

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دهم، شماره دو، تابستان ۸۷

## بررسی اثرات هورمون ۱۷-بتا استرادیول والرات بر تمایز گونادی ماهی قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

طاهره ناجی<sup>۱</sup>

پرینا نجات خواه معنوی<sup>۲</sup>

مهرداد شیرین آبادی<sup>۳</sup> (مسئول مکاتبات)

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۳

تاریخ دریافت: ۸۶/ ۷/۱۲

### چکیده

در این تحقیق اثرات هورمون ۱۷-بتا استرادیول والرات بر تمایز گونادی ماهی قزل آلالی رنگین کمان در مرحله جذب کیسه زرده مورد ارزیابی قرار گرفت و رابطه بین مدت زمان غوطه وری و درصد تغییر جنسیت در این ماهی بررسی گردید . بدین منظور ، عروزی پس از پایان تخمه گشایی لاروها، ۷۵۰ عدد لارو حاوی کیسه زرده در ۵ تیمار جداگانه به طور مساوی تقسیم شدند. بررسی طی یک مرحله و در طول زمان های گوناگون در حمام حاوی ۴۰۰ میکروگرم در لیتر هورمون ۱۷-بتا استرادیول والرات به روش غوطه وری انجام شد . بدین ترتیب که تیمار ۱ به مدت ۱ ساعت ، تیمار ۲ به مدت ۲ ساعت، تیمار ۳ به مدت ۴ ساعت و تیمار ۴ به مدت ۸ ساعت در معرض هورمون قرار گرفتند و تیمار ۵ نیز به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. پس از پایان دوره تجویز هورمون ، لاروها تا سن ۴ ماهگی برای رسیدن به اندازه مناسب و رشد غدد جنسی ، نگره داری و تغذیه شدند. پس از اتمام این مرحله ، وضعیت جنسیت ماهیان تیمارهای مختلف به روش مستقیم تحت بررسی قرار گرفت . نتایج حاصل نشان داد که ۴۰٪ ماهیان تیمار ۱ ، ۴۱٪ ماهیان تیمار ۲ ، ۵۴٪ ماهیان تیمار ۳ و ۵۹٪ ماهیان تیمار ۴ را جمعیت ماده به خود اختصاص داده بود. مقایسه این نتایج با نسبت جنسیت گروه شاهد که شامل ۳۵٪ ماهی ماده و ۶۵٪ ماهی نر بود نشان داد که غوطه ور کردن لاروهای دارای کیسه زرده در حمام هورمون ۱۷-بتا استرادیول والرات می تواند منجر به تغییر جنسیت در این گروه از ماهیان گردد. اما اختلاف معنی داری در میانگین وزن و طول ماهیان تیمارهای غوطه وری در مقایسه با گروه شاهد، مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ).

واژه های کلیدی: ماهی قزل آلالی رنگین کمان ، ماده سازی ، تغییر جنسیت ، ۱۷-بتا استرادیول والرات ، غوطه وری سازی

۱- استادیار، واحد علوم دارویی دانشگاه آزاد اسلامی

۲- استادیار، دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی

۳- دانشجو ، دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی

## مقدمه

روش به عواملی مانند گونه مورد نظر و شرایط محیطی مثل درجه حرارت و طول دوره نوری بستگی دارد (۳).

ماده سازی مستقیم تاکنون حداقل در ۵۶ گونه از ماهیان استخوانی که مربوط به ۲۴ خانواده مختلف می باشند به کارگرفته شده است. اولین مطالعات در زمینه ماده سازی ماهی قزل آلی رنگین کمان در سال ۱۹۳۷ انجام گرفت که طی آن Padoa و همکاران با استفاده از استروژن طبیعی استرون ( $E_1$ ) و به روش غوطه وری اقدام به تولید جمعیت های ماده در این ماهی نمودند. همچنین محققان دیگری مانند Okada (۱۹۸۵) و (۱۹۷۳)، Jalabert (۱۹۷۵)، Simpson (۱۹۷۶)، Johnston (۱۹۷۸)، Bye and Lincolne (۱۹۸۶)، Goryczko (۱۹۹۱) و Sower (۱۹۸۳) نیز با به کارگیری استروژن های طبیعی و مصنوعی در جیره غذایی و یا به روش غوطه وری اقدام به تولید جمعیت های تک جنسی ماده از ماهی قزل آلی رنگین کمان نمودند (۲، ۵، ۶ و ۷).

