مروری برهورمون های مورد استفاده در آبزی پروری و انواع روش های تجویز هورمونی در ایران

همایون حسین زاده صحافی[۱*]، محدثه احمد نژاد[۲] ، سعید یلقی[۳]

[۱]مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

[۲]پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

[۳]مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

چکیده

کنترل تولید مثل در شرایط اسارت امری ضروری برای آبزی پروری پایدار است. در برخی از ماهی ها می توان با دستکاری در دوره نوری و دمای آب، شرایط تخم ریزی را فراهم نمود. اما در بسیاری از ماهیان پرورشی پیشرفت در هر مرحله از تولید مثل نیازمند القاء هورمون از خارج از بدن ماهی است. در برخی ماهی‌ها هم این دستکاری های هورمونی فقط بعنوان ابزار مدیریتی برای افزایش تولید تخم و سهولت در کارگاه ها انجام می شود. در مورد بقیه ماهی‌ها هم، هورمون های خارجی تنها راه تولید تخمک هایی است که مطمئنا لقاح خواهند یافت. دستکاری هورمونی در تولید مثل ماهیان پرورشی بر استفاده از هورمون لوتئینی LH استواراست که مستقیما در سطح گناد عمل می کند یا بر آگونیست های سنتتیک هورمون رها کننده گنادوتروپین GnRHa، که در سطح هیپوفیز برای القاء ذخایر اندوژن LH عمل می کند. تابه امروز از هورمون های شناخته شده موجود درماهیان، تعداد نسبتاً کمی درآبزی پروری مورد استفاده قرارگرفته اند. اما آنهایی که موردبهره برداری قرارگرفته اند، نقش تعیین کننده ای درسیستم های تولیدی آبزی پروری داشته اند و افزایش استفاده ازآنها در یک چارچوب منظم مناسب و در یک اسلوب ایمن و پایدار، دوراز انتظار نیست. در این مقاله ، علاوه بر مرور مکانیسم های تنظیم کننده تولید مثل در ماهی، هورمونهای مهم طبیعی و مصنوعی مورد استفاده در آبزی پروری ایران و کاربرد علمی و عملی آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: اواپریم، تکثیر مصنوعی، عصاره هیپوفیز، هورمون درمانی ، GnRHa

* نویسنده مسئول: h.hosseinzadeh@areeo.ac.ir

مقدمه

امروزه آبزی پروری یکی از ارکان مهم در عرصه تولید غذا در دنیا به حساب می آید. رشد روزافزون جمعیت و نیاز فزاینده بشر به غذا، محدود بودن ذخایر طبیعی آبزیان و توجه به اشتغال زایی، لزوم توسعه آبزی پروری پایدار را آشکار می سازد. به منظور توسعه بخشیدن به اقتصاد تکثیر و پرورش آبزیان نیز، ضروریست تا تعداد گونه های آبزی بیشتری به صنعت آبزی پروری معرفی شوند. یکی از نیازهای اولیه برای اهلی سازی گونه و ایجاد صنعت آبزی پروری پایدار، توانایی کنترل تولیدمثل ماهیان در شرایط اسارت و استحصال تخم و اسپرم با کیفیت از آنهاست تا بتوان به محصولی بازارپسند دست یافت. هرچند که در حال حاضر بسیاری از گونه های پرورشی واجد این شرایط اند، اما گونه های با اهمیتی وجود دارند که جمع آوری آنها از طبیعت و اهلی سازی آنها می تواند موجب پیشرفت صنعت آبزی پروری شود. از جمله گونه های بومی و مهم ایران که از ارزش غذایی و اقتصادی بالقوه ای برخورداراند می توان به ماهی سفید (*Rutilus frisii*)، سوف سفید (*Sander lucioperca*)، ماهی ماش (*Aspius aspius*) و ماهی سس سرگنده (*Barbus capito*) اشاره نمود که برای معرفی به صنعت آبزی پروری کشور، مناسب می باشند. با دستکاری در شرایط محیطی مانند دوره نوری، دمای آب یا بستر تخم ریزی، می توان تولید مثل ماهیان را تحت کنترل درآورد. اما شرایط اکولوژیکی و زیستی برخی از ماهی ها بخوبی شناخته شده نیست و یا اینکه فراهم سازی پارامترهای زیست محیطی مورد نیاز برای باروری طبیعی آنها (نظیر : مهاجرت برای تخم ریزی،، عمق، هیدرولیک رودخانه و ...) عملی و یا امکانپذیر نمی باشد. در چنین مواردی، استفاده از هورمون ها یکی از روش های موثر برای القاء رسیدگی جنسی می باشد. در بسیاری از ماهیان پرورشی، از دستکاری های هورمونی بعنوان تنها ابزار مدیریتی برای افزایش رهاسازی تخمک و اسپرم انجام می شود. همچنین، ممکن است از هورمون درمانی [۱] نیز برای تحریک گامتوژنز و القاء مراحل رسیدگی در گامت ها استفاده شود تا بتوان از آنها برای دورگه گیری های بین گونه ای، دستکاری های کروموزومی یا لقاح مصنوعی در برنامه های اصلاح نژاد استفاده کرد. نوع هورمون، روش استفاده از آن و روش های استحصال گامت ممکن است بسیار به بیولوژی تولید مثل هر گونه پرورشی بستگی داشته باشد و کنترل هورمونی گامتوژنز، رسیدگی نهایی جنسی و تخم ریزی برای مدیریت صحیح این گونه ها امری ضروریست.

هورمون‌های مورد استفاده در هورمون درمانی و روش-های بکارگیری آنها

استفاده از هورمون‌ها برای غلبه بر مشکلات تولیدمثلی آبزیان در شرایط اسارت، از اوایل دهه ۱۹۳۰ میلادی آغاز شد. نخستین گام در این راه، استفاده از عصاره هیپوفیز بود که بوسیله Houssary شروع گردید و تا مدتها تنها روش تکثیر مصنوعی ماهیان بود (Zohar et al, 2003; Mikolajczyk and Mylonas, 2001). بعدها این روش در کشورهایی نظیر روسیه، آمریکای شمالی، هند، چین و بسیاری از کشورهای دیگر از جمله ایران جایگزین گردید (حسین زاده صحافی، ۱۳۹۲).

متعاقب آن استفاده از انواع گنادوتروپین‌های مصنوعی از جمله گنادوتروپین ماهی و انسان در آبزی پروری رونق پیدا کرد. پس از کشف هورمون هیپوتالاموسی پستانداران (LHRH یا GnRH) در سال ۱۹۷۰ که کنترل آزادسازی LH را برعهده داشت، دانشمندان استفاده از این هورمون جهت القاء تخم‌ریزی در ماهیان را شروع نمودند. اندک زمانی بعد نیز، با ساخت مشابه بسیار موثر GnRH تحقیقات به سمت استفاده از همسان‌های متعدد GnRH گرایش پیدا کرد که از GnRH طبیعی ماهی بسیار موثرتر بود (Mylonas *et al*., 2010).

با شروع استفاده از انواع مواد هورمونی در آبزی پروری در سایر کشور ها، در ایران نیز بکارگیری این مواد بصورت تحقیقاتی و نیز کاربردی در کارگاه‌های تکثیر آغازشد (فریدپاک، ۱۳۶۱). بطوریکه اکثر برنامه‌های تکثیر ماهیان مهم اقتصادی برای رهاسازی در منابع آبی جهت بازسازی ذخایر، اکنون با استفاده از تزریق هورمون‌های سنتتیک

[۱] Hormone therapy

صورت می‌گیرد. مانند استفاده خوراکی از ۱۷ آلفا متیل تستوسترون جهت نر سازی کپور معمولی (فرحمند، ۱۳۷۲) که پس از آن انواع هورمون های استروئیدی برای القاء تغییر جنسیت در ماهیان و نیز عصاره هیپوفیز و انواع هورمون‌های رهاکننده گنادوترپین ها بطور مجزا و یا در ترکیب با آنتاگونیست های دوپامین، جهت القاء اوولاسیون درماهیان ماده و یا القاء رهاسازی اسپرم در نرها مورد مطالعه و مقایسه با یکدیگر قرار گرفتند (جدول ۱).

هورمون درمانی یا همان هورمون تراپی در ماهیان به روش های مختلفی انجام می گیرد. این روش ها به دو گروه سریع و کند تقسیم بندی می شوند (Crim, 1985).

الف) روش های سریع استفاده از هورمون:

۱- تزریق به صورت سوسپانسیون به دو روش: الف) داخل صفاقی (در حفره ی بدن) در بخش شکمی ماهی زیر باله ی شکمی یا باله ی سینه ای، و ب) تزریق عضلانی معمولاً در بخش پشتی بدن ماهی بالای خط جانبی و زیر بخش قدامی باله‌ی پشتی.

۲- بکار بردن هورمون در آب آکواریوم.

۳- غوطه وری ماهی در حمام آب ساکن حاوی هورمون (این روش معمولاً برای گونه هایی مانند اکثر آزاد ماهیان مورد استفاده قرار می گیرد که فرآیند تمایز جنسی در آنها کمی بعد از تخم گشایی به وقوع می پیوندد).

ب) روش کند:

درمان غذایی، کپسول هورمونی، پلت های کلسترولی.

