تاریخ چاپ زمستان ۱۳۹۱

بررسی ارتباط پروفیل اسیدهای چرب تخمک با برخی خصوصیات گنادی، موفقیت لقاح، نرخ تخم‌گشایی و اندازهٔ لاروی در ماهی سفید

*محمدرضا ایمانپور، طاهره باقری: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

با توجه به ارزش اقتصادی بالای ماهی سفید و نقش و جایگاه اسیدهای چرب بر موفقیت لقاح و تولید مثل، در تحقیق حاضر به بررسی ارتباط اسیدهای چرب تخمک با برخی خصوصیات زیست‌شناختی گناد، موفقیت لقاح، نرخ تخم‌گشایی و اندازهٔ لاروی در ماهی سفید پرداخته شده است. در مجموع بین اسید مریستیک (C14:0) با نرخ تخم‌گشایی تخم ارتباط معنی‌دار مستقیم (P<۰/۰۵) وجود دارد. بین اسید پالمیتیک (C16:0) با تعداد تخمک در گرم ارتباط مستقیم معنی‌دار (P<۰/۰۱) وجود دارد. ارتباط اسید گادولئیک (C20:1n9) با طول لارو تازه تفریخ شده مستقیم (P<۰/۰۵) است. ارتباط اسید C20:2n6 با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵)، برخلاف وزن مولد (P<۰/۰۵) مستقیم است. ارتباط اسید آراشیدونیک (C20:4n6) و EPA (C20:5n3) با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵) مستقیم است. بین DHA (C22:6n3) با وزن گناد سیال شده، هماوری کاری و مطلق، ارتباط معنی‌دار مستقیم (P<۰/۰۵) برقرار است. رابطهٔ نسبت DHA/EPA با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵)، برخلاف وزن گناد سیال شده (P<۰/۰۱)، هماوری کاری (P<۰/۰۱) و هماوری نسبی (P<۰/۰۵) مستقیم است. ارتباط $\sum$ n-6/$\sum$ n-3 با وزن گناد سیال شده معکوس است. ارتباط بین HUFA و همین‌طور n-3 HUFA با هماوری کاری و نسبی (P<۰/۰۵) مستقیم است. ارتباط بین SFA با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۱) مستقیم است. ارتباط بین نسبت سه اسید چرب AA/EPA/DHA با هماوری کاری و نسبی (P<۰/۰۵) برخلاف نسبت سطح به حجم تخمک (P<۰/۰۵) معکوس است. بین لیپید کل و وزن لارو تازه تفریخ شده (P<۰/۰۵)، ارتباط مستقیم وجود دارد.

مقدمه

ماهی سفید عمدتاً در حوزهٔ جنوبی دریای خزر از رودخانهٔ کورا در غرب تا رودخانهٔ اترك در جنوب شرق پراکنده است. امروزه به‌دلیل کاهش ذخایر ماهی سفید، تکثیر و پرورش این گونه در بسیاری از کشورهای حاشیه دریای خزر و دریای سیاه از اهمیت خاصی برخوردار است و به‌عنوان اصلی‌ترین راه حل در افزایش ذخایر ماهی سفید مطرح است [۱۶]. چربی ماهی اکثراً حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و مایع است.

واژه‌های کلیدی: ماهی سفید، تخمک، اسید چرب، تولید مثل

دریافت ۸۹/۱۱/۲۰ پذیرش۹۱/۲/۵

*نویسنده مسئول imanpoor@gau.ac.ir

۱. Direct acid catalysed transestrification

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

چربی‌های ماهی به غنی بودن در اسیدهای چرب چند غیراشباعی با زنجیرهٔ طویل مخصوصاً ایکوزا پنتاانوئیک اسید و دکوزاهگزاانوئیک اسید مشهور است. این اسیدهای چرب نقشی حیاتی در تغذیه، پیشگیری از بیماری‌ها و توسعهٔ سلامتی انسان بازی می‌کنند [۹]. نوع و مقدار اسیدهای چرب در بافت ماهی، با موقعیت جغرافیایی، اندازه، سن، نوع تغذیه ماهی، وضعیت تولید مثل و فصل تغییر می‌کند [۲۰]. تخم‌های ماهی، حاوی سطوح بالایی از n_3 HUFA[1] به‌خصوص DHA هستند [۲۵].

ماهیان آب شیرین عموماً دارای اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا-٦ بیش‌تری هستند، در صورتی‌که ماهیان دریایی در اسیدهای چرب امگا-۳ به‌خصوص ایکوزاپنتاانوئیک اسید و دکوزاهگزاانوئیک اسید غنی هستند [۲٦]. میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع n-3 در ماهیان دریایی بیش‌تر از ماهیان آب شیرین است ولی اسیدهای چرب چند غیراشباعی n-6 به‌ویژه اسید لینولئیک و اسید آراشیدونیک در ماهیان آب شیرین بیش‌تر است [۲۲]. در کنار اهمیت دوکوزاهگزانوئیک اسید به‌عنوان اسید چرب غیراشباع، اسید آراشیدونیک نیز نقش بسیار با اهمیتی در پرورش ماهیان دارد. تحقیقات انجام شده نشان داد که اسید آراشیدونیک به‌این دلیل که به‌عنوان ماده پیش‌رو در تولید ایکوزانوئید مطرح است، می‌تواند باعث رشد و رنگ‌دانه‌بندی ماهیان شود [۱۸]. اسید آراشیدونیک مهم‌ترین پیش‌ماده مطرح ایکوزانوئیدها در سلول‌های ماهی است. ایکوزانوئیدها در کنترل اوولاسیون، کنترل جنین‌زایی، تکامل سیستم ایمنی، نرخ تخم‌گشایی و تکامل مراحل اولیهٔ لاروی تأثیر گذارند [۶].

اسیدهای چرب که مهم‌ترین ترکیبات فسفولیپیدی را تشکیل می‌دهند، به‌عنوان ترکیبات ساختاری و فیزیولوژیک مهم و اساسی در دیواره سلولی مطرح هستند [۱۱]. بین نرخ لقاح و مقادیر فسفولیپید در تخم‌های هالیبوت آتلانتیک، ارتباط منفی مشاهده شد [۲۳]. بین سن مولدین فیل‌ماهی و قطر تخمك آن‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. هم‌چنین ارتباط معنی‌داری بین قطر تخمك و پروفیل اسیدهای چرب آن‌ها مشاهده نشد. اما مقدار اسیدهای چرب اشباع نشده در تخمك‌ها با نرخ رشد لارو متناسب است. نرخ‌های رشد بیش‌تر، در لاروهایی که مقدار اسیدهای چرب اشباع نشده بیش‌تری داشتند، وجود دارد. در تحقیقی روی ماهی باس مخطط[2]، مولدین مختلف از نظر سطوح چربی و اسیدهای چرب تخمك (چربی کل، n-3HUFA، EPA و DHA) دارای اختلافی معنی‌دار بودند [۱۵]. در ماهی ازون برون[3]، ارتباط بین ترکیب بیوشیمیایی تخمك و تأثیر ترکیب تخمك در بهبود کیفیت تکثیر مصنوعی مشخص گردید [۱].

در دو گونه تاسماهی آمریکایی[4] مقدار لیپید و اسیدهای چرب تخمك اندازه‌گیری شد و مشاهده گردید که دو گونه از لحاظ مقدار لیپید با هم اختلاف معنی‌داری دارند [۱۰]. در ماهی سیم دریایی[5]، بین موفقیت لقاح تخم با سطوح اسید اولئیک، اسید لینولنیک و نسبت اسید اولئیک به n_3 HUFA تخم، ارتباط منفی وجود دارد [۲].

---

۱. High unsaturated fatty acid ۲. *Morone saxatilis* ۳. *A. stellatus*

۴. *A. transmontanus & A. fulvescens* ۵. *Sparus aurata*

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

پژوهش دیگری در مورد ماهی فلاندر ژاپنی[1]، حاکی از تأثیر EPA و DHA بر رشد و بقاء لارو این ماهی است [۱۲]. در ماهی سیم دریایی سفید[2]، ماهیان وحشی دارای نسبت اسید آراشیدونیک/EPA کم‌تری در تخمدان نسبت به تخمدان و تخم ماهیان پرورشی بودند [۱۸]. در بررسی دیگری روی فلاندر ژاپنی، مشخص شد که وزن تخم در مولدین تغذیه شده با جیرهٔ حاوی درصد کم‌تر اسید آراشیدونیک (۰/۶%) دارای وزن بیش‌تری نسبت به مولدین تغذیه شده با جیرهٔ حاوی درصد بیش‌تر اسید آراشیدونیک (۱/۲%) است [۱۳].