در ایران برای اولین بار حسینی در سال ۱۳۷۳ با به کارگیری استروژن طبیعی ۱۷- بتااسترادیول ( $E_2$ ) به میزان ۲۰ میلی گرم در هر کیلوگرم از رژیم غذایی ماهی قزل آلی رنگین کمان در طی ۶۰ روز موفق به تولید ۶۵٪ جمعیت ماده در این ماهی گردید اما تا کنون مطالعات چندانی در زمینه استفاده از روش غوطه وری در ماهی قزل آلی رنگین کمان انجام نشده است (۸).

این تحقیق با هدف بررسی اثرات هورمون ۱۷- بتااسترادیول والرات بر تمایز گونادی ماهی قزل آلی رنگین کمان در مرحله جذب کیسه زرده و یافتن رابطه میان مدت زمان غوطه وری و میزان تغییر جنسیت در این ماهی انجام گردید.

## روش بررسی

تحقیق حاضر در دی ماه ۱۳۸۴ در کارگاه تکثیر و پرورش زرقزل هراز واقع در کیلومتر ۶۰ جاده آمل- تهران انجام گرفت. به منظور تأمین لاروهای مورد نیاز برای اجرای طرح با

با توجه به این که استروئیدهای جنسی در مراحل طبیعی تمایز جنسی ماهیان شرکت دارند، می توان با استفاده از استروئیدهای اگزوژن، تمایز جنسی را در تمام ماهیان تمایز نیافته کنترل کرد. بدین ترتیب پرورش دهندگان بسته به این که چه جنسی از نظر رشد، رفتار، ضریب تبدیل غذایی، زمان بلوغ، رنگ و طعم گوشت برایشان مطلوب تر است می توانند از طریق یک درمان استروئیدی، دوره طبیعی تمایز جنسی را به سمت فنوتیپ مورد نظر تغییر دهند (۱).

درمیان گونه های ماهیان پرورشی، قزل آلی رنگین کمان از جمله ماهیانی است که در آن جنس ماده دارای میزان رشد بیشتر و اندازه بزرگ تری در مقایسه با جنس نر می باشد. علاوه بر این نرها قبل از آن که به اندازه مناسب برای خرید و فروش برسند بالغ می شوند. این دو عامل باعث تنوع زیادی در اندازه ماهیان و کاهش میزان تولید می گردد، به همین دلیل مؤسسات پرورشی ماهی قزل آلی رنگین کمان تمایل بسیار زیادی برای تولید جمعیت های یکنواخت ماهیان ماده دارند (۲). تولید جمعیت های تماماً ماده در این قبیله از ماهیان می تواند باعث افزایش میزان تولید تخم از طریق پرورش ماده های واقعی و جلوگیری از بلوغ زودرس در ماهیان نر شود. علاوه بر این، پرورش جنسی که دارای بالاترین میزان رشد می باشد کیفیت و کمیت تولید را نیز افزایش می دهد (۳).

یکی از روش های تولید جمعیت های تک جنسی ماده با استفاده از استروئیدهای جنسی، ماده سازی مستقیم می باشد. این روش در تمامی گونه های ماهیان صرف نظر از نوع سیستم تعیین جنسیت و این که چه جنسی (نر یا ماده) به صورت هوموگامتیک و یا هتروگامتیک است کاربرد دارد و شامل استفاده از استروژن ها در طول مراحل اولیه رشد می باشد. در این روش با استفاده از یک استروژن طبیعی و یا مصنوعی، جنس مورد نظر در همان نسلی که استروژن را دریافت کرده به دست می آید (۴). این عمل از طریق غوطه وری کردن تخم ها یا لاروهای دارای کیسه زرده در حمام حاوی استروژن ها و همچنین تجویز خوراکی استروژن ها امکان پذیر می باشد. میزان هورمون مصرفی و طول دوره درمان در این

حرارت آب طشت ها در طول آزمایش ها  $8/5 \pm 0/5$  درجه سانتی گراد بود.

