# اثر دفعات تخم‌کشی و تراکم نگهداری تخم بر میزان ماندگاری تخم و لارو در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)]

نصرالله محبوبی صوفیانی و امیدوار فرهادیان[۱]


## چکیده

*به منظور تعیین اثر دفعات تخم‌کشی و تراکم نگهداری تخم بر میزان ماندگاری تخم و لارو، از پنج گروه مولد قزل‌آلای رنگین کمان به دفعات متفاوت تخم‌کشی گردید. درصد ماندگاری و میزان رشد در مراحل مختلف، از باروری تا چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و شنای آزاد لاروی برای هر گروه از مولدین به طور جداگانه بررسی شد. هم‌چنین، اثر تراکم‌های مختلف نگهداری تخم (چهار، هفت و ده هزار به ازای هر سینی) بر مراحل تکامل تخم تا تولید لارو با شنای آزاد در هر دسته از مولدین آزمایش گردید. پژوهش انجام شده به صورت فاکتوریل (۳×۳×۵) در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت.*

*نتایج نشان می‌دهد که میزان ماندگاری و رشد تخم و لارو با دفعات تخم‌کشی ارتباط بسیار تنگاتنگ دارد ($P<0/05$)، به گونه‌ای که میزان ماندگاری و رشد لاروی، از باروری تا شنای آزاد لاروی برای مولدین با سه و چهار بار تخم‌کشی، نسبت به مولدین با یک بار، دو بار و پنج بار و بیش از آن، اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد ($P<0/05$). اگرچه میزان رشد لارو در تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نداشت، ولی میزان ماندگاری از باروری تا شنای آزاد در مولدین مختلف، که تراکم چهار هزار تخم در هر سینی داشتند، نسبت به تراکم‌های هفت هزار و ده هزار تخم به طور معنی‌دار کمتر بود ($P<0/05$). بر پایهٔ این یافته‌ها، چنین به نظر می‌رسد که مولدین با سه و چهار بار تخم‌کشی عملکرد بهتری نسبت به مولدین جوان و مسن‌تر دارند. هم‌چنین، نگهداری تخم در تراکم‌های کم می‌تواند عملکرد تخم بارور را در مراحل مختلف انکوباسیون کاهش دهد.*


**واژه‌های کلیدی:** *مولد، قزل‌آلای رنگین کمان، میزان ماندگاری، دفعات تخم‌کشی، تراکم*

---

۱. به ترتیب دانشیار و مربی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

## مقدمه

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان یکی از مهم‌ترین گونه‌های تجارتی آزادماهیان است، که به طور گسترده در بسیاری از کشورهای جهان پرورش داده می‌شود. سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) تولید جهانی این ماهی را ۳۰۰ هزار تن برآورد کرده و میزان تخم لازم برای این تولید را سه میلیارد عدد گزارش داده است (٦ و ١٤). تقریباً ۵۰ درصد از تمام تخم‌های چشم‌زده آزادماهیان در اروپا و ۱۵ درصد آن در آمریکا تولید می‌شود (١٤). اگرچه ایران در این تقسیم‌بندی جایگاهی ندارد، ولی با توجه به استعدادهای منابع آبی و داشتن نیروهای متخصص و کافی در این زمینه، رسیدن به تولید قابل قبول دور از انتظار نیست.

با این که تمامی واحدهای پرورش ماهیان سردابی در ایران به پرورش گونه قزل‌آلای رنگین کمان اختصاص دارد و تأمین تخم چشم‌زده و بچه ماهی از جمله اهداف این مزارع است، ولی متأسفانه هر ساله تلفات زیادی در تخم‌ها و لاروهای حاصل از ماهیان مولد در اثر عوامل مختلف، از جمله عوامل محیطی، تغذیه‌ای، ژنتیکی و مدیریتی به چشم می‌خورد. برومیج و همکاران (٦) در سال ۱۹۹۲ تعداد و کیفیت تخم‌های تولید شده در مولدین قزل‌آلای رنگین کمان را به شرایط نگهداری مولدین و نوع جیره، میزان غذا و نژاد مولدین نسبت می‌دهند، و بیان می‌کنند که این عوامل باید در حد بهینه خود باشند تا پتانسیل تخم‌سرا (Hatchery) بیشتر شود. هم‌چنین معتقدند تخم‌های با کیفیت خوب تخم‌هایی هستند که میزان مرگ و میر در مراحل باروری، چشم‌زدگی، تخم گشایی (Hatching) و تغذیه آغازین کم باشد، که معمولاً از این دسته تخم‌ها، لاروها و ماهیان بزرگ‌تر و سالم‌تر و سریع‌الرشدتر حاصل می‌شود. برومیج و همکاران (۵ و ٦) نیز افزایش هم‌آوری، اندازه تخم و حجم تخمدان را با افزایش اندازه مولدین گزارش دادند. از سوی دیگر، در مورد کیفیت تخم و ارتباط آن با تغذیه مولدین، عده‌ای از پژوهندگان گزارش کرده‌اند که کیفیت و کمیت تغذیه نقش مهمی در میزان هم‌آوری و اندازه تخم دارد، ولی بر کیفیت تخم مؤثر نیست (۱۸، ۲۱ و ۲۵). البته نتایج حاصل از برخی از پژوهش‌ها وجود تفاوت‌هایی را در میزان ماندگاری تخم و لارو در هنگام تغذیه با انواع غذاها نشان می‌دهد (۲۱)، به گونه‌ای که نتیجه‌گیری نهایی در مورد اثر تغذیه بر کیفیت تخم را بسیار دشوار می‌سازد.

اندازه تخم مولدین قزل‌آلای رنگین کمان و تأثیر آن بر ماندگاری تخم بارور و لارو نیز موضوع بسیاری از پژوهش‌ها بوده و نتایج متفاوتی را به دنبال داشته است. به طوری که عده‌ای از پژوهندگان می‌گویند تخم‌های کوچک‌تر مرگ و میر بیشتری دارند (۱۷ و ۲۰). این در حالی است که عده‌ای گفته‌اند اندازه تخم تأثیری بر میزان ماندگاری ندارد (۱۲ و ٢٤)، و تنها تخم‌های بزرگ‌تر لاروهایی را تولید می‌کنند که توانایی تغذیه نخستین بهتری دارند (۱۷، ٢٤ و ۲۵). برخی از پژوهندگان نیز میزان ماندگاری تخم تا شنای آزاد لاروی را تابع اندازه و سن ماهی و نیز شرایط نگهداری مولدین بیان کرده‌اند (٤ و ٢٤).