تا سال های اخیر رایج ترین روش برای القاء رسیدگی جنسی نهایی و تخم‌ریزی در ماهیان استفاده از تزریق عصاره‌های هیپوفیز کپور (CPE[۲]) و ماهی آزاد (SPE[۳]) بود که حاوی مقدار زیادی از هورمون LH هستند. این روش دارای معایبی است که از جمله آن می‌توان به اختلاف زیاد در مقدار گنادوتروپین موجود در غده‌های هیپوفیزماهیان و در گونه ها و زمان‌های متفاوت، وجود هورمون‌های اضافی غیر ضروری برای تکثیر مصنوعی در غده هیپوفیز، احتمال انتقال بیماری، محدودیت زمانی در تهیه، مشکلات تهیه غدد و جداسازی بافت اطراف غدد با دست، کاهش ارزش تجاری ماهی بعد از استحصال غده هیپوفیز و هزینه بالای تزریق اشاره‌کرد. با تزریق هیپوفیز به ماهی، گنادوتروپین‌های خارجی به بدن وارد و سطوح این گنادوتروپین ها (LH و FSH) در خون افزایش می-یابد. در حالیکه وقتی از آنالوگ‌های GnRH استفاده شود، این هورمون روی سلول‌های گنادوتروپینی هیپوفیز اثر گذاشته و سبب تحریک رهاسازی گنادوتروپین‌های ساخته شده از هیپوفیز ماهی که اختصاصی بدن اوست، می‌شود (Donaldson, 1973؛ Yaron, 1995؛ Mylonas et al., 2010).

در کشور ما از عصاره هیپوفیز، نخست برای تخم کشی مصنوعی از ماهیان پرورشی گرم‌آبی استفاده‌شد (فریدپاک، ۱۳۶۱). پس از آن، تاثیر این ماده با هدف تکثیر مصنوعی روی ماهی چالباش (*Acipenser guel denstaedti*) (فلاحتکار و امینی، ۱۳۸۲)، ماهی سوف سفید (گلمرادی زاده و همکاران، ۱۳۸۹)، و فرم پاییزه ماهی سفید (ولی پور و خانی پور، ۱۳۹۴)، مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از ترکیب آن با پروستاگلندین PGF2α درمطالعه القاء تخمک گذاری مولدین ماهی طلایی (*Carassius auratus*) (اکرمی، ۱۳۸۰) و یا ترکیب آن با تیروکسین بر تکثیر مصنوعی ازون برون (*Acipenser stellatus*) (بهمنش، ۱۳۸۱) استفاده شد. درحالیکه در سایر تحقیقات، هدف از تزریق عصاره هیپوفیز به ماهی، بررسی میزان تاثیرگذاری آن بر القاء رسیدگی جنسی و شاخص‌های تولیدمثلی، در مقایسه با سایر هورمون های سنتتیک بوده (محمد نظری و همکاران،۱۳۸۰؛ نوروزی و همکاران، ۱۳۸۴؛ سیفی و همکاران، ۱۳۹۰؛ عرب نژاد و همکاران، ۱۳۹۳؛ جاسم نژاد و همکاران، ۱۳۹۵؛ صابری اصل و همکاران،۱۳۹۷) (جدول ۱)که اغلب آنها تاثیر-گذاری بهتر هورمون‌های سنتتیک نسبت به عصاره هیپوفیز را گزارش نموده‌اند.

از دیگر داروهای هورمونی زرده‌ساز، هورمون گنادوتروپین انسانی[۴] با نام رایج (HCG) متعلق به خانواده هورمون‌های

[۲] carp pituitary extract

[۳] salmon *pituitary extract*

[۴] Human chorionic Gonadotropin

گلیکوپروتئینی می باشد. گنادوتروپین کوریونیک انسان نیز دارای مزایایی از جمله قیمت پایین، نیمه عمر زیاد و پایداری در گردش خون (Ohta and Tanaka, 1997) و قابل تهیه در فرم خالص آن در مقایسه با عصاره ی غده‌ی هیپوفیز است. این مزیت‌ها باعث شد تا محققین به بررسی استفاده از این ماده برای تکثیر مصنوعی گونه های کفال خاکستری *Mugil cephalus* (قلیچی و همکاران، ۱۳۸۶)، کپور معمولی *Cyprinus carpio* (زکریاپور، ۱۳۸۹؛ سیفی و همکاران، ۱۳۹۰)، و ماهی سفیدک سیستان *Schizothorax zarudnyi* (راهداری، ۱۳۸۹) بپردازند.

هورمون های آزاد کننده‌ی گنادوتروپین (GnRH) از جمله هورمون‌هایی هستند که به شکل صنعتی ساخته شدند. از مزایای استفاده از این هورمون‌ها، مشخص بودن ساختار مولکولی و امکان ساخت صنعتی آنها و آنالوگ‌های فوق فعالشان می‌باشد. آنالوگ‌های GnRH را غالباً به شکل محلول در حلال‌های نمکی استفاده می‌نمایند. چون این هورمون یک دکاپپتید می‌باشد بنابراین خیلی سریع توسط آنزیم‌های پپتیداز کبد، کلیه و سایر اندام‌های ماهی تجزیه شده و در کمتر از ۲۳ دقیقه از بدن دفع می‌گردد. لذا در اغلب ماهیان نیاز به تزریقات مکرر هورمون (حداقل ۲ تزریق) وجود دارد. قزل‌آلای‌رنگین‌کمان *Onchorhynchus mykiss* (پیکان حیرتی و همکاران، ۱۳۸۰؛ دُرافشان و همکاران، ۱۳۸۱)، ماهی قرمز *Carassius auratus gibelio* (زاد مجید و همکاران، ۱۳۸۸)، ماهی اوزون برون (یونس زاده فشالمی و همکاران، ۱۳۸۸)، ماهی سوف سفید (گلمرادی زاده و همکاران، ۱۳۸۹) از جمله ماهیانی هستند که به منظور تکثیر مصنوعی تحت تیمار با آنالوگ های GnRH قرار گرفتند. بررسی نتایج حاصل از این تحقیقات نشان داد که گونه، جنسیت، نوع آنالوگ مورد تزریق و میزان آن، بر کمیت و کیفیت تکثیر تاثیر گذار بودند و اگرچه GnRH مصنوعی پاسخ دهی قابل قبولی را در هر یک از این گونه ها ایجاد نمود اما از نتیجه هریک از این مطالعات نمی‌توان به‌عنوان نسخه‌ای برای گونه‌های دیگر ماهیان استفاده نمود. زیرا در برخی از گونه ها در فرایند گامتوژنز و رسیدگی نهایی، علاوه بر این هورمون و هورمون های استروئیدی جنسی، برخی از نوروترانسمیترها مانند دوپامین هم دخیل اند. بنابراین تزریق GnRH به تنهایی تاثیر مطلوب را نخواهد داشت.

از دیگر هورمون‌ها، هورمون آزاد کننده‌ی هورمون زرده-ساز[۵] (LHRH) می‌باشد که برای القاء ترشح هورمون‌های تولیدمثلی بطور موفقیت‌آمیز مورد استفاده قرار گرفته است. در سال‌های اخیر نوع سنتتیک LHRH، که بصورت LHRHaبیان می‌شود، توسعه یافته است که از نوع طبیعی آن موثرتر است. زیرا خالص‌تر بوده و توسط ماهی به‌سرعت متابولیزه نشده و برای مدت طولانی‌تری فعال باقی می‌ماند. با ورود این ماده به بازار، بررسی استفاده از آن برای القاء تخم‌ریزی و یا اسپرم ریزی در برخی از ماهیانی شکل گرفت که تکثیر آنها با مشکل روبرو بود و یا تزریق مواد دیگر نتیجه بهینه و دلخواه را برای متقاضیان برآورده نمی کرد. به جز گونه های ماهیان خاویاری و ماهیان پرورشی گرم‌آبی، ماهی سفید، سیم *Abramis brama orientalis* و کفال خاکستری، ازجمله گونه‌هایی بودند که با این ماده و غلظت های مختلف آن تیمارشدند (جدول ۱).

در بسیاری از ماهیان دوپامین به عنوان عامل ممانعت کننده تکثیر، نقش مهمی در جلوگیری از آزادسازی گنادوتروپین‌ها از هیپوفیز دارد و یا توانایی GnRH تزریق شده را برای افزایش رها سازی LH از طریق کاهش حساسیت گیرنده‌های سلولی در سطح هیپوفیز، شدیداً کاهش می‌دهد که برای غلبه بر این مشکل می توان به همراه تزریق GnRH از آنتی دوپامین‌های مختلف استفاده کرد. از جمله مواد دارویی مهارکننده عمل دوپامین در تکثیر ماهی، می‌توان به بوتیروفنون‌ها مثل هالوپریدول، فنوتیازین نظیر کلرپرومازین و پیموزاید، متوکلوپرامید، اسپی‌پرون، فلوفتازین و دامپریدون اشاره کرد. مطالعات بیانگر آن بود که موثرترین و بصرفه ترین آنتاگونیست دوپامین که در تکثیر ماهیان، دامپریدون

[۵] Luteinizing Hormone - Releasing Hormone

است (Treves-Brown, 2000) که اغلب در ترکیب با یک آنالوگ GnRH مورد استفاده قرار می گیرد. در مطالعات منتشر شده در ایران به متوکلوپرامید، دامپریدون، پیموزاید و کلرپرومازین همراه با آنالوگ های GnRH و یا LHRH و نیز ترکیب ۱۷ آلفا متیل تستوسترون و یا متوکلوپرامید با HCG در گونه های ازون برون، ماهی بنی *Barbus sharpeyi*، کپور معمولی، فیتوفاگ *Hypophthalmichthys molitrix* ، ماهی سفید، سیم و کفال خاکستری اشاره شده است (جدول ۱). در این بررسی‌ها دو آنتی‌دوپامین متوکلوپرامید و دامپریدون تاثیرگذاری بیشتری نسبت به سایرین از خود بروز دادند که این موضوع می‌تواند به شرایط آزمایش، گونه ماهی، جنسیت و یا میزان غلظت مصرفی آنتی-دوپامین مرتبط باشد. از طرفی تاثیر گذاری آنتاگونیست-های دوپامین نشاندهنده آن است که ماهی مورد آزمایش واجد گیرنده های دوپامینی در مسیر محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- گناد می باشد. بنابراین وقتی که فقط با آنالوگ های هورمون‌های گنادوتروپینی تزریق انجام می گرفت تکثیر ماهی موفقیت آمیز نبود (امینی، ۱۳۷۴؛ قبادی، ۱۳۸۳؛ کاشانی ثابت و همکاران، ۱۳۸۳؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴؛ محمدیان و همکاران، ۱۳۸۸؛ میر هاشمی رستمی و همکاران، ۱۳۸۴؛ Ahmadnezhad *et al.*, 2013؛ دادرس و همکاران، ۱۳۸۸).

