

به نام خدا

## نور و آندو کرینولوژی تولید مثل در ماهیان

مؤلفین:

پروفسور شهربانو عریان

دکتر خلیل راسخی

دکتر سارا کوهی لای

|                     |                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : عریان، شهربانو، ۱۳۲۶ -                                                                                                 |
| عنوان و نام پدیدآور | : نوروآندوکرینولوژی تولیدمثل در ماهیان / مولفین شهربانو عریان، خلیل راسخی، سارا کوهی لای؛ ویراستار ادبی گل اندام آل علی. |
| مشخصات نشر          | : تهران : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۱۳۹۶.                                                                          |
| مشخصات ظاهری        | : ۳۸۶ ص.                                                                                                                 |
| شابک                | : ۹-۹-۸۴۵۱-۶۰۰-۹۷۸                                                                                                       |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبا                                                                                                                   |
| یادداشت             | : کتابنامه: ص. ۳۵۶.                                                                                                      |
| موضوع               | : ماهی ها -- تولیدمثل                                                                                                    |
| موضوع               | : Fishes -- Reproduction                                                                                                 |
| شناسه افزوده        | : راسخی، خلیل، ۱۳۴۸ -                                                                                                    |
| شناسه افزوده        | : کوهی لای، سارا، ۱۳۶۱ -                                                                                                 |
| شناسه افزوده        | : آل علی، گل اندام، ۱۳۴۶ -، ویراستار                                                                                     |
| شناسه افزوده        | : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور                                                                                         |
| رده بندی گنگره      | : ۱۳۹۶ ن ۹ع / ۶۳۹/۲ QL                                                                                                   |
| رده بندی دیویی      | : ۵۹۷                                                                                                                    |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۴۷۴۵۹۴۲                                                                                                                |

نام کتاب : نوروآندوکرینولوژی تولیدمثل در ماهیان

مؤلفین : پروفیسور شهربانو عریان، دکتر خلیل راسخی، دکتر سارا کوهی لای

ویراستار ادبی : گل اندام آل علی

شمارگان : ۶۰۰

چاپ اول : سال ۱۳۹۶

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

ناظر چاپ : مدیریت اطلاعات و ارتباطات علمی

(نشانی : میدان هفت تیر، خیابان قائم مقام فراهانی، خیابان مشاهیر، نبش خیابان غفاری، پلاک ۵،

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تلفن ۸۸۳۸۱۰۶۸ - [www.ifro.ir](http://www.ifro.ir))

شابک : ۹-۹-۸۴۵۱-۶۰۰-۹۷۸ ( ISBN : 978-600-8451-09-9 )

قیمت : ۳۵۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور محفوظ است.

## پیشگفتار

میلیون‌ها سال پیش "حیات" با تمام پیچیدگی‌هایش در ساده‌ترین شکل ممکن در کره خاکی شکل گرفت، بتدریج گسترش یافت، تکامل حاصل کرد و امروز در طرح‌ها و نمودهای گوناگون، همان کره را تسخیر کرده است. بی شک، آنچه که گسترش و تکامل چشمگیر روند حیات را تضمین نموده، شناخت پدیده‌های بسیار متنوع فیزیولوژیک بوده است. آفرینش موجودات زنده در سیاره زمین یکی از شگفت‌انگیزترین و زیباترین پدیده‌ها از نظر مبدأ پیدایش حیات، نحوه ادامه، تکرار و تنوع، همواره مورد توجه بشر متفکر بوده است. بر حسب هر دوره و زمان، دانشمندان مختلف درباره پدیده آفرینش موجودات زنده و مکانیسم‌های فیزیولوژیک کنترل‌کننده، نظریات گوناگونی ارائه نموده‌اند که در نوع خود مورد توجه و بررسی است. در واقع، بایستی گفت که نظام طبیعت، تکثیر و بقاء موجودات را بگونه‌ای تنظیم و برنامه‌ریزی نموده است که تعادل زیستی (هومئوستازی) در بیوسفر حفظ شود. حقیقت آن است که بشر به مسئله تعادل زیستی در گونه‌های مختلف جانوری و بخصوص آبزیان یا به عبارتی مسائل فیزیولوژیک از دیدگاه تخصصی (تلفیق بین پدیده‌های علوم اعصاب و سیستم غدد درون‌ریز) توجه بسیاری نموده که نگارش کتب متعددی در این زمینه بیانگر این واقعیت است. بنابراین، اعتقاد بر این است که متخصصین علوم نورواندوکرینولوژی و زیست‌شناسی می‌بایست هنگام مطالعه پدیده‌های فیزیولوژیک تولیدمثل، دیدگاه‌های خود را به یکدیگر نزدیک‌تر نمایند و با تلفیق و تفسیر یافته‌های یکدیگر، سعی در درک بهتر این سیستم حیاتی پیچیده یعنی سیستم تولید مثل از دیدگاه نورواندوکرینولوژی داشته باشند. مگر جز این است که اختلالات سیستم‌های مختلف اعصاب و اندوکرینولوژی در آبزیان، محصول آزمایشگاه طبیعت هستند و می‌توانند اطلاعات تکاملی با ارزشی را در اختیار محققین علوم زیستی و فیزیولوژیک قرار دهند.

