شناسایی زیستگاه‌های مناسب برای گونه غیربومی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niluticus*) براساس مدل‌های بوم‌شناختی در استان گلستان

- **وحید عباسی***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سیدعباس حسینی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **رسول قربانی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **حسن صالحی**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- **حسین عبدالحی**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

چکیده

تیلاپیا به‌علت رشد سریع و پرورش ساده و ارزان مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است و از گونه‌های به‌شدت مهاجمی هستند که معرفی آن به اکوسیستم‌های طبیعی در کشورهایی که خاستگاه این ماهی نیستند، می‌تواند به بحرانی جدی برای تنوع زیستی آن کشورها تبدیل شود. هدف این تحقیق بررسی شرایط اقلیمی استان گلستان و مقایسه شرایط موجود با نیازهای گونه تیلاپیای نیل و بررسی احتمال پراکنش این گونه در استان گلستان با استفاده از مدل پیش‌بینی پراکنش GARP و مشخص نمودن احتمال حضور این گونه در هر قسمت استان و بررسی راهکارهای مقابله با پراکنش ناخواسته این گونه در استان گلستان می‌باشد. در این بررسی داده‌هایی که برای پیش‌بینی پراکنش تیلاپیا درنظر گرفته شد، به‌عنوان مهم‌ترین داده‌های اقلیم شناسی در پراکنش گونه‌های آب‌شیرین استفاده می‌شوند مانند دمای متوسط سالیانه، متوسط دما در گرم‌ترین ماه سال، متوسط دما در سردترین ماه سال، بارش ماهیانه، بارش سالیانه، متوسط طول روز و میزان رطوبت هوا. هم‌چنین از روش جک نایف جهت برآورد اهمیت هریک از داده‌های مذکور استفاده شده است. پیش‌بینی پراکنش تیلاپیا در استان گلستان در محیط GIS صورت گرفت. بر این اساس مناسب‌ترین زیستگاه‌های گونه تیلاپیای نیل در محدوده شهرستان‌های گنبدکاووس، آق‌قلا و گمیشان قرار دارند که دقیقاً تالاب‌ها و سدهای مهم استان در همین محدوده واقع شده‌اند و هم‌چنین براساس آمار موجود این سه شهرستان در حال حاضر مهم‌ترین مناطق تولید آبزیان استان گلستان می‌باشند.

کلمات کلیدی: تیلاپیای نیل، گونه مهاجم، پیش‌بینی پراکنش، مدل بوم‌شناختی، سامانه اطلاعات جغرافیایی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: v.abbaci@gmail.com

