر و ارتباط آن با شرایط تروفی اکوسیستم. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری. سال ۱۰، شماره ۴، صفحات ۴۸۹ تا ۴۹۸.

8. **Augspurger, T.; Keller, A.E.; Black, M.C.; Cope, W.G. and Dwyer, F.I., 2003.** Water quality guidance for protection of freshwater mussels (*unionidae*) from ammonia exposure, Environ. Toxicol. Chem. Vol. 22, pp: 2569-2575.

9. **Chojnacki, J.C.; Grzeszczyk-Kowalska, A. and Buczek, W., 2009.** Biometrics of the swan mussels *Anodonta cygnea* in the Southwest part of the Szczecin Lagoon in 2007. EJPAU. Vol. 20, No. 1, pp: 225-230.

10. **Chojnacki, J.C.; Rosinska, B.; Rudkiewicz, J. and Smola, M., 2011.** Biometrics of the swan mussel *Anodonta cygnea*, Polish J. of Environment. Study. Vol. 20, No. 1, pp: 225-230.

11. **Cyr, H., 2008.** Physical forces constrain the depth distribution of the abundant native mussel Elliptio complanata in lakes. Freshwater Biology. Vol. 53, pp: 2414-2425.

12. **Douda, K., 2011.** The environmental biology and conservation of the flagship groups of stream macroinvertebrate species in the Czech Republic, PhD Thesis, Czech university of life sciences Prague, Faculty of Environmental Sciences, Department of Ecology.

13. **Dudgeon, D. and Morton, B., 1983.** The population dynamics and sexual strategy of *Anodonta woodiana* in Plover cove reservoir, Hong kong, J. Zool.lond. Vol. 201, pp: 16-183.

14. **FAO. 1997.** Review of the state of world fishery resources: Marine fisheries. FAO Fisheries Circular. 920 FIRM/C920. FAO, Rome.

15. **Erdilal, R.; Kosal-Sahin, S. and Gulyavus, H., 2007.** Comparison of the flesh yields and chemical compositions of two freshwater clam species (Unio pictorum and *Anodonta cygnea*). Istanbul University Journal of fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 23, No. 9.

16. **Lie, J., 1993.** Estimation of filtration rate of zebra mussel. Published by the zebra mussel research program. pp: 1-3

17. **Muller, D. and Patzner, A., 1996.** Growth and age structure of the swan mussel *Anodonta cygnea* (L.) at fifferent depths in lake Mattsse (Salzburg, Austria). Hydrobiologia. Vol. 341, pp: 65-70.

18. **Munro, J.L. and Pauly, D., 1983.** A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. ICLARM Fishbyte. Vol. 1, No. 1, pp: 5-6.

19. **Novais, A.; Souza, A.T.; Illari, M.; Pascoal, C. and Souza, R., 2015.** From water to land: How an invasive clam may function as a resource pulse to terrestrial invertebrates, Science of the Total Environment. Vol. 538, pp: 664-671.

20. **Pauly, D. and Morgan, G.R., 1984.** Length-based methods in fisheries research. Intemational center for living aquatic resources management, Kuwait institute for scientific research. 468 p.

21. **Rosinska, B.; Chojnacki, J.C.; Lewandowska, A.; Matwiejczuk, A. and Samiczak, A., 2008.** Biometrics of the swan mussels (*Anodonta cygnea*) from choze laks in the Pomeranian Region, Limnological Review. Vol. 8, No. 1-2, pp: 79-84.

22. **Sparre, P. and Venema, S.C., 1992**. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-manual. FAO Press. Rome, Italy. 376 p.

23. **Sparre, P. and Venema, S.C., 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment. FAO technical paper, 306/1. FAO, Rome, Italy. 407 p.

24. **Strayer, D.l., 2014.** Understanding how nutrient cycles and freshwater mussels (Unionidae) affect one another. Hydrobiologia. Vol. 735, pp: 277-292.

25. **Taylor, C.C., 1960.** Temperature, growth and mortality-the Pacific cockle. Journal du Conseil International Pour Lexploration de la Mar. Vol. 26, pp: 117-124.

26. **Zając, K., 2002.** Habitat preferences of swan mussel *Anodonta cygnea* (Linnaeus 1758) (Bivalvia, Unionidae) in relation to structure and successional stage of floodplain waterbodies. Ekologia (Bratislava). Vol. 21, No. 4, pp: 345- 355.

27. **Zając, K., 2004.** Polska czerwona księga zwierząt bezkręgowce, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków. 447 p.

28. **Zajac, K.; Zajac, T. and Cmiel, A., 2016.** Spatial distribution and abundance of *Unionidae* mussels in aeutrophic floodplain lake. Limnologica. Vol. 58, pp: 41-48.

29. **Weber, E., 2005.** Population size and structure of three mussels species (Bivalvia: Unionidae) in a northeastern German river with special regard to influences of environmental factors. Hydrobiologia. Vol. 537, pp: 169-183.

30. **Wirbellose.2001.** Grosse Teichmuschel (Schwanenmuschel). Anodonta cygnea L. Retrieved September 7, 2006, from http://www.bsh-umweltladen.de/bsh/2000-wirbelloser.htm (in German)

31. **Vakily, J.M., 1992.** Determination and comparison of bivalve growth rate with emphasis on Thailand and other tropical areas. ICLARM Technique. Reproduction. Vol. 36, 125 p.