آنالیز اسیدهای چرب تخمدان و لارو نورس ماهیان وحشی و تخم و لاروهای مولدین نواحی گرمسیری تغذیه شده با ماهیان خام نشان داد که در این مراحل از زندگی، حاوی مقادیر زیاد اسید آراشیدونیک (ARA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) و در مقابل مقادیر اندک ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) هستند [٤]. با توجه به ارزش اقتصادی بالای ماهی سفید و نقش و جای‌گاه پروفیل اسید چرب بر موفقیت لقاح و تولید مثل، در تحقیق حاضر به بررسی ارتباط اسیدهای چرب تخمک با برخی خصوصیات زیست‌شناختی گناد، موفقیت لقاح، نرخ تخم‌گشایی و اندازهٔ لاروی در ماهی سفید می‌پردازیم.

مواد و روش‌ها

تأمین مولدین و تهیهٔ تخمک و مایع سلومیک

تعداد ٤٨ و ١٥ قطعه ماهی سفید به‌ترتیب ماده و نر با سن و اندازهٔ یک‌سان، از رودخانهٔ تجن ساری صید و از نظر ارتباط میان برخی خصوصیات زیست‌شناختی تخمک (قطر، سطح، حجم و نسبت سطح به حجم)، تخم (قطر، سطح، حجم، نسبت سطح به حجم، قطر زرده، فضای زرده، فضای حاشیهٔ زرده و نسبت فضای زرده به دور زرده) با خصوصیات مادری (نظیر طول، وزن و هم آوری مطلق)، ترکیبات بیوشیمیایی مایع سلومیک (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، کلسترول، پروتئین کل و گلوکز)، پروفیل اسیدهای چرب، موفقیت لقاح، نرخ تخم‌گشایی و اندازهٔ لاروی بررسی شدند. مولدین با توجه به قرار گرفتن در زمان اوج فصل تولید مثلی، از نظر جنسی در مرحلهٔ ۵ از تکامل جنسی قرار داشتند. پس از خشک کردن منفذ تناسلی، ابتدا مولدین ماده با فشار ملایم به ناحیه شکمی تخمکشی شدند.

سپس برای جلوگیری از وقوع هرگونه مشکل احتمالی در انجام لقاح موفق و همین‌طور برقراری شرایط یک‌سان بین نمونه‌ها اسپرم تمامی مولدین نر با یک‌دیگر مخلوط شدند [۱۹].

لقاح

دسته‌ای از تخمک‌ها که به‌طور جداگانه از مولدین باقی مانده بود، با اسپرم‌هایی که از قبل آماده شده بود لقاح داده شدند. پس از آن برای جلوگیری از چسبندگی تخم‌ها، چند دقیقه یک‌بار تخم‌ها با آب تازه شستشو و هم زده می‌شدند. این عمل تا زمان رفع چسبندگی کامل تخم‌ها (حدود ٤٥ دقیقه) ادامه یافت.

۱. *Paralichthys olivaceus* ۲. *Dilodus sargus*

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

چنان‌که ذکر شد در ابتدا از هر مولد به‌طور جداگانه تخمك استحصال و سپس لقاح (توسط اسپرم‌های مخلوط شده) داده و در مرحلهٔ تقسیم دوم سلولی (میتوز دو) موفقیت لقاح آن‌ها تعیین شد. برای تعیین موفقیت لقاح، ابتدا با توجه به ضخیم بودن کوریون، تخم‌ها به‌مدت ۱۰دقیقه در محلول ٥ درصد اسید استیک قرارگرفتند، سپس زیر لوپ مجهز به میکرومترچشمی (با دقت ۱۰۰میکرومتر) تعداد و نحوهٔ تقسیم‌های سلولی (موفقیت لقاح) تعیین گردید.

هماوری کاری و نسبی

تخمک‌های موجود در ۰/۳ گرم شمارش شدند (این کار برای هر نمونه ۳ بار انجام شد) و عدد حاصل با استفاده از تناسب به ۱ گرم رسانیده شد و به وزن کل تخمدان (توزین شده با ترازوی با دقت٥± گرم) با استفاده از این فرمول تعمیم داده شد:

معادلهٔ (۱) $F = n * W$

که در آن F هم آوری کاری، n تعداد تخمك در یک گرم و W وزن کل تخمدان است.

هماوری نسبی نیز با تقسیم هماوری کاری به وزن مولد به‌دست آمد.

معادلهٔ (۲) هماوری نسبی $= F/W$

اندازه‌گیری خصوصیات زیست‌شناختی تخمک و تخم

قبل از لقاح،٥۰ تخمك و پس از آن ٥۰ تخم هیدراته شده برداشته و بعد از فیکس شدن در محلول اسید استیک ٥ درصد، با استفاده از لوپ مجهز به میکرومتر چشمی (با دقت ۱۰۰میکرومتر)، اقدام به سنجش قطر تخمک، تخم و زرده گردید. به‌منظور محاسبهٔ نسبت سطح به حجم، از این فرمول‌های استفاده شد (با توجه به کروی بودن تخمک و تخم):

معادلهٔ (۳) $V= ٤/٣ \pi r^{٣}$

معادلهٔ (٤) $S = ٤ \pi r^{٢}$

در فرمول‌های بالا S سطح، V حجم و r شعاع تخم و تخمک است. برای محاسبهٔ نسبت فضای زرده به دور زرده، ابتدا با استفاده از این رابطه فضای اطراف زرده محاسبه شد:

معادلهٔ (٥) $Ps = V–Ys$

که Ps ، V و Ys به‌ترتیب فضای اطراف زرده، حجم تخم و فضای زرده است.

بعد از آن با تقسیم فضای زرده به دور زرده، این نسبت به‌دست آمد [۷].

اندازه‌گیری نرخ تخم‌گشایی

تخم‌های لقاح یافته به‌صورت جداگانه به سالن انکوباسیون منتقل شد. پس از آن و در زمان تفریخ، نرخ تخم‌گشایی و طول لاروها اندازه‌گیری شد. برای تعیین نرخ تخم‌گشایی هر مولد، تعداد تخم‌های لقاح یافته و منتقل شده به هر انکوباتور و همچنین تعداد لاروهای حاصل از هر انکوباتور (متعلق به هر مولد) به‌روش وزنی (با ترازوی با دقت ۰/۰۱) طبق این رابطه محاسبه شد:

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

معادلهٔ (٦) وزن کل تخم (لارو)های استحصالی (به گرم)× تعداد تخم (لارو) در گرم= تعداد تخم (یا لارو)

با تقسیم این دو عدد و طبق این رابطه موفقیت تخم‌گشایی محاسبه شد:

معادلهٔ (۷) ۱۰۰× تعداد تخمک/ تعداد لارو=موفقیت تخم گشایی

اندازهٔ لاروی

اندازهٔ لاروها ابتدا پس از بی‌تحرک شدن آن‌ها در محلول فرمالین ۲/۵ درصد، به‌سرعت زیر لوپ مجهز به میکرومتر چشمی (با دقت ۱۰۰میکرومتر)، اندازه‌گیری گردید. این عمل تا زمان ناپدید شدن کامل کیسه زرده صورت گرفت.

اندازه‌گیری اسید چرب

برای آنالیز اسیدهای چرب و به‌دلیل جلوگیری از افزایش هزینه‌ها، از بین نمونه‌ها به‌طور اتفاقی ۱۰ نمونه انتخاب شد و هر نمونه سه بار تزریق شد تا جمع نمونه‌ها به ۳۰ عدد برسد.

آماده‌سازی نمونه‌ها

برای آماده‌سازی تخمک‌ها برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب، وزن تر نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱± گرم توزین شد و سپس با استفاده از قاشقی در کف پتری دیش به‌صورت لایه‌ای با حداقل ضخامت پخش گردید و به‌مدت ٤٨ ساعت در داخل آون با درجهٔ حرارت ثابت ٦٠ درجهٔ سانتی‌گراد کاملاً خشك شد. بعد از خشک شدن، وزن خشک آن‌ها با ترازو اندازه‌گیری شد و با استفاده از این فرمول‌ها درصد رطوبت و درصد وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید:

معادلهٔ (۱۳) ۱۰۰×{وزن تر ÷ (وزن خشک- وزن تر)} = درصد رطوبت

معادلهٔ (١٤) درصد رطوبت- ۱۰۰ = درصد وزن خشک عضله کپور

توده‌های خشك شده به ظروف درب دار منتقل و تا استخراج چربی و آنالیز آن در فریزر با دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

استخراج چربی

نمونه‌های خشک شده در آون با استفاده از یخ خشک به آزمایشگاه دانشگاه ارومیه منتقل گردیدند و بعد از آن‌که درهاون کوچك کاملاً پودر و همگن شدند برای مدت ٥ تا ٦ ساعت در آون ٤٠ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملا خشك گردند. ابتدا با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱± گرم مقدار ۰/۱۵ گرم نمونه وزن گردید و در لوله‌های در پیچ‌دار ریخته شد. برای استخراج اسیدهای چرب از روش استخراج اتر استفاده شد و ۱۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل اتر به نمونه‌ها اضافه شد. سر لوله در پیچ‌دار با روپوش پلاستیك فریزر پوشانده و کاملاً محکم شد. به‌مدت ۱۰ ساعت با استفاده از شیکر ادموند بوهلر ۲۰۰ دور در دقیقه عمل همزدن انجام شد. سپس چربی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

استخراج شده در اتر از پودر و آشغال نمونه جدا و در لولهٔ آزمایش دیگری ریخته شد و در آون با دمای ٤٠ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ١٢ ساعت قرار گرفت تا اتر تبخیر شده از آن خارج شود. آن‌چه که در ته لوله باقی ماند چربی است. این عمل سه بار تکرار شد تا تمام چربی از بافت جدا گردد.