پس از پایان دوره تجویز هورمون، لاروها برای رسیدن به اندازه مناسب و رشد غدد جنسی تا سن ۴ ماهگی نگه داری شدند. در این مدت ماهی های موجود در تمامی تیمارها به ترتیب با غذای Starter ، ۰/۵ ، ۰/۸ و ۱/۱ میلی متر ساخت شرکت بیومار فرانسه و غذای SFT<sub>2</sub> ساخت شرکت چینه غذا دهی شدند. پس از اتمام دوره پرورش، ماهی های موجود در هر تیمار به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، طول و وزن هر یک از ماهی ها به ترتیب با استفاده از تخته بیومتری (دقت : میلی متر) و ترازوی دیجیتال (دقت : دهم گرم) اندازه گیری و ثبت شد و سپس جنسیت هر یک از آن ها به روش مستقیم مورد بررسی قرار گرفت. در این روش پس از شکافتن بدن ماهی و شناسایی محل گونادها، بخش قدامی یکی از گونادها بریده و خارج شده و پس از قرار دادن بر روی لام، جنسیت ماهی با میکروسکوپ نوری شناسایی گردید. پس از بررسی تمامی ماهی ها ، نتایج حاصل از هر تیمار با اطلاعات به دست آمده از تیمار شاهد مقایسه شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده ها و بررسی معنی دار بودن اختلافات مشاهده شده در نسبت های جنسی و میزان رشد طولی و وزنی ماهیان مربوط به هریک از تیمارها در مقایسه با گروه شاهد از بسته نرم افزاری SPSS و آزمون های آنالیز واریانس یک طرفه (*One way ANOVA*) استفاده شد. برای انجام محاسبات آماری و ترسیم نمودارها نیز از بسته نرم افزاری *S-plas* استفاده گردید.

استفاده از مولدان موجود در کارگاه، یک مرحله تکثیر در بیست و دوم دی ماه صورت گرفت. پس از گذشت ۴۰ روز از باروری تخم ها، لاروها شروع به خروج از تخم ها نمودند اما با توجه به حساسیت بسیار بالای لاروها در این مرحله امکان غوطه وری آن ها در حمام هورمون وجود نداشت. بدین ترتیب تا ۵روز پس از پایان تخمه گشایی عمل غوطه وری انجام نگرفت . در روز پنجم با در نظر گرفتن تعداد تیمارها (جدول ۱) ، ۵ انکوباتور انتخاب گردید و در هر یک از آن ها تعداد ۱۵۰ عدد لارو دارای کیسه زرده قرار داده شد. از مجموع ۵ تیمار انتخاب شده لاروهای موجود در ۴ تیمار در روز ششم طی یک مرحله غوطه وری تحت تأثیر هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات قرار گرفتند. لاروهای موجود در انکوباتور پنجم نیز که به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شده بودند، بدون دریافت هورمون نگه داری شدند. برای انجام عمل غوطه وری به ازای هر تیمار آزمایشی مقدار ۲۴ میلی گرم هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات (ساخت شرکت Synopharm آلمان) توسط ترازوی Mettler (دقت : هزارم گرم) توزین گردید و سپس در ۱۰۰ میلی لیتر الکل اتیلیک (اتانول) ۹۶ درجه حل شد . محلول الکل-هورمون آماده شده در طشتی با ظرفیت ۶۰ لیتر آب به طور کامل پخش گردید تا محلول ۴۰۰ میکروگرم در لیتر از هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات به دست آید. پس از آماده شدن حمام هورمون برای هر ۴ تیمار، انکوباتورها به نوبت از داخل ترفا خارج شده و با ثبت زمان شروع غوطه وری درون طشت ها قرار گرفتند . جدول شماره ۱ مدت زمان غوطه وری هر یک از تیمارها را در حمام حاوی هورمون نشان می دهد . درجه