تصور مولفین کتاب حاضر بر این است که این اثر می‌تواند نخستین گام در جهت تعمیق نگرش‌های نورواندوکرینولوژی تولید مثل نسبت به سایر سیستم‌های مختلف فیزیولوژیک در بدن آبزیان باشد. هر فصل از کتاب حاضر به جنبه خاصی از سیستم‌های فیزیولوژیک بخصوص سیستم‌های اندوکرینی و فیزیولوژیک تولید مثل در ماهیان پرداخته و تفصیل یافته‌های نوین در این زمینه‌ها را در ماهیان بررسی می‌نماید.

اینجانبه طی سالهای متمادی (از سال ۱۳۵۵)، برای اولین بار در ایران تدریس دروس فیزیولوژی ماهیان، فیزیولوژی پیشرفته و نوروآندوکرینولوژی تولید مثل در ماهیان را بعهدہ داشته و آرزوی تالیف کتابی در خور فهم و استعداد ذاتی دانشجویان گرامی کشورمان را داشته‌ام که سرانجام این آرزو پس از سالها تدریس، مطالعه، تحقیق و راهنمایی دانشجویان تحصیلات تکمیلی بیشمار در این رشته، اکنون به ثمر رسیده است.

در تهیه این مجموعه از مقالات، مجلات، کتب متعدد انگلیسی و نتایج سالها تحقیقات مرتبط با فیزیولوژی تولید مثل در ماهیان که منتج به چاپ بیش از ۱۲۰ مقاله در این مورد می‌باشد، به نحو مطلوبی بهره‌برداری شده تا اطلاعات نسبتاً کاملی از نوروآندوکرینولوژی تولید مثل در ماهیان در اختیار علاقمندان قرار گیرد.

در خاتمه از ریاست محترم موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، جناب آقای دکتر محمد پورکاضمی که از شیفتگان علم و ادب و مشوق دانش پژوهان و نویسندگان می‌باشند و از جناب آقایان دکتر همایون حسین زاده صحافی و دکتر محمود بهمنی، داوران علمی این مجموعه که از محققان معاصر در علوم نوروآندوکرینولوژی تولیدمثل ماهیان در ایران هستند، تشکر و سپاسگزاری ویژه می‌گردد. از زحمات پرسنل محترم موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در روند چاپ کتاب نیز تشکر و قدردانی می‌گردد.

امید است این مجموعه که در نوع خود جدید است، برای دانشجویان علوم بیولوژی دریا، شیلات و سایر رشته‌های مختلف علوم زیستی و مرتبط راه‌گشا و مفید باشد. قطعاً این کتاب خالی از اشکال نیست و امید آن می‌رود که خوانندگان گرامی و فرهیختگان محترم با نظریات، پیشنهادها و انتقادهای خود، ما را در رفع نقایص، کاستی‌ها و اشکالات این کتاب یاری نمایند.