پس از استخراج چربی به‌منظور آنالیز اسیدهای چرب روی چربی استخراج شده محلول ٢ مولار هیدروکسید پتاسیم در متانول به‌مقدار ٥٠٠ میکرولیتر اضافه، سپس روی آن ١ میلی‌لیتر هپتان-N نرمال اضافه گردید و پس از بستن سر لوله در حمام آبی ٨٠ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ٢٠ دقیقه قرار گرفت. سپس به‌مدت ٢٠ دقیقه با شیکر با سرعت ٢٠٠ دور در دقیقه هم زده شد (هدف از این کار تبدیل اسیدهای چرب متصل به گلیسرول یا تری‌گلیسریدها به متیل‌استر اسیدهای چرب است. اسیدهای چرب آزاد فراریت کم‌تری دارند و معمولاً پیك آن‌ها پهن می‌شود ولی متیل‌استرها فرار است و پیك‌های تیزی می‌دهند که امکان آنالیز حساس را فراهم می‌آورد). سپس با قرار دادن در آب داغ ٨٠ درجهٔ سانتی‌گراد اجازه داده شد که فاز هپتان-N از متانول کاملاً جدا شود. اسیدهای چربی که با KOH متانولی به متیل‌استر تبدیل شده‌اند در فاز هپتان- N استخراج شدند، سپس با پیپت پاستور فاز هپتان- N جدا شد و در ویال‌های مخصوص نمونه ریخته شد، در آن پرس گردید و تا تزریق به دستگاه گاز کروماتوگراف در فریزر ٢٠- درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شد [٢١].

آنالیز اسید چرب

آنالیز اسیدهای چرب با دستگاه گازکروماتوگراف مدل ١٠٠٠ -DANI ایتالیایی به روش "انتقال مستقیم کاتالیزور اسیدی"[١] آماده گردید. طول ستون این دستگاه ٣٠ سانتی‌متر با قطر ٣/٢٥ میلی‌متر است. آشکارساز دستگاه از نوع FID است که دمای شعله از سوخت مستقیم دو گاز هیدروژن و هوای فشرده تأمین گردید. گاز حامل در این دستگاه هلیوم است و فشار تمامی گازها از خروجی دستگاه روی بار[٢] ٤ و هم‌چنین دمای اینجکتور رویی ٢٥٠ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای دیتکتور روی ٢٨٠ درجهٔ سانتی‌گراد تنظیم شد. اسیدهای چرب به‌صورت تری‌گلیسرید هستند و از مشتقات اسید چرب فرارند [٢١]. محل تزریق در دستگاه گاز کروماتوگراف دریچه تزریق است که دمای آن٢٥٠ درجهٔ سانتی‌گراد تثبیت شد. اسیدهای چرب در این دریچه تبخیر شد و با گاز بی‌اثر هلیم یا نیتروژن درون ستون موئین تزریق شد.

نتایج

طول و وزن ماهیان مولد

چنان‌که در جدول ١ نشان داده شده است، میانگین وزن (گرم) و طول (سانتی‌متر) ماهیان سفید ماده به‌ترتیب ٢٢٩±٩٧٧ و ١/٢± ٤٩/٦٢ است.

١. Direct acid catalaysed transestrification ٢. bar

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

جدول ۱. دامنهٔ میانگین و انحراف‌معیار وزن و طول مولدین ماده

تیمار	رودخانهٔ تجن
وزن ماهی (گرم)	۹۷۷±۲۲۹ (۶۲۰-۱۴۶۵)
طول ماهی (سانتی‌متر)	۴۹/۶۲ ±۱/۲ (۴۹/۱-۵۱/۵)

ارتباط پروفیل اسیدهای چرب تخمک با برخی خصوصیات گنادی، موفقیت لقاح، نرخ تخم گشایی و اندازه لاروی در ماهی سفید

جدول ۲. میانگین، انحراف معیار و دامنهٔ اسیدهای چرب تخمک (میلی گرم در هر گرم وزن خشک)

اسید چرب	میانگین و انحراف معیار- دامنه
C14:0 (اسید مریستیک)	۱/۳۳۵ ±۰/۵۴ (۰/۸۸ -۲/۷۳)
C14:1n5 (اسید مریستولئیک)	۰/۱۵*
C16:0 (اسید پالمیتیک)	۱۹/۸۳±۶/۵۲ (۱/۲۳۸/۵۵)
C16:1n7 (اسید پالمیتولئیک)	۱۱/۲ ±۱/۲۳ (۹/۶ -۱۳)
C18:0 (اسید استاریک)	۵/۶۷ ±۰/۵۸ (۴/۸۲ -۶/۷۱)
C18:1n9 (اسید اولئیک)	۲۱/۸۶ ±۲ (۱۹/۵۷-۲۵/۱۷)
C18:1n7 (اسید واسنیک)	۸/۶۱ ±۰/۹۵ (۶/۹۳ -۱۰/۱۳)
C18:2n6 (اسید لینولئیک)	۲/۲۳ ± ۳/۸۷ (۰/۶۱ -۱۳/۲)
C18:3n3 (اسید لینولنیک)	۰/۵ ±۰/۳۵ (۰/۲۹ -۱/۴۸)
C20:0 (اسید آراشیدیک)	۰/۰۳۶ ±۰/۱۱ (۰ -۰/۳۶)
C20:1n9 (اسید گادولئیک)	۱/۹۲ ±۰/۹۹ (۰ -۳/۶۹)
C20:2n6	۰/۵۲۲ ±۰/۰۷۵ (۰/۴۲ -۰/۶۴)
C20:3n3 (اسیدالانوستاریک)	۰
C20:4n6 (اسید آراشیدونیک)	۲/۱۸ ±۰/۸۳ (۰/۹۹ -۳/۴۵)
(EPA) C20:5n3	۳/۴۴ ±۱ (۱/۷۲ -۵/۱۲)
(DHA) C22:6n3	۵/۴۳ ±۲/۳۴ (۲/۸۵ -۹/۴۳)
لیپید کل	۸/۵۸ ±۰/۷۸ (۷/۴ -۹/۷)
∑ n-3	۹/۳۶ ±۲/۶۹ (۶/۲ -۱۳/۲)
∑ n-6	۴/۹۴ ±۳/۷۹ (۲/۳ -۱۵/۴۱)
HUFA**	۱۱/۰۵ ±۳/۳۴ (۶/۷۵ -۱۶/۲۴)
n-3HUFA	۸/۸۷ ±۲/۷۷ (۵/۷۶ -۱۲/۷۹)
PUFA***	۱۴/۳ ±۴/۵۸ (۸/۵ -۲۳/۹۵)
MUFA	۴۳/۶۱ ±۳/۰۷ (۳۹/۰۷ -۴۸/۱۱)
SFA	۲۶/۸۷ ±۶/۷۱ (۸/۱۸ -۳۰/۷۷)

*** تنها یکی از نمونه‌ها حاوی این اسید چرب است.**

**** و ***- HUFA (≤ ۴ پیوند دوگانه) و PUFA (≤۲ پیوند دوگانه؛ بندیکسن و جوبلینگ، ۲۰۰۳).**

میانگین، انحراف معیار و دامنهٔ اسیدهای چرب تخمک در جدول ۲ نمایان است.