مقدمه

مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای (Species Distribution Modeling) متداول‌ترین روش برای تعیین دامنه و قلمرو پراکنش جغرافیایی بالقوه گونه‌های گیاهی و جانوری است که به‌منظور مشخص کردن شرایط محیطی مناسب و نشان دادن عکس‌العمل گونه‌ها به شرایط محیطی استفاده می‌شود. در اکولوژی از مدل‌های آماری برای بیان ارتباط بین حضور گونه‌ها و عوامل محیطی استفاده میشود که معمولاً بیان‌کننده آشیان اکولوژیک یک گونه می‌باشد. از روش‌های مختلف مدل‌سازی می‌توان به‌منظور تهیه اطلاعات جغرافیایی با ارزش از پراکنش جغرافیایی گونه‌ها، در طیف وسیعی از تخصص‌های علوم زیستی همانند حفاظت گونه‌ها، بوم‌شناسی و زیست‌شناسی تکاملی استفاده کرد (شهسوارزاده و همکاران، ۱۳۹۴). در سال‌های اخیر روش‌های متعددی برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها به‌وجود آمده است مانند GARP، ENFA، DOMIN BIOCLIM و MAXENT این مدل‌ها که مبتنی بر مفهوم آشیان اکولوژیک (Ecological Niche Modeling) می‌باشند، اطلاعات مناسبی را در مورد پراکنش احتمالی گونه‌ها هنگامی‌که داده‌های کافی وجود ندارد فراهم می‌کنند. به گروهی از گونه‌ها که خاستگاه اصلی‌شان به منطقه دیگری تعلق داشته و به‌دلایل مختلفی ازجمله انتقال عمدی توسط انسان در یک اکوسیستم ساکن شده‌اند، گونه‌های غیربومی می‌گویند. در این میان برخی از گونه‌های غیربومی دارای بلوغ زود هنگام، پتانسیل زادآوری بسیار زیاد، همه‌چیزخواری و مقاومت بالایی در برابر تغییرات شرایط محیطی ازجمله دما و شوری هستند که به این گونه‌ها، گونه‌های مهاجم می‌گویند. گونه‌های مهاجم عامل اصلی ازدست رفتن تنوع زیستی اکوسیستم‌های آب‌های داخلی و به‌طورکلی دومین عامل تهدید تنوع‌زیستی محسوب می‌شوند. حدود ۸۰ درصد از گونه‌های در خطر انقراض از رقابت با گونه‌های مهاجم در زیستگاه رنج می‌برند و طبق تحقیقات انجام شده، تاکنون تقریباً هیچ کشوری موفق به حذف کامل این گونه‌های مهاجم نشده است. بر طبق اعلام IUCN ماهیان تیلاپیا یکی از گونه‌های به‌شدت مهاجمی هستند که دارای خصوصیات مذکور بوده و معرفی آن به اکوسیستم‌های طبیعی در کشورهایی که خاستگاه این ماهی نیستند، می‌تواند به بحرانی جدی برای تنوع زیستی آن کشورها تبدیل شود، لذا این نهاد ماهی تیلاپیا را در فهرست ۱۰۰ گونه مهاجم دنیا قرار داده است. از میان این گروه از ماهیان، تیلاپیای نیل که بومی قاره آفریقا و بخش‌هایی از خاورمیانه می‌باشد، به‌دلایل اقتصادی مورد توجه بیش‌تری بوده و به بسیاری از مناطق دنیا معرفی شده است. Zengeya و همکاران (۲۰۱۲) از مدل‌های آشیان اکولوژیک برای تخمین توانایی گسترش گونه مهاجم و غیربومی تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* در رودخانه‌های آفریقای جنوبی به‌ویژه رودخانه‌هایی که این گونه به تازگی وارد آن‌ها شده و در حال گسترش است استفاده نمودند که تیلاپیای نیل در این رودخانه‌ها پتانسیل تهاجمی بسیار زیادی از خود نشان داده است. در بررسی ایشان شرایط محیطی مناطق بومی پراکنش تیلاپیا با مناطقی که این گونه به‌صورت غیربومی وارد شده است مشابه نبودند که این عدم تقارن باعث ایجاد خطا در پیش‌بینی مدل گردید. ایشان به این نتیجه رسیدند که ریشه‌کن کردن تیلاپیا در مناطق مورد تهاجم تقریباً غیرممکن می‌باشد. Esselman (۲۰۰۷) در بررسی پراکنش و زیستگاه‌های مناسب ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در آب‌های Belize در آمریکای مرکزی به این نتیجه رسیدند که حضور گونه غیربومی و مهاجم تیلاپیا مهم‌ترین خطر برای تنوع گونه‌ای و جمعیت گونه‌های بومی به‌حساب می‌آید. نتایج این تحقیق نشان داد که تمامی آب‌بندانه و رودخانه‌های منطقه Belize توان بالقوه برای پذیرش این گونه را دارا می‌باشند. شاخص‌های آزمون مدل نیز نشان دادند که مدل به‌کار رفته با دقت بالایی عمل نموده است. این مطالعه هم‌چنین نشان داد که تیلاپیای نیل در مناطقی که تنوع گونه‌ای بالاتر است توان سازش بالاتری دارد و این مناطق برای زیست این گونه مناسب‌تر هستند لذا امکان ایجاد مشکل در صورت ورود این گونه به مناطق جدید بیش‌تر خواهد بود. مشاهدات صورت گرفته در کشور این ضرورت را ایجاب می‌کند که برخی از پرورش‌دهندگان آبزی‌بدون اطلاع از عواقب احتمالی انتشار این گونه در سایر نقاط ایران اقدام به پرورش تیلاپیای نیل در سایر نقاط کشور نموده‌اند که در نتیجه جهت کاهش خسارات محتمل این اقدام مهم‌ترین کار بررسی احتمال پراکنش این گونه در نقاط مختلف کشور می‌باشد. لذا هدف این تحقیق بررسی شرایط اقلیمی استان گلستان و مقایسه شرایط موجود با نیازهای گونه تیلاپیای نیل و بررسی احتمال پراکنش این گونه در استان گلستان با استفاده از مدل پیش‌بینی پراکنش GARP و مشخص نمودن احتمال حضور این گونه در هر قسمت استان و بررسی راهکارهای مقابله با پراکنش ناخواسته این گونه در استان گلستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

