

بررسی رفتار تغذیه‌ای و ارجحیت غذایی شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi*

دریای خزر از گونه‌های زئوپلانکتون در شرایط آزمایشگاهی

- رامین عبدالله‌زاده کلانتری*: دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
- پریسا نجات خواه معنوی: دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
- ابولقاسم روحی: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری صندوق پستی: ۹۶۱
- رضا پورغلام: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری صندوق پستی: ۹۶۱

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۸۹

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تغذیه شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* از زئوپلانکتونهای حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. بدین منظور جمع‌آوری نمونه‌های شانه‌دار از لایه‌های سطحی آب حوزه جنوبی دریای خزر در منطقه خزر آباد با تور پلانکتون (۵۰۰ میکرون) صورت گرفت. آزمایشات در سه تیمار دمایی ۱۸، ۲۲ و ۲۵-۲۲ درجه سانتیگراد و در ۱۴ آکواریوم براساس تنوع گونه‌ای زئوپلانکتون (چهار گروه زئوپلانکتون) بمدت ۷۰ روز با شرایط شوری آب دریای خزر انجام شد. در این تحقیق برای تغذیه شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* چهار گروه از زئوپلانکتون شامل سخت‌پوستان (*Acartia tonsa*) و کشتی چسب (*Balanus sp.*)، روتیفر (*Branchionus sp.*)، کلاوسورا (*Podon polyphemoides*) و لارو زئوبتوز (*Hypania sp.*) و *Nereis sp.* انتخاب گردید. غذادهی هر ۸ ساعت و به تعداد ۷۰۰۰-۹۰۰۰ عدد در لیتر زئوپلانکتون بود. بررسی میزان تغذیه شانه‌دار از زئوپلانکتون در تمامی آکواریوم‌ها قبل و بعد از غذادهی بصورت کیفی و کمی انجام شد. نتایج نشان دادند که در بین غذاهای زئوپلانکتونی داده شده به شانه‌دار، بطور متوسط بیشترین میزان مصرف غذا در درجه حرارت ۲۵-۲۲ درجه سانتیگراد بود که برترتیب از گروه سخت‌پوستان یعنی کشتی چسب‌ها (۹۸/۱ درصد)، روتیفرها (۹۵ درصد) و پاروپایان (۹۰ درصد) صورت گرفته است. ارجحیت غذایی شانه‌دار از زئوپلانکتون در محیطی که دارای غذای زئوپلانکتونی گروه پاروپایان، نوزادان آنها و زئوبتوزها بودند نسبت هضم غذا توسط شانه‌دار از گروه پاروپایان و *Nereis sp.* برترتیب ۳۸-۳۴ و ۲۷ درصد بود. داده‌ها نشان داد که گرایش غذایی شانه‌دار بعد از نوزاد کشتی چسب‌ها به مرحله بالغ زندگی و نوزاد *A. tonsa* مثبت بود در حالیکه گرایش به لارو *Nereis sp.* منفی می‌باشد.

کلمات کلیدی: *Mnemiopsis leidyi*، ارجحیت غذایی، شاخص اهمیت نسبی غذا، زئوپلانکتون، دریای خزر



مقدمه

شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* به شاخه Ctenophora و راسته Lobata تعلق دارد. شانه‌دار *M. leidyi* گونه‌ای شکارچی است و عمدتاً از زئوپلانکتون تغذیه می‌کند (۱۱ و ۲۵). این جانور بومی سواحل اقیانوس اطلس واقع در آمریکای شمالی و جنوبی با دامنه پراکنشی از عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی است (۱۸). این گونه ابتدا از طریق آب توازون کشتی‌ها از سواحل شمال شرقی ایالات متحده آمریکا به دریای سیاه (۴۰ و ۳۶) و سپس به دریای مازندران منتقل گردید (۲۱ و ۲).

رژیم غذایی *M. leidyi* توسط محققین زیادی در دنیا بررسی شده است. از جمله معروفترین آنها Mutlu در سال ۱۹۹۹ و Purcell و همکاران در سال ۲۰۰۱ در دریای سیاه و اقیانوس اطلس بودند. بررسی‌ها نشان داده است. در دمای آب ۲۰ درجه سانتیگراد، دستگاه گوارش شانه‌دار، طی ۲۴ ساعت توانایی هضم ۲۴ عدد پاروپا، ۲۴ عدد کلادوسرها (آنتن منشعبان یا Cladocera)، ۱۲ عدد لارو نرمتن (Molluscs)، ۴ عدد لارو ماهی (Fish larvae)، ۱۲ عدد سایر موجودات زنده را دارد. در این بررسی‌ها بیشترین زئوپلانکتونهای مصرفی توسط شانه‌دار پاروپایان (Copepods)، Appendicels، Amphipods، پرتاران (Polychaetes)، Cladocera، لارو دوکفه‌ای‌ها (Bivalves) و شکم پایان (Gastropods) بود (۱۳). بررسی و شناسایی محتویات معده *M. leidyi* حوضه جنوبی دریای خزر نشان داد که تغذیه اصلی این بی‌مهرگان اغلب از سخت‌پوستان راسته Copepoda و زیر راسته Calanoida می‌باشد (۶). در سالهای اخیر (۸۵-۱۳۸۰) در حوزه جنوبی دریای خزر تعداد ۳۲ گونه از زئوپلانکتون که شامل زئوپلانکتون دائمی (Holozooplankton) و موقتی (Meroplankton) می‌باشند، زیست می‌کنند. تعداد زئوپلانکتون دائمی ۱۷ گونه و شامل ۸ گونه از Rotatoria، ۴ گونه از پاروپایان، ۴ گونه از مژه‌داران (Ciliophora) و ۱ گونه از آنتن منشعبان (Cladocera) می‌باشد (۵). در این تحقیق براساس مصالعات قبلی تعدادی از موجودات زئوپلانکتونی شامل سخت‌پوستان (*Acartia tonsa* و کشتی چسب *Balanus sp.*، روتیفرها (*Branchionus sp.*)، کلادوسرا (*Podon polyphemoides*) و لارو زئوپلتوز *Hypania sp.* و *Nereis sp.* انتخاب شد و ارجحیت غذایی شانه‌دار در محیط آزمایشگاهی و در شرایط حرارتی ۱۸، < ۲۲-