اثر دفعات تخم‌کشی و اندازه مولدین بر کیفیت تخم و میزان ماندگاری آن را نیز برخی از پژوهندگان گزارش کرده‌اند (۲، ۱۳ و ۲۳). فرهادیان (۲) در بررسی روش‌های بارور کردن در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان اظهار داشت که دفعات تخم‌کشی بر میزان ماندگاری تخم و لارو در روش‌های مختلف باروری تأثیر معنی‌داری دارد، و تأثیر دفعات تخم‌کشی و اندازه مولدین را عامل مهمی در تعیین میزان ماندگاری تخم و لارو معرفی کرد.

با توجه به موارد یاد شده، در این پژوهش اثر دفعات تخم‌کشی و تراکم نگهداری تخم بر میزان ماندگاری در هر یک از مراحل تکامل ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، از باروری تا شنای آزاد، و هم‌چنین بر میزان رشد در مراحل لاروی تا شنای آزاد بررسی و تحلیل گردید.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۷۹ در کارگاه تکثیر ماهی قزل‌آلای رنگین کمان لردگان در استان چهارمحال و بختیاری، با پنج



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

گروه متفاوت از مولدین انجام شد. گروه‌های مولد بر اساس دفعات تخم‌کشی و نیز اندازه طولی، از میان گله مولدین در این کارگاه انتخاب شد. تیمارهای مورد نظر تحت عنوان گروه‌های یک بار (A)، دو بار (B)، سه بار (C)، چهار بار (D) و پنج بار یا بیشتر (E) تخم‌کشی شده، نام‌گذاری گردید. این گروه‌بندی با توجه به این واقعیت صورت گرفت که در کارگاه مورد نظر، همچون بسیاری از کارگاه‌های دیگر موجود در ایران، مولدین فقط یک بار در سال تخم‌کشی می‌شوند. البته در کارگاه‌هایی که مولدین تحت تأثیر تیمارهای نوری مختلف قرار دارند دفعات تخم‌کشی در سال بیشتر از یک بار خواهد بود. با توجه به این که معمولاً نخستین تخم‌کشی از مولدین دوساله انجام می‌شود، بنابراین فرض بر این است که مولدین گروه A، B، C، D و E به ترتیب دارای سنی برابر ۲، ۳، ٤، ٥ و ٦ سال به بالا می‌باشند. زیست‌سنجی، هم‌آوری و تعداد مولدین در هر گروه به تفکیک در جدول ۱ ارائه شده است.

پس از اطمینان یافتن از آمادگی مولدین برای تخم‌دهی، ماهی‌ها با استفاده از ماده بیهوشی گل میخک (به نسبت ۲۰۰ گرم در ۱۰ لیتر آب) بیهوش و تخم آنها استحصال شد. سپس وزن تخم‌های به دست آمده از هر مولد با استفاده از ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و یادداشت گردید. اسپرم مورد نیاز برای انجام عمل باروری نیز از شماری مولد نر یک اندازه استحصال و در یک ظرف جمع‌آوری گردید. باروری تخم با روش نیمه خشک و با استفاده از محلول باروری (٦ گرم کلرید سدیم، ٤/٥ گرم اوره و ۰/۲ گرم کلرید کلسیم در یک لیتر آب مقطر) انجام شد (۲). تخم‌های بارور با آب سالن انکوباسیون به طور کامل شست‌شو داده شد، و به مدت یک ساعت درون تشتک آب به منظور جذب کامل آب و سخت شدن (Water hardening) تخم نگهداری گردید. سپس کلیه تخم‌های بارور از هر گروه در داخل یک تشتک جمع‌آوری، و به طور تصادفی در سینی‌های تخم با سه تراکم ٤۰۰۰، ۷۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ریخته شد. انکوباسیون تخم‌ها در داخل تراف‌هایی با ابعاد ۲×۰/٤۲×٥ متر صورت گرفت. بدین منظور، در هر تراف پنج سینی تخم، هر یک به ابعاد ۱٥×٤۰×٤۰ سانتی‌متر، به طور تصادفی قرار داده شد و جریان آبی با میانگین ۸-۱۲ لیتر در دقیقه در هر تراف برقرار گردید.

درصد میزان ماندگاری در هر یک از مراحل باروری تا چشم‌زدگی، چشم‌زدگی تا تخم‌گشایی و از تخم‌گشایی تا شنای آزاد، برای هر یک از گروه‌ها با جمع‌آوری تلفات روزانه تخم و لارو و شمارش آنها تعیین گردید.

در طول دوره انکوباسیون، به منظور ضدعفونی کردن تخم‌ها از داروی مالاشیت سبز با غلظت ۱-۱/٥ میلی‌گرم در لیتر به مدت یک ساعت و به صورت یک روز در میان استفاده شد (۱).

میانگین وزن مرطوب لارو ماهی در مراحل مختلف رشد برای هر یک از گروه‌ها، با برداشت سه نمونه ۳۰ تایی لارو از هر تکرار و توزین آنها به دست آمد. وزن خشک لاروهای به دست آمده در پایان هر دوره نیز با قرار دادن نمونه‌های برداشت شده در داخل آون الکتریکی در دمای ثابت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ١٦ ساعت و توزین آنها برآورد گردید.

میزان رشد ویژه (SGR یا Specific Growth Rate) لاروها از رابطه (۹):

$$SGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{\Delta t} \times 100$$

به دست آمده، که در آن $W_1$ و $W_2$ به ترتیب وزن اولیه و ثانویه لارو بر حسب میلی‌گرم و $\Delta t$ طول دوره رشد برحسب روز است.