جدول ۱ - مدت زمان غوطه وری و مقدار هورمون مصرفی برای تیمارهای آزمایشی مختلف

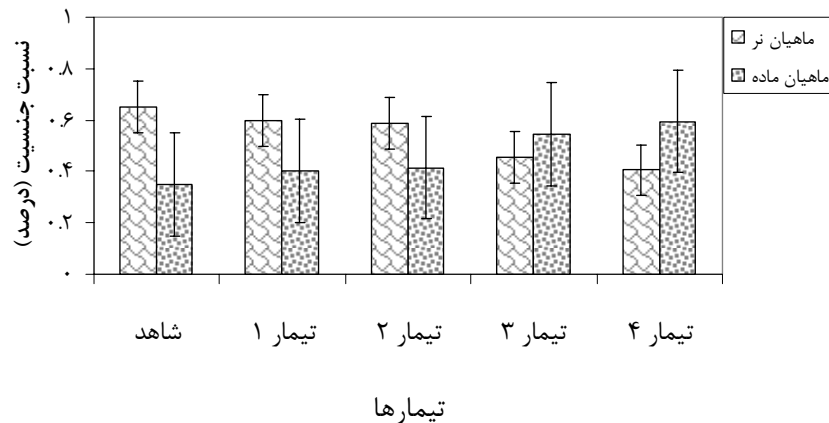
ردیف	عنوان تیمار	مقدار تجویز هورمون (میکروگرم در لیتر)	مدت زمان غوطه وری (ساعت)
۱	تیمار آزمایشی ۱	۴۰۰	۱
۲	تیمار آزمایشی ۲	۴۰۰	۲
۳	تیمار آزمایشی ۳	۴۰۰	۴
۴	تیمار آزمایشی ۴	۴۰۰	۸
۵	تیمار شاهد	-	-

## نتایج

نسبت جنسی ماهی های موجود در گروه شاهد و ماهیان حاصل از غوطه وری لاروهای دارای کیسه زرده در حمام حاوی هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات در هر یک از تیمارهای آزمایشی در نمودار ۱ نشان داده شده است . همان طور که ملاحظه می شود، در گروه شاهد ۶۵٪ جمعیت را ماهیان نر به خود اختصاص داده اند و ۳۵٪ باقیمانده شامل ماهیان ماده بوده است. مطابق این نمودار، تجویز استروژن به روش غوطه وری سبب ایجاد درجات مختلفی از ماده سازی در میان تیمارهای غوطه وری شده است. در تیمار اول که شامل غوطه وری لاروهای دارای کیسه زرده در حمام حاوی هورمون به مدت ۱ ساعت بود ۴۰٪ ماهی ماده ایجاد گردید و در تیمار دوم ، ۲ ساعت غوطه وری در حمام هورمون منجر به تولید ۴۱٪ ماهی ماده در نمونه های مربوطه شد . در ماهی های مربوط به تیمار سوم که به مدت ۴ ساعت در طول دوره جذب کیسه زرده در معرض هورمون قرار گرفته بودند، ۵۴٪ ماهی ماده مشاهده گردید . بالاترین میزان تغییر جنسیت در میان تیمارهای غوطه وری در تیمار چهارم مشاهده