۱۸ و ۲۲-۲۵ درجه سانتیگراد مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

مواد و روشها

- جمع‌آوری شانه دار *Mnemiopsis leidyi*

مهمترین و نخستین مرحله برای نگهداری طولانی مدت شانه‌دار به لحاظ ساختار فیزیکی بسیار ظریف و آسیب‌پذیر آن بدون استفاده از ابزارهای رایج نمونه‌برداری مانند تور پلانکتون و تنها با استفاده از ظروف و برداشت مستقیم با دست انجام گرفت (۳۱ و ۴۱). این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در آزمایشگاه آداپتاسیون و تکثیر شانه‌دار پژوهشکده اکولوژی دریای خزر- ساری طی فصل تابستان بمدت ۷۰ روز انجام شد. ابتدا ظروف پلاستیکی مدور به حجم ۳ لیتر به قسمتهای زیرین آب فرو برده شد و سپس به آرامی به سطح آب هدایت گردید و نمونه‌ها با دست و با حداقل استرس جمع‌آوری گردیدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده در ظروف پلاستیکی با حجم ۲۰ لیتر آب و در سریعترین زمان ممکن (کمتر از یک ساعت) به آزمایشگاه منتقل شدند. دمای محیط آزمایشگاه طی مطالعات تقریباً ۱۸، < ۲۲-۱۸ و ۲۲-۲۵ درجه سانتیگراد نگه داشته شد.

- تغذیه شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* با زئوپلانکتون

برای تغذیه موجودات چهار گروه سخت‌پوستان (*Balanidae*)، کشتی چسب‌ها (*Copepoda, Acartia tonsa*)، *Balanus sp.*، *(Rotifera, Branchionus sp.)*، آنتن منشعبان (*Cladocera, Podon polyphemoides*) و زئوپلتوز *Hypania sp.* و *Nereis sp.* انتخاب گردید. انتخاب این چهار گروه بدلیل حضور فراوان آنها در زمان اجرای آزمایش و نیز تغذیه عمده شانه‌دار فوق از این گروهها بود. گروههای زئوپلانکتون ذکر شده از دریای خزر با تور پلانکتون ۱۰۰ میکرومتر و قطر دهان ۳۶ سانتیمتر جمع‌آوری شد و هریک از گروهها در ظروف مناسب بصورت انبوه نگهداری گردیدند. طی آزمایش ۹ لیتر زئوپلانکتون شامل مراحل نوزادی و بالغین *Acartia sp.*، *Branchionus sp.* و *Hypania sp.* به تعداد ۷۰۰۰-۹۰۰۰ عدد در لیتر روزانه (سه وعده) جهت تغذیه استفاده گردیدند. گروههای زئوپلانکتونی شامل: الف= گروه غذایی دارای ترکیب پاروپایان، نوزادان آنها و لارو *Nereis*. ب= گروه غذایی دارای ترکیب پاروپایان، نوزادان آنها و لارو



Nereis و Hypania و

ارجحیت غذایی و عدد صفر بیانگر تصادفی بودن غذای خورده شده توسط شانه‌دار می‌باشد (۴۲).

ج= گروه غذایی دارای ترکیب پاروپایان، نوزادان آنها و ناپلیوس کشتی چسب و روتیفر بود.

در ضمن برای بررسی شدت تغذیه شانه‌دار از زئوپلانکتون علاوه بر تیمارها و تکرارهای فوق (روزانه سه تکرار)، نمونه‌های شاهد از هر گروه از تیمارها نیز در نظر گرفته شد و در آکواریوم شاهد تنها نمونه‌های زئوپلانکتون وارد گردید.

- شمارش و شناسایی زئوپلانکتون

بررسی رژیم غذایی شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* در محیط آزمایشگاه نشان داد که در بین غذاهای زئوپلانکتونی داده شده به شانه‌دار (غذای داده شده = F)، بطور متوسط بیشترین میزان نسبی مصرف غذا (غذای مصرف شده = B) بترتیب از گروه سخت‌پوستان یعنی کشتی چسبها (۹۸/۱ درصد)، روتیفرها (۹۵ درصد) و پاروپایان (۹۰ درصد) صورت گرفت. در ضمن میزان نسبی تغذیه شانه‌دار از گروه کلاوسرها نیز تنها ۲۵ درصد را نشان داد که ناشی از تعداد کم نمونه کلاوسرها (۴ عدد) در هنگام مطالعه بود (جدول ۱).

برای شمارش زئوپلانکتون در ظروف نگهداری انبوه و نیز شمارش میزان تغذیه زئوپلانکتونی شانه‌دار در آکواریومها از روشهای Newell (۱۹۷۷)، Postel و همکاران (۲۰۰۰) و Harris و همکاران (۲۰۰۰) استفاده شد. همچنین شناسایی نمونه‌های زئوپلانکتون براساس کتاب اطلس بی‌مهرگان دریای خزر صورت گرفت (۸).

- بررسی شاخص اهمیت نسبی و ارجحیت غذایی شانه‌دار

بررسی ارجحیت غذایی شانه‌دار *M. leidyi* در آزمایشگاه با آب دریای خزر (شوری ۱۲/۵ppt) در آکواریومها با سیستم گردش آب و هوادهی، ابتدا غذای اصلی با استفاده از فرمول:

برای بررسی ارجحیت غذایی شانه‌دار *M. leidyi* در آکواریومها با سیستم گردش آب و هوادهی، ابتدا غذای اصلی با استفاده از فرمول:

$$RII = (N \times B) / \sum (N \times B) \quad (\text{Pinkas et al., 1971})$$

استفاده گردید. در این فرمول:

Relative Index of Importance = RII

N = تعداد غذای داده شده در لیتر

B = تعداد غذای مصرف شده در لیتر

$N \times B$ = حاصل ضرب غذای داده شده و مصرف شده

در این محاسبه چنانچه شاخص (RII) بدست آمده بیش از ۱۵ درصد باشد برای برآورد ارجحیت غذایی شانه‌دار مورد استفاده قرار خواهد گرفت. محاسبه ارجحیت غذایی (شاخص گزینش) بصورت ذیل است:

$$E = (r_i - p_i) / (r_i + p_i) \quad (\text{Ivlev, 1961})$$

E = Electivity index = ارجحیت غذایی

r_i = درصد غذای داده شده توسط شانه‌دار

p_i = درصد مصرف شده توسط شانه‌دار

در این محاسبات میزان E بین -۱ و +۱ متغیر است، لذا چنانچه برآورد صورت گرفته اعداد منفی را نشان دهند بیانگر عدم ترجیح غذایی توسط شانه‌دار، اعداد مثبت نشان‌دهنده

در این مطالعه با افزایش دما (۲۲-۱۸ درجه سانتیگراد) هضم زئوپلانکتون توسط شانه‌دار افزایش یافت و میزان آن بین ۸۰-۶۲ درصد تعیین گردید. بیشترین میزان هضم غذا توسط شانه‌دار از گروه سخت‌پوستان یعنی *Acartia tonsa* و *Balanus sp.* (۸۰ درصد) بود. نوزادان پاروپایان (*Nauplii Acartia tonsa*) نیز در دمای ۲۲-۱۸ درجه سانتیگراد تقریباً ۷۴ درصد و زئوبنتوز *Hypania sp.* و *Branchiopus sp.* نیز بترتیب ۵۷ و ۴۰ درصد توسط شانه‌دار مورد تغذیه و هضم قرار گرفتند (جدول ۲-ب).

در دمای بیش از ۲۲ درجه سانتیگراد میزان مصرف و هضم شانه‌دار بشدت افزایش یافت بطوریکه سخت‌پوست *Balanus sp.* جزء مناسب‌ترین غذای زئوپلانکتونی با بیش از ۹۸ درصد مورد هضم شانه‌دار قرار گرفت. روتیفرها در این مرحله از آزمایش بعد از گروه فوق بیشترین میزان تغذیه و هضم شانه‌دار را با ۹۶ درصد تشکیل داده‌اند. گروه پاروپایان که شامل بالغین و نوزادان آنها می‌باشد در این دوره دمایی از مطالعات بین ۹۳-۹۰ درصد رژیم غذایی شانه‌دار را شامل شد (جدول ۲-ج).



جدول ۱: درصد تغذیه شانه‌دار *Mnemiopsis leidy* از زئوپلانکتون در محیط آزمایشگاه

زئوپلانکتون	F	±SD	B	±SD	درصد نسبی تغذیه
<i>Acartia tonsa</i>	۴۷۶	۹۸۳	۴۲۹	۹۴۹	۹۰/۱۲
<i>Balanus</i> sp.	۱۰۰	---	۹۸	۴	۹۸/۰۹
<i>Podon polyphemoides</i>	۴	---	۱	---	۲۵/۰۰
<i>Hypania</i> sp.	۱۵۹	۴۵۳	۱۳۹	۴۲۷	۸۷/۶۵
<i>Acartia tonsa</i> (Naupli)	۱۲۴	۱۴۲	۱۱۶	۱۳۵	۹۳/۶۲
<i>Nereis</i> sp.	۸۸	۲۴۰	۷۴	۱۹۸	۸۴/۰۰
<i>Branchious</i> sp.	۴۹۰۵۸	۱۳۰۳۷	۴۶۹۱۷	۱۲۵۸۵	۹۵/۶۴
جمع	۵۰۰۰۹		۴۷۷۷۴		

F = تراکم (تعداد در لیتر) غذای زئوپلانکتون داده شده، B = تراکم (تعداد در لیتر) غذای زئوپلانکتون مصرف شده، ±SD = انحراف معیار

جدول ۲: متوسط درصد هضم شانه‌دار *Mnemiopsis leidy* از زئوپلانکتون در دامنه دمایی کمتر از ۱۸ درجه سانتیگراد (الف)، ۱۸-۲۲ درجه سانتیگراد (ب) و ۲۲-۲۵ درجه سانتیگراد (ج)

ترکیب غذایی الف

زئوپلانکتون	F	±SD	B	±SD	درصد نسبی تغذیه
<i>Acartia tonsa</i>	۴۷۶	۹۸۳	۳۲۰	۱۴۴	۶۷/۳۰
<i>Balanus</i> sp.	۱۰۰	---	۲۵	۴	۲۵/۰۰
<i>Podon polyphemoides</i>	---	---	---	---	---
<i>Hypania</i> sp.	۱۵۹	۴۵۳	۹۰	۵۱	۵۶/۷۰
<i>Acartia tonsa</i> (Naupli)	۱۲۴	۱۴۲	۸۰	۲۴	۶۴/۴۰
<i>Nereis</i> sp.	۸۸	۲۴۰	۳۵	۱۲	۳۹/۸۰
<i>Branchious</i> sp.	۴۹۰۵۸	۱۳۰۳۷	۲۵۰۱۱	۹۵۲۸	۵۱/۰۰
جمع	۵۰۰۰۹	۲۵۵۶۱	۴۷۷۷۴		

ترکیب غذایی ب

زئوپلانکتون	F	±SD	B	±SD	درصد نسبی تغذیه
<i>Acartia tonsa</i>	۴۷۶	۹۸۳	۳۸۵	۴۰۲	۸۹/۹۰
<i>Balanus</i> sp.	۱۰۰	---	۸۰	۱۴	۸۰/۰۰
<i>Podon polyphemoides</i>	---	---	---	---	---
<i>Hypania</i> sp.	۱۵۹	۴۵۳	۱۱۰	۱۹۸	۶۹/۳۰
<i>Acartia tonsa</i> (Naupli)	۱۲۴	۱۴۲	۹۵	۱۰۱	۷۶/۴۰
<i>Nereis</i> sp.	۸۸	۲۴۰	۵۵	۳۸	۶۲/۵۰
<i>Branchious</i> sp.	۴۹۰۵۸	۱۳۰۳۷	۳۳۲۵۰	۲۵۲۰۰	۶۷/۸۰
جمع	۴۹۰۵۸		۳۳۹۷۵		