در طول دوره آزمایش، اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب مانند درجه دما، اکسیژن محلول، دی اکسید کربن، سختی کل، ذرات معلق، نیترات و pH به طور هفتگی انجام شد. اندازه‌گیری دمای آب با دماسنج جیوه‌ای با دقت ۰/۱، اکسیژن محلول، دی اکسید کربن، سختی کل و ذرات معلق با استفاده از روش‌های استاندارد (۷) و نیترات و pH با استفاده از دستگاه تجزیه یونی Jenway مدل ۳۰٤۰ صورت گرفت. میانگین هر یک از فاکتورهای اندازه‌گیری شده به ترتیب برابر ۱۱/۷±۰/۱ درجه سانتی‌گراد، ۷/۸۹±۰/۳٤، ۰/۸۷±۰/۲۹،



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

**جدول ۱. میانگین نتایج زیست‌سنجی، هم‌آوری و تعداد مولدین قزل‌آلای رنگین کمان**

| گروه مولدین (دفعات تخم‌گیری) | تعداد مولدین | طول بدن[1] (cm) | ارتفاع بدن (cm) | وزن بدن (gr) | وزن تخم استحصال شده (gr) | هم‌آوری[2] کاری |
|---|---|---|---|---|---|---|
| یک مرتبه (A) | ۲۰ | ۳۶/۰۵ e | ۱۰/۹۵ c | ۸۳٤/٦ d | ۸۱/۵ e | ۱۵۱۹/٦ e |
| دو مرتبه (B) | ۲۰ | ٤۳/۲۵ d | ۱۱/۵۰ c | ۱۲۵۸/٤ c | ۲۱۱/۹ d | ۳۵۳٤/٦ d |
| سه مرتبه (C) | ۱۷ | ۵٤/۸۸ c | ۱۵/۸۵ b | ۲۸۷۰/٤ b | ۵۵۲/۹ c | ۵۰۷٤/۳ c |
| چهار مرتبه (D) | ۱۰ | ٦۱/٦۰ b | ۱۷/٤۰ a | ٤۵۷۳/۸ a | ۱۰٦۵/۲ b | ۹۲۰۱/۱ b |
| پنج مرتبه یا بیشتر (E) | ۷ | ٦٦/۸۵ a | ۱۷/۲۸ a | ٤۵۹۵/٤ a | ۱۲۱۹/۱ a | ۱۰۵٦۸/۷ a |

۱. طول چنگالی اندازه‌گیری شده است. ۲. Working fecundity

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

۱۱/۵٤±۱۰۷/۳، ۲/۸۳±۲۲۵/۵ و ۱/۰۲±۱/٦۱ میلی‌گرم در لیتر و مقدار pH برابر ۰/۰۸±۸/۲۵ بود.

این پژوهش به صورت طرح فاکتوریل (۳×۳×۵) در چارچوب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS در برنامه ANOVA برای هر مرحله از ماندگاری و رشد تجزیه و تحلیل آماری گردید (۱۹). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (۸) صورت گرفت.

## نتایج

تجزیه آماری و میانگین‌های مربوط به میزان ماندگاری در مراحل باروری تا چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و شنای آزاد لاروی در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که دفعات تخم‌کشی بر میزان ماندگاری از باروری تا چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و شنای آزاد لاروی اثر معنی‌داری دارد (P<۰/۰۵). هم‌چنین، تراکم نگهداری تخم بر میزان ماندگاری از مرحلهٔ تخم‌گشایی تا شنای آزاد لاروی اثر معنی‌دار دارد، و در تراکم‌های هفت و ده هزار تخم، ماندگاری افزایش بیشتری نشان می‌دهد (P<۰/۰۵). این در حالی است که اثر میزان تراکم بر ماندگاری تخم پیش از تخم‌گشایی معنی‌دار نمی‌باشد.

با توجه به جدول ۳، اثر متقابل تراکم و دفعات تخم‌کشی بر میزان ماندگاری در مراحل مختلف تکامل تخم و لارو تا شنای آزاد در مولدین گروه‌های C و D، با مولدین گروه‌های A، B و E اختلاف معنی‌داری نشان داد، به طوری که بیشترین میزان ماندگاری مربوط به گروه‌های C و D بود (P<۰/۰۵).

در مورد تأثیر دفعات تخم‌کشی بر میزان ماندگاری تخم از باروری تا چشم‌زدگی، اختلاف در مولدین گروه‌های C و D معنی‌دار نبود، ولی در مقایسه با مولدین گروه‌های A، B و E اختلاف معنی‌دار و میزان آن بیشترین بود (P<۰/۰۵). بین مولدین گروه‌های A، B و E نیز اختلاف معنی‌دار نبود. در مورد میزان ماندگاری از چشم‌زدگی تا تخم‌گشایی، مولدین گروه A اختلاف معنی‌داری با گروه‌های C، D و E نشان دادند (P<۰/۰۵)، به گونه‌ای که میزان ماندگاری در گروه A کمترین و در گروه E بیشترین بود.

در مورد میزان ماندگاری از باروری تا تخم‌گشایی، در مولدین گروه‌های C و D اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید، ولی اختلاف آنها با مولدین گروه‌های A، B و E معنی‌دار و مقدار آن بیشترین بود (P<۰/۰۵). هم‌چنین، مولدین گروه‌های A و E اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به طوری که میزان آن در مولدین گروه A کمترین بود (P<۰/۰۵). مولدین گروه B اختلاف معنی‌داری با گروه‌های A و E نداشتند.

از نظر میزان ماندگاری در مرحله تخم‌گشایی تا شنای آزاد لاروی، بین مولدین گروه E و مولدین گروه‌های A و D اختلاف معنی‌دار بود، به طوری که در مولدین گروه E بیشترین



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

**جدول ۲. تجزیه واریانس اثر دفعات تخم‌کشی و تراکم تخم بر میزان ماندگاری تخم و لارو در طول دورهٔ آزمایش**

| منابع تنوع | درجهٔ آزادی | باروری تا چشم‌زدگی | چشم‌زدگی تا تخم‌گشایی | باروری تا تخم‌گشایی | تخم‌گشایی تا شنای آزاد | باروری تا شنای آزاد |
|---|---|---|---|---|---|---|
| دفعات تخم‌کشی | ٤ | * | * | * | ns | * |
| تراکم تخم | ٢ | ns | ns | ns | * | * |
| دفعات تخم‌کشی × تراکم تخم | ٨ | * | * | * | * | * |

