تأثير كيفي غذا بر هم‌آوري و توليد پلت مدفوعي پاروپاي *Acartia clausi* درياي خزر

ابوالقاسم اسماعيلي فريدوني[1]، سيد جعفر سيف آبادی[2]*، آرش جوانشير[3]، عبدالمحمد عابديان كناري[4]

۱- دانش آموخته دوره دكتري شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، نور
۲- استاديار گروه بيولوژي دريا، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
۳- استاديار گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، كرج
۴- استاديار گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور

چكيده

تأثير چهار جيره فيتوپلانكتوني شامل *Isochrysis galbana*، *Chaetoceros sp.*، *Tetraselmis sp.* و مخلوط آنها بر پاروپای *Acartia clausi* دريای خزر طی دوره بلوغ و در شرايط آزمايشگاهی مطالعه شد؛ عوامل توليد مثلی (توليد تخم و قابليت تخم گشايی) و تغذيه‌ای (ميزان توليد پلت مدفوعی) به عنوان شاخص استفاده شد. ميزان توليد تخم پاروپا طی زمان بسته به نوع جيره غذايی متفاوت بود. بيشترين و كمترين ميزان توليد تخم به ازای هر ماده بالغ در روز بترتيب در جيره مخلوط و جيره *Tetraselmis sp.* مشاهده شد و بين جلبكهای *I. galbana* و *Chaetoceros sp.* اختلاف معناداری ديده نشد (P≥۰/۰۵). قابليت تخم‌گشايی در جيره‌های انفرادی اختلاف معناداری را با يكديگر نشان نداد، درحالی كه در جيره مخلوط بالاترين ميزان قابليت تخم گشايی ديده شد و با جيره‌های انفرادی اختلاف معناداری را نشان داد (P≤۰/۰۵). ميزان توليد پلت مدفوعی نيز با افزايش سن موجود متفاوت بود، به طوری كه با افزايش سن موجود، روند كاهشی در ميزان توليد پلت مدفوعی ديده شد. بين‌جيره‌های انفرادی و مخلوط جلبكی از نظر توليد پلت مدفوعی اختلاف معناداری ديده نشد (P≥۰/۰۵) و تمام جلبكها به وسيلهٔ *A. clausi* خورده شدند. بين ميزان توليد تخم و پلت مدفوعی ارتباط نزديكی مشاهده گرديد. نوع جيره غذايی بر طول عمر ماده‌های بالغ تأثير گذاشت. نتايج نشان داد كه هم‌آوری پاروپای *A. clausi* به نوع غذا ارتباط دارد. بنابراين، برای توليد انبوه اين گونه زئوپلانكتونی جيره غذايی مخلوط به عنوان بهترين غذا و در مرحله بعد بترتيب جلبكهای *I. galbana* و *Chaetoceros sp.* به عنوان جيره‌های غذايی انفرادی اهميت دارند، در حالی كه جلبک *Tetraselmis sp.* به عنوان يک جيره انفرادی مناسب محسوب نمی شود.

كليد واژگان: پاروپا، كيفيت غذا، هم آوری، پلت مدفوعی، فيتوپلانكتون، زئوپلانكتون، تخم گشايی، درياى خزر.

۱- مقدمه

ميزان توليد تخم در پاروپايان نه فقط به عنوان يک شاخص مستقيم از ميزان زاد و ولد جمعيت آنها، بلكه ميزان توليد ناخالص بالغان ماده را نيز نشان می‌دهد[۲،۱]. به منظور ارزيابی و تعيين ميزان توليد تخم پاروپايان در محيطهای طبيعی (كه چندين عامل محيطی بر يكديگر تأثير می‌گذارند)

*نويسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۰۹۱۲۲۱۸۲۳۳۵، E-mail: seyfabadi@hotmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

باید آثار هر یک از عوامل به صورت جداگانه بررسی شود. مهمترین عوامل شامل فراهم بودن غذا و دما می‌باشند [۳، ۴]. منظور از فراهم بودن غذا، قابلیت دسترسی به غذا از نظر کمی و کیفی است. بنابراین، غلظت (تراکم) غذا و کیفیت آن با یکدیگر ارتباط دارند. از طرف دیگر عواملی مانند جوان یا مسن بودن ماده‌ها، اندازه بدن ماده‌ها، سیکل شبانه‌روزی، جفتگیری مجدد ماده‌ها، حرکات آب و تفاوتهای فردی نیز دارای اهمیت‌اند [۵].

اهمیت کیفیت غذا را باید در روابط تغذیه‌ای بین فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون مطرح کرد، به طور مثال در سابق عنوان شده بود که دیاتومه‌ها به عنوان یک منبع غذایی اصلی برای زئوپلانکتونهای علفخوار به حساب می‌آیند، اما امروزه تردیدهایی در رابطه با اهمیت دیاتومه‌ها به عنوان یک غذای با کیفیت بالا برای پاروپایان ارائه شده است. محققان مختلف اشاره کرده‌اند که هضم دیاتومه‌ها به وسیلهٔ بالغان ماده پاروپایان در گونه‌های مختلف سبب کاهش میزان تولید تخم و کاهش موفقیت تخم‌گشایی آنها شده است، به طوری که تخمها و ناپلیوسهای غیر طبیعی نیز دیده شده‌اند [۶، ۷].

پاروپایان جنس *Acartia spp.* معمولاً نمی‌توانند در محیطهای با غلظت پایین غذا رشد یابند، زیرا بدن آنها حاوی عناصر و مواد ذخیره‌ای لازم نیست. بنابراین هر تغییری در قابلیت دسترسی غذا (از نظر کمی و کیفی) بر میزان تولید تخم مؤثر است. بین میزان تولید تخم در پاروپایان جنس *Acartia spp.* و قابلیت دسترسی به غذا از نظر کمی و کیفی ارتباط نزدیکی وجود دارد. از طرف دیگر، گونه‌های جنس *Acartia spp.* به عنوان گونه‌های خوبی از پاروپایان در چنین مطالعاتی استفاده می‌شوند، زیرا آنها پاسخ سریعی (در کمتر از ۲۴ ساعت) به وضعیت غذایی محیط اطراف خود نشان می‌دهند[۳].

میزان تولید پلت مدفوعی در پاروپایان بیانگر تغذیه مناسب آن از یک گونه خاصی از جلبکها است. در تحقیق حاضر علاوه بر تولید تخم این شاخص نیز بررسی شد. با بررسی این دو شاخص (میزان تولید تخم و پلت مدفوعی) مشخص می‌گردد که کدام گونه یا گونه‌های جلبکی از نظر کیفی برای تولید انبوه زئوپلانکتون *Acartia clausi* از اهمیت بیشتری برخوردارند[۷]. موفقیت تخم‌گشایی و تولید ناپلیوسهای مراحل اولیه، شاخصهای مهمی برای اندازه‌گیری میزان تجدید نسل واقعی یک جمعیت و برآورد رشد جمعیت (در مقایسه با شاخص تولید تخم) به حساب می‌آیند[۳]. بنابراین از نظر تولید انبوه بهتر است که به جای بررسی مطلق میزان تولید تخم، میزان تخمهای زنده را که قابلیت تخم‌گشایی دارند، ارزیابی کرد [۸].

گونه *A. clausi* یک پاروپای آبهای معتدله منطقه ساحلی بوده که در آبهای گرمتر نیز یافت می‌شود. این گونه زئوپلانکتونی تقریباً در تمام سال در سواحل جنوبی دریای خزر یافت می‌شود و در حال حاضر گونه غالب زئوپلانکتونی دریای خزر است.