ترکیب غذایی ج

زئوپلانکتون	F	±SD	B	±SD	درصد نسبی تغذیه
<i>Acartia tonsa</i>	۴۷۶	۹۸۳	۴۵۹	۹۷۸	۹۰/۱۲
<i>Balanus</i> sp.	۱۰۰	-----	۹۶	۸۹	۹۸/۰۹
<i>Podon polyphemoides</i>	-----	-----	۱	-----	۲۵/۰۰
<i>Hypania</i> sp.	۱۵۹	۴۵۳	۱۴۵	۱۲۷	۸۷/۶۵
<i>Acartia tonsa</i> (Naupli)	۱۲۴	۱۴۲	۱۱۰	۹۹	۹۳/۶۲
<i>Nereis</i> sp.	۸۸	۲۴۰	۷۴	۶۹	۸۴/۰۰
<i>Branchionus</i> sp.	۴۹۰۵۸	۱۳۰۳۷	۴۵۷۸۰	۴۸۲۵۱	۹۵/۶۴
جمع	۴۹۰۵۸		۴۶۹۱۷		

الف= گروه غذایی دارای ترکیب پاروپایان، نوزادان آنها و لارو *Nereis*
 ب= گروه غذایی دارای ترکیب پاروپایان، نوزادان آنها و لارو *Nereis* و *Hypania*
 ج= گروه غذایی دارای ترکیب پاروپایان، نوزادان آنها و ناپلیوس کشتی چسب و روتیفر
 F= تراکم (تعداد در لیتر) غذای زئوپلانکتون داده شده B= تراکم (تعداد در لیتر) غذای زئوپلانکتون مصرف شده ±SD= انحراف معیار

بررسی ارجحیت غذایی شانه‌دار از زئوپلانکتون مورد تغذیه نشان داد که شانه‌دار *M. leidy* با اندازه‌های مختلف دارای ارجحیت غذایی متفاوتی است. بطوریکه در محیطی که دارای غذای زئوپلانکتونی گروه پاروپایان، نوزادان آنها و زئوبنتوزها بودند نسبت هضم غذا توسط شانه‌دار از گروه پاروپایان و *Nereis* sp. بترتیب ۳۸-۳۴ و ۲۷ درصد بود (جدول ۳-الف) و بیانگر درصد هضم بیشتر شانه‌دار از گروه پاروپایان نسبت به زئوبنتوزها است. همچنین *A. tonsa* و *Nereis* sp. دارای میزانی بیش از ۱۵ درصد بود و بعنوان غذای اصلی شانه‌دار محسوب می‌شوند در حالی که نوزادان پاروپایان جزء غذای اصلی شانه‌دار نبوده است. داده‌ها نشان داد که گرایش غذایی شانه‌دار نسبت به مرحله بالغ زندگی و نوزاد *A. tonsa* مثبت و گرایش به لارو *Nereis* sp. منفی بود، اگرچه میزان مصرف لارو این زئوبنتوز توسط شانه‌دار یعنی نرخ چرای آن بیشتر از گروه پاروپایان است. در مجموع در این تیمار غذایی زئوپلانکتون *A. tonsa* و نوزادان آنها از غذاهای ترجیحی شانه‌دار محسوب می‌شود. بررسی نرخ چرای این آکواریوم نیز نشان داد که میزان آن بین ۴۷/۶-۴۱/۵ عدد در لیتر در ساعت متغیر است. بیشترین میزان چرای شانه‌دار از *Nereis* sp.، نوزادان پاروپایان و سپس بالغین *A. tonsa* بود (جدول ۳-الف).

در تیمار نوع سوم که با تراکم انبوه گروه روتیفرها و گونه *Branchionus* sp. (۳۹۴۳۳ عدد در لیتر و ۹۷ درصد) و وجود گونه کشتی چسب *Balanus* sp. و نیز موجودات بالغ و نوزاد *A. tonsa* صورت گرفت، نشان داد که نوزاد *Balanus* sp. از درصد هضم (تغذیه) بیشتری (۲۶ درصد) نسبت به سایر گروه‌های غذایی برخوردار است (جدول ۳-ج). بررسی نتایج میزان تغذیه زئوپلانکتون توسط شانه‌دار نشان داد که روتیفر *Branchionus* sp. در محاسبه میزان تغذیه در شاخص اهمیت نسبی غذا (RII)

گرفت (جدول ۳-ب) درصد هضم غذا توسط شانه‌دار در گروه پاروپایان ۹۳-۸۳ درصد و در گروه زئوبنتوزها ۹۱-۸۵ درصد بود که گروه پاروپایان و بخصوص نوزادان آنها از درصد هضم بیشتری برخوردار بودند. بررسی داده‌های غذایی (RII) این نوع تیمار نشان داد که تنها *A. tonsa* و *Hypania* sp. دارای میزانی بیش از ۱۵ درصد بود و بعنوان غذای اصلی شانه‌دار محسوب می‌شوند در حالی که نوزادان پاروپایان جزء غذای اصلی شانه‌دار نبوده است. داده‌ها نشان داد که گرایش غذایی شانه‌دار نسبت به مرحله بالغ زندگی و نوزاد *A. tonsa* مثبت و گرایش به لارو *Nereis* sp. منفی بود، اگرچه میزان مصرف لارو این زئوبنتوز توسط شانه‌دار یعنی نرخ چرای آن بیشتر از گروه پاروپایان است. در مجموع در این تیمار غذایی زئوپلانکتون *A. tonsa* و نوزادان آنها از غذاهای ترجیحی شانه‌دار محسوب می‌شود. بررسی نرخ چرای این آکواریوم نیز نشان داد که میزان آن بین ۴۷/۶-۴۱/۵ عدد در لیتر در ساعت متغیر است. بیشترین میزان چرای شانه‌دار از *Nereis* sp.، نوزادان پاروپایان و سپس بالغین *A. tonsa* بود (جدول ۳-الف).