با توجه به جدول ۳، بین اسید مریستیک (C14:0) با نرخ تخم‌گشایی تخم ارتباط معنی‌دار مستقیم (P<۰/۰۵) وجود دارد. بین اسید پالمیتیک (C16:0) با تعداد تخمک در گرم ارتباط مستقیم معنی‌دار (P <۰/۰۱) وجود دارد. ارتباط اسید استئاریک و اسید اولئیک به‌ترتیب با قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ (P <۰/۰۵) و قطر سر لارو تازه تفریخ شده (P<۰/۰۵) معکوس است. ارتباط اسید لینولئیک (C18:2N6) با وزن گناد سیال شده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

معکوس است. ارتباط اسید گادولئیک (C20:1n9) با طول لارو تازه تفریخ شده مستقیم (P<۰/۰۵) است. ارتباط اسید C20:2n6 با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵)، برخلاف وزن مولد (P<۰/۰۵) و طول سر لارو دو روز پس از تفریخ (P<۰/۰۱) مستقیم است. ارتباط اسید آراشیدونیک (C20:4n6) و EPA (C20:5n3) با تعداد تخمک در گرم (P <۰/۰۵) مستقیم است. همچنین ارتباط EPA با نسبت سطح به حجم تخم (P<۰/۰۱) معکوس است. بین DHA (C22:6n3) با وزن گناد سیال شده، هماوری کاری و هماوری نسبی ارتباط معنی‌دار مستقیم (P<۰/۰۵) برقرار است. رابطهٔ n-3 ∑ با هماوری کاری و نسبی معنی‌دار (P<۰/۰۵) و مستقیم است. رابطهٔ نسبت DHA/ EPA با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵)، طول مولدین (P<۰/۰۵)، وزن مولدین (P<۰/۰۵)، وزن گناد سیال شده (P<۰/۰۱)، هماوری کاری (P<۰/۰۱)، هماوری نسبی (P<۰/۰۵)، طول لارو دو روز پس از تفریخ (P<۰/۰۵) و طول سر لارو دو روز پس از تفریخ (P<۰/۰۱) مستقیم است. رابطهٔ n-6 ∑ با طول سر لارو دو روز پس از تفریخ (P <۰/۰۵) معکوس است. همچنین ارتباط n-3 ∑/n-6 ∑ با وزن گناد و طول سر لارو دو روز پس از تفریخ (P<۰/۰۵) معکوس است. ارتباط نسبت اسیدهای اولئیک/ لینولنیک با قطر تخم و فضای حاشیهٔ زرده (P<۰/۰۵) برخلاف نسبت سطح به حجم تخم و طول سر لارو دو روز پس از تفریخ (P<۰/۰۵) مستقیم است. ارتباط HUFA با قطر تخمک و زرده برخلاف نسبت سطح به حجم تخمک (P<۰/۰۵) مستقیم است. رابطهٔ n-3 HUFA با هماوری کاری و نسبی (P<۰/۰۵) مستقیم است. بین PUFA با قطر تخم برخلاف نسبت سطح به حجم تخم رابطه‌ای (P<۰/۰۵) مستقیم برقرار است. ارتباط بین SFA با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۱) مستقیم است. ارتباط بین نسبت سه اسید چرب AA/EPA/DHA با هماوری کاری و نسبی (P<۰/۰۵)، قطر تخمک (P<۰/۰۵) و اندازهٔ لاروی دو روز پس از تفریخ (P<۰/۰۵)، برخلاف نسبت سطح به حجم تخمک (P<۰/۰۵) معکوس است. بین لیپید کل و وزن لارو تازه تفریخ شده (P<۰/۰۵)، ارتباط مستقیم وجود دارد.

جدول ۳. ارتباط پروفیل اسیدهای چرب تخمک با برخی خصوصیات گنادی، موفقیت لقاح، نرخ تخم گشایی و اندازهٔ لاروی در ماهی سفید

اسید چرب	C14:0	C14:1n5	C16:0	C16:1n7	C18:0	C18:1n7
طول مولد (cm)	۰/۰۳۳	-۰/۰۳۲	۰/۱۸۲	-۰/٤٦٥	-۰/۱۱۸	-۰/۳٥۳
وزن مولد(gr)	-۰/۴۵۴	-۰/۴۳۹	-۰/٤۱۲	۰/۲۸۳	-۰/٤۰۳	۰/۲۹٦
وزن گناد(gr)	-۰/۱۶۳	-	-۰/۱۷۱	-۰/٥۳	۰/۲۰۸	-۰/۷٦۲
تعداد تخمک در گرم	۰/۰۶۳	۰/۱۸۹	۰/۷٦٥**	-۰/۱٤٦	۰/٥٦٦	۰/۲۲۹
هماوری کاری	-۰/۳۱۷	-۰/۳۲	-۰/۱۰٥	-۰/۳۰٦	-۰/۲۸٥	-۰/٤٤٥
هماوری نسبی	-۰/۳۲۳	-۰/۳٤٥	-۰/۰۲۸	-۰/۳۱	-۰/۲۹۳	-۰/٤٥۷
قطر تخمک (mm)	-۰/٤۱۱	-۰/۰۸۹	-۰/۰٦٥	-۰/٤۷۸	۰/۲۲	-۰/۱۱٥
قطر تخم (mm)	۰/۲۷۲	۰/٤۷٥	-۰/۳۹۲	-۰/٥٥	۰/٦۱۱	-۰/۳۹۱
قطر زرده (mm)	-۰/٤۳۷	-۰/۱۳٦	-۰/۰٤۱	-۰/٤٤۳	۰/۱۳۹	-۰/۱۳۱
فضای حاشیه زرده (mm)	۰/٦۲٦	۰/٥۳۱	-۰/۲۹٥	-۰/۰۷۲	۰/۳۷٦	-۰/۲٥۸
نسبت زرده به حاشیه زرده	-۰/٥٤۹	-۰/۳۱	۰/۱۹۱	-۰/۱۸٦	-۰/۰۳۳	۰/۲۰۲

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

نسبت سطح به حجم تخمک (m^{-1})	۰/۳۹۶	۰/۰۷۲	۰/۰۸۵	۰/۴۹۱	-۰/۲۲	۰/۱۵۷
نسبت سطح به حجم تخم(m^{-1})	-۰/۲۶۲	-۰/۴۶۲	۰/۳۹۸	۰/۵۵	-۰/۶۰۶	۰/۳۷۸
موفقیت لقاح%	-۰/۱۴۱	۰/۱۲۵	-۰/۲۳۷	-۰/۱۰۲	۰/۳۳۸	۰/۱۷۱
نرخ تخم گشایی%	۰/۸۷۶*	۰/۴۸۸	۰/۰۳۹	-۰/۴۷	۰/۳۳۲	-۰/۶۱۴
طول لارو تازه تفریخ شده(mm)	۰/۶۱۶	۰/۴۴۶	-۰/۴۷۱	-۰/۱۸	۰/۰۰۵	-۰/۳۸
طول لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-۰/۱۲۵	-۰/۱۵۹	-۰/۵۴۱	-۰/۲۲۵	-۰/۳۸۵	-/۳۷۶
وزن لارو تازه تفریخ شده (mgr)	۰/۱۵۱	۰/۱۹۶	-۰/۲۷۹	-۰/۱۹۸	۰/۳۱۶	۰/۲۰۷
قطر سر لارو تازه تفریخ شده (mm)	۰/۲۶	۰/۱۵۶	-۰/۱۶۳	-۰/۴۴۲	-۰/۰۲۵	-۰/۶۵۸*
قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-۰/۴۶۷	-۰/۵۲۷	-۰/۴۱۲	۰/۰۷۲	-۰/۶۵*	-۰/۱۴۵

