

بررسی تأثیر دما، شوری و دروه نوری در القاء رسیدگی جنسی و رفتارهای تولید مثلی کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*)

ذبیح‌اله پژند*؛ کورش حدادی مقدم؛ فروزان چوبیان؛ رودابه روفچایی و حسین پرندآور

انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت صندوق پستی: ۴۱۶۳۵-۳۴۶۴

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۶

چکیده

جمع‌آوری کرم نرئیس (*N. diversicolor*) از رسوبات تالاب انزلی توسط دستگاه گرب با سطح پوشش ۴۰۰ سانتیمترمربع در سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ انجام شد. در این منطقه شوری آب، مواد آلی کل (TOM) و دمای آب اندازه‌گیری شد. کرمها تا رسیدن به وزن ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیگرم درون مخازن ۰/۵ تنی (۱×۱ مترمربع) نگهداری شدند. نتایج نشان داد که بلوغ جنسی در این گونه در دمای ۴ تا ۶ درجه سانتیگراد و تخم‌ریزی در دمای تقریباً ۱۶ درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد. با افزایش تدریجی دما از ۶ به ۱۶ درجه سانتیگراد اسپرم‌ها و تخمکها از بدن کرمهای نر و ماده خارج می‌شوند. نتایج حاصل از بررسی رسیدگی جنسی کرمها در شوریه‌های مختلف (۵، ۰/۵، ۱۲ و ۱۵ در هزار) نشان داد که مدت زمان لازم جهت رسیدگی جنسی کرمها در شوری ۱۵ در هزار کمتر از سایر شوری‌های مورد بررسی می‌باشد. در این آزمایش اختلاف معنی‌داری در شوری‌های ۱۲ و ۱۵ در هزار مشاهده نگردید ($P>0.05$). همچنین نتایج نشان داد که تأثیر دوره نوری (L:D ۱۶:۸ (نور به تاریکی)) و سیکل دوره‌ای روشنایی ماه به مدت یک هفته در پایان هر ماه بترتیب در رفتار تولید مثلی و رسیدگی جنسی همزمان کرمهای مولد نر و ماده نقش دارد.

نتایج حاصل از مشاهدات رفتار تولید مثلی این گونه نشان داد کرمهای نر بالغ با شنا در سطح رسوبات و پس از جستجوی یک ماده بالغ، اسپرمها را بر روی بستر رسوبات آزاد می‌نمایند و پس از آن می‌میرند سپس فعالیت کرمهای مولد ماده فزونی یافته و همزمان با آزادسازی اسپرم، تخمکها را آزاد و با حرکات موجی شکل بدن خود اسپرمها را از سطح بستر به درون منافذی که در آن زیست می‌کنند هدایت و از تخمهای لقاح یافته محافظت می‌نمایند. لاروهای ایجاد شده از موکوس مترشحه از بدن کرم مولد ماده که می‌تواند حاوی باکتریها باشد، تغذیه می‌کنند و پس از مدت زمان ۱۰ تا ۱۴ روز، لاروها به سطح رسوبات مهاجرت می‌نمایند و کرمهای مولد ماده پس از چند روز بعد می‌میرند.

لغات کلیدی: *Nereis diversicolor*، تولید مثل، تالاب انزلی، ایران

مقدمه

کرم نرئیس از شاخه کرمهای حلقوی (Annelida) و از جمله پرتاران (Polychaeta) است که در تغذیه انواع ماهیان اقتصادی کفزی خوار اهمیت ویژه‌ای دارد (Green, 1968; Chambers & Milne, 1975).

پرتار *Nereis diversicolor* (Müller, 1776) پراکنش جغرافیایی وسیعی داشته و از جنوب مراکش تا شمال اسکندیناوی، در دریای سرد و کم شور بالتیک، همچنین در شمال غربی اروپا و شمال شرقی آمریکای شمالی تا دریاچه‌های مدیترانه، سیاه و خزر یافت می‌شود (Mettam, 1979; Smith, 1977).

حضور برخی موجودات می‌تواند بار آلودگی ناشی از نفوذ فضولات حاصل از سیستمهای آبی‌پروری را به اکوسیستم طبیعی کاهش دهد (Brzeski & Newkirk, 1997). کرم نرئیس بدلیل تغذیه از مواد آلی پوسیده یا مواد دفعی سایر جانوران و بالا بودن میزان پروتئین نظر بسیاری از آبی‌پروران جهان را بخود جلب کرده است (Batista et al., 2003; Fidalgo, 1999).

علاوه بر این، این گونه همانند سایر گونه‌های متعلق به خانواده نرئیده از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار بوده بطوریکه از آن برای استفاده بعنوان طعمه در ماهیگیری تفریحی و صید شیلاتی استفاده می‌شود و همچنین بازار جدیدی را در صنعت آبی‌پروری ایجاد خواهد کرد که می‌تواند غذای ماهیان را تامین و بلوغ زودرس میگوها را باعث گردد (Dinis, 1986; Olive, Gambi et al., 1994; Dinis, 1986; Olive, 1999).

برخلاف پرتاران دیگر که در زمان بلوغ جنسی، شکل بدن آنها تغییر پیدا می‌کند تغییر مورفولوژیک بدن کرم نرئیس در هیچ مرحله از زندگی آن اتفاق نمی‌افتد (Bartels-Hardege & Dales, 1950; Zeec, 1990).