این مطالعه، تأثیر چهار جیره غذایی شامل سه گونه انفرادی از فیتوپلانهای *Isochrysis galbana* (Prymnesiophyceae) دیاتومه *Chaetoceros sp.* (Bacillariophyceae) و جلبک *Tetraselmis sp.* (Prasinophyceae) و یک جیره از مخلوط سه جلبک مورد نظر را بر میزان تولید تخم، قابلیت تخم‌گشایی و میزان تولید پلت مدفوعی پاروپای *A.clausi* مطرح کرده است.

۲- مواد و روش کار

۲-۱- جمع آوری و کشت انبوه زئوپلانکتون

پاروپای A. clausi از نواحی ساحلی جنوب دریای خزر در منطقه خزرآباد ساری به وسیلهٔ قایق و تور زئوپلانکتون‌گیر با چشمه ۱۰۰µ جمع آوری گردید. نمونه برداری از ناحیه سطحی آب در مدت ۲-۳ ساعت انجام شد. نمونه ها بعد از خالص‌سازی و کشت در مخازن ۲۰ لیتری، به مخازن پرورشی با ظرفیت ۱۲۰L وارد شدند و به کشت انبوه رسیدند [۱۰،۹]. درجه حرارت آب در مخازن پرورشی ۲۰–۲۲°C، شوری ۱۲–۱۳در هزار (شوری آب دریای خزر)، هوادهی با

Archive of SID

www.SID.ir

شدت کم و شرایط طبیعی نوری برای کشت انبوه در نظر گرفته شد.

۲-۲- جداسازي و آداپتاسيون نمونه‌ها

در آزمایشگاه، تعداد ۱۵جفت (۱۵ تکرار) ماده و نر (مرحله کوپه پودیت ۵) *A. clausi* به وسیلهٔ پیپتهای کوچک و میکروسکوپ نوع Eclipse E-200–Nikon-Japan جداسازی شد. نر و ماده پاروپا به ظروف کشت انفرادی (ظروف سیلندری شیشه‌ای از جنس Plexi–glass) منتقل شدند. انتهای شیشه‌های مذکور به وسیلهٔ توری ۱۰۰µ و چسب آکواریوم کاملاً بسته شد. بستن کف شیشه ها، برای جلوگیری از همجنس خواری بالغان از تخم و ناپلیوس صورت گرفت. در هر یک از ظروف سیلندری مخصوص کشت انفرادی یک جفت پاروپای نر و ماده نگهداری شد و ظروف کشت انفرادی به حجم ۳۰۰mL رسیدند [۱، ۳، ۵].

۲-۳- کشت جلبکهاي مورد نياز

جلبکها به صورت خالص از مراکز تکثیر ماهی و میگو در گمیشان و مرکز تحقیقات شیلات بندر لنگه تهیه و در محیط کشت گیلارد (f/۲) [۱۱] در چندین ظرف یک لیتری به طور متناوب کشت شدند. تشخیص مراحل مختلف رشد جلبکها از قبل به وسیلهٔ شمارش روزانه کشت جلبکی (در۳ تکرار) و به دست آوردن روند رشد آنها طی دوره رشدی به دست آمد. عوامل فیزیکوشیمیایی آب و شرایط کشت جلبکی شامل درجه حرارت آب۲۲–۲۳°C، شوری۱۲–۱۳ در هزار، سیکل نوری ۱۲:۱۲(روشنایی:تاریکی) و pH بین ۸–۸/۵ بود.

۲-۴- تغذيه پاروپاي *A. clausi*

تغذیه پاروپا به دو شکل زیر انجام شد:

الف- تغذیه با جیره‌های جلبکی تک گونه‌ای: سه گونه جلبکی *Chaetoceros sp., I. galbana* و *Tetraselmis sp.* به طور جداگانه در سه مرحله مجزا کشت داده شدند و به تغذیه زئوپلانکتون رسیدند. تراکم جلبکی به کار رفته در تمام تیمارها و تکرارها از طریق شمارش سلولی با لام نئوبار (در سه تکرار) صورت گرفت و تراکم۲۵۰۰۰–۳۰۰۰۰ سلول به ازای هرmL برای همه آنها به کار رفت. جلبکهای کشت داده شده در مرحله فاز رشدی برای تغذیه پاروپا استفاده شدند [۸].

ب- تغذیه با جیره جلبکی چند گونه‌ای (مخلوط): سه گونه جلبکی مذکور در ظروف مجزا کشت داده شدند و در تراکمی ثابت (۲۵۰۰۰–۳۰۰۰ سلول به ازای هرmL) پس از شمارش هر یک از کشتها و تعیین مقدار روزانه آنها به صورت مخلوط مورد تغذیه پاروپا قرار گرفتند.

۲-۵- توليد روزانه تخم[1] و پلت مدفوعي[2]

این روند در ماده‌های بالغ به صورت انفرادی از آخرین مرحله پوست اندازی تا زمان مرگ موجود بررسی شد. پاروپای ماده مرحله ۵[3] از مخازن کشت انبوه جدا و به ظروف کشت انفرادی منتقل شدند. تخم، ناپلیوس و پلت مدفوعی تولید شده طی ۲۴ ساعت به صورت روزانه جمع‌آوری و با عبور از توری ۲۰µ به وسیله لام بوگاروف و استریوسکوپ مدل Nikon-SMZ ۱۵۰۰–JAPAN شمارش شدند. پاروپا به طور روزانه به ظروف جدید منتقل شدند و غذادهی با جلبکهای مورد نظر در همان تراکم خاص و با مقدار مشابه آب (۳۰۰mL) ادامه یافت. این عمل در تمام تکرارها و در هر روز به صورت منظم انجام شد. روند آزمایشها برای هر یک از تیمارها و در تمام تکرارها تا زمان مرگ ماده‌ها ادامه یافت، در حالی که در صورت مرگ نرها در محیط کشت انفرادی، یک نر جدید جایگزین گردید. اضافه کردن مجدد نرها به این دلیل صورت گرفت که پاروپایان جنس *Acartia spp.* به دلیل

1. Daily Egg Production
2. Daily Faecal Pellet Production
3. Copepodites 5

Archive of SID
www.SID.ir

توليدمثل جنسی خود نيازمند جفتگيری مجدد بودند؛ بنابراين با مرگ نرها بلافاصله يک نر جديد جايگزين شد. در شمارش پلت مدفوعی، نصف پلت مدفوعی توليد شده به صورت روزانه شمارش شد، زيرا در هر يک از ظروف کشت يک جفت نر و ماده نگهداری شدند؛ بنابراين نصف پلتهای مدفوعی توليد شده به ماده ها مربوط بود [۵].

۲-۶- ميزان تخم‌گشايي

ميزان بازماندگی تخم پاروپای *A. clausi* در تمام تيمارها و تکرارها در مدت زمان ۲۴-۳۶ ساعت بعد از تخم‌گذاری مطالعه شد.

۲-۷- تجزيه و تحليل داده‌ها

تجزيه و تحليل داده‌ها با نرم افزار SPSS و با روش آماری آنالیز واريانس يکطرفه (One–Way ANOVA) انجام شد. برای مقايسه ميانگينها از آزمون دانکن[1] در سطح ۵٪ (P= ۰/۰۵) استفاده گرديد و محاسبه داده‌ها و ترسيم نمودارها با بسته‌های نرم‌افزاری EXCEL انجام شد. در نمودارهای رسم شده در تمام موارد مقادير Standard error آورده شد که مقدار آن از رابطه زير به دست آمد.

$$St.error = \frac{St.deviation}{\sqrt{n}}$$ (n تعداد ماده‌ها)

۳- نتايج

نتايج نشان داد که طی دورهٔ بلوغ مولدان *A. clausi*، ميانگين کل توليد تخم به ازای هر ماده در روز با جيره مخلوط، جلبکهای *I. galbana* ،*Chaetoceros sp.* و *Tetraselmis sp.* بترتيب در محدوده بيشينه و کمينه بين (۰/۶-۱۷/۱۳)، (۰/۴-۱۱/۴۶)، (۰-۱۳/۶۶) و (۰/۱۳-۷/۵) بود (نمودار ۱).