در راستای هموارترنمودن راه عملی برای استفاده موثرتر و سریع تر از ترکیب آنتی دوپامین‌ها و هورمون‌های اصلی القاء کننده، موادی ترکیبی از آنها بصورت آماده تولید و روانه بازار مصرف آبزی پروری شدند. اواپریم یکی از این مواد ترکیبی بشمار می‌رود. اواپریم نام تجاری ماده ای است که ازسال۱۹۹۰ شناسایی و استفاده ازآن بعنوان هورمون تخم‌ریزی ماهیان پرورشی عمومیت یافت. اواپریم ترکیبی ازآنالوگ GnRH ماهی آزاد وآنتی‌دوپامین دامپریدون است که به منظور تسهیل در تزریق، در مایع استریل قرار می گیرد (Haniffa and Sridhar, 2002). اواپریم پس از تزریق سبب آزادسازی هورمون‌های طبیعی در مغزماهی وگنادها وتحریک سیستم تخم‌ریزی و اسپرم-زایی طبیعی می‌شود. دامپریدون از تاثیر بازدارنده دوپامین که مانع از رهاسازی هورمون می‌شود جلوگیری می‌کند در واقع دامپریدون برای حمایت از اثر بخشی اواپریم ضروری است. همچنین اواپریم باید در اول فصل تخم‌ریزی یا آغاز فصل تخم‌ریزی جهت القاء تولیدمثل مورد استفاده قرار گیرد (Haniffa and Sridhar, 2002). اثر بخشی این هورمون برای القاء تولیدمثلی (Zohar and Mylonas, 2001) و حصول همزمانی و زمان کوتاه تخم‌ریزی تحت شرایط کنترل شده در گونه های بیشمار ماهیان در آبزی پروری مورد استفاده قرار گرفته است. اواپریم با تزریق یک مرحله ای برای القاء بلوغ نهایی و تخم‌ریزی در ماهیان آب شیرین مورد استفاده قرارگرفت. براساس مطالعات انجام شده، القاء تخم‌ریزی بوسیله اواپریم بهتر از فرآورده های مورد استفاده قبلی بود و توانست بلوغ نهایی را تحریک، تولید اسپرم و هماوری را بطور مؤثری افزایش دهد (Nandeesha *et al.*, 1990). در کشور ما، استفاده از این محصول در کپور معمولی (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰؛ زکریاپور، ۱۳۸۹)، ماهی سفیدک سیستان (راهداری، ۱۳۸۹)، ماهی آمور *Ctenopharyngodon idella* (خدابنده شلمانی و همکاران، ۱۳۹۳) و اردک ماهی *Esox lucius* (خوال و همکاران، ۱۳۹۳) گزارش شده که موفقیت در تکثیر این ماهیان را بدنبال داشت. علاوه بر اواپریم (sGnRHa+domperidone، شرکت سیندل کانادا)، می توان به ترکیباتی چون اوپل (mGnRHa+metoclopramide، شرکت اینترفیش مجارستان) یا داگین (mGnRH+metoclopramide-[Net, pro9, Arg-D])، محصول فلسطین اشاره نمود. فقط استفاده از دوزهای اواپریم نمی تواند تضمینی بر موفقیت لقاح، رشد و تفریخ بچه ماهیان باشد. زیرا مدیریت صحیح تکثیر شامل ژنتیک خوب، تغذیه مطلوب، شرایط زیستی و. . . نیز می توانند بر کیفیت تخم و اسپرم، تفریخ و بازماندگی بچه ماهیان تأثیرگذار باشند.

اساساً هدف از درمان‌های هورمونی در ماهیان پرورشی نر عمدتاً افزایش تولید منی و تکمیل اسپرماتوژنز (اسپرمیوژنز و اسپرمیشن) بود. در این راستا نشان داده

شد که در کپور معمولی، تزریق عصاره هیپوفیز و یا اواپریم منجر به اسپرم سازی و اسپرم ریزی موفقیت آمیز گردید در حالیکه تزریق HCG چنین پاسخی را به دنبال نداشت (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین تزریق عضلانی ۱۰ میکروگرم در هر کیلوگرم وزن بدن ماهی، موجب افزایش طول دوره حرکت اسپرم، درصد اسپرم‌های متحرک و حجم اسپرم در ماهی قرمز ساده *Carassius auratus gibelio* نسبت به ماهی قرمز چهاردم و ماهی قرمز دم چادری شد (زادمجید و همکاران، ۱۳۸۸). تزریق LHRHa با میزان ۲۵۰ µg/Kg – ۲۰۰ در جنس نر ماهی ازون برون سبب ایجاد اسپرم‌ریزی با حجم و کیفیت قابل‌توجه گردید، درحالیکه مصرف خوراکی تیروکسین اسپرم‌ریزی را در این مولدین القاء نکرد (بهمنش، ۱۳۸۱). در ماهی چالباش پس از تزریق ۷۵-۶۰ میلی گرم عصاره هیپوفیز مشاهده شد که میزان فعالیت اسپرماتوزوئید در حد مطلوب بود (فلاحتکار و امینی، ۱۳۸۲). تزریق عضلانی یک مرحله‌ای GnRH با مقادیر [µg/kg ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ ، ۳۰] به‌همراه (µg/kg ۲ و ۱) دامپریدون موجب افزایش اسپرم‌دهی در مولدین نر ماهی ازون برون شد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴). در قزل آلای رنگین‌کمان تزریق دوزهای [µg/kg ۰ ، ۳۰ ، ۴۰ ، ۸۰] از GnRHa و mGnRH به‌ترتیب موجب افزایش میزان اسپرم‌دهی گردید (پیکان حیرتی و همکاران،۱۳۸۰). در حالیکه در ماهیان نامبرده شده روش تزریق یک مرحله‌ای موجب پاسخ‌دهی مولد نر و القاء اسپرم‌ریزی در آن گردید اما در ماهی کفال خاکستری پرورشی، استفاده از روش ۳ بار تزریق (ابتدا تزریق تدریجی روزانه از ترکیب HCG+۱۷- آلفا متیل تستوسترون، سپس تزریق با عصاره هیپوفیز و تزریق سوم با دامپریدون+$LHRHa_2$ یا HCG + عصاره هیپوفیز) نسبت به روش ۲ بار تزریق (تزریق اول با عصاره هیپوفیز و تزریق دوم با دامپریدون+$LHRHa_2$ یا HCG + عصاره هیپوفیز) اسپرم‌ریزی را بهتر القاء نمود (میر هاشمی و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین نشان داده شد یک-بار تزریق با GnRHa در باس دریایی اروپایی در پایان فصل تخم‌ریزی و بدون حضور ماده‌ها، فقط به‌مدت ۳ روز حجم منی نرها را حفظ نمود، درحالیکه حجم منی این ماهیان در روش ایمپلنت با GnRHa به‌مدت ۱۷ روز حفظ‌شد. این موضوع نشان داد که برای ایجاد یک افزایش پایدار در تولید منی، به‌ویژه در ماهیانی که در فصل باروری بدون حضور جنس ماده و بصورت مجرد اسپرم-ریزی می‌کنند، یک درمان طولانی‌مدت هورمونی یعنی استفاده از چند تزریق یا سیستم های کاشت هورمونی لازم است (Mylonas *et al*., 2010).