**پروفسور شهربانو عریان**

**استاد دانشگاه خوارزمی تهران و**

**دانشگاه آزاد اسلامی (واحد علوم و تحقیقات)**

## فهرست مندرجات

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>فصل ۱: مقدمه‌ای بر آندوکرینولوژی.....</b>                                  | <b>۱</b>  |
| ۱-۱- مقدمه .....                                                              | ۲         |
| ۱-۲- الگوها و استراتژی‌های تولیدمثل در ماهیان .....                           | ۴         |
| ۱-۳- آندوکرینولوژی و نقش آن در تولیدمثل ماهیان .....                          | ۵         |
| <b>فصل ۲: محور هیپوتالاموس- هیپوفیز در ماهیان.....</b>                        | <b>۸</b>  |
| ۲-۱- مقدمه .....                                                              | ۹         |
| ۲-۲- هیپوفیز و ساختار آن در ماهیان .....                                      | ۱۵        |
| ۲-۳- آناتومی مغز ماهیان .....                                                 | ۲۲        |
| ۲-۴- مناطق هیپوفیزوتروپیک مغز ماهیان .....                                    | ۲۵        |
| ۲-۴-۱- تلنسفال .....                                                          | ۲۶        |
| ۲-۴-۲- ناحیه پره‌اپتیک .....                                                  | ۲۸        |
| ۲-۴-۳- هیپوتالاموس .....                                                      | ۳۰        |
| ۲-۵- خلاصه .....                                                              | ۳۳        |
| <b>فصل ۳: نورومون‌های نوروهیپوفیزی.....</b>                                   | <b>۳۴</b> |
| ۳-۱- آرژنین وازوتوسین و ایزوتوسین .....                                       | ۳۵        |
| ۳-۲- هورمون متراکم‌کننده ملانین .....                                         | ۳۸        |
| <b>فصل ۴: گنادوتروپین‌ها (GTH).....</b>                                       | <b>۴۰</b> |
| ۴-۱- گنادوتروپین‌ها و سیستم‌های نوروآندوکرینی تنظیم‌کننده آن .....            | ۴۱        |
| ۴-۲- ساختمان شیمیایی، سنتز و رسپتور گنادوتروپینها .....                       | ۴۳        |
| ۴-۳- تغییرات فصلی و جنسی در ترشح گنادوتروپینها .....                          | ۴۴        |
| ۴-۴- عوامل مؤثر محیطی و خارجی بر تولیدمثل ماهیان .....                        | ۴۷        |
| ۴-۵- تأثیر برهمکنش استروئیدهای جنسی و گنادوتروپین‌ها بر تولیدمثل ماهیان ..... | ۴۹        |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| ۴-۶- عملکرد و مکانیسم عمل گنادوتروپین ها در ماهیان .....           | ۵۲        |
| ۴-۷- فاکتورهای تحریکی بر آزادسازی گنادوتروپین ها .....             | ۵۵        |
| ۴-۸- فاکتورهای مهاری بر آزادسازی گنادوتروپین ها .....              | ۵۸        |
| <b>فصل ۵: هورمون های آزادکننده گنادوتروپین ها (GnRH) .....</b>     | <b>۶۱</b> |
| ۵-۱- مقدمه .....                                                   | ۶۲        |
| ۵-۲- مکانیسم عمل GnRH در سیستم تولیدمثل ماهیان .....               | ۶۷        |
| ۵-۲-۱- یون کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) .....                               | ۶۷        |
| ۵-۲-۲- آراشیدونیک اسید (AA) .....                                  | ۶۹        |
| ۵-۳- عملکردها و اشکال مختلف GnRH در سیستم تولیدمثلی ماهیان .....   | ۷۷        |
| ۵-۴- تنظیم فعالیت های نورونی GnRH .....                            | ۸۲        |
| ۵-۴-۱- تنظیم گنادی .....                                           | ۸۲        |
| ۵-۴-۲- تنظیم رفتاری و اجتماعی .....                                | ۸۶        |
| ۵-۴-۳- تنظیم بوسیله نوروترنسمیترها .....                           | ۸۸        |
| ۵-۴-۴- خود تنظیمی نورون های GnRH .....                             | ۹۵        |
| ۵-۵- ساختار مولکول GnRH و انواع آن در ماهیان .....                 | ۹۷        |
| ۵-۶- سیستم های نورونی GnRH .....                                   | ۹۸        |
| ۵-۷- عصب رسانی GnRH به هیپوفیز .....                               | ۱۰۰       |
| ۵-۸- رسپتورهای GnRH .....                                          | ۱۰۱       |
| ۵-۹- پیام آوران ثانویه و سیگنال ترنس داکشن GnRH .....              | ۱۰۵       |
| ۵-۱۰- تغییرات مرتبط با مرحله تولیدمثلی در فعالیت نورونی GnRH ..... | ۱۰۷       |
| ۵-۱۱- تنظیم فیدبک GnRH و GTH توسط استروئیدها .....                 | ۱۱۰       |
| ۵-۱۱-۱- فیدبک منفی استروئیدها .....                                | ۱۱۰       |
| ۵-۱۱-۲- فیدبک مثبت استروئیدها .....                                | ۱۱۱       |
| ۵-۱۱-۳- تفاوت های فصلی و جنسی در اعمال فیدبک استروئیدها .....      | ۱۱۴       |