ميانگين کل توليد تخم و ناپليوس مولدان طی دوره بلوغ به ازای هر ماده در روز در جيره غذايی مخلوط بترتيب تقريباً ۱/۵، ۳ و ۲ برابر جيره‌های جلبکی *I. galbana* ،*Chaetoceros sp.* و *Tetraselmis sp.* بود. ميزان کل توليد تخم و ناپليوس در گونه *A. clausi* با جيره غذايی مخلوط بيشترين و با جيره *Tetraselmis sp.* کمترين مقدار خود قرار داشت و اختلاف معناداری با جيره‌های ديگر از خود نشان داد (P≤۰/۰۵)، اما اختلاف معناداری بين جلبکهای *I. galbana* و *Chaetoceros sp.* ديده نشد (P≥۰/۰۵) (جدول ۱).

مولدان مورد مطالعه از نظر تعداد کل تخم و ناپليوس توليد شده در جيره‌های مختلف غذايی اختلاف فاحشی را از خود نشان دادند. به طوری که ميانگين روزانه توليد تخم و ناپليوس در تمام جيره‌های غذايی در روزهای اول و بخصوص در سنين ميانی دوره بلوغ در بالاترين حد خود قرار داشت و بتدريج با افزايش سن ماده‌ها کاهش يافت. همچنين توليد تخم نيز با افزايش سن ماده‌ها کاهش يافت (نمودار ۱).

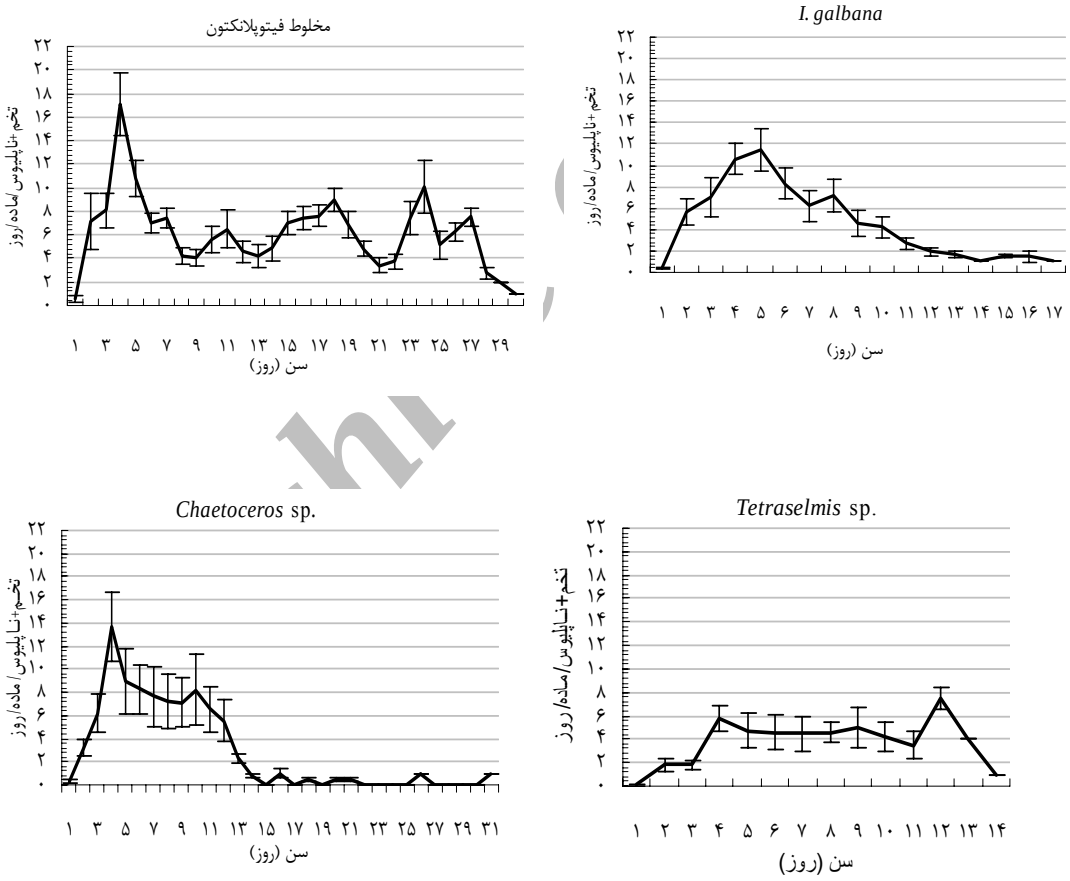
ميانگين تعداد کل تخم و ناپليوس توليد شده به وسيلهٔ هر ماده در بين جيره‌های مخلوط جلبکی، *I. galbana* و *Chaetoceros sp.* اختلاف معناداری را نشان نداد (P≥۰/۰۵)، در حالی که در جيره *Tetraselmis sp.* اختلاف معناداری ديده شد (P≤۰/۰۵). تکرارهای مورد مطالعه از نظر ميانگين تعداد کل تخم و ناپليوس توليد شده به وسيلهٔ ماده‌ها اختلاف قابل ملاحظه‌ای از خود نشان دادند، به طوری که جيره مخلوط جلبکی بالاترين مقدار (۱۵۱/۱۳±۴۷/۰۶) را داشت و جلبکهای *I. galbana* و *Chaetoceros sp.* اختلاف معناداری با يکديگر نداشتند، در حالی که جلبک *Tetraselmis sp.* اختلاف فاحشی را با جيره‌های جلبکی ديگر از خود نشان داد (جدول ۱).

1. Duncan

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱ تولید کل تخم و ناپلیوس پاروپای *A. clausi* با جیره‌های مختلف غذایی

نوع فیتوپلانکتون / شاخص	*I. galbana*	*Chaetoceros sp.*	*Tetraselmis sp.*	مخلوط فیتوپلانکتون
محدودة تولید تخم و ناپلیوس (به ازاي هر ماده در روز)	۰/۴–۱۱/۴۶ a	۰–۱۳/۶۶ a	۰/۱۳–۷/۵ b	۰/۶–۱۷/۱۳ a
میانگین تولید کل تخم و ناپلیوس در مولدان (به ازاي هر ماده در روز)	۴/۵۳±۰/۹۵ b	۲/۹۲±۱/۲۳ b	۳/۸±۰/۹۷ b	۶/۱۴±۱/۱ a
میانگین تعداد کل تخم و ناپلیوس تولید شده به وسیلة مولدان (۱۵ ماده)	۷۰/۵۳±۸/۳۵ b	۶۹/۲۷±۱۶/۸۲ b	۳۲/۰۷±۶/۵۲ c	۱۵۱/۱۳±۱۲/۱۶ a
میانگین تعداد کل ناپلیوس تولید شده به وسیلة مولدان (۱۵ ماده)	۲۸/۵۳±۱۰/۰۹ c	۵۳/۶±۱۷/۱۳ b	۱۹/۲±۶/۲۹ c	۱۳۹/۲۷±۱۲/۳۶ a



نمودار۱ میزان تولید تخم (تخم و ناپلیوس/ماده/روز) مولدان پاروپای *A. clausi* با جیره‌های مختلف غذایی

www.SID.ir

از نظر قابلیت تخم‌گشایی در تخمهای تولید شده به وسیلهٔ پاروپای *A. clausi* تغذیه شده با جیره‌های مختلف، بیشترین میزان تخم‌گشایی در جیره مخلوط جلبکی (۶/۲۱±۹۱/۴۲٪) مشاهده گردید، در حالی که در جیره‌های منفرد جلبکی اختلاف معناداری دیده نشد (P≥۰/۰۵) (جدول ۲).