درمان‌های هورمونی که در ماده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، ممکن است به دو دسته تقسیم شوند. (الف) برای تحریک و یا تکمیل ویتلوژنز و تکمیل درمانی برای بلوغ تخمک و اوولاسیون؛ (ب) فقط برای القاء بلوغ تخمک OMو تخمک ریزی (اوولاسیون) (Mañanos *et al*., 2008). همانطورکه قبلاً ذکرشد، ویتلوژنز معمولاً در بیشتر ماهی‌های پرورشی کامل می شود. بنابراین، بسیاری از درمان‌های هورمونی از دسته دوم می‌باشند. با توجه به تفاوت‌های قابل‌توجه در زیست شناسی و مدیریت، درمان‌های هورمونی ممکن است در گونه هایی با توسعه همزمان تخمدان (یکبار تخم ریز[۶] و تخم ریزی همزمان دسته‌ای از تخم‌ها[۷]) و توسعه ناهمزمان تخمدان[۸] (چندبار تخم ریز) متفاوت باشد (Tyler and Sumpter, 1996). در ماهی‌های یکبار تخم ریز که همه‌ی تخم‌های آنها در یک مرحله یکسان از رسیدگی، توسعه می‌یابند روش یک یا دوبار تزریق GnRHa ممکن است موثر باشد (Mylonas *et al*., 1992). اما سیستم های توزیع و پخش GnRHa (مانند کاشت هورمون)، ممکن است در دستیابی به حداکثر هماوری در گونه های چندبار تخم ریز موثرتر باشد (Mylonas *et al*., 2010). تحقیقات نشان-داد که در ماهی سیم ماده تزریق ۲۰۰۰ iu/kg HCG در ترکیب با ۵ mg/kg متوکلوپرامید منجر به تسریع و رسیدگی اووسیت شده و با تأثیر مثبت روی هم منجر به

[۶] synchronous

[۷] single-time and single-batch group-synchronous

[۸] Asynchronous (multiple-batch group-synchronous and asynchronous)

افزایش هورمون LH شدند (دادرس و همکاران، ۱۳۸۸). از سوی دیگر، کوهی لای و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که استفاده از یک‌بار تزریق هورمون $LHRHa_2$ با غلظت بهینه ۳ µg/ml در ماهی سیم ماده سبب افزایش میزان LH پلاسما شده، روی اوولاسیون و تخم ریزی ماهی مؤثر است. استفاده از روش تزریق ۲ مرحله ای هورمون‌های هیپوفیز کپور ، HCG و $LHRHa_2$ در مولدین ماده کفال خاکستری سبب تخم ریزی ۶۷٪ از مولدین تزریق شده ای که در انتهای مرحله ۴ رسیدگی جنسی بودند، گردید. در تزریق اول، نخست هورمون ۱۷ آلفا هیدروکسی پروژسترون افزایش و سپس همزمان با آبگیری تخمک و اوولاسیون کاهش‌یافت، اما در مولدین تخم‌ریزی نکرده که تخمک‌ها در اواسط مرحله ۴ بودند تا انتهای آزمایش میزان این هورمون بالا بود که می‌توان گفت ادامه تزریق و استفاده از این هورمون موجب عمل تجزیه و وزیکول زاینده و اوولاسیون می‌شود (قلیچی و همکاران، ۱۳۸۶). در تحقیقی روی مولدین ماده ازون برون مشخص شد درصد جوابدهی مولدین و درصد تفریخ تخم‌ها بین دوگروه تزریق شده با هورمون GnRH دامی به‌تنهایی و در حالت تلفیق با متوکلوپرامید، فاقد اختلاف معنی دار بودند. درنتایج این بررسی عنوان گردید که این ماهی از جمله ماهیانی است که برای القاء تخم‌ریزی نیاز به آنتاگونیست دوپامین ندارد (امینی، ۱۳۷۴). همچنین در مطالعه ای دیگر، استفاده از تزریق یک مرحله‌ای آنالوگ‌های مصنوعی LHRHa نسبت به عصاره هیپوفیز و تیروکسین، اثرات مطلوبی را در تحریک رسیدگی تخم‌ها و عمل اوولاسیون در جنس ماده ماهی ازون برون نشان داد (بهمنش، ۱۳۸۱). اما در مطالعات بعدی با تزریق عضلانی ۲ مرحله ای GnRH با مقادیر [۱۰ µg/kg ، ۱۵ ، ۲۰ ، ۳۰] به همراه (۲ µg/kg و ۱) دامپریدون در ماهی ازون برون این نتیجه حاصل شد که استفاده از این ترکیبات با کاهش سطوح استرس در مراحل مختلف موجب افزایش توان تولید مثلی در مولدین می شود و مناسب‌ترین شرایط جهت اوولاسیون و در نتیجه تکثیر مصنوعی می‌باشد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴). برای القاء تخم‌ریزی در ماهی سوف سفید از تزریق یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای هورمون گنادوتروپین انسانی، عصاره هیپوفیز کپور و $LHRHa_2$ استفاده شد. در هردو آزمایش تاثیر هورمون HCG در القاء تخم‌ریزی بیشتر بود بطوریکه در تزریق یک مرحله‌ای HCG با غلظت های ۴۰۰ iu/kgBW و ۷۰۰ iu/kgBW و در تزریق دو مرحله‌ای غلظت ۲۰۰ iu/kgBW در تزریق اول و ۴۰۰ iu/kg BW در تزریق دوم با فاصله زمانی ۴۸ ساعت، بهترین نتیجه را در مولدین ماده در بر داشتند (گلمرادی زاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ Falahatkar *et al.*, 2017).

استروئیدهای اگزوژن انواع دیگری از هورمون ها هستند که برای کنترل تمایز جنسی در ماهی ها استفاده می شوند. 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 استروئید، دوره طبیعی تمایز جنسی را به سمت فنوتیپ مورد نظر تغییر دهند (Lim and Wong, 1996). به‌طورکلی، برای القاء جنسیت نر از هورمون‌های آندروژنی و برای القاء جنسیت ماده از هورمون‌های استروژنی استفاده می‌شود. کارآیی هورمون‌های استروئیدی در تغییر جنسیت ماهی به زمان درمان، دوز بکار رفته‌شده و گونه‌ی مورد آزمایش بستگی‌دارد. برای تغییر جنسیت ماهی به جنس نر از ۱۷– آلفا – متیل تستوسترون و برای تغییر جنسیت ماهی به جنس ماده، از ۱۷– بتا – استرادیول استفاده می‌گردد. نرسازی در بیشتر ماهیان به‌علت بازار پسندی جنس نر در مقایسه با جنس ماده صورت می‌گیرد و اغلب از آنجاکه در میان جنس نر انرژی دریافتی حاصل از خوراک صرف تکامل، تمایز و رشد گنادها نمی‌شود از دیدگاه آبزی‌پروران فرایندی مطلوب بشمار می‌رود و غالباً به دو روش ژنتیکی و یا مصرف انواع هورمون‌های نرینه با طول اثر و نیمه‌عمر بالا امکانپذیر است. اما از آنجاکه کاربرد انواع هورمون‌های نرینه ساده تر، ارزان‌تر بوده و در دسترس فعالان این عرصه قراردارد آنها با ارائه تیمارهای هورمونی به روش‌های چون غوطه‌وری، تزریق داخل عضله، حمام آب راکد، ارائه

جیره‌های هورمونی به تولید جمعیت‌های تک جنسی نر می‌پردازند. تغییرجنسیت ماهی از طریق هورمون، درواقع تغییر روند طبیعی تمایز جنسی تحت تأثیر هورمون‌های استروئیدی می‌باشد و یا ترکیبات محرک که در نتیجه‌ی آن در ماهیانی که از لحاظ ژنتیکی ماده هستند، سلول-های جنسی نر و یا در ماهیانی که از لحاظ ژنتیکی نر هستند، سلول‌های جنسی ماده رشد می‌یابد ولی فرمول ژنتیکی (ژنوتیپ) کروموزوم‌های جنسی بدون تغییر باقی می‌ماند (Mart and Gross, 1996). در صورتی‌که مقادیر کافی از استروئیدهای جنسی در مراحل تکاملی که مسیرهای درونی هنوز به‌طور کامل برقرار نگشته‌اند به ماهی معرفی شود، ممکن است تغییر در تمایز جنسی رخ دهد (Rowell *et al*., 2002). با این وجود ذکر این نکته ضروری است که هدف از نر سازی در ماهیان زینتی بر خلاف انواع ماهیان خوراکی تولید پروتئین و افزایش راندمان آن نبوده بلکه هدف از انجام آن زیبایی طبیعی نسبی جنس نر این گروه از آبزیان درمقابل جنس ماده، ارزش افزوده و بازار پسندی بیشتر آنهاست.

تیمارهای آندروژن در ماهیان در اغلب موارد بسیار مؤثر بوده و به نر سازی ماهی انجامیده است. متداول‌ترین آندروژنی که در مطالعات تغییر جنسیت به‌کار برده می‌شود ۱۷- آلفا متیل تستوسترون است و در بیش از ۲۵ گونه آزمایش شده مؤثر بود. همچنین استفاده از استروژن ها در بسیاری از موارد به ماده سازی ماهیانی که از نظر ژنتیکی نر بودند انجامیده است (Gale *et al*., 1999). تولید جمعیت های تماماً ماده در برخی از ماهیان می‌تواند باعث افزایش میزان تولید تخم از طریق پرورش ماده ها و جلوگیری از بلوغ زودرس در ماهیان نر شود. علاوه بر این، اگر پرورش یک جنس به بالاترین میزان رشد منجر شود، کیفیت و کمیت تولید نیز افزایش می یابد (Sower *et al*., 1984). بازدارنده های ضد استروژن و آروماتاز از دیگر مواد هورمونی هستند که تحقیق درمورد بکارگیری آنها در تکثیر مصنوعی ماهیان درحال انجام است. با دستکاری مکانیزم‌های بازخوردی کنترل کننده‌ی GnRH درون زا و ترشح گنادوتروپین، می توان اوولاسیون را القاء نمود. بنابراین، ممکن است از ضد استروژن‌هایی از قبیل تاموکسیفن[۹] برای القاء اوولاسیون استفاده نمود. اخیراً، نشان داده شده است که اوولاسیون و اسپرمیشن در آزاد ماهی اقیانوس آرام با استفاده از ممانعت کننده‌ی آروماتاز، فادروزول[۱۰]، که بازدارنده‌ی بیوسنتز استروژن می‌باشد، عملی است. بهرحال، تحقیقات آینده برای تعیین اینکه چگونه می‌توان این یافته را بصورت یک تکنیک عملی درآورد، ضروریست. کپور معمولی، قزل آلای رنگین کمان و گروهی از ماهیان زینتی از جمله ماهیانی هستند که محققین ایرانی از موادی همچون ۱۷- آلفا متیل تستوسترون، ۱۷- بتا استرادیول والرات، ۱۷- آلفا ایتنیل استرادیول برای ایجاد تغییر جنسیت در آنها استفاده نموده اند (جدول ۱) که در مجموع میزان موفقیت در این آزمایش ها از ۶۰ درصد بالاتر بود.