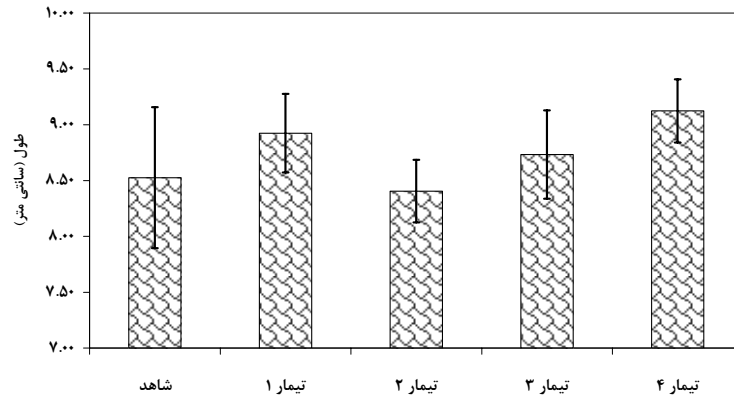
شد. در این تیمار، با غوطه وری لاروهای دارای کیسه زرده به مدت ۸ ساعت در محلول حاوی ۴۰۰ میکروگرم در لیتر از هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات ، ۵۹٪ ماهی ماده مشاهده شد . با وجود تغییراتی که در نسبت جنسی ماهیان تحت تیمار درمقایسه با گروه شاهد مشاهده شد، آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ، اختلاف معنی داری را در نسبت جنسی ماهیان گروه شاهد و ماهیان تیمارهایی که برای ایجاد تغییر جنسیت به ماده منظور شده بودند نشان نداد ( $P > 0.05$ ) .

به منظور بررسی اثرات هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات بر رشد ماهیان مورد آزمایش در پایان کار میانگین طولی و وزنی ماهیان مربوط به هر تیمار محاسبه شد. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت های مشاهده شده در میانگین طولی و وزنی ماهیان تیمارهای غوطه وری با گروه شاهد معنی دار نیست ( $P > 0.05$ ) . اما تفاوت های موجود در میانگین طولی و وزنی ماهی های موجود در تیمارهای آزمایشی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را میان تیمارهای دوم و چهارم نشان داد ( $P < 0.05$ ) .

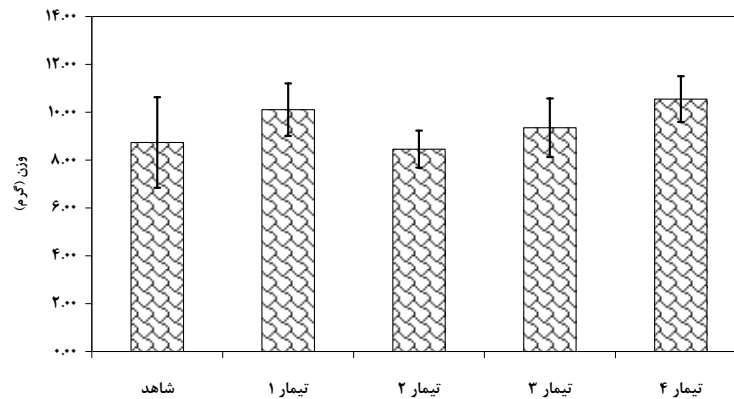


نمودار ۱ - مقایسه نسبت جنسیت ماهیان گروه شاهد و ماهیان تحت تیماربا

هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات در زمان های مختلف



نمودار ۲ - مقایسه میانگین طولی ماهیان تحت تیمار با هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات نسبت به گروه شاهد



نمودار ۳ - مقایسه میانگین وزنی ماهیان تحت تیمار با هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات نسبت به گروه شاهد

### تفسیر نتایج

مدت زمان غوطه وری، تغییر جنسیت به سمت جنس ماده نیز افزایش پیدا کرد به طوری که در تیمار سوم با غوطه ور کردن لاروها به مدت ۴ ساعت در محلول حاوی هورمون، درصد ماهیان ماده به ۵۴/۳٪ افزایش یافت و در تیمار چهارم، زمانی که لاروها به مدت ۸ ساعت در معرض هورمون قرار گرفتند درصد ماهیان ماده به ۵۹/۵٪ رسید. افزایش درصد ماهیان ماده می تواند ناشی از افزایش مدت زمانی باشد که طی آن لاروهای دارای کیسه زرده در معرض هورمون قرار گرفته اند. هورمون درمانی با استروئیدها به روش غوطه وری معمولاً پس از تخمه گشایی لاروها و در طول دوره جذب کیسه زرده انجام