میانگین کل تعدا پلت مدفوعی به ازای هر ماده اختلاف معناداری در بین جیره‌های مختلف جلبکی از خود نشان نداد (P≥/۰۵)، (جدول۳). به عبارت دیگر، تمام گروههای جلبکی بخوبی به وسیلهٔ پاروپا مصرف شدند.

میانگین کل تعدا پلت مدفوعی تولید شده در ۱۵ ماده مطالعه شده نشان داد که جیره مخلوط جلبکی بیشترین (۲۴۸/۲۷ ±۷۱/۷۲) و جیره *Tetraselmis* sp. کمترین (۷۲/۸±۳۱/۴۰) مقدار را داشتند. در بین جیره‌های *I.galbana* و *Chaetoceros* sp. اختلاف معناداری دیده نشد (P≥۰/۰۵)، (جدول۳).

طی دورهٔ بلوغ، میانگین کل تولید پلت مدفوعی به وسیلهٔ مولدان پاروپای *A. clausi* به ازای هر ماده در روز در جیره مخلوط جلبکی، جلبکهای I. galbana، *Chaetoceros sp.* و *Tetraselmis sp.* بترتیب بین (۲-۲۷/۲۶)، (۲-۱۸/۸۶)، (۲-۲۱) و (۲-۱۷/۱۶) بود (جدول ۳، نمودار ۲). نتایج بیانگر نبود اختلاف معنادار در بین تیمارهای مختلف بود و نشان داد که جیره جلبکی مخلوط بهتر از جیره‌های جلبکی دیگر مصرف شد، اما در بین هر یک از ماده‌ها از این نظر تفاوتی دیده نشد (جدول ۳).

میانگین طول عمر مولدان *A. clausi* (برحسب روز) در بین تیمارهای مختلف اختلافات معناداری را از خود نشان داد. میانگین طول عمر ماده‌ها در جیره جلبکی مخلوط بیشترین و در جلبک *Tetraselmis sp.* کمترین مقدار بود. در بین جلبکهای *I. galbana* و *Chaetoceros sp.* اختلاف معناداری دیده نشد (P≥./۵) (جدول ۴ و نمودار۱). طول عمر ماده‌ها در بین تیمارها و تکرارهای مورد مطالعه در محدوده‌ای بین۵-۳۱ روز بود.

سهم تولید تخم و پلت مدفوعی برحسب درصد فراوانی در روزهای مختلف نشان داد که سهم تولید پلت مدفوعی در جیره‌های انفرادی بیشتر از سهم تولید تخم است، در حالی که در جیره غذایی مخلوط سهم تولید تخم و پلت مدفوعی در روزهای مختلف تقریباً برابر بود (نمودار ۳).

ضرایب همبستگی بین تولید تخم و پلت مدفوعی پاروپای *A. clausi* در جیره‌های مختلف غذایی نشان داد که بین تولید تخم و پلت مدفوعی در بعضی از جیره‌های غذایی ارتباط بالایی وجود داشت. به عبارت دیگر با افزایش میزان تخم، تولید پلت مدفوعی نیز افزایش یافت. ضرایب همبستگی در جیره غذایی مخلوط R^2=۴۸/۴۲، در جیره *I. galbana* R^2=۷۵/۷۴، جیره *Chaetoceros sp.* R^2=۱۴/۹۳ و در جیره *Tetraselmis sp.* R^2=۸/۲۱ بود (نمودار ۴).

جدول۲ قابلیت تخم گشایی تخم پاروپای *A. clausi* با جیره های مختلف غذایی

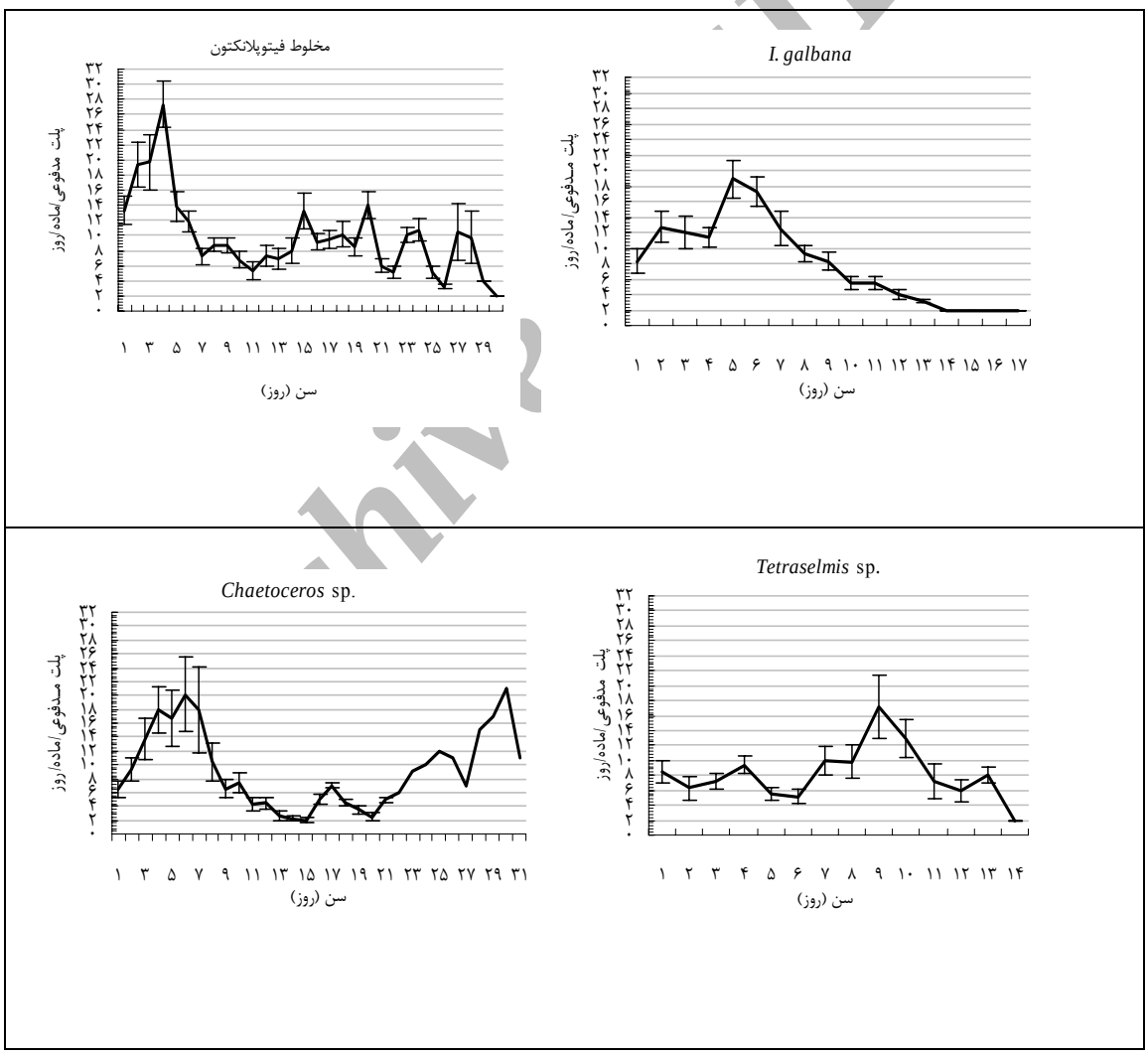
نوع فیتوپلانکتون / شاخص	*I. galbana*	*Chaetoceros* sp.	*Tetraselmis* sp.	مخلوط فیتوپلانکتون
تعداد کل تخم و ناپلیوس تولید شده (۱۵ماده) (SD±)	۱۰۶۱±۳۲/۲۵ **b**	۱۰۴۲±۶۵/۶۲ **B**	۴۸۱±۲۵/۲۵ **c**	۲۲۷۵±۴۸/۱۳ **a**
تعداد کل ناپلیوس تولید شده (۱۵ ماده) (SD±)	۴۲۸±۳۹/۰۶ **c**	۸۰۴±۶۶/۲۹ **B**	۲۸۹±۲۴/۳۴ **c**	۲۰۹۵±۴۸/۹۷ **a**
قابلیت تخم گشایی (%) (SE±)	۳۴±۱۱/۰۳ **b**	۵۸/۳۲±۹/۱۳ **B**	۴۴/۰۸±۸/۶۷ **b**	۹۱/۴۲±۱/۶ **a**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳ تولیدات پلت مدفوعی مولدان پاروپای *A. clausi* با جیره های مختلف غذایی