[۹] tamoxifen
[۱۰] fadrozole

جدول ۱: هورمون های استفاده شده برای القاء رسیدگی جنسی و تخم ریزی و استروئیدهای بکاربرده شده جهت تغییر جنسیت در گونه های مختلف ماهی در ایران

هدف	هورمون	گونه ماهی	نتیجه	منبع
تکثیر مصنوعی	عصاره هیپوفیز	۱)کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)؛ ۲)ماهی چالباش (*Acipenscr guel denstaedti*)؛	۱)تحریک تخم ریزی-تحریک اسپرم سازی، اسپرم ریزی و افزایش کیفیت اسپرم ۲)بهبود شاخص های رسیدگی مولدین ماده نسبت به نرها	۱) فریدپاک (۱۳۶۱) - سیفی و همکاران (۱۳۹۰)؛ ۲) فلاحتکار و امینی (۱۳۸۲)؛
		۳)مولدین تاس ماهی ایرانی (*Asipenser persicus*)؛	۳) مطلوبیت در شاخص های تکثیر، ارتباط مستقیم هورمونهای جنسی با درصد لقاح - تاثیر مثبت گلیسیرین در تکثیر مصنوعی با عصاره هیپوفیز	۳) محمد نظری و همکاران (۱۳۸۰) - نوروزی و همکاران (۱۳۸۴)؛
		۴) سوف سفید (*Sander lucioperca*)؛	۴) القاء تخم ریزی در مولدین ماده با تزریق ۶iu/kg BW	۴) گلمرادی زاده و همکاران (۱۳۸۹)؛
		۵)ماهی سفید فرم پاییزه (*Rutilus frisii*)؛	۵) موفقیت در تخم ریزی با تزریق mg/kg BW ۳-۲ طی یک مرحله، در ۶۰٪ و در دو مرحله، در ۱۳٪ از مولدین، موفقیت در اسپرم ریزی تمام مولدین نر با تزریق mg/kg BW ۵-۴ طی یک مرحله	۵) ولی پور و خانی پور (۱۳۹۴)؛
	ترکیب عصاره هیپوفیز با الف:(پروستاگلاندین PGF2α) ؛ و یا با ب:(تیروکسین)	۶)مولدین ماده تاس ماهی ایرانی	۶) اثر مثبت تزریق µg ۵۰-۲۵ پروستاگلاندین PGF2α در ترکیب با mg ۳-۲ عصاره هیپوفیز در القاء تخمک‌گذاری	۶) اکرمی (۱۳۸۰) ؛
		۷)ازون برون (*Acipenser stellatus*)؛	۷) عدم تاثیر تزریق ترکیب عصاره هیپوفیز کپور و تاس ماهی پس از مصرف تیروکسین بصورت خوراکی	۷) بهمنش (۱۳۸۱) ؛
	آنالوگ های GnRH (GnRHa)	۸)قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*)؛	۸) تاثیر مثبت در اسپرم دهی	۸) پیکان حیرتی و همکاران (۱۳۸۰) - ذرافشان و همکاران (۱۳۸۱)؛
		۹) ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*)؛	۹) تاثیر معنی دار بر شاخص های کیفیت اسپرم در نژاد های ساده و چهاردم دم چادری ماهی قرمز نسبت به نژادهای دم چادری و چهاردم	۹) زاد مجید و همکاران (۱۳۸۸)؛
		۱۰) اوزون برون ماده	۱۰) القاء اوولاسیون در ۷۱٪ مولدین و وجود اختلاف معنی دار دراستروییدهای جنسی و کورتیزول در مولدین اوولهشده و اوولهنشده	۱۰) یونس زاده فشالمی و همکاران (۱۳۸۸)؛
	ترکیب GnRH با الف:(متوکلوپرامید) ؛ و یا با ب:(دامپریدون)	۱۱)ازون برون	۱۱) عدم نیاز به متوکلوپرامید در ترکیب با GnRH جهت القاء تخم ریزی – موفقیت در تکثیر مولدین نر در مقادیر ۲۰ و ۳۰µg/kg از GnRH به‌ترتیب همراه با مقادیر ۱ و ۲µg/kg دامپریدون و مولدین ماده در مقادیر ۱۰، ۱۵ و ۲۰µg/kg از GnRH بهمراه ۲mg/kg دامپریدون	۱۱) امینی (۱۳۷۴) - بهمنی و همکاران (۱۳۸۴)؛
		۱۲)ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*)؛	۱۲) مناسب بودن ترکیب GnRH با دامپریدون برای تکثیر مصنوعی	۱۲) محمدیان و همکاران (۱۳۸۸)؛
	LHRHa	۱۳)ازون برون	۱۳) اثرات مطلوب در تحریک رسیدگی تخم ها و اوولاسیون و اسپرم ریزی	۱۳) بهمنش (۱۳۸۱)؛
		۱۴)تاس ماهی ایرانی	۱۴) تکثیر مصنوعی ۱۰۰٪ با دوزهای ۳/۵ ، ۷ و ۸ µg/kg	۱۴) نظری و ملانلوکرد کلایی (۱۳۸۷)؛
	ترکیب LHRHa با الف:(متوکلوپرامید و دامپریدون) ؛ و یا با ب:(پیموزاید)	۱۵)فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*)؛	۱۵) پاسخ دهی ۱۰۰٪ با ترکیب mg/kg ۱۵ LHRHa و µg ۲ متوکلوپرامید	۱۵) کاشانی ثابت و همکاران (۱۳۸۳)؛
		۱۶)کپور معمولی	۱۶) استفاده از پیموزاید به تنهایی یا در ترکیب با LHRHa باعث کاهش LH شد بنابراین پیموزاید تاثیری بر پیشرفت رسیدگی جنسی نداشت	۱۶) قبادی (۱۳۸۳)؛
	$LHRHa_2$	۱۷) ماهی سیم (*Abramis brama orientalis*) ؛	۱۷) غلظت بهینه µg/ml ۳ موثر بر اوولاسیون و تخم ریزی	۱۷)کوهی لای و همکاران (۱۳۸۹)؛
		۱۸)کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) ؛	۱۸) موفقیت در تخم ریزی در تزریق دو مرحله ای	۱۸) قلیچی و همکاران (۱۳۸۶)؛
		۱۹)تاس ماهی ایرانی	۱۹) افزایش هورمون های تستوسترون، ۱۱کتو تستوسترون و P4 در اسپرم ریزی	۱۹) Aramli et al., 2013 ؛

هدف	هورمون	گونه ماهی	نتیجه	منبع
تکثیر مصنوعی	ترکیب $LHRHa_2$ با الف:(دامپریدون) ؛ و یا با ب:(پیموزاید و کلرپرومازین)	۲۰)کفال خاکستری	۲۰) بهتر بودن وضعیت مولدین تیمار شده با روش چند تزریقی از ترکیب $LHRHa_2$ با دامپریدون نسبت به مولدین تیمار شده با روش تزریق یک مرحله ای	۲۰) میر هاشمی رستمی و همکاران (۱۳۸۴)؛
		۲۱)ماهی سفید	۲۱) افزایش بازدهی تکثیر در تزریق با ترکیب $LHRHa_2$ و پیموزاید در مقایسه با $LHRHa_2$ به تنهایی یا در ترکیب با کلرپرومازین	۲۱) Ahmadnezhad et al., 2013؛
	HCG	۲۲) کفال خاکستری	۲۲) القاء تخم ریزی	۲۲) قلیچی و همکاران (۱۳۸۶)؛
		۲۳)کپور معمولی	۲۳) عدم موفقیت نسبی در تخم ریزی نسبت به اواپریم- عدم موفقیت در اسپرم ریزی در مقایسه با اواپریم و عصاره هیپوفیز	۲۳)زکریاپور (۱۳۸۹) – سیفی و همکاران (۱۳۹۰) ؛
		۲۴)سوف سفید	۲۴) القاء تخم ریزی در مولدین ماده با تزریق iu/kg BW ۴۰۰ و iu/kg BW ۷۰۰ و تولید اسپرم در مولدین نر با تزریق iu/kg BW ۳۵۰- بهترین پاسخ در ماده ها با ۲۰۰iu/kg در تزریق اول و ۴۰۰iu/kg در تزریق دوم و در نرها با iu/kg ۲۰۰ طی یک تزریق	۲۴)گلمرادی زاده و همکاران (۱۳۸۹)- Falahatkar et al., 2017؛
	ترکیبHCG با الف: (۱۷ آلفا متیل تستوسترون)؛ و یا با ب: (متوکلوپرامید)	۲۵)کفال خاکستری	۲۵) بهتر بودن وضعیت مولدین نر تیمار شده با روش چند تزریقی از ترکیب HCG با ۱۷ آلفا متیل تستوسترون نسبت به روش تزریق یک مرحله ای	۲۵) میر هاشمی رستمی و همکاران (۱۳۸۴)؛
		۲۶)ماهی سیم	۲۶) اثر القا کنندگی بسیار مناسب ترکیب iu/ kg ۲۰۰۰ HCG وmg/kg ۵ متوکلوپرامید در تکثیر مصنوعی و تسریع در رسیدگی تخمک	۲۶) دادرس و همکاران (۱۳۸۸)؛
	اواپریم Ovaprim	۲۷) کپور معمولی	۲۷) تحریک اسپرم سازی و اسپرم ریزی و افزایش کیفیت اسپرم- موفقیت در تخم ریزی	۲۷) سیفی و همکاران (۱۳۹۰) – زکریاپور (۱۳۸۹)؛
		۲۸) ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)؛	۲۸) موفقیت در تکثیر مصنوعی	۲۸) راهداری (۱۳۸۹) ؛
		۲۹) ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*)؛	۲۹)کارایی بهتر اواپریم در مقایسه با عصاره هیپوفیز در القاء تخم ریزی	۲۹) خدابنده شلمانی و همکاران (۱۳۹۳)؛
		۳۰) اردک ماهی (*Esox lucius*)؛	۳۰) مناسب ترین غلظت تزریقی اواپریم برای تکثیر مصنوعی ۱۰ و iu/kg BW ۲۰ بود	۳۰) خوال و همکاران (۱۳۹۳)؛
	گنادورلین و پروستاگلندین (PGF_2)	۳۱) ماهی حوض (*Carassius auratum*)	۳۱) ترکیب ۲۵٪ گنادورلین و ۷۵٪ PGF_2 به عنوان موثرترین غلظت برای تکثیر مصنوعی	۳۱) پارسیانی و همکاران (۱۳۸۹)؛