در تیمار دوم که با غذاهایی از گروه پاروپایان و نوزادان آنها و دو گونه از زئوبنتوز *Nereis* sp. و *Hypania* sp. صورت



sp. و نوزادان *A. tonsa* مثبت بود در حالیکه گرایش شانهدار به موجودات بالغ *A. tonsa* منفی می‌باشد. نرخ چرا در این تیمار بین ۴۱/۷ تا ۴۳/۳ عدد در لیتر متغیر بود و بیشترین میزان چرا در این تیمار از موجودات بالغ *A. tonsa* صورت گرفت (جدول ۳-ج و نمودار ۱).

دارای میزانی بیش از ۱۵ درصد بود و بعنوان غذای اصلی شانهدار محسوب می‌شوند (درصد $RII=1/0$). همچنین این گروه ۹۷ درصد غذای مصرف شده توسط شانهدار را تشکیل داد، در حالیکه سایر گروههای زئوپلانکتون کمترین میزان تغذیه (۳ درصد) را در رژیم غذایی شانهدار تشکیل دادند. در بین غذاهای مختلف، گرایش شانهدار به لارو *Branchionus*، *Balanus* sp.

جدول ۳: درصد هضم، غذای اصلی، غذای ترجیحی و نرخ چرا توسط شانهدار *Mnemiopsis leidyi* در محیط آزمایشگاه

ترکیب غذایی الف								
CR	E	RII	درصد نسبت غذا	درصد هضم	درصد	B	درصد	نوع غذا
۴۱/۵	۰/۰۷	۰/۶۷	۳۸/۶	۹۹/۵	۵۴/۳	۱۰۶۰	۴۷/۷	۱۰۶۶ <i>Acartia tonsa</i>
۴۳/۶	۰/۰۱	۰/۰۸	۳۴/۲	۸۸/۲	۱۷/۶	۳۴۴	۱۷/۴	۳۹۰ <i>Acartia tonsa</i> Naupli
۴۷/۶	-۰/۱۱	۰/۲۵	۲۷/۲	۷۰/۱	۲۸/۰	۵۴۷	۳۴/۹	۷۸۰ <i>Nereis</i> sp.
ترکیب غذایی ب								
۴۴/۵	-۰/۰۱	۰/۷۴	۲۳/۷	۸۳/۸	۵۳/۳	۹۶۸	۴۵/۵	۱۱۵۵ <i>Acartia tonsa</i>
۴۴/۲	-۰/۰۰۲	۰/۲۲	۲۴/۱	۸۵/۳	۲۹/۲	۵۳۰	۲۹/۳	۶۲۲ <i>Hypania</i> sp.
۴۲/۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۲۶/۵	۹۳/۷	۹/۱	۱۶۶	۸/۳	۱۷۷ <i>Acartia tonsa</i> Naupli
۴۳/۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۲۵/۸	۹۱/۴	۸/۴	۱۵۲	۷/۹	۱۶۷ <i>Nereis</i> sp.
ترکیب غذایی ج								
۴۳/۳	-۰/۰۳	۰/۰۰۰۵	۲۳/۶	۸۹/۳	۲/۱	۷۹۵	۲/۲	۸۹۰ <i>Acartia tonsa</i>
۴۱/۷	۰/۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۲۶/۰	۹۸/۱	۰/۳	۹۸	۰/۲	۱۰۰ <i>Balanus</i> sp.
۴۲/۳	۰/۰۰۱	۱/۰۰	۲۵/۱	۴۹/۹	۹۷/۱	۳۷۴۳۲	۹۷/۰	۳۹۴۳۳ <i>Branchionus</i> sp.
۴۲/۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۰۴	۲۵/۳	۹۵/۷	۰/۶	۲۳۰	۰/۶	۲۴۰ <i>Acartia tonsa</i> (Naupli)

الف = گروه دارای ترکیب غذایی پاروپایان، نوزادان آنها و لارو *Nereis*

ب = گروه دارای ترکیب غذایی پاروپایان، نوزادان آنها و لارو *Hypania* و *Nereis*

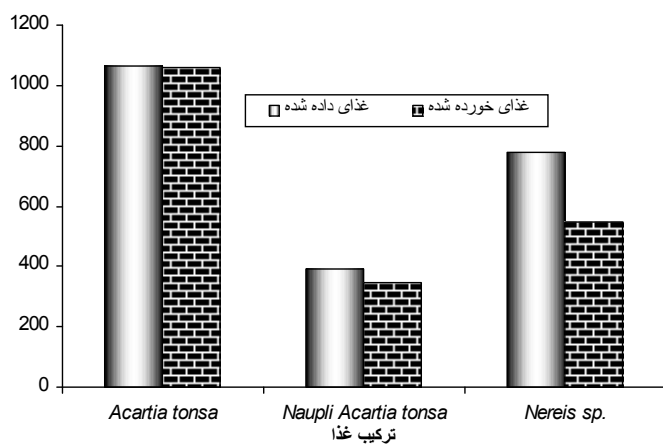
ج = گروه دارای ترکیب غذایی پاروپایان، نوزادان آنها و ناپلیوس کشتی چسب و روتیفرا

F = تراکم (تعداد در لیتر) غذای زئوپلانکتون داده شده B = تراکم (تعداد در لیتر) غذای زئوپلانکتون مصرف شده

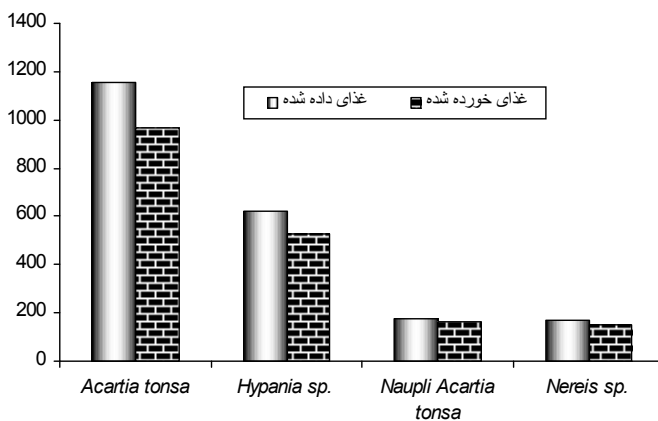
RII = Relative Index of Importance (شاخص اهمیت غذایی) E = Electivity Index (شاخص ارجحیت غذایی)