بررسیهای زیادی در مورد اهمیت دما در رفتار تولید مثل کرمها در زیستگاه طبیعی آنها به منظور تعیین زمان شروع گامت‌زایی و رفتار تولید مثل دسته جمعی آنها انجام یافته و این در حالی است که مطالعات آزمایشگاهی در این خصوص به مقدار کمی صورت پذیرفته است (Wu et al., 1984).

تحقیقات در خصوص تکثیر و پرورش این گونه به منظور معرفی آن بعنوان غذای زنده در کشور تا قبل از سال ۱۳۷۸ وجود نداشت و از آن سال به بعد، اولین مطالعه بر روی این موجود آغاز گردید و بیوتکنیک پرورش آن در شرایط آزمایشگاهی در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری و با

حمایت مالی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت (پژند و همکاران، ۱۳۸۲).

تحقیقات انجام شده بر روی رفتار تولید مثل این گونه در خارج از کشور در زیستگاههای مختلف را می‌توان به تحقیقات صورت گرفته توسط Herpin (1925) در مصب رودخانه Cherbourg فرانسه، Mettam و همکاران (1982) در مصب رودخانه Severn انگلیس و Kristensen (1983) در Norsminde Fjord دانمارک اشاره نمود که نتایج نشان می‌دهند تولید مثل کرمها در ماههای بهمن و اردیبهشت اتفاق می‌افتد.

هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر دما، شوری و دوره نوری در القاء رسیدگی جنسی کرم *Nereis diversicolor* و بررسی روند رفتار تولید مثل آنهاست که در آینده از آن در تغذیه ماهیان با ارزش اقتصادی از جمله ماهیان خاویاری در مراحل لاروی استفاده گردد.

مواد و روش کار

جمع‌آوری کرمهای نرئیس در روگه خروجی تالاب انزلی به مختصات جغرافیایی "۳۱/۵ ۲۸' ۳۷° شمالی و "۵۷/۴ ۲۷' ۴۹° شرقی آن و در عمق متوسط ۵ متر توسط دستگاه گرب (Holm & McIntyre, 1984) با سطح ۴۰۰ سانتیمترمربع انجام شد. جمع‌آوری کرم نرئیس طی ۴۰۰۰ نمونه‌برداری در سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ صورت پذیرفت. در این منطقه میزان شوری آب، TOM و دمای آب در طول سالهای ۸۳، ۸۴ و ۸۵ اندازه‌گیری شد. رسوبات با الک چشمه ۰/۵ میلیمتر شستشو داده شدند و مواد باقیمانده موجود در الک به همراه کرمهای نرئیس بصورت زنده به آزمایشگاه منتقل گردیدند و جداسازی کرمها از رسوبات انجام شد. کرمها درون مخازن ۰/۵ تنی (۱ × ۱ مترمربع) و ارتفاع ۸۰ سانتیمتر که ۲۰ سانتیمتر آن رسوب ماسه‌ای - گلی و ۱۰ سانتیمتر آب با شوری ۵ در هزار تا رسیدن به وزن ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیگرم نگهداری شدند. ضمن غذادهی آنها با غذای کنسانتره ماهی، فاکتورهای شوری، pH، دمای آب و اکسیژن بترتیب ۵ در هزار، ۷/۵ تا ۸ و ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتیگراد ثابت در نظر گرفته شد. آب مخازن نگهداری کرمها هفته‌ای سه بار تعویض گردید.

با توجه به اینکه کرمها پس از گذراندن یک یا دو دوره زمانی در فصل زمستان و زندگی در شرایط سرد زیستگاه طبیعی به

در زیر میکروسکوپ معکوس مورد ارزیابی قرار گرفتند. با استفاده از معادله توزیع نرمال و آزمون کولوموگراف، همه داده‌ها نرمال تشخیص داده شدند. تمام داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) مورد ارزیابی قرار گرفتند. تمام آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزارهای Excel 2003 و SPSS 2007 انجام گرفت.

نتایج

نتایج آزمایشات نشان دادند که با ایجاد شرایط مصنوعی و برقراری شرایط زمستان، رسیدگی جنسی در کرمها ایجاد می‌گردد و تغییر رنگ بدن آنها از رنگ قرمز به سبز تیره در ماده و سبز روشن در نر که از نشانه‌های بلوغ جنسی در این موجود می‌باشد، صورت می‌پذیرد. با توجه به نمودار ۱ مشاهده گردید که رسیدگی جنسی این گونه در دماهای پایین (۶ درجه سانتیگراد) و تخم‌ریزی در دماهای بالای ۱۵ درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد. زمانیکه دما به ۶ درجه سانتیگراد کاهش یافت، ۸۰ درصد کرمها به رنگ سبز ظاهر شدند و زمانیکه دما به ۱۶ درجه سانتیگراد رسید اسپرم‌دهی و تخم‌ریزی آنها پس از ۵ هفته بعد از رسیدگی جنسی مشاهده گردید.