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۱۵ | ۵-۱۲- تنظیم GnRH و گنادوتروپین‌ها توسط نوروترنسمیترهای کلاسیک .....   |
| ۱۱۵ | ۵-۱۲-۱- نوروترنسمیترهای منوآمینی .....                                |
| ۱۲۵ | ۵-۱۲-۲- نوروترنسمیترهای آمینواسیدی .....                              |
| ۱۲۷ | ۵-۱۳- تنظیم GnRH و گنادوتروپین‌ها توسط نوروپپتیدها .....              |
| ۱۲۷ | ۵-۱۳-۱- پپتیدهای اپیوئیدی .....                                       |
| ۱۲۸ | ۵-۱۳-۲- کیس پپتین‌ها .....                                            |
| ۱۳۰ | ۵-۱۳-۳- PACAP .....                                                   |
| ۱۳۱ | ۵-۱۴- GnIH .....                                                      |
| ۱۳۳ | ۵-۱۵- پپتیدهای روده‌ای- مغزی .....                                    |
| ۱۳۸ | ۵-۱۶- هورمون‌های موضعی تنظیم‌کننده GTH .....                          |
| ۱۳۸ | ۵-۱۶-۱- اکتیوین، اینهپین و فولیستاتین .....                           |
| ۱۴۰ | ۵-۱۶-۲- عامل رشد شبه انسولینی یک (IGF-I) .....                        |
| ۱۴۲ | ۵-۱۷- مروری بر تغییرات فصلی در کنترل نوروآندوکرینی GTH .....          |
| ۱۴۵ | ۵-۱۸- آنالوگ‌های GnRH و ترکیبات فوق فعال سنتتیک در تکثیر ماهیان ..... |
| ۱۵۱ | <b>فصل ۶: هورمون رشد و تأثیر آن در تولیدمثل ماهیان .....</b>          |
| ۱۵۲ | ۶-۱- GH و تنظیم نوروآندوکرینی آن .....                                |
| ۱۵۲ | ۶-۲- ساختار شیمیایی و رسپتورهای GH .....                              |
| ۱۵۴ | ۶-۳- اعمال چندگانه GH در ماهیان .....                                 |
| ۱۵۶ | ۶-۴- عوامل تنظیم‌کننده سنتز و ترشح GH .....                           |
| ۱۵۶ | ۶-۴-۱- نوروترنسمیترها .....                                           |
| ۱۵۸ | ۶-۴-۲- نوروپپتیدها .....                                              |
| ۱۷۴ | ۶-۴-۳- هورمون‌های پروتئین موضعی .....                                 |
| ۱۷۴ | ۶-۴-۴- هورمون‌های غیر پروتئینی محیطی .....                            |

## **فصل ۷: پرولاکتین و تأثیر آن بر تولیدمثل ماهیان..... ۱۷۹**

- ۷-۱- پرولاکتین و تنظیم نوروآندوکرینی آن ..... ۱۸۰
- ۷-۲- ساختار شیمیایی، توزیع و رسپتورهای پرولاکتین ..... ۱۸۰
- ۷-۳- اعمال پرولاکتین ..... ۱۸۳
- ۷-۴- عوامل هیپوتالاموسی تنظیم کننده پرولاکتین ..... ۱۸۸
- ۷-۴-۱- دوپامین ..... ۱۸۸
- ۷-۴-۲- نوروپپتیدها ..... ۱۸۹

## **فصل ۸: سوماتولاکتین و تأثیر آن در تولید مثل ماهیان..... ۱۹۶**

- ۸-۱- سوماتولاکتین و تنظیم نوروآندوکرینی آن ..... ۱۹۷
- ۸-۲- ساختار شیمیایی و رسپتور سوماتولاکتین ..... ۱۹۷
- ۸-۳- اعمال سوماتولاکتین ..... ۱۹۹
- ۸-۴- تنظیم نوروآندوکرینی ترشح سوماتولاکتین ..... ۲۰۱

## **فصل ۹: هورمون‌های محرک تیروئید و تأثیر آن در تولیدمثل ماهیان..... ۲۰۵**

- ۹-۱- TSH و تنظیم نوروآندوکرینی آن ..... ۲۰۶
- ۹-۲- ساختار، رسپتور و عملکرد TSH ..... ۲۰۶
- ۹-۳- عوامل تنظیم کننده TSH ..... ۲۰۸
- ۹-۳-۱- عوامل هیپوتالاموسی ..... ۲۰۸
- ۹-۳-۲- بازخورد منفی هورمون‌های تیروئیدی ..... ۲۱۰