CR = Clearance Rate (نرخ چرا، تعداد در لیتر در ساعت)



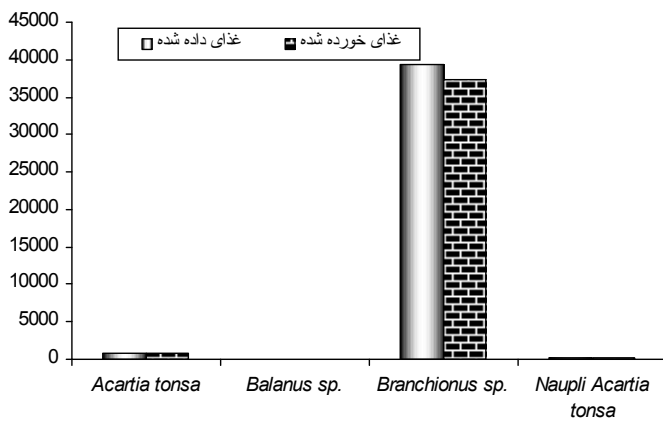


گروه اول شامل پلروپایان، نوزادان آنها و لارو *Nereis*



ترکیب غذا

گروه دوم شامل پلروپایان، نوزادان آنها و لارو *Hypania* و *Nereis*



ترکیب غذا

گروه سوم شامل پلروپایان، نوزادان آنها و نلپلیوس کشتی چسب و روتیفر

نمودار ۱: ترکیب غذا، غذای داده شده و غذای خورده شده توسط شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* در سه تیمار در محیط آزمایشگاه



بحث

شانه‌دار *Mnemiopsis* ترکیبات غذایی مختلف را صید و هضم می‌کند که درخصوص نوع رژیم غذایی و میزان هضم آنها مطالعات مختلفی در اقیانوس اطلس Sullivan & Gifford (2004)، Baker & Reeve (1974)، Kremer (1994)، Costello et al. (1990)، Sergeeva et al. (1967)، Bishop (1967)، Reeve et al. (1989)، Larson (1987) al. (1999)، Burrell & Van Engel (1976) دریای سیاه -Tzikhon، Shiganova & Lukanina & Reznichenko (1991)، Bulgakova (2000)، Finenko et al. (1995,2006)، Mutlu, 1999، Gesamp, 1997، Finenko et al. (2001) دریای خزر اسماعیلی (۱۳۸۰)؛ روشن طبری و همکاران، (۱۳۸۲)، باقری و همکاران (۱۳۸۳)، (2008,2010) Roohi et al. و Finenko et al. (2006) صورت گرفت.

بررسی رژیم غذایی شانه‌دار در سواحل اقیانوس اطلس نشان داد که شانه‌دار *M. leidyi* از گروههای زئوپلانکتون شامل: Copepoda و Cirripedia، Ciliata تغذیه می‌کند (Kremer et al., 1986). اولین بررسی‌ها از رژیم غذایی شانه‌دار در دریای خزر توسط اسماعیلی (۱۳۸۰) صورت گرفت، بطوریکه در این مطالعات نزدیک به ۸۰ درصد محتویات معده شانه‌دار پر از مواد غذایی و ۱۰ درصد نیمی از معده‌ها پر و ۱۰ درصد معده‌ها خالی بودند. در این بررسی‌ها زئوپلانکتون *Acartia tonsa* و گروه Calanoida بیش از سایرین مشاهده شده بودند. بررسی و شناسایی محتوای معده شانه‌دار *Mnemiopsis* دریای خزر نشان داد که تغذیه اصلی این آبی از سخت‌پوستان راسته Copepoda (پاروپایان) بوده و اکثراً متعلق به زیر راسته Calanoida می‌باشند که این امر می‌تواند به علت زیاد بودن تراکم این سخت‌پوستان در دریای خزر باشد (روشن طبری، ۱۳۷۸). مطالعات تغذیه شانه‌دار که توسط باقری و سبک آرا (۱۳۸۱) از مرداد تا آبان ۱۳۸۱ در ناحیه بندر انزلی صورت گرفت نیز نشان داد که در معده *M. leidyi*، راسته Copepoda گونه *Acartia* با میزان ۶۶ درصد بیشترین میزان تغذیه و گروه آنتن منشعبان (Cladocera) با میزان ۰/۷۵ درصد حداقل تغذیه شانه‌دار را شامل شدند.

sp. نیز در تغذیه شانه‌دار استفاده گردید (جدول ۱ و ۲).
بررسی آزمایشات صورت گرفته توسط Finenko و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که سه عامل درجه حرارت، اندازه بدن و نوع غذا در میزان هضم غذا توسط شانه‌دار اهمیت دارند. مقایسه نتایج اخیر با داده‌های Finenko و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که در دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتیگراد میزان تغذیه به حداکثر رسیده و تقریباً نسبت به دمای کمتر از ۱۸ سانتیگراد دو برابر افزایش می‌یابد. در ضمن براساس یافته‌های Hansson و همکاران (۲۰۰۱) و Finenko و همکاران (۲۰۰۶) نوع و اندازه رژیم غذایی در دماهای مختلف فرق می‌کند. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که شانه‌دار جهت تغذیه در دماهای پایین از موجودات کوچکتر (مانند نوزادان پاروپایان) و در دماهای بالاتر از موجودات بالغ پاروپایان بیشتر تغذیه می‌کند.