ns : غیر معنی‌دار  * : P<۰/۰۵

**جدول ۳. اثر دفعات تخم‌کشی و تراکم تخم بر میزان ماندگاری تخم و لارو در طول دورهٔ آزمایش**

| اثر | باروری تا چشم‌زدگی (٪) | چشم‌زدگی تا تخم‌گشایی (٪) | باروری تا تخم‌گشایی (٪) | تخم‌گشایی تا شنای آزاد (٪) | باروری تا شنای آزاد (٪) |
|---|---|---|---|---|---|
| **آثار اصلی** | | | | | |
| **دفعات تخم‌کشی** | | | | | |
| A. | ٦٥/٣$^{b}$ | ٨٣/٨ $^{c}$ | ٥٥/٣ $^{c}$ | ٩٦/٧$^{b}$ | ٥٣/٦ $^{c}$ |
| B. | ٦٦/٤ $^{b}$ | ٨٨/١ $^{bc}$ | ٥٨/٨$^{cb}$ | ٩٧/٣$^{ab}$ | ٥٧/٥ $^{bc}$ |
| C. | ٨٨/٣$^{a}$ | ٩٢/٦ $^{ab}$ | ٨١/٩ $^{a}$ | ٩٧/٢ $^{ab}$ | ٨٠/٣ $^{a}$ |
| D. | ٨٨/٦ $^{a}$ | ٩٠/٩ $^{ab}$ | ٨٠/٦ $^{a}$ | ٩٦/٩$^{b}$ | ٧٨/٢ $^{a}$ |
| E. | ٦٨/٤ $^{b}$ | ٩٤/٧ $^{a}$ | ٦٤/٦$^{b}$ | ٩٨/٣ $^{a}$ | ٦٣/٨$^{b}$ |
| خطای معیار | ١٣/٤ | ٥/٧ | ١٤/١ | ١/٣ | ١٤/٠ |
| **تراکم تخم** | | | | | |
| ٤٠٠٠ | ٦٩/٠ | ٨٨/١ | ٦١/٦ | ٩٦/٣$^{b}$ | ٥٩/٥$^{b}$ |
| ٧٠٠٠ | ٧٨/٦ | ٩١/٤ | ٧١/٥ | ٩٧/٥ $^{a}$ | ٦٩/٩ $^{a}$ |
| ١٠٠٠٠ | ٧٦/٦ | ٩١/٠ | ٧١/٧ | ٩٨/٠ $^{a}$ | ٧٠/٧ $^{a}$ |
| خطای معیار | ١٣/٤ | ٥/٧ | ١٤/١ | ١/٣ | ١٤/٠ |
| **آثار متقابل** | | | | | |
| A×٤٠٠٠ | ٤٩/٤$^{c}$ | ٧٦/١$^{d}$ | ٣٧/٥ $^{c}$ | ٩٥/٢$^{d}$ | ٣٥/٨$^{d}$ |
| A×٧٠٠٠ | ٧٣/٠ $^{b}$ | ٨٧/٧ $^{bc}$ | ٦٤/١$^{b}$ | ٩٧/٠ $^{abcd}$ | ٦٢/٢ $^{c}$ |
| A×١٠٠٠٠ | ٧٣/٣ $^{b}$ | ٨٧/٦ $^{bc}$ | ٦٤/٢$^{b}$ | ٩٧/٨ $^{abc}$ | ٦٢/٩ $^{c}$ |
| B×٤٠٠٠ | ٥٤/٣$^{c}$ | ٨٦/٤ $^{c}$ | ٤٧/٢$^{c}$ | ٩٥/٨$^{cd}$ | ٤٥/٧$^{d}$ |
| B×٧٠٠٠ | ٧١/٦ $^{b}$ | ٨٧/٥ $^{bc}$ | ٦٣/٠$^{b}$ | ٩٧/٧ $^{abc}$ | ٦١/٦ $^{c}$ |
| B×١٠٠٠٠ | ٧٣/٣ $^{b}$ | ٩٠/٤ $^{abc}$ | ٦٦/١$^{b}$ | ٩٨/٥ $^{ab}$ | ٦٥/٢ $^{bc}$ |
| C×٤٠٠٠ | ٨٦/٥ $^{a}$ | ٩١/٩ $^{abc}$ | ٧٩/٧ $^{a}$ | ٩٦/٢ $^{cd}$ | ٧٦/٦ $^{a}$ |
| C×٧٠٠٠ | ٩٢/١ $^{a}$ | ٩٤/٠ $^{abc}$ | ٨٦/٦ $^{a}$ | ٩٧/٧ $^{abc}$ | ٨٤/٨ $^{a}$ |
| C×١٠٠٠٠ | ٨٦/٢ $^{a}$ | ٩٢/١ $^{abc}$ | ٧٩/٥ $^{a}$ | ٩٧/٧ $^{abc}$ | ٧٩/٤ $^{a}$ |
| D×٤٠٠٠ | ٨٤/٩ $^{a}$ | ٩١/٠ $^{abc}$ | ٧٧/٣ $^{a}$ | ٩٦/٦ $^{bcd}$ | ٧٤/٧$^{b}$ |
| D×٧٠٠٠ | ٨٨/٦ $^{a}$ | ٨٩/٦ $^{abc}$ | ٧٩/٣ $^{a}$ | ٩٦/٦ $^{bcd}$ | ٧٦/٨ $^{a}$ |
| D×١٠٠٠٠ | ٩٢/٤ $^{a}$ | ٩٢/٣ $^{abc}$ | ٨٥/٤ $^{a}$ | ٩٧/٥ $^{abc}$ | ٨٣/٣ $^{a}$ |
| E×٤٠٠٠ | ٦٩/٩ $^{b}$ | ٩٥/٠$^{ab}$ | ٦٦/٥$^{b}$ | ٩٧/٥ $^{abc}$ | ٦٤/٩ $^{bc}$ |
| E×٧٠٠٠ | ٦٧/٥ $^{b}$ | ٩٦/٦ $^{a}$ | ٦٤/٧$^{b}$ | ٩٨/٧ $^{a}$ | ٦٤/٠ $^{bc}$ |
| E×١٠٠٠٠ | ٦٧/٩ $^{b}$ | ٩٢/٧ $^{abc}$ | ٦٣/٢$^{b}$ | ٩٨/٧ $^{a}$ | ٦٢/٦ $^{c}$ |
| خطای معیار | ٢٩/١ | ٢٢/٥ | ٣٢/٣ | ٥/٧ | ٣٣/٠ |

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف غیر مشابه مشخص شده‌اند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار دارند. میانگین‌های بدون حرف لاتین تفاوت معنی‌دار ندارند.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

و در مولدین گروه A کمترین درصد شنای آزاد لاروی وجود داشت (P<۰/۰۵).