## **فصل ۱۰: هورمون‌های کورتیکوتروپ و تأثیر آن در تولیدمثل ماهیان..... ۲۱۲**

- ۱۰-۱- هورمون‌های کورتیکوتروپیک و تنظیم نوروآندوکرینی آن‌ها ..... ۲۱۳
- ۱۰-۲- ACTH و اعمال آن ..... ۲۱۵
- ۱۰-۳- بتا اندورفین غیراستیل و اعمال آن ..... ۲۱۶
- ۱۰-۴- عوامل تنظیم کننده ترشحات کورتیکوتروپ‌ها ..... ۲۱۷
- ۱۰-۴-۱- عوامل هیپوتالاموسی ..... ۲۱۷

۲۲۲ ..... ۱۰-۴-۲ بازخورد منفی کورتیزول

## **فصل ۱۱: هورمون‌های ملانوتروپ و تأثیر آن در تولیدمثل ماهیان..... ۲۲۵**

۲۲۶ ..... ۱۱-۱ هورمون‌های ملانوتروپیک و تنظیم نوروآندوکرینی آن‌ها

۲۲۶ ..... ۱۱-۲  $\alpha$ -MSH و اعمال آن

۲۲۹ ..... ۱۱-۳ بتا اندورفین‌های استیله

۲۳۰ ..... ۱۱-۴ تنظیم ترشح هورمون‌های ملانوتروپ

۲۳۱ ..... ۱۱-۵ عوامل تحریکی (CRF، TRH و UI)

۲۳۱ ..... ۱۱-۶ عوامل مهارى (MCH و دوپامین)

## **فصل ۱۲: سیستم‌های دوپامینرژیک مغز و تأثیر آن در تولیدمثل ماهیان..... ۲۳۳**

۲۳۴ ..... ۱۲-۱ سیستم دوپامینرژیک مغز و رسپتورهای آن در ماهیان

۲۴۱ ..... ۱۲-۱-۱ عملکرد دوپامین در سیستم تولیدمثلى ماهیان

۲۴۴ ..... ۱۲-۲ سیستم آدرنرژیک مغز و رسپتورهای آن در ماهیان

۲۵۳ ..... ۱۲-۲-۱ عملکرد آدرنرژیک در سیستم تولیدمثلى ماهیان

## **فصل ۱۳: گناد در ماهیان..... ۲۵۷**

۲۵۸ ..... ۱۳-۱ گنادها

۲۵۹ ..... ۱۳-۱-۱ تمایز جنسى

۲۶۱ ..... ۱۳-۱-۲ جنس نر

۲۶۴ ..... ۱۳-۱-۳ جنس ماده

۲۷۳ ..... ۱۳-۱-۴ استروئیدهای جنسى

۲۹۹ ..... ۱۳-۱-۵ رسپتورهای استروئیدهای جنسى در مغز

۳۱۰ ..... ۱۳-۲ هورمون‌های غیر استروئیدی گنادی

۳۱۱ ..... ۱۳-۳ گامتوزنز

۳۱۲ ..... ۱۳-۳-۱ اسپرماتوزنز

۳۱۵ ..... ۱۳-۳-۲ اووژنز

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| ۳۳۲ | ..... تخمک گذاری                                                         |
| ۳۳۶ | ..... ۱۳-۵- آپوپتوزیس (مرگ برنامه ریزی شده سلول ها)                      |
| ۳۳۸ | ..... ۱۳-۶- تخم ریزی و فرایندهای متعاقب آن                               |
| ۳۳۸ | ..... ۱-۱۳-۶- تخم ریزی                                                   |
| ۳۴۳ | ..... ۲-۱۳-۶- لقاح                                                       |
| ۳۴۷ | ..... ۳-۱۳-۶- ارتباطات جنینی - مادری                                     |
| ۳۴۹ | ..... <b>فصل ۱۴: کاربرد نوروندو کرینولوژی در آبی پروری</b>               |
| ۳۵۰ | ..... ۱-۱۴- کاربرد در تولید مثل و تکثیر مصنوعی ماهیان                    |
| ۳۵۱ | ..... ۲-۱۴- پژوهش های انجام شده در زمینه تولید مثل و تکثیر مصنوعی ماهیان |
| ۳۵۶ | ..... <b>منابع</b>                                                       |