ادامه جدول ۳

اسید چرب ← / خصوصیات زیست شناختی ↓	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3	C20:0	C20:1n9	C20:2n6
طول مولد (cm)	-۰/۳۳	-۰/۰۷	-۰/۱۱۸	-۰/۰۳۲	۰/۱۲	-۰/۳۸۶
وزن مولد(gr)	-۰/۱۳۵	-۰/۵۰۱	-۰/۴۶۶	-۰/۴۳۹	-۰/۳۰۳	-۰/۶۹۷*
وزن گناد(gr)	-۰/۴۱۶	-۰/۹۳*	-۰/۵۰۷	-	-۰/۳۹	-۰/۷۱۹
تعداد تخمک در گرم	-۰/۲۰۹	۰/۲۲۷	۰/۱۹۲	۰/۱۸۹	-۰/۰۸۳	۰/۶۳۴*
هماوری کاری	-۰/۳۹۳	-۰/۳۵۲	-۰/۳۹۷	-۰/۳۲	-۰/۲۰۳	-۰/۶۲۹
هماوری نسبی	-۰/۴۰۶	-۰/۳۶	-۰/۴۱۲	-۰/۳۴۵	-۰/۱۸۴	-۰/۵۲۴
قطر تخمک (mm)	-۰/۴۴۲	-۰/۱۲۱	-۰/۱۳۹	-۰/۰۸۹	-۰/۰۶	-۰/۲۶
قطر تخم (mm)	-۰/۲۲	۰/۴۳۲	۰/۵۱۶	۰/۴۷۵	۰/۲۵۴	۰/۲۵۳
قطر زرده (mm)	-۰/۴۲۲	-۰/۱۶	-۰/۱۹۵	-۰/۱۳۶	-۰/۰۷۸	-۰/۳۱۲
فضای حاشیه زرده (mm)	۰/۲۱۲	۰/۵۱۸	۰/۶۰۸	۰/۵۳۱	۰/۲۶۶	۰/۴۴۲
نسبت زرده به حاشیه زرده	-۰/۴۴۳	-۰/۳۱۵	-۰/۳۶۵	-۰/۳۱	-۰/۰۹۵	-۰/۲۴۸
نسبت سطح به حجم تخمک (m^{-1})	۰/۴۲۲	۰/۱۰۵	۰/۱۳	۰/۰۷۲	۰/۰۷۷	۰/۳۰۱
نسبت سطح به حجم تخم(m^{-1})	۰/۲۲۳	-۰/۴۱۹	-۰/۵۰۵	-۰/۴۶۲	-۰/۲۴۶	-۰/۲۵
موفقیت لقاح%	-۰/۰۹۸	۰/۰۴۲	۰/۱۰۳	۰/۱۲۵	-۰/۱۴۲	-۰/۳۰۵
نرخ تخم گشایی%	-۰/۰۱۲	۰/۴۹۸	۰/۴۶۵	۰/۴۸۸	۰/۱۷۹	۰/۲۰۵
طول لارو تازه تفریخ شده(mm)	۰/۰۵۷	۰/۴۵۵	۰/۵۰۹	۰/۴۴۶	۰/۶۵۳*	۰/۲۹۶
طول لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-۰/۱۵۲	-۰/۱۷۳	-۰/۱۸۱	-۰/۱۵۹	۰/۱۷۹	-۰/۴۷۴
وزن لارو تازه تفریخ شده (mgr)	۰/۲۰۵	۰/۱۵۱	۰/۲۵۷	۰/۱۹۶	۰/۱۳۸	۰/۱۸۸
قطر سر لارو تازه تفریخ شده (mm)	۰/۱۵۷	۰/۱۳۵	۰/۰۸	۰/۱۵۶	-۰/۱۰۲	-۰/۴۰۵
قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	۰/۰۵۷	-۰/۵۵	-۰/۵۹۹	-۰/۵۲۷	-۰/۳۲۵	-۰/۸۹۱**

ادامه جدول ۳

اسید چرب ← / خصوصیات زیست شناختی ↓	C20:3n3	C20:4n6	EPA	DHA	DHA/ EPA	∑ n-3
طول مولد (cm)	-	-۰/۳۶۷	-۰/۲۱۵	۰/۵۵	۰/۷۲۸*	۰/۳۸۴
وزن مولد(gr)	-	-۰/۲۳	-۰/۵۰۳	۰/۳۶۹	۰/۶۹۸*	۰/۰۷۳
وزن گناد(gr)	-	-۰/۱۸	-۰/۱۳۵	۰/۸۹۳*	۰/۹۴۷**	۰/۵۰۶
تعداد تخمک در گرم	-	۰/۵۶*	۰/۷۱۶*	۰/۱۹۶	۰/۶۶۴*	۰/۰۶۹
هماوری کاری	-	-۰/۱۲۵	-۰/۱۵۲	۰/۷۵۴*	۰/۷۸۳**	۰/۹۴۱*
هماوری نسبی	-	-۰/۰۴۸	-۰/۰۷۳	۰/۷۲۶*	۰/۶۸۴*	۰/۶۷۱*
قطر تخمک (mm)	-	۰/۳۸۵	۰/۳۳۵	۰/۵۹۱	۰/۳۱۱	۰/۶۲۱
قطر تخم (mm)	-	۰/۳۲۱	۰/۵۷۷	۰/۲۶	-۰/۰۶۴	۰/۵۰۹
قطر زرده (mm)	-	۰/۳۳۱	۰/۲۶۴	۰/۵۸۶	۰/۳۴۴	۰/۵۸۳
فضای حاشیه زرده (mm)	-	-۰/۰۶۷	۰/۲۱۲	-۰/۳۰۱	-۰/۳۳۶	-۰/۱۰۴
نسبت زرده به حاشیه زرده	-	۰/۲۹۷	۰/۱۰۷	۰/۴۳۶	۰/۲۷۸	۰/۳۷۲
نسبت سطح به حجم تخمک (m^{-1})	-	-۰/۳۴۷	-۰/۳۰۴	-۰/۵۹۹	-۰/۳۴۱	-۰/۶۱۸
نسبت سطح به حجم تخم(m^{-1})	-	۰/۳۲۳	-۰/۸۴۵**	-۰/۲۶۹	۰/۰۵	-۰/۵۱۳
موفقیت لقاح%	-	۰/۱۹	۰/۱۶۲	۰/۲۳۵	۰/۱۸۴	۰/۲۵۷
نرخ تخم گشایی%	-	-۰/۲۶۴	۰/۰۳۲	۰/۰۵۳	۰/۰۷۹	۰/۱۱۸
طول لارو تازه تفریخ شده(mm)	-	-۰/۴۵۸	-۰/۱۶۱	-۰/۱۳۵	۰/۱۲۷	-۰/۱۱۱
طول لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-	-۰/۳۵۳	-۰/۳۳۹	۰/۴۷	۰/۷۳۳*	۰/۲۵۹
وزن لارو تازه تفریخ شده (mgr)	-	۰/۱۱۲	۰/۲۱	-۰/۰۸۱	-۰/۰۷۹	۰/۰۴۲
قطر سر لارو تازه تفریخ شده (mm)	-	-۰/۴۶۷	-۰/۲۸۶	۰/۳۰۲	۰/۵۴۱	۰/۱۶۷
قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-	-۰/۴۰۸	-۰/۶۲۶	۰/۴۶۲	۰/۸۵۲**	۰/۰۹

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

ادامه جدول ۳

اسید چرب / خصوصیات زیست شناختی	Σ n-6	Σ n-6/Σ n-3	Ara/EPA	اولئیک/ لینولئیک
طول مولد (cm)	-۰/۱۶	-۰/۲۰۷	-۰/۴۵	۰/۲۴۸
وزن مولد(gr)	-۰/۵۷۷	-۰/۵۷۴	۰/۱۷۸	۰/۴۷۷
وزن گناد(gr)	-۰/۵۱۶	-۰/۹*	-۰/۳۸۳	۰/۳۴۸
تعداد تخمک در گرم	۰/۳۶۸	۰/۳۲۶	۰/۳۵	-۰/۲۶۳
هماوری کاری	-۰/۴	-۰/۴۹	-۰/۱۵۵	۰/۴۱۵
هماوری نسبی	-۰/۳۸۹	-۰/۴۸	-۰/۱۲	۰/۳۹۴
قطر تخمک (mm)	-۰/۰۴۴	-۰/۲۱۴	۰/۲۲۸	۰/۰۴۴
قطر تخم (mm)	۰/۵۱۸	۰/۳۴۹	-۰/۱۹۷	-۰/۶۶۷*
قطر زرده (mm)	-۰/۰۹۷	-۰/۲۵۳	۰/۲۲۴	۰/۱۲
فضای حاشیه زرده (mm)	۰/۵۲۳	۰/۵۲۵	-۰/۳۹	-۰/۶۴۱*
نسبت زرده به حاشیه زرده	-۰/۲۶۲	-۰/۳۵۷	۰/۳۹۶	۰/۲۷۸
نسبت سطح به حجم تخمک (m^{-1})	۰/۰۳۷	۰/۲۰۵	-۰/۲۰۲	-۰/۰۵۷
نسبت سطح به حجم تخم(m^{-1})	-۰/۵۰۴	-۰/۳۳۵	۰/۱۸۸	۰/۶۶۱*
موفقیت لقاح%	۰/۰۷۸	-۰/۰۰۸	۰/۱۲۱	-۰/۰۶
نرخ تخم گشایی%	۰/۴۵۵	-۰/۴۳۳	-۰/۴۹۹	-۰/۳۸۸
طول لارو تازه تفریخ شده(mm)	۰/۳۷	۰/۳۸۹	-۰/۶۰۷	-۰/۵۸۸
طول لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-۰/۲۶	-۰/۳۰۹	-۰/۲۷	-۰/۱۴
وزن لارو تازه تفریخ شده (mgr)	۰/۱۸۳	۰/۱۴۲	-۰/۰۶۸	-۰/۲۷۵
قطر سر لارو تازه تفریخ شده (mm)	۰/۰۲۸	۰/۰۲۲	-۰/۵۱۶	۰/۱۴۸
قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-۰/۶۶۹*	-۰/۶۴۸*	-۰/۰۰۹	۰/۷۱۶*