از نظر میزان ماندگاری از مرحله باروری تا شنای آزاد لاروی، بین مولدین گروه‌های C و D اختلاف معنی‌دار نبود، ولی در مقایسه با مولدین گروه‌های A، B و E اختلاف معنی‌دار و بیشترین بود (P<۰/۰۵). هم‌چنین، بین مولدین گروه‌های A و E نیز اختلاف معنی‌دار بود، به طوری که در مولدین گروه A کمترین میزان ماندگاری دیده شد (P<۰/۰۵).

در مجموع، با توجه به تجزیه و تحلیل‌های انجام شده، چنین به نظر می‌رسد که مولدین سه بار (C) و چهار بار (D) تخم‌کشی شده، در کل دوره یعنی از باروری تا شنای آزاد لاروی، در مقایسه با سایر مولدین، از نظر ماندگاری عملکرد بهتری دارند.

تجزیه آماری و میانگین‌های مربوط به وزن لارو و میزان رشد ویژه آن در جداول ٤ و ٥ ارائه شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که دفعات تخم‌کشی از مولدین در میزان رشد لارو به دست آمده از تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار ایجاد می‌کند (P<۰/۰۵). میانگین وزن لارو ۲۸ روز پس از باروری در بین مولدین گروه‌های C، D و E اختلاف معنی‌دار نداشت، ولی در مقایسه با مولدین گروه‌های A و B اختلاف معنی‌دار، و مقدار آن در مولدین با چهار بار تخم‌کشی بیشترین بود (P<۰/۰۵). در میان مولدین گروه‌های A و B از نظر وزن در ۲۸ روزگی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

میانگین وزن لارو ٤۲ روز پس از باروری در مولدینی که سه بار یا بیشتر از آنها تخم‌کشی شده بود اختلاف معنی‌داری را با مولدین گروه A و B نشان داد (P<۰/۰۵). هم‌چنین، بین مولدین گروه‌های C و E اختلاف معنی‌دار بود، به گونه‌ای که لاروهای حاصله از تخم‌های مولدین گروه E بیشترین وزن را در ٤۲ روزگی پس از باروری دارا بودند (P<۰/۰۵). البته لاروهای به دست آمده از مولدین گروه D اختلاف معنی‌داری با لاروهای به دست آمده از مولدین گروه‌های C و E از نظر اندازه و وزن نشان ندادند. بین مولدین گروه A و B در ٤۲ روزگی از نظر وزن اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

مقایسه میانگین وزن خشک لارو ٤۲ روز پس از باروری در میان گروه‌های مختلف، گویای این است که اختلاف معنی‌داری بین مولدین گروه‌های A و B و مولدین C و D با مولدین گروه E وجود دارد، به طوری که وزن خشک لارو در مولدین گروه A کمترین و در گروه E بیشترین بود (P<۰/۰۵). ضمناً اختلاف معنی‌داری در وزن خشک لاروهای ٤۲ روزه حاصل از مولدین گروه A با B، و نیز مولدین گروه C با D دیده نشد. تراکم نگهداری تخم اثر معنی‌داری بر میانگین وزن لارو ۲۸ و ٤۲ روز پس از باروری نداشت، و به نظر می‌رسد وزن لاروهای به دست آمده در محدوده تراکم‌های استفاده شده، مستقل از اندازه تراکم باشد. اثر متقابل دفعات تخم‌کشی و تراکم نگهداری تخم نیز بر میانگین وزنی لاروها متأثر از دفعات تخم‌کشی بود، و نتایج مشابهی را نشان می‌دهد که قبلاً ذکر آن رفت.

نتایج به دست آمده هم‌چنین گویای آن است که میزان رشد ویژه لاروها تا حدود زیادی تحت تأثیر دفعات تخم‌کشی قرار دارد، به طوری که بیشترین میزان رشد مربوط به مولدین گروه C، D و E، و کمترین مقدار آن مربوط به مولدین گروه‌های A و B بوده، و اختلاف بین آنها معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش در مورد اثر دفعات تخم‌کشی بر میزان ماندگاری تخم و لارو گویای یک روند افزایشی در میزان ماندگاری مراحل مختلف زندگی ماهی تا مرحله شنای آزاد، با افزایش دفعات تخم‌کشی می‌باشد، به طوری که بالاترین میزان ماندگاری در مولدین با سه و چهار بار تخم‌کشی ثبت گردید، که مولدینی با سن متوسط هستند. برومیج و کوماراناتانگا (٤) نیز نتایج مشابهی از ارتباط میزان ماندگاری تخم‌های بارور تا چشم‌زدگی را با افزایش سن نشان دادند. آنها بالاترین میزان ماندگاری را برای مولدین چهارساله به دست آوردند، که هم ردیف مولدین سه بار در این بررسی هستند. با توجه به نحوهٔ گروه‌بندی مولدین در این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

**جدول ٤. تجزیه واریانس اثر دفعات تخم‌کشی و تراکم تخم بر میانگین وزن و میزان رشد لارو در طول دورهٔ آزمایش**

| منابع تنوع | درجهٔ آزادی | وزن ۲۸ روز پس از باروری (mg) | وزن ٤۲ روز پس از باروری (mg) | وزن خشک در ٤۲ روز پس از باروری (mg) | میزان رشد ویژه (درصد وزن بدن) |
|---|---|---|---|---|---|
| دفعات تخم‌کشی | ٤ | * | * | * | * |
| تراکم تخم | ۲ | ns | ns | ns | ns |
| دفعات تخم‌کشی × تراکم تخم | ۸ | * | * | * | * |