شاخص / نوع فیتوپلانکتون	تعداد کل پلت مدفوعي در طول دوره بلوغ (۱۵ ماده)	میانگین کل تولید پلت مدفوعي در طول دوره بلوغ (به ازاي هر ماده در روز) (۱۵ ماده)	میانگین کل تعداد پلت مدفوعي تولید شده به وسیلة ماده‌ها (۱۵ ماده)	محدوده تولید پلت مدفوعي به ازاي هر ماده در روز
I. galbana	۱۸۸۶±۹۱/۶۵ **a,b**	۸/۰۳±۴/۱۶ **a**	۱۲۶/۱۳±۲۳/۸۳ **b**	۲–۱۸/۸۶ **a**
***Chaetoceros* sp.**	۲۰۰۹±۹۰/۶۹ **b**	۹/۳۲±۶/۸۱ **a**	۱۳۳/۹۳±۹۲/۷۴ **b**	۲– ۲۱ **a**
***Tetraselmis* sp.**	۱۰۹۲±۴۸/۵۸ **a,b**	۸/۲۳±۶/۳۷ **a**	۷۲/۸۰±۳۱/۴۰ **c**	۲–۱۷/۱۶ **a**
مخلوط فیتوپلانکتون	۳۷۲۴±۸۹/۷۳ **a**	۹/۸۵±۶/۴۰ **a**	۲۴۸/۲۷±۷۱/۷۲ **a**	۲–۲۷/۲۶ **a**

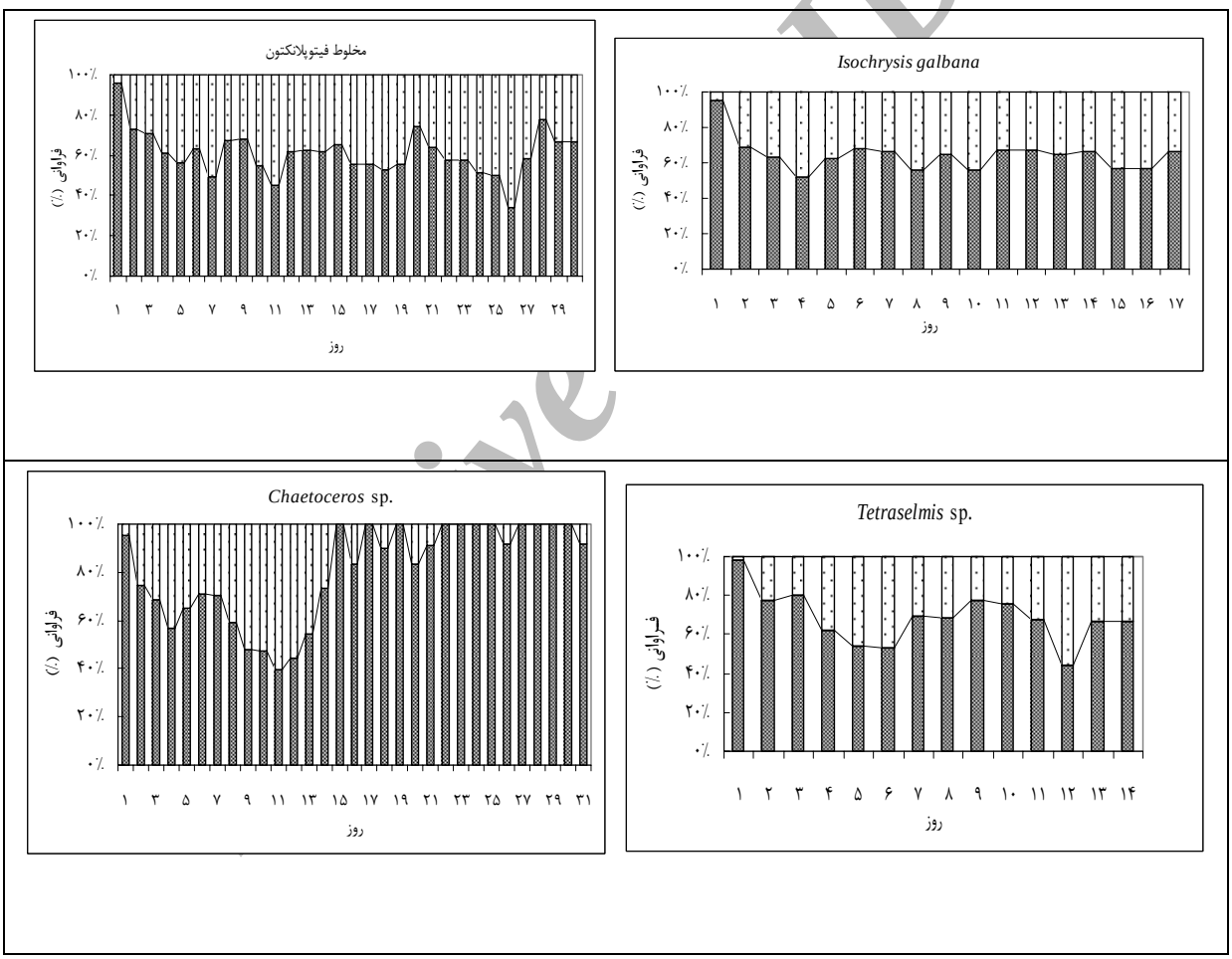


نمودار۲ میزان تولید پلت مدفوعی مولدان پاروپای *A. clausi* با جیره های مختلف غذایی

www.SID.ir

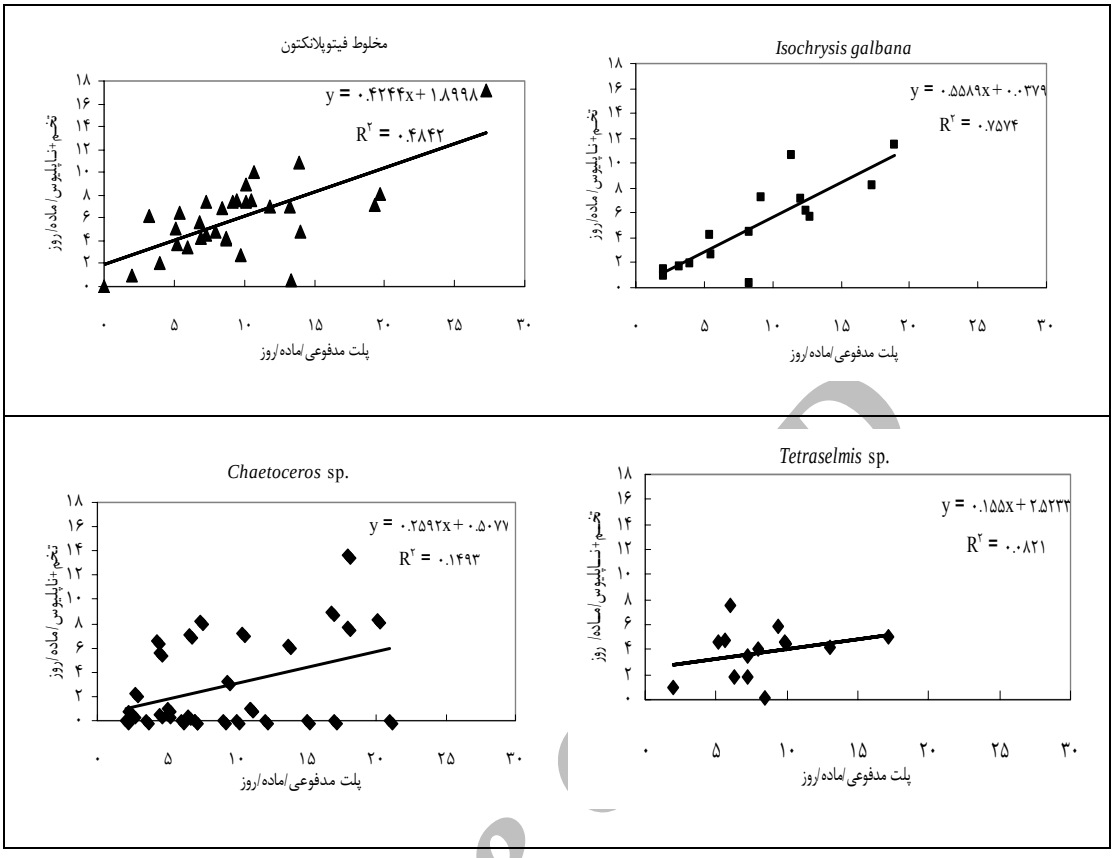
جدول۴ طول عمر مولدان پارویای *A. clausi* با جیره های مختلف غذایی