همچنین دما در اندازه قطر تخمکها مؤثر بود و در تیماری که دمای آب کاهش پیدا نمود تخمکهای کوچک با قطر میانگین \pm انحراف استاندارد) 5 ± 110 میکرون ایجاد شد و این در حالی است که با برقراری شرایط دمای پایین تخمکهای بزرگ و رسیده با میانگین \pm انحراف استاندارد) قطر 15 ± 217 میکرون که به سمت پاراپوده‌های کرم هدایت شده‌اند، مشاهده گردید. رنگ بدن کرمها در تیمار شاهد همگی قرمز بود و از تخمهای بسیار نارس با میانگین \pm انحراف استاندارد) قطر 8 ± 20 میکرون برخوردار بودند.

آزمایشهای انجام شده نشان داد که رفتار تولید مثلی و فعالیت *N. diversicolor* در سطح رسوبات با خروج از منافذ محل زیست آنها و شنا در آب بالای بستر هنگام برقراری روشنایی شبیه نور ماه افزایش یافته و کرمهای به رنگ سبز در این زمان شروع به تخم‌ریزی می‌نمایند (نمودار ۲).

نتایج نشان داد که در دمای ۱۲ تا ۱۴ درجه سانتیگراد، با برقراری روشنایی ضعیف در پایان هر ماه، ۷۰ درصد کرمها اقدام به ترک محل زیست خود نموده و رفتارهای تولید مثلی از خود نشان می‌دهند و این در حالی است که در عدم حضور چنین

رسیدگی جنسی می‌رسند، بنابراین آزمایشات صورت گرفته به منظور القاء رسیدگی جنسی کرمها با پایین آوردن دما صورت پذیرفت.

به همین منظور سه مخزن به اندازه قطر ۳۰ سانتیمتر و ارتفاع ۴۰ سانتیمتر با دارا بودن ۱۵ سانتیمتر رسوب گلی و هر کدام حاوی ۵۰ کرم با میانگین \pm انحراف استاندارد) وزن 40 ± 25 میلیگرم و میانگین \pm انحراف استاندارد) طولی ۸ تا ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. مخازن حاوی کرم با استفاده از یخچال در دمای ۶ درجه سانتیگراد به مدت یک ماه نگهداری و روشنایی بتدریج با استفاده از تایمر دیجیتالی به مدت ۸ ساعت در شبانه‌روز کاهش یافت. در ماه دوم دمای آب بتدریج افزایش و در دمای ۱۲ درجه سانتیگراد ثابت نگه داشته شد. در طول آزمایش شوری ۵ در هزار برقرار و غذادهی به میزان کم شامل غذای کنسانتره ماهی بطور روزانه انجام شد. همچنین روشنایی بتدریج به ۱۶ ساعت در شبانه‌روز افزایش یافت. یک تیمار بعنوان شاهد که چنین شرایط مصنوعی برای آن فراهم نگردید نیز در نظر گرفته شد.

هنگامی که کرمهای نر و ماده به رسیدگی جنسی رسیدند به منظور همزمانی در تولید مثل آنها علاوه بر شرایط دمایی و روشنایی در طول روز، روشنایی مصنوعی کم نوری (با استفاده از لامپهای ۱ وات) جهت همانندسازی با نور ماه در پایان هر ماه به مدت ۴ روز برقرار شد.

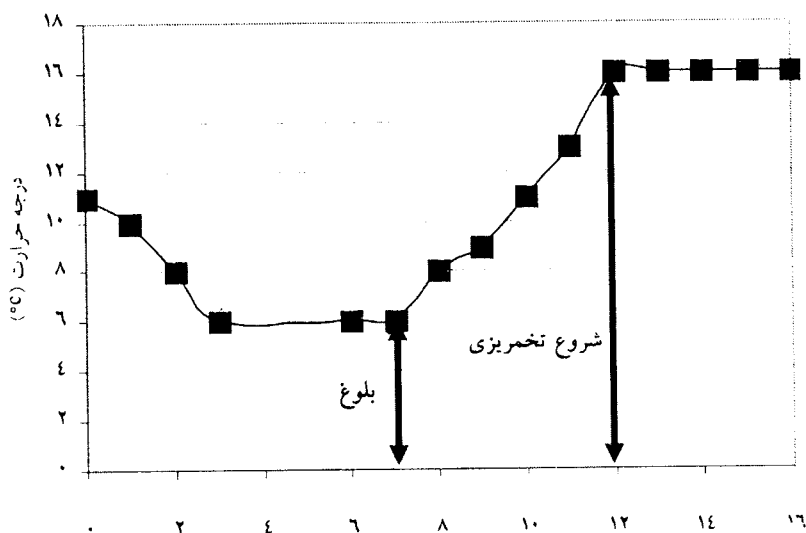
آزمایشهای تاثیر شوری جهت القاء مصنوعی رسیدگی جنسی کرم نرئیس در شوریهایی ۵، ۰/۵ (شاهد)، ۱۲ و ۱۵ در هزار بعنوان ۴ تیمار و هر کدام سه تکرار درون مخازن با سطح مقطع 600 سانتیمترمربع و تعداد ۱۰ عدد کرم در هر مخزن و غذادهی با غذای کنسانتره ماهی و خاکبرگ انجام پذیرفت. در این آزمایش نیز از کرمهای با میانگین \pm انحراف استاندارد) وزنی 15 ± 32 میلیگرم و میانگین \pm انحراف استاندارد) طولی 2 ± 9 سانتیمتر استفاده شد. هوادهی بطور مداوم و تعویض آب هفته‌ای دو بار انجام شد. همچنین دمای آب بطور روزانه اندازه‌گیری شد. روشنایی نیز براساس شرایط محیطی (L:D ۱۰:۱۴) در نظر گرفته شد. طول مدت آزمایش تا فصل بهار (پایان خرداد ماه ۱۳۸۵) ادامه یافت. در هر تیمار کرمها در زمان بروز رفتارهای تولید مثلی و هنگام خروج از سوراخهای خود از نظر رنگ بدن، مشاهده مایع سلومیک بدن، مشاهده وجود یا عدم وجود تخم در درون مایع سلومیک و مشاهده وضعیت اسپرم