نتایج بررسی ها و مطالعات آماری نشان داد که غوطه ور کردن لاروهای ماهی قزل آلا رنگین کمان در طول دوره جذب کیسه زرده در حمام حاوی ۴۰۰ میکروگرم در لیتر از هورمون ۱۷-بتاسترادیول والرات می تواند منجر به تغییر نسبت جنسی ماهیان آزمایش شده در مقایسه با نسبت جنسی ماهیان موجود در تیمار شاهد گردد. در تحقیق حاضر زمانی که لاروهای دارای کیسه زرده به مدت ۱ ساعت و ۲ ساعت (تیمارهای ۱ و ۲) در حمام حاوی هورمون غوطه ور شدند، تغییرات اندکی در نسبت جنسی ماهیان موجود در تیمارهای مربوطه مشاهده شد. اما با افزایش

۱۹۸۸ و Piferrer و Donaldson در سال های ۱۹۸۸ و ۱۹۹۱ طی مطالعاتی که بر روی تغییر جنسیت ماهی آزاد چینوک انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که تمایز جنسی در این ماهی پس از تخمه گشایی لاروها و در طول دوره جذب کیسه زرده اتفاق می افتد، در حالی که Piferrer در سال ۲۰۰۱ گزارش کرد که تمایز جنسی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان اندکی پس از شروع تغذیه فعال و هم زمان با جذب کامل کیسه زرده آغاز می شود (۲، ۹ و ۱۰). بدین ترتیب در ماهی آزاد چینوک، هورمون درمانی از طریق غوطه ور کردن لاروهای دارای کیسه زرده در حمام حاوی استروئیدهای اگزوزن می تواند بالاترین میزان تغییر جنسیت را در این ماهی به دنبال داشته باشد و کنترل هورمونی تمایز جنسی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان نیز بهتر است با استفاده از رژیم غذایی هورمون دار انجام شود تا درصد بیشتری از ماهیان، به سمت فنوتیپ مورد نظر هدایت شوند. البته این امر دال بر آن نیست که ماهی نمی تواند در خارج از این دوره با استفاده از هورمون ها تغییر جنسیت موفقیت آمیزی داشته باشد. به عنوان مثال Redding و همکاران در سال ۱۹۸۷ میلادی با بررسی هایی که بر روی ماهی آزاد کوهو و ماهی آزاد چام در خارج از دوره تمایز جنسی انجام داده بودند دریافتند که هورمون درمانی در خارج از این دوره به مقادیر بیشتری از هورمون و یا دوره درمانی طولانی تر برای دستیابی به جنس مورد نظر نیاز دارد. همچنین در این حالت نسبت های جنسی به مقادیر کمتری تحت تأثیر این هورمون ها قرار می گیرند (۲).

نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین طولی و وزنی ماهیان موجود در تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد نشان داد که مقدار هورمون تجویز شده و طول دوره درمان، اثر قابل توجهی بر رشد طولی و وزنی ماهی های موجود در تیمارهای غوطه وری نداشته است. به طور کلی کاهش شاخص های رشد در ماهیان به ویژه رشد طولی و وزنی از جمله مشخصات هورمون درمانی با استفاده از استروژن ها در مقادیر بالا و درمان طولانی مدت می باشد (۹). Goetz و همکاران در سال ۱۹۷۹ دریافتند زمانی که ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) تحت تأثیر مقادیر بالایی از هورمون استرادیول قرار می گیرد،

می شود. در این روش استروئید مصرفی در طول مدت زمان غوطه وری، جذب کیسه زرده می شود و به دلیل این که زرده به عنوان تنها منبع غذایی برای آلبین های در حال رشد در این دوره محسوب می شود، استروئید ذخیره شده را به تدریج در اختیار آن ها قرار داده و در نتیجه ماهی را به سمت جنس مورد نظر هدایت می کند. بر این اساس هرچه مدت زمان غوطه وری لاروهای دارای کیسه زرده در حمام هورمون افزایش یابد، مقدار استروئید بیشتری در اختیار آن ها قرار می گیرد و بدین ترتیب تأثیر هورمون درمانی به منظور تغییر جنسیت نیز در آن ها افزایش می یابد (۲).