داده‌های بدست آمده که در جداول ۱ و ۲ و نمودار ۱ آمده است نشان داد که در بین گروههای مختلف زئوپلانکتون که در معرض شانه‌دار قرار گرفت، گروه کشتی چسب‌ها و پاروپایان حتی نوزادان آنها بعنوان غذای ترجیحی شانه‌دار محسوب می‌شوند، اگرچه ممکن است لارو زئو بنتوزها و روتیفرها نیز در محتویات غذایی شانه‌دار وجود داشته باشد. بنظر می‌رسد که شانه‌دار برای کسب انرژی مورد نیاز برای فعالیت‌های شناوری و غیره خود، گروه کشتی چسب‌ها و پاروپایان را که انرژی ذخیره بیشتری دارند، ترجیح می‌دهد.

بررسی رژیم غذایی شانه‌دار از زئوپلانکتونهای مورد تغذیه در آکواریوم‌های مورد آزمایش نشان داد که شانه‌دار *M. leidyi* برای تغذیه بطور انتخابی رفتار می‌کند. بررسی مقایسه‌ای غذاهایی با اندازه‌های مختلف در تیمارها و تکرار متفاوت نشان داد که شانه‌داران در اندازه‌های مختلف بنظر می‌رسد که ترجیحاً از غذاهایی با اندازه بزرگتر تغذیه می‌نمایند (جدول ۳). بنابراین ارجحیت غذایی شانه‌داران در کلیه تیمارها و تکرارهای مورد آزمایش با گروه پاروپایان و اندازه‌های بزرگتر آنها در مراحل Iv-Vi زندگی *A. tonsa* می‌باشد (جدول ۳).

بنابراین، با توجه به یافته‌های محققین مختلف در خصوص رژیم غذایی شانه‌دار *M. leidyi* مشخص گردید که می‌بایست در آزمایشات مورد نظر نیز از فراوانترین غذاهای موجود در اکوسیستم که مورد تغذیه، هضم و رشد شانه‌دار می‌گردند، استفاده نمود. از اینرو، در داده‌های آزمایش‌های حاضر که با تیمارها و تکرارهای مختلف صورت گرفت از گروه پاروپایان گونه *Acartia tonsa* که شامل مراحل ۴ مرحله کوبه‌پودا (نارس یا نابالغ) و دو مرحله بالغ (رسیده) و نیز از نوزادان پاروپایان

منابع

۱- اسماعیلی، ع. ۱۳۸۰. تهاجم شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* و



- capture success for the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* feeding upon adult *Acartia tonsa* and *Oithona colcarva*. Mar. Biol. 191:207-216.
- 13-Finenko, G.A.; Kideys, A.E.; Anninsky, B.E.; Shiganova, T.A.; Roohi, A.; Roushan Tabari, M. and Rostami, H., 2006. Invasive Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea: Feeding, respiration, reproduction and the predatory impact on zooplankton community. Marine Ecology Progress Series, 314:171-185.
- 14-Finenko, G.A.; Anninsky, B.E.; Romanova, Z.A.; Abolmasova, G.I. and Kideys, A.E., 2001. Chemical composition, respiration and feeding rates of the new alien ctenophore, *Beroe ovata*, in the Black Sea. Hydrobiologia, 451 (Dev. Hydrobiol. 155):177-186.
- 15-Finenko, G.A.; Abolmasova, G.I. and Romanova, Z.A., 1995. Intensity of the nutrition, respiration and growth of *Mnemiopsis mccradyi* in relation to grazing conditions. Biologia Morya, 21:315-320 (in Russian).
- 16-Gesamp, 1997. Opportunistic settlers and the problem of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* invasion in the Black Sea. Reports and Studies No. 58, GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), London, UK.
- 17-Hansson, S.; De Stasio, B.T.; Gorokhova, E. and Mohammadian, M.A., 2001. Ratio-dependent functional responses-tests with the zooplanktivore *Mysis mixta*, Mar. Ecol. Prog. 216:181-189.
- 18-Harbison, G.R. and Volovik, S.P., 1993. Methods for the control of the ctenophora *Mnemiopsis leidyi* in the Black and Azov seas. FAO fisheries Report. Rome, Italy. pp.32-44.
- 19-Harris, R.; Wiebe, P.H.; Lenz, J.; Skjoldal and Huntley, M., 2000. Ices Zooplankton Methodology Manual, Academic Press, UK.
- 20-Ivlev, V.S., 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven. 302P.
- 21-Ivanov, P.I.; Kamakim, A.M.; Ushivtzev, V.B.; Shiganova, T.; Zhukova, O.; Aladin, N.;
- آینده دریای خزر. انتشارات نقش مهر- تهران.
- ۲-اسماعیلی، ع.، خدابنده، ص.، ابطحی، ب.، سیف‌آبادی، ج. و ارشاد، ه.، ۱۳۷۸. گزارش مشاهده اولین مورد از شانه‌داران دریای خزر در سال ۱۳۷۸. مجله پژوهشی علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۱۳، صفحات ۶۳ تا ۶۹.
- ۳-باقری، س. و سبک‌آراء، ج.، ۱۳۸۱. بررسی محتویات معده شانه‌دار در سواحل ایرانی دریای خزر، مجله علمی شیلات ایران. سال دوازدهم، صفحات ۱ تا ۱۴.
- ۴-باقری، س.، میرزاجانی، ع.، کیایی، ب.، کدیش، ا.، روحی، ا.، مکارمی، م.، سبک‌آراء، ج.، محمدجانی، ط.، نگارستان، ح.، پرافکنده، ف.، قاسمی، ش.، صیاد رحیم، م.، یوسف‌زاد، ا.، زحمتکش، ی. و ملک‌شمالی، م.، ۱۳۸۳. بررسی فراوانی و پراکنش شانه‌دار در دریای خزر (آبهای استان گیلان). موسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر، بندر انزلی.
- ۵-روحی، ا.، کیایی، ب.، هاشمیان، ع.، نادری، م.، واحدی، ف.، قاسمی، ش.، افرائی، م.، باقری، س. و رستمیان، م.، ۱۳۸۵. بررسی پراکنش و فراوانی شانه‌دار در حوزه جنوبی دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران.
- ۶-روشن‌طبری، م.، رستمیان، م. و خداپرست، ح.، ۱۳۸۲. بررسی محتویات معده کیلکاماهیان و مقایسه آن با *Mnemiopsis leidyi* در حوزه جنوبی دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران.
- ۷-روشن‌طبری، م.، ۱۳۷۸. بررسی زئوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر. دانشگاه تربیت مدرس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس نور.
- ۸-بیرشتین، آ.ی. (ترجمه دلیناد، ل. و نظری، ف.، ۱۳۷۹). اطلس بی‌مهرگان دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران.
- 9-Baker L.D. and Reeve, M.R., 1974. Laboratory culture of the lobate Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* with notes on feeding and fecundity. J. Mar. Biol., 26:57-62.
- 10-Bishop, J.W., 1967. Feeding rates of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Chesapeake Sci. 8: 259-264.
- 11-Burrell, V.G. and Van Engel, W.A., 1976. Predation by and distribution of a Ctenophore, *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, in the York River estuary. *Estuarine and Coastal Marine Science* 4: 235-242.
- 12-Costello, J.H.; Loftus, R. and Waggett, R., 1999. Influence of prey detection on