اختلاف معنی‌داری در شوری‌های ۱۲ و ۱۵ در هزار مشاهده نگردید ($P>0.05$).

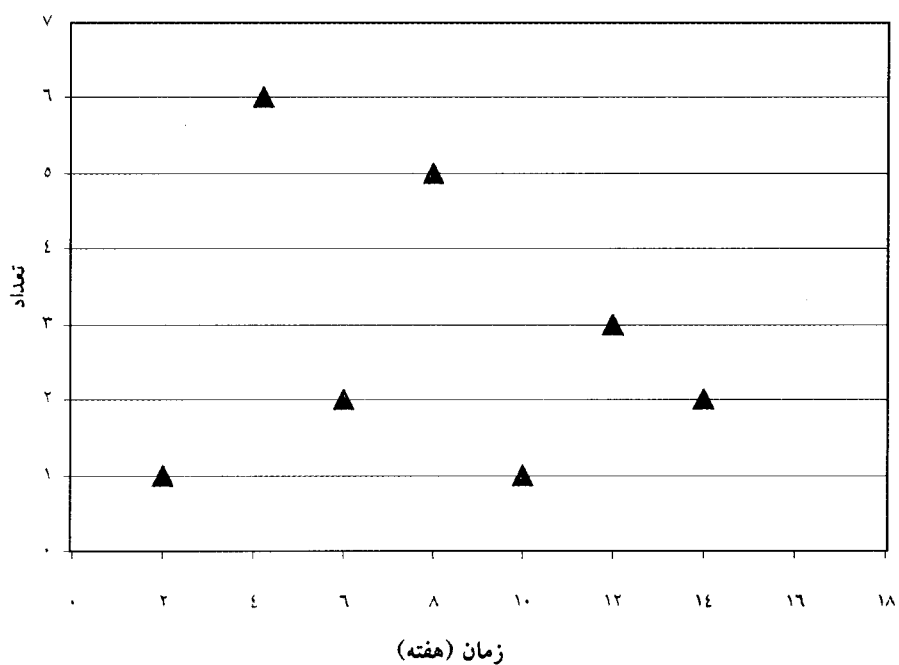
مشاهدات رفتارهای تولید مثلی در این کفزی نشان داد مولدین نر در زمان تولید مثل از منافذ محل زیست خود خارج و در سطح بستر در جستجوی مولد ماده می‌خزند و پس از یافتن آن اسپرمها را در سطح بستر آزاد نموده و پس از آن می‌میرند. مولدین ماده از طریق حرکات موجی شکل و ایجاد جریانات مکشی، اسپرمها را به درون منافذ شکاف جدار بدن هدایت نموده و تخمکها از بدن مولدین به خارج تراوش می‌کنند و عمل لقاح اسپرم و تخم انجام می‌گیرد. تخمهای لقاح یافته توسط مولدین ماده محافظت می‌گردند و لاروهای ایجاد شده با تغذیه از موکوس مترشحه از بدن کرم ماده که می‌تواند حاوی باکتری باشد تغذیه نموده و به سرعت رشد می‌نمایند. پس از مدت زمان ۱۰ تا ۱۴ روز، لاروهایی با تعداد بندهای ۷ تا ۸ عدد در طول بدن و طول ۱ تا ۳ میلی‌متر ایجاد شده و به سطح بستر مهاجرت می‌نمایند و پس از آن مولد ماده از بین خواهد رفت.

روشنایی کرمها به تعداد کمی در سطح رسوبات مشاهده می‌شوند (نمودار ۲).