نوع فیتوپلانکتون / شاخص	*I. galbana*	*Chaetoceros* sp.	*Tetraselmis* sp.	مخلوط فیتوپلانکتون
محدوده طول عمر مولدین (روز)	۱۷-۹	۳۱-۵	۱۴-۷	۳۰-۱۰
میانگین طول عمر مولدین (روز) (SD±)	۱۲/۵۳±۲/۰۷ **b**	۱۲/۱۳±۶/۶۳ **B**	۸/۹۳±۲/۲۸ **c**	۲۳/۰۷±۵/۷۰ **a**



نمودار۳ سهم درصد فراوانی تخم و پلت مدفوعی تولید شده به وسیلهٔ مولدان پارویای *A. clausi* در چهار جیره مختلف غذایی

www.SID.ir



نمودار۴ ضرایب همبستگی بین تولید تخم و پلت مدفوعی مولدان پاروپای *A. clausi* در جیره‌های مختلف غذایی

۴- بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر جیره‌های مختلف غذایی بر هم‌آوری، قابلیت تخم‌گشایی و میزان تولید پلت مدفوعی پاروپای دریای خزر *A. clausi* به منظور تولید انبوه آن بوده است. تیمارهای به کار رفته شامل جیره‌های مختلف از سه نوع جلبک (که به صورت مجزا مورد تغذیه پاروپا قرار گرفتند) و یک تیمار غذایی به صورت مخلوط از سه جلبک مورد نظر بود.

۴-۱- تولید تخم

میزان تولید تخم در گونه‌های مختلف جنس *Acartia spp.* به وسیلهٔ محققان مختلف و در شرایط متنوع طبیعی یا آزمایشگاهی بررسی شده است. بیشتر مطالعات انجام شده قبلی، با مطالعات دوره‌ای کوتاه مدت (آزمایشهای ۲۴ ساعته) یا در یک دوره کوتاه چند روزه به دست آمده است [۲، ۱۲]، اما در این مطالعه میزان تولید تخم در کل دوره بلوغ حیوان بررسی شد.

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تولید تخم وابستگی شدیدی به نوع جلبک تغذیه شده داشته که با نتایج دیگر مطالعات در این زمینه مطابقت دارد[۱،۳،۱۲،۸،۷،۱۳]. در مطالعه حاضر زمانی که پاروپای *A. clausi* با جیره‌های انفرادی جلبکی تغذیه شد، بیشترین تولید تخم در جیره جلبکی *I. galbana* مشاهده شد که مشابه نتیجه حاصل از تغذیه *A. tonsa* با چند جیره جلبکی انفرادی از جمله *I. galbana* است [۴].

Archive of SID
www.SID.ir

محدودهٔ تولید تخم به ازای هر ماده در روز در مولدان *A. clausi* با تغذیه از جلبک *I. galbana* بین ۰/۴–۱۱/۴۶، با جلبک *Chaetoceros sp.* بین۰–۱۳/۶۶، با جلبک *Tetraselmis sp.* بین۰/۱۳–۷/۵ و با جیره مخلوط جلبکی بین ۰/۶–۱۷/۱۳ بود (جدول ۱). چنین تفاوتهایی در تولید تخم مولدانی که با جیره‌های مختلف جلبکی تغذیه شده‌اند در دیگر مطالعات انجام شده روی گونه *A. clausi* و گونه‌های دیگر همین جنس نیز گزارش شده‌اند[۷، ۱۲،۱۳]. تولید روزانه تخم *A. clausi* به ازای هر ماده در روز زمانی که به طور جداگانه با جلبکهای *Prorocentrum minimum* و*Thalassiosira rotula* تغذیه شدند، بترتیب بین ۹±۲۰ و ۴/۷±۱۰ گزارش شد [۱۲]. همچنین زمانی که *A. tonsa* به طور جداگانه با جلبکهای *Rhodomonas baltica*، *Chrysocromulina acanta*، *Alexandrium tamarense* و *Prorocentrum lima* تغذیه شد، محدودهٔ تولید تخم به ازای هر ماده در روز بترتیب بین۰/۲–۲۵، ۱۳–۱۸/۵، ۰–۰/۲، ۰/۵–۶ بود و با جلبک *Skeletonema costatum* هیچ گونه تخمی به دلیل ناکافی بودن مواد و ترکیبات بیوشیمیایی لازم (مانند اسیدهای چرب) در جلبک مورد نظر برای تولید تخم مشاهده نشد، در حالی که در جیره مخلوط از چند جلبک مذکور محدودهٔ تولید تخم بین ۰/۲–۲۵ به ازای هر ماده در روز بوده است[۸]. در پاروپای A. clausi و در یک دوره آزمایشگاهی ۶ روزه تغذیه با مخلوط جلبکی *Tetraselmis suecica* و *Phaedactylum tricornatum* محدوده ۴/۵±۱۴/۳ تخم به ازای هر ماده در روز به دست آمده است، در حالی که در گونه‌های *A. tonsa* و *A. discaudata* و *A. margalefi* با تغذیه از همین جلبکها بترتیب تعداد ۷/۶±۱۷/۶، ۱/۴±۴/۹ و ۰/۷±۸/۳ تخم به ازای هر ماده در روز به دست آمده است [۱۳]. بنابراین مشاهده می‌شود که جلبکهای مختلف مورد تغذیه زئوپلانکتون می‌توانند آثار متفاوتی بر روند تولید تخم داشته باشند.

در مطالعه حاضر مشاهده شد که جیره غذایی مخلوط جلبکی بالاترین میزان تولید تخم را در مقایسه با جیره‌های جلبکی انفرادی از خود نشان داد که علت آن به دلیل داشتن بسیاری از ترکیبهای بیوشیمیایی مورد نیاز زئوپلانکتون در جیره مخلوط و همچنین داشتن مقادیر بالای پروتئین و چربی است. بنابراین، محتویات و ترکیب غذا نیز نقش مهمی در هم‌آوری و همچنین موفقیت تخم‌گشایی تخمهای پاروپایان ایفا می‌کنند. پاروپایانی که بهترین نوع غذا را از نظر ترکیب شیمیایی خودشان دریافت کردند، بالاترین میزان تولید تخم را داشتند[۸]. ماده‌های مورد مطالعه تفاوتهای فردی بالایی در میزان تولید تخم (به طور انفرادی) و همچنین در بین جیره‌های مختلف جلبکی از خود نشان دادند. این روند طی دورهٔ زندگی حیوان و بخصوص در میزان کل تخم و ناپلیوس تولید شده وجود داشت. مطالعات نشان می‌دهد که با افزایش سن حیوان، از میزان تولید تخم در بیشتر موارد بشدت کاسته می‌شود (نمودار ۱).