ns : غیر معنی‌دار  * : P<۰/۰٥

**جدول ٥. اثر دفعات تخم‌کشی و تراکم تخم بر میانگین وزن و میزان رشد لارو در طول دورهٔ آزمایش**

| اثر | وزن ۲۸ روز پس از باروری (mg) | وزن ٤۲ روز پس از باروری (mg) | وزن خشک ٤۲ روز پس از باروری (mg) | میزان رشد ویژه (درصد وزن بدن) |
|---|---|---|---|---|
| **آثار اصلی** | | | | |
| **دفعات تخم‌کشی** | | | | |
| A. | ۷٦/۱ b | ۸۳/٥ c | ۱٤/٦ c | ۰/٦٥ b |
| B. | ۷۳/٦ b | ۸۲/۸ c | ۱۳/٥ c | ۰/۸٥ b |
| C. | ۱۰۰/٥ a | ۱٤۱/٥ b | ۲٥/۳ b | ۲/٤٤ a |
| D. | ۱۰۳/۷ a | ۱٤۷/۳ ab | ۲٦/۷ b | ۲/٤۹ a |
| E. | ۱۰۳/۰ a | ۱٥۳/۰ a | ۲۹/۱ a | ۲/۹۳ a |
| خطای معیار | ۱٥/۱ | ۳۲/۹ | ۷/۰ | ۱/۰۲ |
| **تراکم تخم** | | | | |
| ٤۰۰۰ | ۹۰/٥ | ۱۱۸/٦ | ۲۲/۹ | ۱/۷٦ |
| ۷۰۰۰ | ۹۱/۷ | ۱۲٤/۰ | ۲۲/۱ | ۱/۹٤ |
| ۱۰۰۰۰ | ۹۱/۹ | ۱۲۲/۳ | ۲۱/٤ | ۱/۸٥ |
| خطای معیار | ۱٥/۱ | ۳۲/۹ | ۷/۰ | ۱/۰۲ |
| **آثار متقابل** | | | | |
| A×٤۰۰۰ | ۷٥/۱ b | ۸۰/۳ d | ۱٦ c | ۰/٤۸ c |
| A×۷۰۰۰ | ۷٦/۹ b | ۸٥/۰ d | ۱٥/٦ cd | ۰/۷۱ c |
| A×۱۰۰۰۰ | ۷٦/٥ b | ۸٥/۳ d | ۱۲/۳ d | ۰/۷۷ c |
| B×٤۰۰۰ | ۷۱/۸ b | ۸٤/۰ d | ۱۳/۳ cd | ۱/۱۱ c |
| B×۷۰۰۰ | ۷۷/۸ b | ۸٤/۰ d | ۱٤ cd | ۰/٥٤ c |
| B×۱۰۰۰۰ | ۷۱/۱ b | ۸۰/٦ d | ۱۳/٤ cd | ۰/۸۹ c |
| C×٤۰۰۰ | ۱۰٥/٤ a | ۱٤٤/۰ bc | ۲٥/۳ b | ۲/۲۳ ab |
| C×۷۰۰۰ | ۹۹/٤ a | ۱٤۳/۳ bc | ۲٥/۳ b | ۲/٥۹ ab |
| C×۱۰۰۰۰ | ۹٦/٦ a | ۱۳۷/۳ c | ۲٥/۳ b | ۲/٥۰ ab |
| D×٤۰۰۰ | ۹۹/٥ a | ۱٤٤/۰ bc | ۲٦/٦ b | ۲/٦۱ ab |
| D×۷۰۰۰ | ۱۰۲/۱ a | ۱٥۲/۰ abc | ۲٦/٦ ab | ۲/۸۲ ab |
| D×۱۰۰۰۰ | ۱۰۹/۷ a | ۱٤٦/۰ bc | ۲۷ ab | ۲/۰۳ b |
| E×٤۰۰۰ | ۱۰۱/۰ a | ۱٤۰/٦ c | ۳۰ a | ۲/۳۷ ab |
| E×۷۰۰۰ | ۱۰۲/۳ a | ۱٥٦/۰ ab | ۲۹ ab | ۳/۰٥ a |
| E×۱۰۰۰۰ | ۱۰٥/٦ a | ۱٦۲/۳ a | ۲۸/۳ ab | ۳/۰۷ a |
| خطای معیار | ۳۷/۷ | ٤۳/۳ | ۱۰/٥ | ۲/۸٥ |

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف غیرمشابه مشخص شده‌اند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار دارند. میانگین‌های بدون حرف لاتین تفاوت معنی‌دار ندارند.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

بیشترین میزان ماندگاری در مراحل مختلف زندگی مربوط به مولدین ٤ و ٥ ساله است (جدول ٣). بوش کیل (به نقل از ١٣) نیز تلفات در تخم‌های بارور قزل‌آلای رنگین کمان را مرتبط با سن دانسته و مقدار آن را در ماهی سه‌ساله ١٥ درصد و در مولدین ٦-٧ ساله بین ٥٠ تا ٦٠ درصد گزارش می‌کند. در واقع، نتایج به دست آمده اثر دفعات تخم‌کشی یا اندازه ماهی را بر میزان ماندگاری در مراحل مختلف به طور معنی‌داری نشان می‌دهد ($P<0/05$)، و این در حالی است که میزان ماندگاری از هنگام تخم‌گشایی تا شنای آزاد لارو تحت تأثیر دفعات تخم‌کشی قرار ندارد، و اساساً مراحل پیش از آن به طور معنی‌داری متأثر از دفعات تخم‌کشی است. به طور کلی، می‌توان گفت میزان ماندگاری به دست آمده برای مراحل مختلف، هم‌خوانی کلی با نتایج موجود در منابع دارد (٢، ٤، ٢١، ٢٢ و ٢٣).

علت بهبود ماندگاری در مرحله چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و نوزاد با شنای آزاد، در مولدین با سه و چهار بار تخم‌کشی به خوبی مشخص نیست، ولی به نظر می‌رسد که در ارتباط با بهبود کیفیت تخمک‌های تولید شده از مولدین بزرگ‌تر باشد. البته وضعیت ماندگاری در مولدین با پنج بار یا بیشتر تخم‌کشی شده دوباره کاهش یافته، به ٦٤ درصد در مقایسه با حدوداً ٨٠ درصد در مولدین گروه C و D می‌رسد، که می‌تواند نشان از کاهش کیفیت تخم باشد. گزارش‌های متفاوتی اغلب میزان باروری را به عنوان شاخصی برای کیفیت تخم منظور داشته‌اند (٢ و ١٠). ایستای و همکاران (١٠) نیز هم‌بستگی شدیدی بین میزان باروری و ماندگاری جنین تا چشم‌زدگی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان گزارش کرده‌اند. اگرچه در پژوهش حاضر میزان باروری اندازه‌گیری نگردید، ولی به نظر می‌رسد افزایش میزان ماندگاری با دفعات تخم‌کشی مؤید یافته‌های این پژوهندگان باشد.