هدف	هورمون	گونه ماهی	نتیجه	منبع
تغییر جنسیت	۱۷ آلفا متیل تستوسترون	۳۲)کپور معمولی	۳۲) افزایش میزان نرسازی، تلفات و عقیمی متناسب با افزودن ۲۰۰ mg هورمون به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت ۳۶ روز	۳۲) فرحمند (۱۳۷۲)؛
		۳۳) قزل آلای رنگین کمان	۳۳) تولید ۶۵٪ جمعیت ماده با افزودن ۲۰ mg هورمون به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت ۶۰ روز- غلظت بهینه هورمون برای نر سازی: ۰/۵ mg به مدت ۶۰ روز از زمان شروع تغذیه فعال	۳۳) حسینی (۱۳۷۳)- امینی و طلا (۱۳۸۲) ؛
		۳۴) گوپی (*poecilia reticulate*) ؛	۳۴) ایجاد جمعیت تمام نر با تجویز ۲۰۰ mg هورمون به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت ۴۰ روز در بچه ماهیان یک روزه-	۳۴) هاتفی (۱۳۷۷)-
			ایجاد۶۱٪ جمعیت تمام نر با تجویز ۶۰ mg هورمون به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت ۳۰ روز در بچه ماهیان یک روزه-	امینی چرمهینی (۱۳۸۲)-
			عدم تاثیر تیمار هورمونی در نرسازی پس از تولید بچه ماهی-	آذری تاکامی و همکاران (۱۳۸۵)-
			ایجاد جمعیت تمام نر با تجویز ۴۰۰ mg هورمون به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت ۱۰ روز -	قاسم نژاد (۱۳۸۷)-
			اثبات وجود ارتباط بین شرایط فیزیولوژیک با رنگ پوست و خصوصیات ثانویه جنسی	ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۸)؛
		۳۵) سیچلاید گورخری (*Cichlasoma nigrofasciatum*)؛	۳۵) ایجاد جمعیت تمام نر در غلظت ۱۰۰ mg و ایجاد تلفات و عقیمی در مقادیر بالا مانند ۳۰۰ mg	۳۵)موسوی ثابت و همکاران (۱۳۸۹)؛
		۳۶) مولی (*Poecilia lattipinna*)؛	۳۶) ایجاد جمعیت تمام نر با تجویز ۵۰۰ mg هورمون به ازای هر کیلوگرم غذا اما با درصد تلفات بالا	۳۶) صباغی و همکاران (۱۳۸۹) ؛
		۳۷) سیچلایدکالیکو (*labeotropheovs foc llobroni*)؛	۳۷) غلظت ۲۵۰mg/kg هورمون تولید ۸۵/۷٪ نر با تلفات ۴۸/۳٪ و غلظت ۴۰۰ mg/kg تولید ۶۵/۴٪ نر با تلفات ۳۱٪	۳۷) حسین زاده صحافی و همکاران (۱۳۹۲) ؛
		۳۸) سیچلاید بلو هاپ (*Sciaenochromis ahli*)؛	۳۸) ایجاد ۹۳٪ جمعیت تمام نر با تجویز ۶۰ mg هورمون به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت ۳۰ روز	۳۸) علم دوست (۱۳۸۵) ؛
		۳۹) ماهی دم شمشیری (*xiphophorus hellerii*)؛	۳۹) ایجاد جمعیت تمام نر و اثبات برگشت پذیری جنسیت در اثر قطع هورمون	۳۹) مالکی و همکاران (۱۳۸۹) ؛
	۱۷ بتا استرادیول والرات	۴۰) قزل آلای رنگین کمان	۴۰) ایجاد جمعیت تمام ماده با روش غوطه وری در ۴۰۰ µg/lit هورمون و اثبات رابطه مستقیم درصد ماده سازی با مدت زمان غوطه وری	۴۰) ناجی و همکاران (۱۳۸۷)
	۱۷ آلفا اتینیل استرادیول	۴۱) قزل آلای رنگین کمان	۴۱) ماده سازی با روش غوطه وری در غلظت ۴۰۰ mg/lit هورمون	۴۱) ناجی و همکاران (۱۳۸۷)

نتیجه گیری و توصیه ترویجی

بطور کلی تجویز هورمون برای عدم تولید مثل طبیعی مولدین در شرایط اسارت، همزمانی رسیدگی جنسی در نرها و ماده ها، دورگه گیری بین گونه ای، تغییر جنسیت و برنامه های اصلاح ژنتیکی توصیه می گردد. هورمون های مورد استفاده برای تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری و استخوانی در کشور می تواند، اواپریم، عصاره هیپوفیز به تنهایی و یا ترکیب آن با پروستاگلاندین و تیروکسین، آنالوگ های GnRH، LHRHa، $LHRHa_2$، HCG به تنهایی و یا ترکیب آنها با متوکلوپرامید، دامپریدون، پیموزاید، کلرپرومازین و ۱۷ آلفا متیل تستوسترون و ترکیب گنادورلین و پروستاگلندین باشد. همچنین به منظور تغییر جنسیت در کپور معمولی، قزل آلا و تعدادی از ماهیان زینتی استفاده از ۱۷ آلفا متیل تستوسترون، ۱۷ بتا استرادیول والرات و ۱۷ آلفا ایتنیل استرادیول مناسب است. برای تکثیر گونه هایی همچون ماهی ماش و سس سرگنده نیز که تلاش برای تکثیر آنها هنوز به نتیجه نرسیده است استفاده از روش های کاشت هورمون پیشنهاد می گردد.

منابع

ابراهیمی، م. ع.، عباسی، ف.، مهدوی، س. و رحیمی، م.، ۱۳۸۸. اثر هورمون ۱۷آلفا-متیل تستوسترون بر خصوصیات ثانویه جنسی، بافت شناسی تخمدان و تولید لارو در ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*). مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۸، شماره ۳-۴، ص ۳۴-۴۶.

آذری تاکامی، ق. و علیشاهی، م.، ۱۳۷۸. القاء تغییر جنسیت در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus Carpio*) بوسیله هورمون خوراکی در سطح صنعتی. پروژه تحقیقاتی دانشگاه تهران. ۷۷ صفحه.

اکرمی، ر.، ۱۳۸۰. بررسی تاثیر بکارگیری عصاره هیپوفیز همراه با پروستاگلاندین PGF2α در تکثیر مصنوعی مولدین ماده روی القا در تاس ماهی ایران *Acipenser persicus* ، همایش دامپزشکی و آبزیان. ص ۲۱.

امینی چرمهینی، م.، ۱۳۸۰. بررسی امکان نرسازی ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) توسط هورمون ۱۷ آلفا- متیل تستوسترون. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران.

امینی، ک.، ۱۳۷۴. بررسی امکان استفاده هورمون GnRHدر حالت تلفیق با یک ماده آنتاگونیست دوپامین در تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون. گزارش نهایی پروژه مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۹۷ ص.

امینی، ف. و طلا، م.، ۱۳۸۲. بهینه سازی تجویز خوراکی هورمون ۱۷ آلفا-متیل تستوسترون به منظور نرسازی و عقیم سازی در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۵۸، شماره ۳: ص ۲۳۵ -۲۴۰.

بهمنش، ش.، ۱۳۸۱. در بررسی روی مقایسه کاربرد هورمون مصنوعی در تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*). مجله علمی شیلات ایران، دوره ۱۱، شماره ۱، ص ۲۴-۹.

بهمنی، م.، کاظمی، ر.، پور دهقانی، م.، وهابی، ی.، محسنی، م.، ملکزاد، ر.، دژندیان، س. و محمدی پر شکوهی، ح.، ۱۳۸۴. مطالعه بیوتکنیک نوین تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*). مجله علمی شیلات، دوره ۱۴، شماره ۴، ص ۴۸-۳۱.