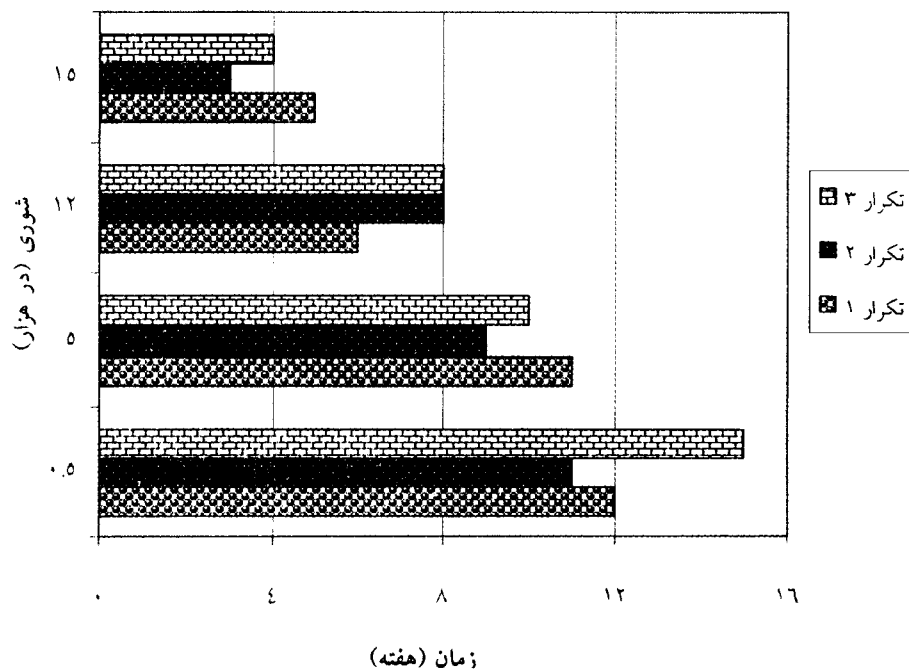
نتایج حاصل از تیمارهای مختلف شوری به منظور رسیدگی جنسی کرمها نشان داد که مدت زمان بلوغ جنسی کرمهای نرئیس با افزایش میزان شوری (۱۵ در هزار) کاهش می‌یابد بطوریکه در این شوری تخم‌ریزی کرمها تقریباً پس از یک ماه از شروع آزمایش اتفاق افتاد و این در حالی است که در شوری ۰/۵ در هزار تخم‌ریزی و اسپرم‌دهی پس از سه تا چهار ماه از شروع آزمایش اتفاق خواهد افتاد. همچنین اندازه قطر تخمها در این آزمایش نشان داد که قطر تخمها در شوری‌های بالا (۱۵ در هزار) کوچکتر از شوری‌های پایین (۵ در هزار) می‌باشد. میانگین \pm انحراف استاندارد) قطر تخمها در شوری ۱۵ در هزار 8 ± 80 میکرون و در شوری ۵ در هزار 15 ± 195 میکرون اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از بررسی رسیدگی جنسی کرمها در شوری‌های مختلف (۰/۵، ۵، ۱۲ و ۱۵ در هزار) نشان داد که مدت زمان لازم جهت رسیدگی جنسی کرمها در شوری ۱۵ در هزار کمتر از سایر شوریهای مورد بررسی می‌باشد (نمودار ۳). در این آزمایش



نمودار ۱: تاثیر دما در القاء رسیدگی جنسی و شروع تخم‌ریزی *Nereis diversicolor* در زمانهای مختلف در شرایط مصنوعی



نمودار ۲: تعداد کرمهای فعال و آماده تخم‌گذاری و اسپرم‌دهی در زمانهای مختلف در شرایط وجود یا عدم وجود سیکل روشنایی ضعیف شبیه نور ماه (▲ = نشانه وجود کرم نرئیس در زمانهای مختلف)



نمودار ۳: تأثیر شوری‌های مختلف در مدت زمان رسیدگی جنسی *Nereis diversicolor*

بحث

عوامل متعددی در تکثیر و تولید *Nereis diversicolor* نقش دارند. فعل و انفعالات هورمونی و فرومونهای مترشحه از این کفزی و همچنین فاکتورهایی چون دمای آب، شوری آب و روشنایی محیط (طول مدت روشنایی و نور ضعیف شبیه نور ماه) از جمله این عوامل می باشند که توسط محققین زیادی از جمله Dales (1950)، Smith (1963) و Hardege (1994) مورد مطالعه قرار گرفته است.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، بلوغ جنسی در گونه مورد بررسی در سن یکسالگی اتفاق افتاد و این در حالی است که بلوغ جنسی در برخی دیگر از کرمهای پرتار در سن دو سالگی و در برخی دیگر در سه سالگی اتفاق می افتد (Olive & Garwood, 1981). افزایش قطر تخمکها در بررسی حاضر نشان داد که برقراری دمای پایین در یک مرحله از زندگی کرمها ضروری بوده و بنابراین می توان نتیجه گرفت که مرحله رشد سریع تخمکها در شرایط طبیعی در فصول زمستان و اوایل بهار زمانی که درجه حرارت آب کاهش می یابد رخ می دهد (Garwood & Olive, 1981). به منظور انجام آزمایش القاء رسیدگی جنسی *N. diversicolor* در شرایط آزمایشگاه، درجه حرارت آب و روشنایی مشابه شرایط زمستان ایجاد شد و پس از طی این دوره کرمها به بلوغ رسیده و زمانیکه دمای آب به ۱۶ درجه سانتیگراد رسید، فعالیت تولید مثلی کرمها افزایش یافت و شروع به تخم گذاری و اسپرم دهی نمودند. اما بطور همزمان تمامی کرمها رفتارهای تولید مثلی از خود بروز ندادند. نتایج نشان داد که یک آستانه دما برای آزادسازی گامتها می تواند نقش داشته باشد. بطوریکه در عدم وجود این آستانه دما، تاخیر در تولید مثل یا بروز رفتار تولید مثلی با تعداد اندکی از کرمهای بالغ در دمای زیر ۱۰ درجه سانتیگراد اتفاق می افتد (Olive, 1981). بررسیهای مشابهی با نتایج تحقیق حاضر در گونه پرتار *Perinereis nuntia brevicirrus* در دمای ۱۲ درجه سانتیگراد انجام شد که نتایج نشان داد که تولید مثل در گونه مذکور به تعویق می افتد (Hardege et al., 1994).