Piferrer و Donaldson در سال ۱۹۹۲ تأثیر ماده سازی به روش غوطه وری را در گونه دیگری از آزادماهیان گزارش کردند. آن ها با غوطه ور کردن لاروهای ماهی آزاد چینوک (*O. tshawytscha*) به مدت ۲ ساعت در محلول حاوی ۴۰۰ میکروگرم در لیتر از هورمون ۱۷-بتاسترادیول، ۷۲/۲٪ ماهی ماده در جمعیت تحت آزمایش خود به دست آوردند و در تیمار دیگر با افزایش مدت زمان غوطه وری به ۸ ساعت موفق به ایجاد جمعیت تماماً ماده در این ماهی شدند (۹). اختلافات موجود میان نتایج حاصل از غوطه وری لاروهای ماهی قزل آلابی رنگین کمان در حمام هورمون با نتایجی که Piferrer و Donaldson با آزمایش بر روی ماهی آزاد چینوک به دست آورده بودند می تواند ناشی از هورمون درمانی ماهی قزل آلابی رنگین کمان بدون در نظر گرفتن زمان تمایز جنسی در آن باشد. بر طبق معیارهایی که یاماموتو در سال ۱۹۶۹ میلادی در مورد کنترل تمایز جنسی ماهیان ذکر کرده است، تغییر جنسیت در ماهیان به وسیله هورمون ها تنها زمانی می تواند منجر به نتایج مطلوب شود که هورمون درمانی در طول دوره تمایز جنسی و در زمانی رخ دهد که غدد تناسلی هنوز به طور کامل از نظر جنسی تمایز پیدا نکرده اند. این دوره زمانی در گونه های مختلف کاملاً متفاوت می باشد و حتی در گونه هایی که خویشاوندی نزدیکی با یکدیگر دارند نیز ممکن است در زمان های مختلفی از دوره تکامل رخ دهد (۲).

دوره تمایز جنسی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان با ماهی آزاد چینوک کاملاً متفاوت می باشد. Baker و همکاران در سال

چشم زده، لارو دارای کیسه زرده و مرحله تغذیه فعال .

#### سپاس‌گزاری

از جناب آقای دکتر بهیار جلالی جعفری، جناب آقای مهندس فریدون وطن دوست، و سرکار خانم مهندس محبوبه بادکان که در اجرای این طرح همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌شود .

#### منابع

1. Lim , L.C., Wong , C.C., 1996 . Fry production of freshwater ornamental fish in Singapore . In : Le Roy , R. (Ed.) , World Aquaculture'96 Book of Abstracts , Bangkok , Thailand , p. 228 (Abstr.).
2. Piferrer , F., 2001 . Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish . Aquaculture , Vol. 197 , pp: 229-281.
3. Sower,S.A., Dichhoff, W.W., Flagg, T.A., Mighell,J.L., Mahnken,C.V.W., 1984. Effects of estradiol and diethylstilbestrol on sex reversal and mortality in Atlantic salmon (*Salmo salar*) .
4. Hendry , C. I., Martin-Robichaud , D.J., Benfey , T.J., 2003 . Hormonal sex reversal of Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Aquaculture , Vol. 219 , pp: 769-781.
5. Bye , V.J., Lincoln , R.F., 1986 . Commercial methods for the control of sexual maturation in Rainbow trout(*Salmo gairdneri* R.). Aquaculture, Vol. 57 , pp: 299-309.
6. Goryczko,K., Bieniarz,K., Dobosz,S., Grudniewska, J.,1991. The effects of 17  $\beta$ -estradiol on Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walb.). Pol.