برومیج و همکاران (٦) می‌گویند کیفیت تخم تحت تأثیر عوامل مختلفی همچون اندازه تخم است. از آن جا که اندازه تخم ماهی با افزایش طول، وزن و سن مولد افزایش می‌یابد (٢٦، ٢٧ و ٢٨)، تصور می‌شود که این افزایش اندازه موجب بهبود کیفیت تخم از طریق افزایش اندوخته غذایی شده، احتمالاً با افزایش میزان باروری، مراحل بعدی تکامل تخم بارور و لارو را در مولدین گروه C و D تحت تأثیر قرار داده باشد. بارتل (به نقل از ١٥) نیز در سال ١٩٧١ گزارش داد که مولدین ماده جوان که برای نخستین بار تخم‌ریزی می‌کنند کوچک‌ترین تخم‌ها و ماده‌های میان‌سال بزرگ‌ترین تخم‌ها را تولید می‌کنند، در حالی که مولدین پیر تخم‌های سبک‌تری تولید می‌کنند. وی سن تولید تخم‌های اخیر را در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان ٥/٨-٦ سال گزارش کرده، و هم‌چنین اظهار داشته است که سن مولد بر ترکیب تخمدان و تخمک اثر می‌گذارد. این مسئله می‌تواند تا حدودی نتایج به دست آمده از مولدین حاضر را توجیه کند.

البته گزارش‌های ضد و نقیضی از تأثیر اندازه تخم بر میزان ماندگاری در مراحلی از تکامل جنین و لارو در منابع وجود دارد، به طوری که برخی از پژوهندگان مرگ و میر زیادی را در تخم‌های کوچک گزارش می‌کنند (٣، ١٧، ٢٠ و ٢٧)، و برخی دیگر هیچ گونه رابطه‌ای را بین اندازه تخم و مراحل ذکر شده نشان نمی‌دهند (٤ و ٢٤).

عامل دیگری که احتمالاً می‌تواند در اختلاف موجود میان نتایج به دست آمده از گروه‌های مختلف مولد مؤثر باشد، زمان تخم‌کشی با توجه به زمان تخمک‌گذاری، یعنی رهاسازی تخمک‌ها در داخل حفرهٔ شکمی است؛ چه، این مسئله می‌تواند بر کیفیت تخم اثر گذاشته و میزان ماندگاری را تحت تأثیر قرار دهد (٢٢). اسپرینگیت و برومیج (٢٢ و ٢٣) اظهار می‌دارند که معمولاً تخم‌های استحصال شدهٔ ٤-١٠ روز پس از تخلیه تخمک‌ها به درون حفره شکمی بیشترین میزان ماندگاری، و تخمک‌های استحصال شدهٔ پیش و پس از این زمان کاهش میزان ماندگاری را نشان می‌دهند. با توجه به این مسئله، چنین به نظر می‌رسد که در انجام آزمایش‌های مشابه، باید به موضوع زمان تخم‌کشی برای مقایسه بهتر نتایج توجه گردد.

برخلاف دفعات تخم‌کشی، تراکم نگهداری تخم اثر معنی‌داری بر میزان ماندگاری تخم بارور یافته تا مرحله



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

تخم‌گشایی نداشت، ولی مرحله بعد یعنی از تخم‌گشایی تا شنای آزاد را متأثر ساخته، به طوری که اختلاف معنی‌داری بین تراکم ۴۰۰۰ و سایر تراکم‌ها به چشم می‌خورد (P<۰/۰۵). به هر حال ارزش عددی ماندگاری به دست آمده برای تراکم‌های مختلف در این مرحله بین ۹۶ تا ۹۷ درصد است، که این اختلاف چندان چشم‌گیر نیست. اگرچه توجیه خاصی برای اختلاف موجود نمی‌توان ارائه کرد، ولی این احتمال وجود دارد که تنش حاصل از سرعت جریان آب، که باعث جابه‌جایی بیش از حد لاروها در مراحل خروج از تخم در سینی‌های با تراکم کم گردیده، باعث این اختلاف باشد.

در مجموع، از نتایج چنین دریافت می‌شود که میانگین وزنی لاروهای به دست آمده نیز تحت تأثیر دفعات تخم‌کشی قرار دارد، به گونه‌ای که میانگین وزنی لاروهای حاصل از مولدین گروه A و B به طور معنی‌داری از میانگین وزنی لاروهای مولدین C، D و E کمتر است (P<۰/۰۵). نکته جالب آن است که در این میان مولدین گروه E نیز از لحاظ میانگین وزن لارو تولیدی با گروه‌های C و D برابری کرده، و حتی در ۴۲ روزگی از میانگین وزنی بهتری نسبت به تمامی گروه‌ها برخوردارند. چنین به نظر می‌رسد که در مولدین گروه E، به رغم تلفات بیشتر تخم از مرحله باروری تا چشم‌زدگی، تخم‌های باقی‌مانده به لحاظ بزرگی و اندوخته غذایی بیشتر، منجر به تولید لاروهایی با میانگین وزنی بیشتر در هنگام تولد و نهایتاً رشد بهتر در مراحل بعد از تخم‌گشایی می‌شوند. گزارش‌های بسیاری نیز در توافق کلی با نتایج به دست آمده می‌باشد، که گویای حصول لاروهای بزرگ‌تر و میزان رشد بیشتر با افزایش وزن و اندازه تخم در ماهی قزل آلا و ماهی کد (Cod, *Gadus morhua*) می‌باشد (۱، ۱۶، ۱۷، ۲۵ و پسل‌یاک (Peslyak) به نقل از ۱۵). این در حالی است که فرام و راس‌موسن (۱۱) اظهار می‌دارند که تفاوت معنی‌داری بین رشد ماهیان به دست آمده از تخم‌های با اندازه‌های متفاوت وجود ندارد.