ادامه جدول ۳

اسید چرب / خصوصیات زیست شناختی	HUFA	PUFA	n-3 HUFA	اولئیک/n-3 HUFA
طول مولد (cm)	۰/۲۳	۰/۰۹۳	۰/۳۸۸	-۰/۳۷۹
وزن مولد(gr)	۰/۰۵	-۰/۴۳۴	۰/۱۳	-۰/۰۵
وزن گناد(gr)	۰/۳۷۸	۰/۲۹۲	۰/۵۱۲	-۰/۴۶۴
تعداد تخمک در گرم	۰/۱۷۵	۰/۳۴۵	۰/۰۴۲	۰/۲۴۲
هماوری کاری	۰/۴۵۲	۰/۰۰۹	۰/۹۴۲*	-۰/۴۱۸
هماوری نسبی	۰/۴۷۵	۰/۰۰۲	۰/۷۸۷*	-۰/۴۳
قطر تخمک (mm)	۰/۶۹۴*	۰/۳۲۹	۰/۶۲۲	-۰/۵۶
قطر تخم (mm)	۰/۴۳۷	۰/۷۲۷*	۰/۴۳	-۰/۳۵۹
قطر زرده (mm)	۰/۶۷۴*	۰/۲۶۲	۰/۵۹۲	-۰/۵۲۴
فضای حاشیه زرده (mm)	-۰/۱۶۴	۰/۳۷۲	-۰/۱۷۸	۰/۱۸۸
نسبت زرده به حاشیه زرده	۰/۴۱۲	۰/۰۰۲	۰/۴۰۸	-۰/۴۳۷
نسبت سطح به حجم تخمک (m^{-1})	-۰/۶۹۹*	-۰/۳۳۲	-۰/۶۱۷	۰/۵۴۶
نسبت سطح به حجم تخم(m^{-1})	-۰/۴۴۱	-۰/۷۱۸*	-۰/۴۳۵	۰/۳۶۶
موفقیت لقاح%	۰/۲۳۱	۰/۲۰۱	۰/۲۳۷	-۰/۱۸۳
نرخ تخم گشایی%	-۰/۰۱۹	۰/۴۴۶	۰/۰۵۶	-۰/۰۸۶
طول لارو تازه تفریخ شده(mm)	-۰/۲۵۸	۰/۲۴۱	-۰/۱۷۲	۰/۱۵۲
طول لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	۰/۱۳۹	-۰/۰۶۶	۰/۲۷۴	-۰/۱۳۹
وزن لارو تازه تفریخ شده (mgr)	۰/۰۳۵	۰/۱۷۶	۰/۰۰۸	-۰/۰۳۱
قطر سر لارو تازه تفریخ شده (mm)	۰/۰۰۹	۰/۱۲۱	۰/۱۵۲	-۰/۰۴۳
قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	۰/۰۳۴	-۰/۰	۰/۱۶۴	۰/۰۱۶

ادامه جدول ۳.

اسید چرب / خصوصیات زیست شناختی	SFA	MUFA	AA/EPA/DHA	لیپید کل
طول مولد (cm)	۰/۱۶۹	-۰/۴۷۷	-۰/۶۲	۰/۰۷۵
وزن مولد(gr)	-۰/۴۷۹	۰/۰۱۱	-۰/۲۴۸	-۰/۰۶۳
وزن گناد(gr)	-۰/۱۶۱	-۰/۵۵۶	-۰/۷۸۱	-۰/۰۸۲
تعداد تخمک در گرم	۰/۸**	-۰/۱۵	۰/۳۱۲	۰/۲۲۲
هماوری کاری	-۰/۱۵۷	-۰/۵۹۲	-۰/۷۴۴*	-۰/۴۶۴
هماوری نسبی	-۰/۰۸۵	-۰/۵۹۹	-۰/۷۰۶*	-۰/۵۲۳
قطر تخمک (mm)	-۰/۰۷۹	-۰/۵۴۱	-۰/۶۲۲	۰/۳۲۲
قطر تخم (mm)	-۰/۲۹۸	-۰/۳۹۸	-۰/۴۹۲	-۰/۰۳۶
قطر زرده (mm)	-۰/۰۶۶	-۰/۵۲۵	-۰/۶۰۶	۰/۲۸۷
فضای حاشیه زرده (mm)	-۰/۱۹۵	۰/۱۲۶	۰/۱۱۴	-۰/۳۰۶
نسبت زرده به حاشیه زرده	۰/۱۳۳	-۰/۳۴۱	-۰/۳۴۷	۰/۳۸۱
نسبت سطح به حجم تخمک (m^{-1})	۰/۰۹۷	۰/۵۵۱	۰/۶۴*	-۰/۳۰۳
نسبت سطح به حجم تخم(m^{-1})	۰/۳۰۶	۰/۳۹۸	۰/۵۰۲	۰/۰۳۵

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

موفقیت لقاح%	-۰/۲۱	-۰/۱۰۶	-۰/۲۳۸	۰/٤۹۹
نرخ تخم گشایی%	۰/۱۲۱	-۰/۳۲۱	-۰/۲٦۷	-۰/٤٤۸
طول لارو تازه تفریخ شده(mm)	-۰/٤	۰/۰٦٦	-۰/۱۹۳	-۰/۳٥٤
طول لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-۰/٥۷۱	-۰/۲٥۲	-۰/٦۳۲	-۰/۲۹
وزن لارو تازه تفریخ شده (mgr)	-۰/۲۲۸	۰/۱٦۸	-۰/۰۰۲	۰/٦۸*
قطر سر لارو تازه تفریخ شده (mm)	-۰/۱۳۷	-۰/۳۰۸	-۰/٤٤۹	-۰/۲٥۳
قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ(mm)	-۰/٥۰۲	-۰/۰۹۲	-۰/٤۰۹	-۰/۱۸۷

***و** به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح ٥ و ۱ درصد.**

بحث و نتیجه‌گیری

در نتایج به‌دست آمده اسید پالمیتیک در بین اسیدهای چرب اشباع تخمک ماهی سفید، بالاترین میزان را داراست. اسیدهای چرب موجود در جیرهٔ غذایی مولدین، اثر زیادی روی پروفیل اسیدهای چرب لاشهٔ مولدین و تخم آن‌ها، می‌گذارند [۱۴]. با توجه به این مطلب و همین‌طور ارتباط معنی‌دار این اسید چرب با تعداد تخمک در ماهی سفید، می‌توان بیان کرد که وجود مقادیر متناسبی از این اسید چرب در تخمک که خود تحت تأثیر جیرهٔ غذایی مولدین، به‌خصوص در ایام رسیدگی جنسی و نزدیک شدن مولد به فصل تکثیر است، به‌دلیل افزایش تعداد تخمک‌های استحصالی، منجر به تکثیری خوب البته از نظر کمی خواهد شد. باید در نظر داشت که در کنار افزایش تعداد تخمک‌های حاصل در یک گرم، معمولاً لاروهای کوچک‌تری (به‌دلیل کاهش اندازهٔ تخمک) تولید خواهد شد که این چندان نتیجهٔ مطلوبی نیست [۱۷]. مشابه این توضیح در مورد روابط معنی‌دار دیگر اسیدهای چرب با تعداد تخمک در گرم صادق است. ارتباط مستقیم و معنی‌دار اسید پالمیتیک با نرخ تخم‌گشایی نیز جلب توجه می‌کند. در مورد روابط معکوس اسید استئاریک و اسید اولئیک به‌ترتیب با قطر سر لارو دو روز پس از تفریخ و قطر سر لارو تازه تفریخ شده، و همین‌طور در نظر گرفتن این نکته که بین قطر سر و اندازهٔ لاروی رابطهٔ مستقیمی بر قرار است [۷]. این دو اسید چرب را می‌توان به‌عنوان فاکتورهای منفی از نظر تأثیر بر اندازهٔ لاروی در نظر گرفت. همین‌طور با توجه به جدول ۲ و هم‌چنین غیرپرورشی (وحشی) بودن ماهی سفید، این مطلب تأیید می‌شود که در میان پروفیل اسیدهای چرب تخمک ماهی سفید، مقدار اسید استئاریک بر خلاف اسید اولئیک به‌طور نسبی کم‌تر است [۱۴]. بین اسید اولئیک و اسید لینولنیک با موفقیت لقاح ارتباط وجود دارد ولی این ارتباط معنی‌دار نیست (جدول ۳) [۲]. ارتباط معکوس اسید لینولئیک با وزن گناد سیال شده که در واقع حالتی نامطلوب است، علاوه بر این‌که گویای اهمیت اندک این اسید چرب در ماهی سفید است، بلکه حتی بیان‌گر اثر منفی و نه چندان مناسب این اسید چرب در ماهی سفید است که البته با توجه به زیستگاه ماهی سفید و این‌که این‌گونه به‌عنوان گونه‌ای لب‌شور محسوب می‌شود، نتیجهٔ فوق قابل پیش‌بینی است؛ زیرا معمولاً اسیدهای چرب امگا ۶، معرف ماهیان آب شور هستند [۲۲]. بین اسید گادولئیک تخمک با طول لارو تازهٔ تفریخ شده ارتباط معنی‌دار مستقیم وجود دارد. با توجه به مطلوبیت زیاد بودن طول لارو در زمان تفریخ، این اسید چرب به‌عنوان فاکتوری مثبت محسوب شده و در جیرهٔ غذایی مولدین و لاروها لحاظ گردد. در مورد رابطهٔ اسید چرب C20:2n6 با تعداد تخمک در گرم گناد سیال شده، علاوه بر مطالب عنوان شده در مورد ارتباط همین فاکتور