در بررسی حاضر حداقل دمایی که تولید مثل اتفاق می افتد ۱۶ درجه سانتیگراد می باشد که با نتایج Goerke در سال ۱۹۸۴ مطابقت دارد. نتایج آزمایشهای انجام شده نشان داد که نه تنها ماندگاری کرمها در دمای پایین (۶ درجه سانتیگراد) مهم است بلکه چه زمانی افزایش دما صورت گیرد نیز اهمیت دارد و در بررسی حاضر نگهداری کرمها در دمای پایین یک ماه در نظر

گرفته شد. اگر یک دمای ثابت (در این آزمایش ۱۶ درجه سانتیگراد) برای کرمها فراهم شود و کرمها در معرض دماهای پایین قرار نگیرند، ممکن است تخمیزی در آنها اتفاق نیفتد.

مشاهدات و نتایج متفاوتی از تاثیر دما در تولید مثل *N. diversicolor* وجود دارد بطوریکه Dales در سال ۱۹۵۰ محدوده دمای ۵ تا ۱۱ درجه سانتیگراد، Bogucki در سال ۱۹۵۳، دمای بالاتر از ۵ درجه سانتیگراد و Smith در سال ۱۹۶۳ دمای ۶ تا ۱۱ درجه سانتیگراد را جهت تخمیزی این گونه بیان داشتند.

تولید مثل در برخی گونه های متعلق به بی مهرگان دریایی، مستلزم تخمیزی و اسپرم دهی همزمان آنها در یک جمعیت می باشد که این موضوع اشاره به فاکتورهای محیطی از جمله طول مدت روشنایی در شبانه روز دارد.

یکی از موضوعات مهم در مدیریت تکثیر و تولید انبوه این کفزی همزمانی در رسیدگی جنسی کرمهای نر و ماده و تولید مثل دسته جمعی آنهاست. بطوریکه لاروهای حاصل در یک محدوده سنی قرار گیرند و همچنانکه در نمودار ۲ نشان داده شده است افزایش دما رسیدگی جنسی و شروع تکثیر کرمها را موجب می گردد و این در حالی است که همزمانی در آزادسازی اسپرمها و تخمکهای کرمها بطور دسته جمعی با برقراری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و همچنین روشنایی ضعیف شبیه نور ماه در شب ایجاد می گردد. با توجه به نتایج حاصل تولید مثل همزمان کرمها زمانی اتفاق می افتد که نور ضعیف ماه طی چندین شب متوالی (یک هفته) برقرار گردد که با نتایج حاصل از گزارش Dales (1950) مطابقت دارد. وی تخمیزی کرمها را در زیستگاه طبیعی آنها در شبهایی که ماه کامل وجود دارد عنوان نمود و پس از آن محققین دیگری مانند Bartels و Hardege (1990) نتایج مشابهی را از تاثیر سیکل ماه در تولید مثل دسته جمعی کرمهای *N. diversicolor* در مناطق جزر و مدی Ladebusen (دریای شمال) گزارش نمودند. رفتار حرکات دسته جمعی نیز در گونه *N. succinea* همانند گونه *N. diversicolor*، به دوره نوری ماه ارتباط دارد (Hardege et al., 1990). بنابراین، دما به همراه نور ماه ممکن است شانس تکثیر یکباره کرمها را بالا ببرد.

نتایج حاصل از بررسی رسیدگی جنسی کرمها در شوری های مختلف (۵، ۱۲، ۱۵ در هزار) نشان داد که مدت زمان لازم جهت رسیدگی جنسی کرمها در شوری ۱۵ در هزار کمتر از

کرمهای مولد ماده آزاد می‌کنند و موجب افزایش فعالیت تولید مثلی آنها می‌گردند.

منابع

پژند، ذ.؛ عمادی، ح.؛ نگارستان، ح.؛ پرندآور، ح.؛ چوبیان، ف. و حدادی مقدم، ک.، ۱۳۸۲. بررسی امکان دستیابی به بیوتکنیک پرورش کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*). انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. ۶۵ صفحه.

Bartels-Hardege H.D. and Zeeck E., 1990.

Reproduction behaviour of *Nereis diversicolor* (Annelida: Polychaeta). *Marine Biology*, 106:409-412.

Batista F.M., Fidalgo e Costa P., Matias D., Joaquim S., Massapina C., Passos A.M., Pousao Ferreira P. and Cancela da Fonseca L., 2003. Preliminary results on the growth and survival of the polychaete *Nereis diversicolor* (Muller, 1776), when fed with faeces from the carpet shell clam *Ruditapes decussates* (L., 1758). *Boletim de Instituto Espanol de Oceanografia*, Vol. 19, No. 4, pp. 443-446.

Bogucki M., 1953. The reproduction and the development of *Nereis diversicolor* (Muller, 1776) in the Baltic Sea. *Polskie Archum Hydrobiol*, 14:251-270.