رشد آن کاهش می‌یابد. Funk و همکاران در سال ۱۹۷۳ در ماهی آزاد صورتی و Johnstone و همکاران نیز در سال ۱۹۷۸ در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان چنین تأثیری را در زمان استفاده از استرادیول مشاهده کردند (۱۱، ۱۲ و ۱۳) . اطلاعات به دست آمده در این تحقیق هیچ‌گونه شواهدی را مبنی بر کاهش رشد طولی و وزنی ماهیان موجود در تیمارهای غوطه‌وری در مقایسه با ماهیان گروه شاهد نشان نمی‌دهد. این امر دال بر آن است که مقدار هورمون مصرف شده و طول دوره درمان در تمامی تیمارها در حد بهینه و یا کمتر از آن بوده به طوری که نتوانسته تغییری در شاخص‌های رشد ماهیان به وجود بیاورد .

امروزه ماده‌سازی مستقیم در بسیاری از گونه‌های ماهیان، به روش‌های مختلف انجام می‌گیرد. صرف نظر از روش به کار رفته، یک اصل کلی در مورد تمامی گونه‌ها عمومیت دارد و آن این است که هورمون درمانی باید در طول دوره تمایز جنسی ماهیان انجام شود. پس از آن که زمان این دوره در گونه مورد نظر مشخص گردید برای دستیابی به بالاترین بازده اثر هورمون باید حداکثر مقدار هورمونی را که منجر به نتایج نامطلوب (کاهش رشد طولی و وزنی) نمی‌شود در کوتاه‌ترین زمان ممکن مورد استفاده قرار داد .

بر این اساس و به منظور دستیابی به نتایج مطلوب در مطالعات آتی، موارد ذیل پیشنهاد می‌شود :

۱. زمان وقوع تمایز جنسی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در ارتباط با سن، اندازه و چگونگی وضعیت پرورش آن برحسب درجه-روز تعیین گردد .
۲. نقش عوامل محیطی نظیر دما، تراکم و طول دوره نوری بر تمایز جنسی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گیرد.
۳. بررسی اثرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی استروژن‌های مصرفی از زمان پایان دوره هورمون درمانی تا زمان مصرف.
۴. انجام مطالعات لازم به منظور دستیابی به پروتوکول‌های درمانی بهینه برای ایجاد کنترل تمایز جنسی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی مراحل تخم

- tshawytscha*) by immersion treatments using 17 $\alpha$ -methyl testosterone around the time of hatching. *Aquaculture*, Vol. 72, pp : 359-367.
11. Funk, J.D., Donaldson, E.M., Dye, H.M., 1973. Induction of precocious sexual development in female Pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Can. J. Zool*, Vol. 51, pp : 493-500.
  12. Goetz, F. W., Donaldson, E. M., Hunter, G. A., 1979. Effects of estradiol-17 $\beta$  and 17 $\alpha$ -methyltestosterone on gonadal differentiation in the Coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture*, Vol. 17, pp : 267-278.
  13. Johnstone, R., Simpson, T.H., Youngson, A.F., 1978. Sex reversal in salmonid culture. *Aquaculture*, Vol. 13, pp: 115-134.
- Arch. Hydrobiol, Vol. 38, pp : 303-309.
7. Jalabert, B., Billard, R., Chevassus, B., 1975. Preliminary experiments on sex control in trout: production of sterile fishes and simultaneous self-fertilizable hermaphrodites. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys*, Vol. 15, pp: 19-28.
۸. حسینی، ا.، ۱۳۷۳. بررسی کاربرد هورمون ها در تغییر جنسیت قزل آلاهی رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. ۱۰۴ صفحه.
9. Piferrer, F., Donaldson, M., 1992. The comparative effectiveness of the natural and a synthetic estrogen for the direct feminization of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, Vol. 106, pp : 183-193.
  10. Baker, I.J., Solar, I.I., Donaldson, E.M., 1988. Masculinization of Chinook salmon (*Oncorhynchus*