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

(تعداد تخمک در گرم) با اسید پالمتیک، نکته جالب توجه این‌که رابطهٔ معنی‌دار این اسید چرب با وزن مولد معکوس است (جدول ۳). این بدان معناست که برخلاف حالت معمول که با افزایش اندازه و در حقیقت وزن مولدین، تعداد تخمک‌های حاصل افزایش می‌یابد [۳]، استفاده از این اسید چرب در جیرهٔ مولدین موجب می‌شود که مولدین کوچک‌تر، تعداد تخمک‌های بیش‌تری تولید کنند. در صورت در نظر گرفتن این وضعیت، این رویداد دو نتیجه به‌ترتیب مثبت و منفی در پی دارد: نتیجهٔ مثبت وقتی اهمیت پیدا می‌کند که هدف ما تکثیر محض باشد، به این ترتیب که با تغذیهٔ پیش مولدین با جیرهٔ غذایی حاوی مقادیر متناسب این اسید چرب، زمان و هزینهٔ کم‌تری صرف نگه‌داری و تغذیهٔ پیش مولدین می‌شود تا به مرحله تخم‌ریزی برسند که این حالت برای یک تکثیرکننده حالتی ایده‌آل محسوب می‌شود. اما جنبهٔ منفی قضیه در مورد فرد پرورش دهندهٔ صادق است، زیرا برای تولید ماهیان بازاری فرد تکثیرکننده به‌همان نسبت سود، دچار ضرر می‌شود. پس در صورت تأیید قطعی‌تر این ارتباط توسط تحقیقات گسترده‌تر، می‌توان از این اسید چرب بسته به نیاز بهره جست. در مورد ارتباط اسیدچرب C20:2n6 با طول سر لارو دو روز پس از تفریخ همان مطالب عنوان شده در مورد اسید استئاریک و اولئیک قابل بیان است.

آنالیز اسیدهای چرب تخمدان و لارو نورس ماهیان وحشی و تخم و لاروهای مولدین نواحی گرمسیری، گویای مقادیر زیاد اسید آراشیدونیک (ARA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) و در مقابل مقادیر اندک ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) است که این مطلب گویای بالا بودن نسبت‌های ARA/EPA و DHA/EPA در قیاس با گونه‌های نواحی سردسیری است [۴]. با توجه به مطلب اخیر و در نظر گرفتن این نکته که ماهی سفید دریای خزر، نه گونه‌ای گرمسیری است و نه سردسیری، بلکه متعلق به نواحی معتدل است، می‌توان به‌دلیل مقادیر حد واسط اسیدهای چرب و نسبت‌های یاد شده در این ماهی پی برد (جدول ۲). نتیجهٔ مذکور حامل این پیشنهاد است که ممکن است اسید آراشیدونیک نقش تغذیه‌ای چندان حیاتی در تخم و همچنین نقش با اهمیت در نمو و بقای لاروی ماهی سفید نداشته و همین‌طور ممکن است مکمل‌های غذایی حاوی این اسید چرب با اهمیت در جیرهٔ غذایی مولدین، در ارتقاء توانمندی تولید مثلی چندان اثرگذار نباشد [۴].

در مورد ارتباط معنی‌دار اسیدهای چرب آراشیدونیک، EPA و نسبت DHA/EPA با تعداد تخمک در گرم، مطالب عنوان شده در مورد اسید پالمیتیک مصداق دارد. ارتباط معکوس EPA با نسبت سطح به حجم تخم، که با در نظر گرفتن این نکته که نسبت سطح به حجم پایین تخم، جنین در حال رشد و نمو را در شرایط بهینه‌ای قرار می‌دهد [۲۴]، به معنی اثر مثبت این اسید چرب امگا ۳ روی خصوصیات زیستی ماهی سفید است. با در نظر گرفتن روابط معنی‌دار DHA با وزن گناد سیال شده، هماوری کاری و هماوری نسبی مولدین، این اسید چرب با اهمیت نیز می‌تواند نقش نسبتاً زیادی در بالا بردن کمیت تکثیر داشته باشد. همین وضعیت در مورد روابط مشابه نسبت DHA/EPA با برخی خصوصیات ذکر شده صادق است (جدول ۳). ارتباط معنی‌دار

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

اسیدهای چرب امگا ۳ با هماوری کاری و نسبی، برخلاف اسیدهای چرب امگا ۶، تأیید دیگری بر اهمیت این دسته از اسیدهای چرب در ماهی سفید است. در مورد نسبت $\sum$ n-6/$\sum$ n-3 ، علاوه بر ارتباط منفی با روند جنین‌زایی [۱۴]، با وزن گناد ماهی سفید نیز که به‌عنوان یکی از شاخص‌های تکثیر موفق، در تضاد است (جدول ۳). زیاد بودن نسبت مورد نظر به‌عنوان فاکتوری منفی برشمرده می‌شود.

میزان تولید تخم مولدین تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی مقادیر زیاد n_3 HUFA، بیش از سایر مولدین است. با این وجود شاخص‌های کیفی تخم، نظیر نرخ تخم‌گشایی، به‌طور معنی‌داری در مولدین تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی مقادیر کمتر n_3 HUFA بالاتر است [۱۳]. ارتباط مستقیم و معنی‌دار n_3 HUFA با هماوری کاری و نسبی در ماهی سفید، بیان‌گر هم‌خوانی نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیق اخیر است (جدول ۳). ولی برخلاف تحقیق فوق، ارتباط معنی‌داری بین HUFA و n_3 HUFA با نرخ تخم‌گشایی در ماهی سفید مشاهده نشد (جدول ۳). ارتباط مستقیم HUFA با قطر تخمک و زرده و همین‌طور ارتباط معکوس با نسبت سطح به حجم تخمک، بیان‌گر نوعی رابطهٔ نسبی است که از دو جنبهٔ مثبت و منفی قابل بررسی است: جنبهٔ مثبت در مورد نسبت سطح به حجم تخمک که می‌دانیم فاکتوری مثبت است [۲۴]. جنبهٔ منفی نیز در مورد کوچکی لاروهای تولید شده مطرح است [۵]. در مورد رابطهٔ مستقیم PUFA با قطر تخم و رابطهٔ معکوس با نسبت سطح به حجم تخم نیز مطلب اخیر صادق است، با این تفاوت که اندازهٔ بزرگ تخم همیشه بیان‌گر تولید لاروهای بزرگ‌تر نیست (به‌دلیل اثر فضای حاشیهٔ زرده) [۷]. بین نسبت اسید اولئیک به n_3 HUFA با موفقیت لقاح ارتباط وجود دارد ولی برخلاف تحقیق اخیر، این ارتباط معنی‌دار نیست (جدول ۳) [۲]. در مورد ارتباط به‌شدت معنی‌دار SFA با تعداد تخمک در گرم، مطالب بیان شده در مورد اسید پالمیتیک صادق است. مطابق نظرات برخی تحقیقات اخیر در رابطه با تأثیر نسبت AA/EPA/DHA روی بهبود کیفیت تخم [۸]، در تحقیق حاضر، اثر مثبت این نسبت تا حد زیادی تأیید شد (جدول ۳)؛ چرا که ارتباط معکوس این نسبت با قطر تخمک و طول لارو دو روز پس از تفریخ و همین‌طور ارتباط مستقیم با نسبت سطح به حجم تخمک، خود بیان‌گر اهمیت این نسبت و در واقع اهمیت والای اسیدهای چرب امگا ۳ EPA وDHA در ماهی سفید است. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، ماهی سفید علاوه بر آن‌که جزء ماهیان نواحی معتدل محسوب می‌شود، از نظر زیستی جزء ماهیان آب‌های لب شور بحساب می‌آید (با توجه به زیستن در دریای خزر)، لذا از نظر دارا بودن اسیدهای چرب امگا ۳ و۶، در وضعیتی حد واسط ولی بیش‌تر متمایل به ماهیان آب شور قرار دارد (جداول ۲ و۳) [۲۲]. نتایج حاصل از این تحقیق نیز تا حد زیادی تصدیق کنندهٔ مطلب اخیر است. در مورد ارتباط مستقیم چربی کل با وزن لاروی در زمان تفریخ و دیگر روابط بیان شده در این تحقیق، می‌توان به این نتیجه کلی رسید که تعادل در جیرهٔ غذایی که روی ترکیب شیمیایی لاشه و در پی آن تخمک و مواد تناسلی مولدین و همین‌طور کیفیت و بقای لارو تولیدی مؤثر است، جزء شرایط لازم برای انجام تکثیری موفق است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