Brzeski V. and Newkirk G., 1997. Integrated coastal food production systems – a review of current literature. *Ocean and Coastal Management*, 34:55-71.

Chambers M.R. and Milne H., 1975. Life cycle and production of *Nereis diversicolor* in the Ythan Estuary, Scotland. *Estua. Coast. Marine Science*, Vol. 3, No. 2, pp.133-144.

سایر شوری‌های مورد بررسی می‌باشد. در این آزمایش اختلاف معنی‌داری در شوری‌های ۱۲ و ۱۵ در هزار نیز مشاهده نگردید ($P>0.05$).

نتایج آزمایشات Zeeck و Bartels-Hardege (1990) نشان داد که شوری آب در محدوده ۱۴ تا ۱۷ در هزار جهت تولید مثل این گونه مناسب است و با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد. این در حالی است که بهترین شوری جهت رشد در پرورش این گونه، ۵ در هزار مورد بررسی قرار گرفت (پژند و همکاران، ۱۳۸۲) و نتایج حاصل نشان داد که شوری بعنوان یک فاکتور محرک در بلوغ زودرس این گونه مؤثر می‌باشد.

کرم *N. diversicolor* در مقابل شرایط محیطی مختلف از قبیل دما، شوری و اکسیژن محلول آب از تحمل بالایی برخوردار است (Kristensen, 1983; Ozoh & Jones, 1990).

رفتار تولید مثلی در گونه مورد بررسی با گونه‌های دیگر از خانواده نرئیده متفاوت می‌باشد بدین صورت که مولدین ماده جهت آزادسازی تخمکها از منافذ زیستی خود خارج نمی‌گردند و به اصطلاح به این نوع رفتار تولید مثلی اتوکوس می‌گویند و استقرار کرم نرئیس درون منافذ، مولدین و لاروهای حاصل را از شرایط نامساعد محیط محافظت می‌کند. این توصیف رفتار تولید مثلی *N. diversicolor* با گزارشات Dales و Kennedy (1954) مطابقت دارد و تخمکها درون منافذ زیستی بارور شده و توسط مولد ماده محافظت و لارو بنتیک حاصل پس از مدت زمان ۱۰ تا ۱۴ روز ظاهر می‌گردد و زمانیکه در طول بدن تعداد ۴ تا ۱۰ بند حاصل شد منافذ را ترک و به سطح بستر مهاجرت می‌نمایند.

در گونه‌های دیگر مشخصه‌هایی از قبیل تغییر شکل بدن در زمان بلوغ که به اصطلاح هترو نرئیس نامیده می‌شود، حرکات دسته جمعی در آب بالای بستر و تولید لاروهای پلانکتونی وجود دارد که این گونه‌ها را از نظر رفتارهای تولید مثلی با گونه *N. diversicolor* متمایز می‌نماید.

Hardege و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقات خود به این نکته اشاره داشتند که به دلیل وجود تعداد اندک کرمهای مولد نر در مقایسه با کرمهای مولد ماده، کرمهای نر با ایجاد ترشحات فرمونها کرمهای مولد ماده را به فعالیت تولید مثلی تحریک نموده و وادار به آزاد سازی تخمها توسط ماده‌ها می‌نمایند. کرمهای نر فقط اسپرم را در جلوی منافذ اشغال شده توسط

- Dales R.P. and Kennedy G.Y., 1954.** On the diverse colours of *Nereis diversicolor*. I. Marine Biology Association, U.K. 33: 699-708.
- Dales R.P., 1950.** The reproduction and larval development of *Nereis diversicolor* O.F. Muller. I. Marine Biology Association, U.K. 29:321-360.
- Dinis M.T., 1986.** Quatre soleidae de l'estuaire du Tage. Reproduction et croissance. Essai d'élevage de *Solea senegalensis* Kaup. Ph.D. thesis, University of Bretagne Occidentale. 348P.
- Fidalgo e Costa P., 1999.** Reproduction and growth in captivity of the polychaeta *Nereis diversicolor* (Muller, 1776), using two different kinds of sediment: Preliminary assays. Boletín de Instituto Español de Oceanografía. Vol. 15, No. 4, pp.351-355.
- Gambi M.C., Castelli A., Giangrande A., Lanera P., Prevedelli D. and Vandini R.Z., 1994.** Polychaetes of commercial and applied interest in Italy: An overview. In: Actes de la 4ème Conférence Internationale des polychètes. (J.C. Dauvin; L. Laubier and D.J. Reish eds.). Memoires du Muséum National d' Histoire Naturelle. Paris, France. 162:593-603.
- Goerke H., 1984.** Temperature-dependence of swarming in north Sea Nereidae. Fortschr Zoology. 29:29-43.
- Green J., 1968.** The biology of estuarine animals. Sidquick and Jackson, London, UK, 401P.
- Hardege I., Yang Y., Zeeck E., Bartels-Hardege H.O., Wu B.L. and Zhu M.Y., 1994.** Environmental control of reproduction of *Perinereis nuntia* var. *brevicirrus* Grube 1857. Journal of Marine Biology Association, U.K. 74:903-918.
- Hardege J.D., Bartels-Hardege H.D., Zeeck E. and Grimm F.T., 1990.** Induction of swarming of *Nereis succinea*. Marine Biology, 4:291-295.
- Hardege J.D., Bartels-Hardege H.D., Carsten T.M. and Beckmann M., 2004.** Peptide pheromones in female *Nereis succinea*. Peptides. doi:10.1016/j. peptides.2003.11.029. pp.1517-1522.
- Herpin R., 1925.** Recherches biologiques sur la reproduction et le développement de quelques annelides polychetes. Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France Bulletin, Vol. 4, No. 5, pp.1-250.
- Holm N.A. and McIntyre A.D., 1984.** Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific Publication, 2nd ed. Oxford, UK. 334P.
- Kristensen E., 1983.** Ventilation and oxygen uptake by three species of *Nereis* (Annelida: Polychaeta). I. Effects of hypoxia. Marine Ecology, Progress Series. 12:289-297.
- Mettam C., 1979.** Seasonal changes in populations of *Nereis diversicolor* from Severn Estuary, UK. In: Cyclic phenomena in marine plants and animals. (E. Naylor and R.G. Hartnoll eds.) pp.123-130.
- Mettam C., Santhanam V. and Havard M.S.C., 1982.** The oogenic cycle of *Nereis diversicolor* under natural conditions. Journal of Marine Biology Association, U.K. 62: 637-645.
- Olive P.J.W. and Garwood P.R., 1981.** Gametogenic cycle and population structure of *Nereis (Hediste) diversicolor* and *Nereis pelagica* from North-East England. Journal of Marine Biology Association, UK. 61: 193-213.
- Olive P.J.W. and Garwood P.R., 1983.** The importance of long term endogenous rhythms in