پارسیانی، م.، یحیوی، م.، سجادی، م، م.، کریم آبادی، ع.، محمد زاده، ح.، ۱۳۸۹. بررسی اثر ترکیبی دو هورمون گنادورلین و پروستاگلندین (PGF2) بر تکثیر مصنوعی ماهی حوض (*Carassius auratum*). مجله آبزیان و شیلات، دوره ۱، شماره ۲، ص ۱۰-۱.

پیکان حیرتی، ف.، مصطفوی، ح.، امیری مجازی، ب.، حاجی زاده، ع. و درافشان، س.، ۱۳۸۰. اثر القایی هورمون مشابه GnRH در تولید اسپرم ماهی قزل آلای نر. مجله علوم شیلاتی ایران، دوره ۳، شماره ۲، ۱۰۸-۹۵.

جاسم نژاد، ا.، معبودی، ح.، عسکری ساری، ا. و بساک کاهکش، ف.، ۱۳۹۵. مقایسه تاثیر هورمون اواپریم و عصاره غده هیپوفیز ماهی کپور بر شاخص های تولید مثلی ماهی فیتوفاگ (*Hipophthalmichthys molitrix*). نشریه فن آوری های نوین در توسعه آبزی پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر سال ۱۰، شماره ۴، ص ۱۰-۱.

حسین زاده صحافی، ه.، اشجع اردلان، آ. و سیفی، ج.، ۱۳۹۲. تاثیر هورمون ۱۷ آلفا-متیل تستوسترون بر تغییر جنسیت ماهی کالیکو (*Labeotropheous foellobroni*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۲، شماره ۱، ص ۳۶-۲۷.

حسینی، ا.، ۱۳۷۳. بررسی کاربرد هورمون ها در تغییرجنسیت قزل آلای رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی.

خدابنده شلمانی، ل.، معبودی، ح.، عسکری سنجابی، م.، بساک کاهکش، ف. و یونس زاده فشالمی، م.، ۱۳۹۳. مقایسه تأثیر آنالوگ هورمون GnRH همراه با آنتی دوپامین دامپریدون به روش لیپنه با عصاره هیپوفیز ماهی کپور معمولی بر شاخص های تکثیر ماهی آمور(*Ctenopharyngodon idella*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال ۸، شماره ۱، ص ۷۶-۶۹.

خوال، ع.، دژندیان، س.، ماهی صفت، ف.، امیری سندسی، ا. و شریفیان، م.، ۱۳۹۳. تعیین دوز مناسب تسریق هورمون اواپریم (ovaprim) جهت افزایش راندمان تکثیر مصنوعی اردک ماهی. مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۳، شماره ۴، ص ۱۵-۱.

دادرس، س.، زمینی، ع. ع.، خارا ، ح.، قناعت پرست ، ا. و درویشی، ص.، ۱۳۸۸. مقایسه اثر تیمارهای هیپوفیزی با HCG و متوکلوپرامید در کارآیی تکثیر مصنوعی ماهیان مولد سیم *Abramis brama orientalis*. مجله شیلات. دوره ۳، شماره ۳، ص ۶۴-۵۷.

درافشان، س.، مجازی امیری، ب.، حاجی زاده، ع.، مصطفوی، ح. و پیکان حیرتی، ف.، ۱۳۸۱. القا تکثیر جنس ماده قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با استفاده از هورمون سنتز شده GnRHa. مجله علمی شیلات، دوره ۱۱، شماره ۱۱، ص ۳۸-۲۳.

زکریا پور، ر.، ۱۳۸۹. مقایسه هورمون های HCG و ovaprim در القا رسیدگی جنسی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی.

راهداری، ع.، ۱۳۸۹. بررسی القای تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک (*Schizothorax zarudnyi*) سیستان با استفاده از هورمون های سنتتیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زابل، دانشکده منابع طبیعی، ۱۷۶ ص.

زاد مجید، و.، ایمانپور، م.، سوداگر، م. و شعبانی، ع.، ۱۳۸۸. بررسی روی اثرات هورمون اووافکت (GnRHa) روی برخی خصوصیات زیست شناسی منی ماهیان *Carassius auratus gibelio* قرمز ساده، دم چادری، چهار دم و چهاردم دم چادری. نشریه دامپزشکی (پژوهش و سازندگی)، دوره ۲۲، شماره ۲، ص ۱۷-۹.

سیفی، ت.، ایمانپور، م. ر.، جعفری، و مخدومی، چ.، ۱۳۹۰. مقایسه اثرات تزریق هورمون های اوواپریم ، HCG و عصاره هیپوفیز روی پارامترهای اسپرم شناختی مولدین نرکپور معمولی (*Cyprinus carpio*). نشریه شیلات مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۴، شماره ۱، ص ۵۵-۶۳.

صابری اصل، ا.، تقی زاده، و. و ایمانپور، م. ر.، ۱۳۹۷. مقایسه اثرات تزریق هورمون های اواپریم، HCG و عصاره هیپوفیز ماهی باربوس روی پارامترهای اسپرم شناختی ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*). نشریه توسعه آبزی پروری، سال ۱۲، شماره ۲، ص ۷۴-۶۳.

صباغی، م.، شمسایی، م.، عباسی قادیکلائی، ح. و شمالی خوزانی، ب.، ۱۳۸۹. تولید جمعیت های تک جنسی نر بچه ماهیان مولی حاصل از مولدین با مصرف خوراکی هورمون ۱۷ الفا- متیل تستوسترون. مجله بیولوژی دریا، دوره ۲، شماره ۱، ص ۲۴-۱۹.

علم دوست، ا.، ۱۳۸۵. بررسی امکان نرسازی ماهی هاپ آبی (*Sciaenochromis ahli*) با استفاده از هورمون۱۷ آلفا -متیل تستوسترون. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.

فریدپاک، ف.، ۱۳۶۱. تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان گرم‌آبی- دستورالعمل اجرایی. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، شرکت سهامی شیلات ایران، انتشارات روابط عمومی وزارت جهاد کشاورزی. ۲۵۳ ص.

فرحمند، ح.، ۱۳۷۲. ایجاد تغییر جنسیت و عقیمی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بوسیله هورمون ۱۷ آلفا - متیل تستوسترون. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی.

فلاحتکار، ب. و امینی، ک.، ۱۳۸۲. بررسی نرماتیوهای تکثیر مصنوعی ماهی چالباش (*Acipenscr guel denstaedti*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۲ شماره ۱ ، ص ۷۷-۹۲.

قاسم نژاد، ح.، ۱۳۸۷. بررسی امکان ایجاد جمعیت تک جنسی نر با تجویز خوراکی هورمون ۱۷- آلفا متیل تستوسترون در دوران جنینی و بچه ماهی گوپی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

قبادی، ش.، ۱۳۸۳. بررسی مقایسه ای اثرات LHRH و آنتاگونیست دوپامین (Pimozide) در رسیدگی جنسی مولدین کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ایران.

قیلچی، ا.، حاجی مرادلو، ع. و جرجانی، س.، ۱۳۸۶. مطالعه تغییرات استروئید ۱۷ آلفا- هیدروکسی پروژسترون در طول القا تخم ریزی مولدین ماده کفال خاکستری (*Mugil cephalus*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۴، شماره ۲، ص ۹۷-۸۸.

کاشانی ثابت، ع. ر.، عریان، ش. و بهمنی، م.، ۱۳۸۳. القای اوولاسیون در مولدین فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) با استفاده از هورمون LHRH-A و ترکیب آن با آنتاگونیست‌های دوپامین. مجله علمی شیلات ایران . دوره ۱۳، شماره ۳، ص ۱۴۸-۱۲۹.

کوهی لای، س.، عریان، ش. و حسین زاده صحافی، ه.، ۱۳۸۹. بررسی تعیین بهترین دوز تزریقی هورمون $LHRHa_2$ و ترکیبات متوکلوپرامید و کلرپرومازین از طریق سنجش GTH II در ماهی سیم ماده *Abramis brama orientalis*. نشریه شیلات مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۳، شماره ۱، ص ۳۷-۲۹.

گلمرادی زاده، ا.، سجادی، م. م.، فلاحتکار، ب. و عفت پناه کمایی، ا.، ۱۳۸۹. القا تخم ریزی در ماهی سوف معمولی *Sander Lucioperca* توسط هورمون گنادوتروپین انسانی و عصاره هیپوفیزکپور و تأثیر آن بر شاخص لقاح. مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۹، شماره ۴، ص ۲۷-۱۸.

عرب نژاد، س.، قرایی، ا.، غفاری، م. و راهداری، ع.، ۱۳۹۳. مقایسه اثرات تزریق هورمونهای اواپریم ، HCG و عصاره هیپوفیز بر برخی پارامترهای بیوشیمیایی اسپرم ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi Nikolskii*, 1897). مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست شناسی ایران). جلد ۲۷، شماره ۳، ص ۳۹۵-۳۸۶.

مالکی، ه.، محبوبی صوفیانی، ن.، و اسداله، س.،۱۳۷۲. اثر هورمون ۱۷ آلفا- متیل تستوسترون بر روی تغییر جنسیت و برگشت پذیری جنسیت ماهی ها در اثر نرسازی ماهی دم شمشیری *xiphophorus hellerii*. پژوهش های علوم و فنون دریایی، شماره ۵، ص ۲۹-۲۰.