۴-۲- تولید پلت مدفوعي

تولید پلت مدفوعی به طور غیر مستقیم نشان می‌دهد کدام نوع از جلبکها بهتر از بقیه مصرف می شوند. این موضوع خود در میزان تولید تخم (هم‌آوری) نیز تأثیر می‌گذارد. در مطالعه حاضر، پاروپای A. clausi در اوائل و اواسط دوره بلوغ بیشترین میزان پلت مدفوعی را تولید کرد، سپس کاهشی تدریجی تا زمان مرگ از خود نشان داد (نمودار ۲). این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیقات مشابه بر گونه‌های مختلف پاروپایان مطابقت دارد[۱، ۵، ۶].

تولید روزانه پلت مدفوعی روند منظمتری را نسبت به تولید روزانه تخم داشت، زیرا نرها و ماده ها تولید پلت مدفوعی خود را تا زمان مرگ ادامه می‌دهند. در این مطالعه، ماده هایی که به مدت چندین روز هیچ گونه تخمی تولید نکردند، روند تولید پلت مدفوعی به طور مشخص در آنها دیده شد (نمودار ۲). نتیجه حاصل نشاندهندهٔ تأثیر سن افراد بر روند تولید پلت مدفوعی حیوان طی دوره بلوغ است به طوری که با افزایش سن حیوان از این روند کاسته می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

(نمودار ۲). این نتیجه مشابه نتایج حاصل از مطالعات دیگران است [۱، ۵، ۶، ۷]. از طرف دیگر ماده‌های مورد مطالعه، تفاوتهای فردی قابل ملاحظه ای را در تولید پلت مدفوعی از خود نشان دادند. این وضعیت در تولید تخم نیز دیده شده بود[۱، ۵، ۷].

بررسی ضرایب همبستگی نشان می‌دهد که بین میزان تولید تخم و پلت مدفوعی در جیره‌های جلبکی مخلوط و جلبک *I. galbana* ارتباط مثبتی وجود دارد (نمودار ۴)، در حالی که بین جیره‌های *Chaetoceros sp.* و *Tetraselmis sp.* ارتباط واضحی دیده نشد. نتایج نشان داد غذاهایی که به طور فعال به وسیلهٔ پاروپای *A. clausi* خورده شدند، میزان تولید تخم بهتری نیز همراه داشتند. بنابراین، بین تولید پلت مدفوعی و تولید تخم ارتباط وجود دارد [۵].

۴-۳- طول عمر ماده‌ها

نتایج نشان داد که نوع جیره غذایی (جلبک) بر طول عمر مولدان *A. clause* تأثیر گذاشته به طوری که جیره‌های مخلوط و *Tetraselmis sp.* بترتیب بیشترین و کمترین میانگین طول عمر را در ماده‌ها ایجاد نمودند. طول عمر ماده‌های *A. clausi* در مطالعه یانورا و همکاران (۱۹۹۶) [۱۲] اختلافهای فردی قابل ملاحظه‌ای را از خود نشان داد و محدوده‌ای بین ۱۲-۶۰ روز داشت و این روند به نوع غذا نیز بستگی نداشت. لذا از این نظر، نتایج تحقیق حاضر با مطالعه فوق مطابقت ندارد.

در مطالعه یانورا و همکاران با یک نوع جلبک داینوفلاژله میانگین طول عمر ماده‌ها ۷/۵۸±۱۱/۱۱ روز و با تغذیه از یک نوع دیاتومه، ۵/۹۲±۱۳/۷۵ روز به دست آمد که با داده‌های به دست آمده در تحقیق حاضر و با جلبک *Chaetoceros sp.*، (۶/۶۳±۱۲/۱۳ روز) اختلاف معناداری را نشان نمی‌دهد.

۴-۴- میزان تخم‌گشایی

مطالعه کیفیت تولید تخم پاروپایان دارای اهمیت ویژه‌ای است، زیرا تولید تخمهای زنده از اهمیت بیشتری نسبت به هم‌آوری مطلق آنها دارد.

نتایج به دست آمده از این تحقیق قابلیت تخم‌گشایی را در محدوده ۳۴-۹۱٪ نشان می‌دهد، که با نتایج یک مطالعه دیگر بر روی گونه *A. tonsa*، (۱۵-۱۰۰٪) مطابقت دارد [۲]. در حالی که کاسترو در گونه *A. clausi* میزان تخم‌گشایی را در حدود ۹/۸±۲۵/۳٪ (در شوری ۲۰ در هزار) به دست آورده که از نتایج این تحقیق بسیار کمتر است[۱۳].

نوع جیره غذایی بر موفقیت تخم‌گشایی پاروپایان تأثیر می‌گذارد [۳،۱۲]. در این تحقیق نیز مشاهده گردید که نوع جیره غذایی بر قابلیت تخم‌گشایی *A. clausi* تأثیر گذاشته که همسو با نتایج حاصل از گونه *A. tonsa* است [۲]. بالاترین میزان تخم‌گشایی در این تحقیق (۶/۲±۹۱/۴٪) بود که در جیره مخلوط جلبکی مشاهده شد (جدول ۲) و پایین‌ترین میزان تخم‌گشایی در جیره انفرادی جلبکی *I. galbana*، علیرغم میزان بالای تولید تخم، ثبت گردید. وابستگی شدید قابلیت تخم‌گشایی پاروپای *Pseudocalanus elongatus* به نوع جلبک تغذیه شده برای مثال بالاتر از ۷۰٪ برای جلبکهای *Rhodomonas* sp.، *Thalassiosira weissflogii* و *Gymnodinium simplex* و بین۲۳-۴۲٪ برای جلبکهای *Dunaliella* sp. و *Tetraselmis suecica* گزارش شده است[۱۴]. در مطالعه حاضر تخم‌گشایی نه چندان مطلوبی در گونه *A. clausi* تغذیه شده با جیره *Tetraselmis* sp. دیده شد.

کاهش قابلیت تخم گشایی، توقف رشد جنین یا تشکیل جنینهای ناقص الخلقه در پاروپای *Temora stylifera*، به دلیل وجود ترکیبهای خاصی مانند انواع آلدئیدها محتمل دانسته شده است [۱۵]. در حالی که در مطالعه حاضر هیچ گونه آثار بازدارنده از دیاتومه *Chaetoceros* sp. در تغذیه *A. clausi*

Archive of SID
www.SID.ir

مشاهده نشد (قابلیت تخم‌گشایی با جیره دیاتومه ۵۸/۳۲±۳۵/۳۲ بود). کاهش قابلیت تخم‌گشایی در *A. clausi* تغذیه شده با جلبک *I. galbana* در تحقیق حاضر احتمالاً به این دلیل بود که در زمان مطالعه انجام شده برای تیمار جلبکی *I. galbana* به دلیل کاهش شدید جمعیت نر در مخازن پرورشی، تعداد کافی و مناسبی از جنس نر در شیشه های کشت انفرادی در تکرارهای مختلف وجود نداشت؛ به همین دلیل کاهش شدید میزان تخم‌گشایی احتمالاً به دلیل عدم جفتگیری ماده ها در شرایط کشت انفرادی بود. بنابراین به نظر می‌رسد که وجود جنس نر در جمعیت ضروری است و در تکرارهایی که جنس نر وجود نداشته، قابلیت تخم‌گشایی بشدت کاهش یافته است. کارلوتی و همکاران (۱۹۹۷) مشاهده کردند که قابلیت زنده ماندن تخمها در جنس *Acartia spp.* به آخرین مرحله جفتگیری بستگی دارد[۵]. در حالی که تحقیق دیگر بر روی گونه *A. tonsa* میزان تولید تخم در تیمارهای دارای نر و بدون نر اختلاف قابل ملاحظه‌ای از خود نشان نداده است اما قابلیت تخم‌گشایی در این بین اختلاف فاحشی از خود نشان داد، به طوری که در تیمارهای بدون نر، قابلیت تخم‌گشایی بین ۳۰-۵۵٪ بوده در تیمارهای دارای نر میزان تخم‌گشایی به ۱۰۰٪ نیز می‌رسد. در این مطالعه نشان داده شد که مولدان *A. tonsa* به منظور تولید تخمهای قابل تخم‌گشایی نیاز به جفتگیری بود ۶ روز بعد از آخرین جفتگیری دارند[۲]. بنابراین جفتگیری مجدد در بسیاری از پاروپایان (بخصوص در جنس *Acartia spp.*) اهمیت به سزایی در موفقیت تخم‌گشایی آنها دارد. اما نتایج مطالعات یانورا و همکاران ۱۹۹۶ در مورد گونه *A. Clause* نشان داده که وجود یا نبود نر تأثیری بر میزان تخمگشایی آنها ندارد[۱۲].