- Wilson, S.I.; Harbison G.R. and Dumont, H.J., 2000.** Invasion of Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (ctenophora). *Biol. Inva.*, 2:255–258.
- 22-Kremer, P.; Reeve, M.R. and Syms, M.A., 1986.** Nutritional ecology of the ctenophore *Bolinopsis vitrea* comparison with *Mnemiopsis maccradyi* from the same region, *J. Plank. Res.*, 8(6):1197-1208.
- 23-Kremer, P., 1994.** Patterns of abundance for *Mnemiopsis* in U.S. coastal waters: A comparative overview. *ICES J. Mar. Sci.* 51: 347–354.
- 24-Larson, R.J., 1987.** Feeding and functional morphology of the lobate ctenophore *Mnemiopsis mccradyi*. *Estuary coastal shelf Sci.* 27:495–502.
- 25-Mountford, K., 1980.** Occurrence and predation by *Mnemiopsis leidyi* in Barnegat Bay, New Jersey. *Estuary and Coast. Mar. Sci.*, 10:393-402.
- 26-Mutlu, E., 1999.** Distribution and abundance of ctenophores, and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. *Mar. Biol.*, 135:603-613.
- 27-Newell, G.E., 1977.** Marine plankton. Hutchinson Co. London, UK.
- 28-Pinkas, I., Oliphant, M.S. and Iverson, I.L.K., 1971.** Food habits of Albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters, *Fish. Bull.*, 152:1-105.
- 29-Postel, L., Fock, H. and Hagen W. 2000.** Biomass and abundance. *In:* (R.P. Harris, P.H. Wieb, J. Lenz, H.R. Skjoldal, M. Huntley, eds). *ICES zooplankton methodology manual*. London: Academic Press, UK.
- 30-Purcell, J.E.; Shiganova, T.; Decker, M.B. and Houde, E.D., 2001.** The Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in native and exotic habitats: U.S. estuaries versus the Black Sea basin *In* "Hydrobiologia" Kluwer Ac. Pub. 451:145-176.
- 31-Raskoff, K.A.; Sommer, R.A., Hamner, W.M. and Cross K.M., 2003,** Collection and culture techniques for gelatinous zooplankton. *Biol. Bull.*, 204:68–80.
- 32-Reeve, M.R.; Syms, M.A. and Kremer, P., 1989.** Growth dynamics of a Ctenophore (*Mnemiopsis*) in relation to variable food supply. I. Carbon biomass, feeding, egg production, growth and assimilation efficiency. *J. Plankton Res.* 11:535–552.
- 33-Roohi, A.; Kideys, A.; Sajjadi, A.; Hashemian, A.; Pourgholam, R.; Fazli, H.; Ganjian Khanari, A. and Eker-Develi, E., 2010.** Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis Leidy*. *Biol.Inva.*, 12: 2343- 2361.
- 34-Roohi, A.; Zulficar, Y.; Kideys, A.; Aileen, T.; Ganjian, A. and Eker-Develi, E., 2008.** Impact of a new invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi* on the zooplankton of the southern Caspian Sea, *Marine Ecology*, Vol. 29, No. 4, pp.421-434.
- 35-Sergeeva, N.G., Zaika, V.E., and Mikhailova, T.V., 1990.** Nutrition of ctenophore *Mnemiopsis mccradyi* (ctenophora, Lobata) in the Black Sea. *Zool. J. Ecologia Morya* 35:18–22 (in Russian).
- 36-Shiganova, T.A., 1997.** *Mnemiopsis Leidy* abundance in the Black Sea and its impact on the pelagic community. *In:* E. Ozsoy and A. Mikaelyan (eds), *Sensitivity of North Sea, Baltic Sea and Black Sea to anthropogenic and climatic changes* Kluwer, Dordrecht, pp.117-130.
- 37-Shiganova, T.A. and Bulgakova, Y.V., 2000.** Effect of gelatinous plankton on the Black and Azov Sea fish and their food resources. *ICES J. Mar. Sci.* 57:641–648.
- 38-Sullivan, L.J. and Gifford, D.J., 2004** Diet of the larval ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, Agassiz (ctenophora, Lobata). *J. Plankton Res.*, 26:417–431.
- 39-Tsikhon-Lukashina, Ye. A. and Reznichenko, O.G., 1991.** Diet of the ctenophore *Mnemiopsis* in the Black Sea as a function of size. *Oceanology*, 31:320-323.
- 40-Vinogradov M.E., Shushkina, E.A., Musaeva, E.I. and Yu. Sorokin, P., 1989.** A new acclimated species in the Black Sea: The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (ctenophora: Lobata). *Oceanology*, 29:220-224.
- 41-Widmer, C.L., 2008.** How to keep jellyfish in aquariums, an introductory guide for maintaining healthy jellies, 610 East Delano Street, Suite 104 Tucson, Arizona 85705 U.S.A.
- 42-Zavala-Camin, L.A., 1996.** Introducao aos estudos sobre alimentacao natural de peixes, EDUEM, Maringa, Italy.