میزان رشد ویژه لارو نیز متأثر از دفعات تخم‌کشی و اندازه مولدین است، به طوری که اختلاف معنی‌داری بین مولدین گروه A و B با مولدین گروه C، D و E در سطح پنج درصد وجود دارد، ولی بیشترین میزان آن مربوط به مولدین چهار بار تخم‌کشی (D) می‌باشد. اسپرینگیت و برومیج (۲۴) و برومیج و کوماراناتانگا (۴) میزان رشد ویژه یکسانی را در لاروهای به دست آمده از تخم‌های با اندازه‌های متفاوت در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان گزارش می‌کنند. وجود یک چنین مغایرت‌هایی در نتایج، می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی همچون پروتکل‌های متفاوت در انجام آزمایش‌ها، ساختارهای ژنتیکی متفاوت و زمان‌های متفاوت تخم‌کشی با توجه به زمان تخمک‌گذاری باشد.

در مجموع، با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، چنین به نظر می‌رسد که تحت شرایط مدیریتی موجود در کارگاه‌های تکثیر کشور، مناسب‌ترین مولدین برای تخم‌کشی محدود به مولدین با سه و چهار بار تخم‌کشی است، چه، عملکرد این گروه در مقایسه با دیگر مولدین مورد آزمایش از هر نظر مناسب‌تر بود.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به خاطر تقبل هزینه‌ها، و مسئولین محترم دانشکدهٔ منابع طبیعی، و هم‌چنین آقای مهندس هوشنگ شاهین‌پور مدیریت محترم کارگاه تکثیر ماهی قزل‌آلای رنگین کمان لردگان در استان چهار محال و بختیاری، که اجازه استفاده از مولدین با ارزش و فضای مورد نیاز را دادند، سپاسگزاری می‌گردد.

## منابع مورد استفاده

۱. جلالی جعفری، ب. و م. مهیار. ۱۳۷۸. *بیماری‌های ماهیان قزل‌آلا و آزاد* (ترجمه). چاپ اول، انتشارات نوربخش، تهران.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

۲. فرهادیان، ۱. ۱۳۷۸. بررسی روش‌های باروری و تعیین درجه روز مراحل تکامل تخم در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

3. Barker, G., S. Smith and N. Bromage. 1989. The bacterial flora of rainbow trout and brown trout eggs and its relationship to developmental success. J. Fish Dis. 12: 281-293.
4. Bromage, N. R. and P. R. C. Cumaranatunga. 1988. Egg production in the rainbow trout. PP. 63-138. *In*: R. J. Roberts and J. F. Muir (Eds.), Recent Advances in Aquaculture. Vol. 3. Croom Helm, London.
5. Bromage, N. R., P. Hardiman, J. Jones, J. Springate and V. Bye. 1990. Fecundity, egg size and total egg volume differences in 12 stocks of rainbow trout. Aquacult. Fish. Manage. 21: 269-284.
6. Bromage, N. R., J. Jones, C. Randall, M. Thrush, B. Davies, J. Springate, J. Duston and G. Barker. 1992. Brood stock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 100: 141-166.
7. Chattopadhyay, G. N. 1998. Chemical Analysis of Fish Pond Soil and Water. PP. 34-61. Daya Publishing House, New Delhi.
8. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11: 1-42.
9. Elliott, J. M. 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta,* L.) fed on maximum rations. J. Anim. Ecol. 44: 832-842.
10. Estay, F., N. F. Diaz, R. Neira and X. Fernandez. 1994. Analysis of reproductive performance of rainbow trout in a hatchery in Chile. Prog. Fish Cult. 56(4): 244-249.
11. From, J. and G. Rasmussen. 1991. Growth of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) related to egg size and temperature. DANA 9: 31-38.
12. Glebe, B. D., T. D. Appy and R. L. Saunders. 1979. Variation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) reproductive traits and their implications for breeding programs. I. C. E. S. C. M, 1979/M, 23.
13. Huet, M. 1986. Textbook of Fish Culture: Breeding and Cultivation of Fish. Fishing News Books Ltd., England.
14. Jansen, M. and R. McLeary. 1996. Characteristics of current international trade of live salmonid eggs. Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties 15(2): 423-433.
15. Kamler, E. 1992. Early Life History of Fish: An Energetics Approach. Chapman & Hall, London.
16. Pepin, D. C., D. C. Orr and J. T. Anderson. 1994. Time to hatch and larval size in relation to temperature and egg size in Atlantic cod (*Gadus morhua*). PP. 2-10. *In*: J. S. Campbell, P. Schwinghamer and P. E. K. Symons (Eds.), Selected Proceedings of the Symposium on the Biology and Ecology of Northwest-Atlantic cod (1997). No. 54, Suppl. 1. St. John's, Canada.
17. Pitman, R. W. 1979. Effects of female age and size on growth and mortality in rainbow trout. Prog. Fish Culture 41: 202-204.
18. Ridelman, J. M., R. W. Hardy and E. L. Brannon. 1984. The effect of short-term starvation on ovarian development and egg viability in rainbow trout. Aquaculture 37: 133-140.
19. SAS Institute. 1993. SAS User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
20. Small, T. 1979. Trout eggs-look for size and service. 14th Two Lakes Fish Symp. Oct. 1979, Romsey, England, Jannsen Services, Kent.
21. Smith, C. E., M. D. Osborne, R. G. Piper and W. P. Dwyer. 1979. Effect of diet composition on performance of rainbow trout brood stock during a three-year period. Prog. Fish Culture 41: 185-188.
22. Springate, J. R. C. and N. R. Bromage. 1984a. Husbandry and the ripening of eggs. Fish Farm. 7: 22-23.
23. Springate, J. R. C. and N. R. Bromage. 1984b. Rainbow trout egg and fry losses: a check on quality. Fish Farm. 7: 24-25.

[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]

24. Springate, J. R. C. and N. R. Bromage. 1985. Effects of egg size on early growth and survival in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Aquaculture 47: 163-172.
25. Springate, J. R. C., N. R. Bromage and P. R. T. Cumaranatunga. 1985. The effect of different rations on fecundity and egg quality in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). PP. 371-394. *In*: C. B. Cowey, A. M. Mackie and J. A. Bell (Eds.), Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, London.
26. Thorpe, J. E., M. S. Miles and D. S. Keay. 1984. Developmental rate, fecundity and egg size in Atlantic Salmon, *Solmo salar* L. Aquaculture 43: 289-306.
27. Venkataramanujam, K. and N. Ramanathan. 1994. Manual of Finfish Biology. Oxford and IBM Publ. Co. PVT. Ltd., Delhi.
28. Wootton, R. J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hall, London.

[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.4.16.4 ]