محمد نظری، ر.، یوسفیان، م.، مجازی امیری، ب. و سلطانی، م.، ۱۳۸۰. بررسی رابطه بین مقادیر هورمونهای استروئیدی جنسی و کیفیت تکثیر مصنوعی در تاس ماهی ایرانی قره برون *Acipenser persicus*.پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، دوره ۱۴، شماره ۲، ص ۵۷-۵۱.

محمدیان، ت.، کوچینین، پ.، نیکو، س.، شیخ الاسلامی، م.، بیتا، س.، اسکندری، غ. ر. و ابهری سه گنبد، ح.، ۱۳۸۸. مقایسه تاثیر آنالوگ هورمون GnRH همراه با آنتی دوپامین دامپریدون (ova-fact) به روش لیپنه، با عصاره هیپوفیز ماهی کپور معمولی (CPE) بر شاخص های تولید مثلی ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*). مجله دامپزشکی ایران، دوره ۵، شماره ۲، ص ۸۰-۷۰.

موسوی ثابت، س. ح.، زمینی، ع. ع.، وهاب زاده رودسری، ح.، مرادخانی، ز.، ۱۳۸۹. نرسازی در ماهی سیچلاید گورخری*Cichlasoma nigrofasciatum* با استفاده از هورمون ۱۷ آلفا- متیل تستوسترون از طریق غذا و بررسی اثر آن بر میزان تلفات، عقیمی و جنسیت بینابینی. پژوهش های مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۵، شماره ۳، ص ۷-۱.

میرهاشمی رستمی، س. ا.، امینی، ک.، جرجانی، م.، شافعی و قلی قزل، ح.، ۱۳۸۴. بررسی امکان تکثیر مصنوعی مولدین پرورشی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*). دوره ۱۴، شماره ۴، ص ۱۹۶-۱۸۱.

ناجی، ط.، نجات خواه معنوی، پ. و شیرین آبادی، م.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات هورمون ۱۷-بتا استرادیول والرات بر تمایز گونادی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۰، شماره ۲، ص ۱۱۲-۱۰۵.

نظری، ر. م، ملانلوکردکلایی، م.، ۱۳۸۷. بررسی کاربرد هورمون $LHRH-A_2$ در تکثیر مصنوعی تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات، دوره ۲، شماره ۴، ص ۶۸-۵۶.

نوروزی، م.، عریان، ش. و بهمنی، م.، ۱۳۸۴. بررسی تاثیر تزریق هیپوفیز گلیسیرینه بر نوسانات هورمون های استروییدی در مولدین ماده تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات، دوره ۱۴، شماره ۴، ص ۲۱۴-۱۹۷.

ولی پور، ع. و خانی پور، ع. ا.، ۱۳۹۴. زی فن تکثیر مصنوعی ماهی سفید (*Rutilus frisii*) فرم پائیزه دریای خزر. نشریه توسعه آبزی پروری، سال۹، شماره ۴، ص ۸۸-۷۵.

هاتفی، م.، ۱۳۷۷. تغییر جنسیت در ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) با استفاده از هورمونهای متیل تستوسترون و اتینیل استرادیول . پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ایران.

یونس زاده فشالمی، م.، فیض بخش، ح.، بهمنی، م.، کاظمی، ر.، پور دهقانی، م.، قیصر کریملو، ر.، محمدیان، ت.، سعیدی، س.، ۱۳۸۸. نوسانات هورمون های جنسی و کورتیزول در مولدین ماده اوزون برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی پس از القا اوولاسیون توسط GnRH (ova-fact3). مجله علمی شیلات، دوره ۳، شماره ۴، ص ۲۸-۲۱.

Ahmadnezhad, M., Oryan, Sh., Hosseinzadeh Sahafi, H. and Khara, H., 2013. Effect of Synthetic Luteinizing Hormone-Releasing Hormone ($LHRH-A_2$) Plus Pimozide and Chlorpromazine on Ovarian Development and Levels of Gonad Steroid Hormones in Female Kutum *Rutilus frisii kutum*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13:95-100.

Aramli, M.S., Kalbassi, M.R. and Nazari, R.M., 2013. Comparative Study of Sex Steroid Levels of Persian Sturgeon, *Acipenser persicus* Males in Responding Negative and Positive to $LHRH-A_2$ Hormone. Aquaculture Research and Development, 4(3):1-3.

Crim, L.W., 1985. Methods for acute and chronic hormone administration in fish. In:

C.-S. Lee and I.C. Liao (Editors), Reproduction and Culture of Milkfish. Oceanic Institute, Hawaii, and Tungkang Marine Laboratory, Taiwan, pp. 1-13.

Donaldson, E.M., 1973. Reproductive endocrinology of fishes. American Zoologist, 13:909– 927.

Falahatkar, B., I., Efatpanah, I. and Kestemont Patrick. 2017. Pikeperch *Sander lucioperca* production in the south part of the Caspian Sea: technical notes. Aquaculture International, 26(1):391-401.

Gale, W.L., M.S. Fitzpatrick, M. Lucero, W.M. Contreras-Sánchez, and Schreck, C.B., 1999. Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. Aquaculture, 178:349–357.

Haniffa, M. A. K. and Sridhar, S. 2002. Induced spawning of spotted murrel (*Channa punctatus*) and catfish (*Heteropneustes fossilis*) using human chorionic gonadotropin and synthetic hormone (ovaprim) . Veterinarski Arhiv, 72 (1):51-56.

Lim , L.C. and 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.).

Mañanos, E., Duncan, N. and Mylonas, C.C., 2008. Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. In: Cabrita, E., Robles, V. and Herráez, M.P. (Eds.), Methods in Reproductive Aquaculture: Marine and Freshwater Species. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, pp. 3–80.

Mart S. and Gross G., 1996. Alternative reproductive strategies and tactics Hormonal control of broodcare and social status in a cichlid fish with brood care helpers. pp.45-40.

Mikolajczyk, T., Chyb J., Sokolowska, M., Enright, W., Epler, P., Filipak, M., and Breton, B., 2003. Attempts to induce an LH surge and ovulation in Common carp (*Cyprinus carpio* L.) by differential application of a potent, GnRH analogue, azagly-nafaelin, under laboratory, commercial hatchery and natural conditions. Aquaculture, 223: 141-157.

Mylonas, C. C., Fostier, A. and Zanuy, S., 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. General and Comparative Endocrinology, 165 (3):516–534.

Mylonas, C.C., Hinshaw, J.M. and Sullivan, C.V., 1992. GnRHa-induced ovulation of brown trout (*Salmo trutta*) and its effects on egg quality. Aquaculture, 106:379– 392.

Nandeesha, M. C. , Rao ,K. G., Jayanna, R. N., Parker, N. C., Verghese, T. J., Keshavanath, P. and Shetty, H.P.C., 1990. Induced spawning of Indian major carps through single application of Ovaprim-C. The Second Asian Fisheries Forum, Tokyo, Japan, 1990, pp. 581-586.

Ohta, H. and Tanaka, H., 1997. Relationship between serum levels of human chorionic gonadotropin (hCG) and 11-ketotestosterone after a single injection of hCG and induced maturity in the male Japanes eel, *Anguilla japonica*. Aquaculture, 153:123–134.

Rowell G., Watts S., Wibbels J., Hines F. and Mair E. 2002. Androgen and estrogen metabolism during sex differentiation in mono-sex populations of the Nile tilapia. Department of Biology, University of Alabama at Birmingham, General and Comparative Endocrinology, 125(2):151–162.

Sower, S. and Shreck, C., 1982. Steroid and thyroid hormones during sexual maturation

of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in seawater or fresh water. General and Comparative Endocrinology, 47:42–53.

Treves- Brown, K.M. 2000. Applied fish pharmacology. Klumuer Academic Publication. 220-240.

Tyler, J.R. and Sumpter, J.P., 1996. Oocyte growth and development in teleosts. Reviews in *Fish Biology* and *Fisheries*, 6:287–318.

Yaron, Z., 1995. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. Aquaculture, 129:49–73.

Zohar, Y., and Mylonas, C., 2001. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. Aquaculture, 197: 99-136.

A Review of Hormone Used in Aquaculture and a Variety of Hormonal Administration Methods in Iran

Hosseinzadeh Sahafi H.[1*]; Ahmadnezhad M. [2]; Yalqi S.[3]

[1] Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

[2] Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

[3] Inland Water Aquatic Stocks Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

Abstract

Controlling reproduction in captivity is indispensable for aquaculture. In some fish, spawning conditions can be made by manipulating the light period and water temperature. But in many breeding fish, the progression in each stage of reproduction requires the administration of hormones from outside the body of the fish. In some fish, these hormonal manipulations are just as a management tool for increasing egg production and ease of work in the workshops. As for the rest of the fish, external hormones are the only way to produce eggs that will surely be fertilized. Hormonal manipulation of breeding fish is based on the use of the LH luteinizing hormone that acts directly on the gonadal surface, or on the synthetic agonists of the GnRHa gonadotrophin releasing hormone that acts on the surface of the pituitary to induce endogenous LH. Today, there are relatively few known hormones in finch fish, a relatively small amount of protein production. But those that have been cultivated have played a decisive role in aquaculture production systems, and their use in an appropriate framework and in a safe and sustainable way is not expected. In this paper, in addition to reviewing mechanisms for regulating reproduction in fish, important natural and artificial hormones used in aquaculture in the world and Iran, and their scientific and practical applications have been analyzed.

Keywords: Ovaprim, Artificial propagation, Pituitary extracts, Hormone therapy, GnRHa

*Corresponding author: h.hosseinzadeh@areeo.ac.ir