در مجموع بین اسید مریستیک (C14:0) با نرخ تخم‌گشایی تخم ارتباط معنی‌دار مستقیم (P<۰/۰۵) وجود دارد. بین اسید پالمیتیک (C16:0) با تعداد تخمک در گرم ارتباط مستقیم معنی‌دار (P<۰/۰۱) وجود دارد. ارتباط اسید گادولئیک (C20:1n9) با طول لارو تازهٔ تفریخ شده مستقیم (P<۰/۰۵) است. ارتباط اسید C20:2n6 با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵)، برخلاف وزن مولد (P<۰/۰۵) مستقیم است. ارتباط اسید آراشیدونیک (C20:4n6) و EPA (C20:5n3) با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵) مستقیم است. بین DHA (C22:6n3) با وزن گناد سیال شده، هماوری کاری و مطلق، ارتباط معنی‌دار مستقیم (P<۰/۰۵) برقرار است. رابطهٔ نسبت DHA/ EPA با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۵)، برخلاف وزن گناد سیال شده (P<۰/۰۱)، هماوری کاری (P<۰/۰۱) و هماوری نسبی (P<۰/۰۵) مستقیم است. ارتباط $\sum$ n-6/$\sum$ n-3 با وزن گناد سیال شده معکوس است. ارتباط بین HUFA و همین‌طور n-3 HUFA با هماوری کاری و نسبی (P<۰/۰۵) مستقیم است. ارتباط بین SFA با تعداد تخمک در گرم (P<۰/۰۱) مستقیم است. ارتباط بین نسبت سه اسید چرب AA/EPA/DHA با هماوری کاری و نسبی (P<۰/۰۵) بر خلاف نسبت سطح به حجم تخمک (P<۰/۰۵) معکوس است. بین لیپید کل و وزن لارو تازه تفریخ شده (P<۰/۰۵)، ارتباط مستقیم وجود دارد.

منابع

1. N. A. Abrosimova, S. S. Abrosimova, A. A. Biryokova, "Effects of the lipid composition of stellate sturgeon eggs on comercial quality of this speacies", 3th ISS Abstracts, 97 italy (1997).
2. E. Almansa, M. JosePerez, J. R. Cejas, P. Badıa, J. E. Villamandos, A. Lorenzo, "Influence of broodstock gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) dietary fatty acids on egg quality and egg fatty acid composition throughout the spawning season", Aquaculture. 170 (1999) 323-336.
3. H. Aratake, A. Nakazono, "Seasonal change of egg size and number in the anemone fish, *Amphiprion clarkii*, at two different localities in the temperate Kyushu", Japan, Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 61 (2006) 83-91.
4. C. Arnil, Y. Emata Hiroshi, S. G. Ogata Esteban, H. Furuita, "Advanced broodstock diets for the mangrove red snapper and a potential importance of arachidonic acid in eggs and fry", Fish Physiology and Biochemistry. 28 (2003) 489-491.
5. S. M. Baynes, B. R. Howell, "The influence of egg size and incubation temperature on the condition of *Solea solea* (L.) larvae at hatching and first feeding", Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 199 (1996) 59-77.
6. J. G. Bell, I. R. Sargent, "Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and fture opportunities", Aquaculture, 218 (2003) 515-528.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

7. M. Bonislawska, K. Formickik, A. Korezelecka-Orkisz, A. Winncki, "Fish egg size variability: Biological significance", Electronic Journal of polish Agricultural Universities, Fisheries 4 (2001) 1-10.

8. M. Bruce, F. Oyen, G. Bell, J. F. Asturiano, B. Farndale, M. Carrillo, S. Zanuy, J. Ramos, N. Bromage, "Development of broodstock diets for the European sea bass (*Dicentrarchu Labrax*) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated acid to reproductive performance", Aquaculture 177 (1999) 85-97.

9. M. Celik, A. Diler, A. Kucukgulmez, "A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions", Food chemistry 92 (2005) 637-641.

10. K. Dabrowski, S. J. Kaushik, B. Fauconneau, "Rearing of sturgeon (*A.* baeri , Brandt) larvae: l. Feeding trial", Aquaculture 47 (1995)185-192 .

11. H. Furuita, K. Konishi, T. Takeuchi, "Effect of different levels of eicosapentaenoic acid and docosahexanoic in Artemia nauplii on growth", survival and safinity tolerance of larvae of the Japanes flounder (Paralichthys olivaceus), Aquaculture 170 (1999) 59-71.

12. H. Furuita, H. Tanaka, T. Yamamoto, M. Shiraishi, T. Takeuchi, "Effects of n-3HUFA levels in brood stock diet on the reproduction performance and egg and larval quality of the Japonese flounder (*Paralichthys olivaceus*)", Aquaculture 187 (2000) 387-398 .

13. H. Furuita, T. Yamamoto, N. Suzuki, T. Takeuchi, "Effect of arachidonic acid levels in broodstock diet on larval and egg quality of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*", Aquaculture 220 (2002) 725-735.

14. H. Furuita, K. Hori, Suzuki, T. Sugita, T. Yamamoto, "Effect of n-3 and n-6 fatty acids in broodstock diet on reproduction and fatty acid composition of broodstock and eggs in the Japanese eel *Anguilla japonica*", Aquaculture 26 (2007) 55-61.

15. R. M. Harrel, L. C. Wood, "Comporatin fatty acid composition of eggs from domesticated and wild striped bass (Morone saxatilis)", Aquaculture 133 (1995) 225-233.

16. E. Kainz, H. P. Gollmann, "Contribution to the biology and rearing of Rutillus frisii kutum (Nordmann)", Oesterr. Fisch. 50 (4) (1997) 91-98.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

17. J. kennedy, A. J. Geffen, R. D. M. Nash, "Maternal influences on egg and larval characteristics of plaice (*Pleuronectes platessa* L.)", Journal of Sea Research 58 (2007) 65-77.

18. W. Koven, Y. Barr, S. Lutzky, I. Ben-Atia, M. Harel, P. Behrens, R. Weiss, A. Tandler, "The effect of dietary arachidonic acid (C20:4n6) on growth a survival prior to and following handling stress in the larvae of gilthead seabream (*Sparus aurata*)", Abstracts of contributions presented at the international conference, Aqua. European aquaculture society, special publication 28 (2002) 346.

19. F. Lahnsteiner, B. Berger, T. Weismann, R. Patzner, "Sperm structure and motility of the freshwater teleost *Cottus gobio*", Journal of Fish Biology 50 (1997) 564-574.

20. C. Leger, P. Bergot, P. Lukurt, J. Flanzy, J. Meurot, "Specefic distribution of fatty acids in the triglicerids of rain bow trout adipose tissue. Influence of temperature", Lipids 12 (1997) 538-543.

21. F. Noori, G. Azari takami, P. Sorgeloos, "Enrichment of artemia with essential fatty acids, lipid emulsions and vitamin C and its effect on the performance of Acipencer persicus larvae under the effect of salinity stress", 5th internation sympossium on sturgeon. Ramsar, Iran (2005) 9-13.

22. Y. Ozogul, F. Ozogul, S. Alagoz, "Fatty acid profiles and fat content of commercially important seawater and fresh water fish speacies of turkey", Food chemistry 85 (2006) 217-223.

23. C. C. Parrish, J. A. Brown, E. S. Daniel, D. C. Somerton, "Lipid composition of Atlantic halibut (*Hippoglossus hipoglossus*) eggs over the spawning season", Bull. Aquacult Issoe Canada 93 (1993) 35-37.

24. J. R. C. Springate, N. R. Bromage, "Effects of egg size on early growth and survival in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson)", Aquaculture. 47 (2003) 163-172.

25. D. R. Tocher, A. J. Fraser, J. R. Sargent, J. C. Gamble, "Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea herengus*)", Lipids. 20 (1985) 69-74.

26. Y. L. Wang, L. A. Miller, M. Perron, P. B. Addis, "ω-3 fatty acids in lake superior fish", Journal of food science. 55 (1990) 71-73.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]