- the maintenance of reproductive cycles of marine invertebrates: A reappraisal. International Society of Invertebrate Reproduction and Development. Amsterdam. Vol. 6, pp. 339-347.
- Olive P.J.W., 1999.** Polychaete aquaculture and polychaete science: A mutual synergism. *Hydrobiologia*, 402: 175-183.
- Olive P.J.W., 1981.** Environmental control of reproduction in polychaeta: Experimental studies of littoral species in N.E. England. *In: Advances in invertebrate reproduction.* (W.H. Clark, Jr. and T.S. Adams eds.). Elsevier/North Holland, Amsterdam. pp.37-52.
- Ozoh P.T.E. and Jones N.V., 1990.** Capacity adaptation of *Hediste (Nereis) diversicolor* embryogenesis to salinity, temperature and copper. *Marine Environmental Research*, 29:227-243.
- Smith R.L., 1963.** The reproduction of *Nereis diversicolor* (Polychaeta) on the south coast of Finland some observations and problems. *Society Science Fennica Commentat Biology.* Vol. 26, No. 10, pp.1-12.
- Smith R.L., 1977.** Physiological and reproductive adaptations of *Nereis diversicolor* to life in the Baltic Sea and adjacent waters. *In: Essays on Polychaetous Annelids.* (D.J. Reish and K. Fauchald eds.). *Essays on Polychaetous Annelids.* University of South California Press, Los Angeles, USA. pp.373-390.

The effects of temperature, salinity and photoperiod on sexual maturity and concomitant reproduction behavior in *Nereis diversicolor*

Pajand Z.*; Haddadi Moghadam K.; Rufchaei, R.; Chubian F. and Parandavar H.

International Sturgeon Research Institute, P.O. Box: 41635-4364 Rasht, Iran

Received: November 2007

Accepted: October 2009

Keywords: Reproduction, Fertilization, *Nereis diversicolor*, Anzali Lagoon

Abstract

Nereis diversicolor worms were collected from the Anzali lagoon during the years 2004-2006 using Van Veen grab sampler with a surface area of 400cm². Water salinity, temperature and total organic matter (TOM) of sediments in the sampling region was determined. The worms were maintained in 0.5 tons (1x1m²) tanks until they reached a weight of 200-300mg. Sexual maturity in the samples was attained at 4-6°C and spawning occurred at approximately 16°C. The first gametes were observed after the temperature increased from 6 to 16°C. Sexual maturity was studied at various salinities (0.5, 5, 12, and 15 ‰). Results indicated that the worm attains sexual maturity at salinity 15‰ in a shorter period as compared to other salinities. No significant differences were observed between sexual maturity attained at salinities 12 and 15‰ (P>0.05). The effect of light and photoperiod in synchronizing reproduction in male and female *N. diversicolor* was also studied.

We observed that reproduction behavior in adult worms increased for a period of one week at the end of each month after they were exposed to a prolonged photoperiod (L:D 16:8) followed by a period of dim light.

Mature males crawled around outside the tubes in search of a female. In the presence of a mature female, the males released sperm directly in front of the female tube. Soon after, there was an increase in the activity of the females which showed intense ventilation movements. The female worms with their eggs already released began to carry the sperm into their tube. The ripe females nearby which had not yet laid eggs in their tubes released their gametes a few minutes after the male and began to carry sperm into their tubes. The fertilized eggs remained inside the tube protected by the female. The benthic larvae developed fast, feeding on the mucus and microbial film on the tube wall. After 10 to 14 days, larvae began to leave the tube. A few days later the females died.

* Corresponding author: zpajand@yahoo.com