در مطالعات وی مشخص شده که در این گونه یک‌بار جفتگیری ماده ها برای تخم‌گشایی تمام تخمهای پاروپا کافی به نظر می‌رسد که از این نظر با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد.

به نظر می‌رسد که در گونه *A. clausi* وجود غذای مناسب (نوع جیره غذایی) برای تولید تخمهای با قابلیت تخم‌گشایی مناسب دارای اهمیت است. این وضعیت در گونه *A. tonsa* نیز تأیید شده است[۳]. از طرف دیگر، موفقیت تخم‌گشایی احتمالاً از اختلافات در محتویات بیوشیمیایی غذایی که ماده‌ها طی دوره بلوغ خود خوردند، حاصل می‌شود. در تیمار مخلوط جلبکی به دلیل اینکه چند نوع غذا با یکدیگر مخلوط شدند و غذای حاصل دارای ارزش غذایی بالایی است، احتمالاً تمام احتیاجات پاروپا برای تهیه و سنتز مواد ذخیره‌ای لازم برای تخم‌گشایی در تخمها فراهم شده بود و در نتیجه میزان تخم گشایی بالایی در این تیمار دیده شد.

در تحقیق حاضر مشاهده شد که جیره مخلوط جلبکی به عنوان بهترین غذا و در مرحله بعدی جلبکهای *I. galbana* و *Chaetoceros* sp. (به عنوان جیره‌های غذایی انفرادی) قرار دارند. در این مطالعه، جلبک *Tetraselmis* sp. علیرغم تولید تخم در پاروپا به عنوان یک غذای مناسب انفرادی برای کشت انبوه پیشنهاد نمی‌شود، در حالی که هر یک از جلبکهای *I. galbana* و *Chaetoceros* sp. می‌توانند به عنوان یک غذای مستقل و منفرد برای تولید انبوه مورد استفاده قرار گیرند. به طور کلی نتیجه گیری می شود. برای تولید انبوه پاروپای *A. clausi* به منظور معرفی آن به عنوان یک گونه غذای زنده در صنعت آبزی پروری می‌توان از ترکیب غذایی دو نوع جلبک که شامل فلاژله *I. galbana* و یک نوع دیاتومه *Chaetoceros sp.* است، استفاده کرد. این ترکیب غذایی می‌تواند احتیاجات مورد نیاز پاروپایان را بهتر فراهم کرده و از طرف دیگر میزان تولید تخم و همچنین قابلیت تخم‌گشایی آنها را در سطح بالایی حفظ نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۰- منابع

[1] Uye S.I.; Induction of reproduction failture in the planktonic copepod, *Calanus pacificus* by diatoms. Mar. Ecol. Prog. Ser.; 1996; 133: 89-97.

[2] Jonasdottir S.H., Kiorboe T.; Copepod recruitment and food composition: Do diatoms affect hatching success? Mar. Biol.; 1996; 125: 743-750.

[3] Jonasdottir S.H.; Effects of food quality on the reproductive success of *Acartia tonsa* and *Acartia hudsonica:* Laboratory Observations. Mar. Biol; 1994; 121: 67-81.

[4] Stottrup J. G., Jensen J.; Influence of algal diets on feeding and egg production of the calanoid copepod, *Acartia tonsa. J. Mar. Biol. Assoc.*; 1990; 141: 87–105.

[5] Carlotti F., Rey C., Javanshir A., Nival S.; «Laboratory studies on egg and faecal pellet production of *Centropages typicus:* effect of age, effect of temperature, individual variability»; *J. Plankton Research*; 1997; 19: 1143–1165.

[6] Lacoste A., Poulet S.A., Cueff A., Kattner G., Ianora A., Laabir M.; «New evidence of the copepod maternal food effects on reproduction»; *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*; 2001; 259: 85–107.

[7] Shin K., Jang M., Jang P., Ju S., Lee T., Chang M.; Influence of food quality on egg production and viability of the marine planktonic copepod, *Acartia omorii.* Progress in Oceanography. 2003; 57: 265–277.

[8] Galvao I.B.; Effect of the food quality (taxonomy and biochemical composition of the microalgae) on the reproduction and survival of the copepod, *Acartia tonsa,* from the Kiel Bight. Ph.D. Thesis. 2004; 91 p.

[9] Rippingale R. J., Payne M. F.; Intensive cultivation of a calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. Curtin University of Technology. Australia; 2001; 62 pp.

[10] Schipp G. R., Bosmans J. M. P., Marshall A. J.; A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia spp*. *Aquaculture*; 1999; 174: 81–88.

[11] Guillard R.; Culture of phytoplankton for feeding marine invartebrates culture of marine invertebrates animals. Plenum Press, New York; 1975; P: 29–60.

[12] Ianora A., Poulet S.A., Miralto A., Grottoli R.; «The diatom *Thalassiosira rotula* affect reproductive success in the copepod *Acartia clausi*»; *Marine Biology*; 1996; 125: 279–286.

[13] Casrto-Longoria E.; «Egg production and hatching success of four *Acartia* species under different temperature and salinity regimes»; *Journal of Crustacean Biology*; 2003; 23: 289-299.

[14] Koski M., Klien Breteler W.C.M., Schogt N.; «Effect of food quality on rate of growth and development of the pelagic copepod, *Pseudocalanus elongatus* (copepod, calanoid)»; *Mar. Ecol. Prog. Ser.*; 1998; 170: 169–187.

[15] Carotenuto Y., Ianora A., Buttino I., Romano G., Miralto A.; «Is postembryonic development in the copepod, *Temora stylifera*, affected by diatom diets?»; *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*; 2002; 276: 49-66.

[16]Brown M.R., Jeffery S.W., Volkman J.K., Dunstan G.A.; «Nutritional properties of microalgae for mariculture»; *Aquaculture*; 1997; 151: 315–331.

[17] Dunstan G.A., Volkman J.K., Jeffery S.W., Barrett S.M.; «Biochemical composition of microalgae from the green algae class Chlorophyceae and Prasinophyceae. Lipid classes and fatty acid»; *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*; 1992; 16: 115–134.

Archive of SID

www.SID.ir

[18] Ianora A., Poulet S. A.; Egg viability in the copepod *Temora stylifera*. Limnol. Oceanogr; 1993; 38: 1615-1626.

[19] Koski M.; Feeding and production of common planktonic copepods: The effect of food and temperature. Helsinki University. Finland; 1999; p: 35.

[20] Poulet S. A., Ianora A., Miralto A., Meijer L.; «Do diatoms arrest embryonic development in copepods?»; *Mar. Ecol. Prog. Ser*; 1994; 111: 79-86.

Archive of SID

www.SID.ir