استان گلستان با وسعت ۲۱۰۰۰ کیلومترمربع در قسمت شمالی کشور و در بخشی از حوضه آبریز دریای خزر بین عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. این استان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از غرب به استان مازندران و دریای خزر، از جنوب به استان سمنان و از شرق به استان خراسان شمالی محدود می‌شود. مساحت استان

۲۲۰۲۲ کیلومتر مربع بوده و حدود ۱/۳۳ درصد از کل مساحت کشور را به‌خود اختصاص داده است. از این محدوده ۱۱۲۶۰۰۰ هکتار را مرتع و ۴۳۰۰۰۰ هکتار را جنگل و در مجموع حدود ۷۰ درصد از سطح استان را منابع طبیعی تشکیل می‌دهند. نقشه شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا استان گلستان با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در محیط ArcMap تهیه شد. برای تهیه نقشه پتانسیل آب سطحی از نقشه‌های زمین شناسی و اقلیم استان گلستان (مخدوم، ۱۳۹۰) استفاده شد. هم‌چنین از اطلاعات و آمار رودخانه‌های اصلی و فرعی، حوزه‌های آبریز اصلی و زیر حوزه‌های فرعی استان گلستان استفاده شد. ابتدا لیست رودخانه‌های هر حوزه آبریز اصلی مشخص و سپس با استفاده از اطلاعاتی مانند آبدهی و وسعت زیر حوزه، طول رودخانه، دبی سالیانه و موارد دیگر، براساس تقسیم‌بندی گزارش مطالعات منابع آب استان گلستان طبقه‌بندی زیرحوزه‌های رودخانه‌ها انجام گردید. کشور ایران دارای اقلیمی گرم با رژیم دمایی قاره‌ای عرض میانه می‌باشد و دمای هر منطقه بستگی به ارتفاع، عرض جغرافیایی و محتوای رطوبتی جو در آن منطقه دارد. با توجه به اهمیت فاکتور دما (مانند دمای متوسط سالیانه، دمای بیشینه و دمای کمینه) در پراکنش گونه تیلاپیای نیل (Zengeya و همکاران، ۲۰۱۲)مدل‌سازی این فاکتور در تمامی سطح استان گلستان و ترسیم نقشه هم‌دمایی بسیار ضروری می‌باشد.

انتخاب عوامل محیطی و استفاده از مدل GARP: بررسی زیستگاه یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات‌وحش محسوب می‌گردد. زیستگاه مطلوب تاثیر به‌سزایی بر تولیدمثل و گسترش گونه‌ها خواهد داشت و در امر مدیریت هر منطقه بسیار مهم می‌باشد ولی مطالعه میدانی زیستگاه بسیار پرهزینه بوده و در مواردی غیرممکن می‌باشد. لذا روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تاکنون به‌سرعت در مدیریت حیات‌وحش مورد استفاده قرار گرفته‌اند ابزاری مناسب برای رفع این مشکل معرفی شده‌اند (Peterson و Cohoon، ۱۹۹۹). اساس کار این مدل‌ها کمی کردن روابط بین توزیع گونه و محیط زنده و غیرزنده است. مدل‌های زیادی هم‌اکنون برای مشخص کردن روابط میان گونه و زیستگاه به‌کار می‌رود. تعیین این روابط عموماً وابسته به مشاهدات میدانی از حضور و یا عدم حضور گونه و متغیرهای زیستگاهی است که تداعی کننده عناصر تشکیل‌دهنده آشیان بوم‌شناختی گونه مورد نظر می‌باشد (Hirzel و Helfer، ۲۰۰۱). با استفاده از ابزار GIS و فنون پیشرفته آماری، این امکان وجود دارد که رابطه بین گونه و زیستگاه کمی شود و برای پیش‌بینی توزیع جغرافیایی گونه مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه حاضر با توجه به گستردگی منطقه مورد مطالعه از روش الگوریتم ژنتیکی (GARP) استفاده شد. این مدل منشا گرفته از مدل‌های ارزیابی ژنتیکی Holland در سال ۱۹۷۵ است. مدل GARP جهت توسعه مدل‌های پیش‌بینی توزیع جغرافیایی گونه‌ها از مجموعه‌ای از قواعد در قالب عبارت (اگر- سپس) به‌منظور توضیح آشیان بوم‌شناختی گونه‌ها استفاده می‌نماید (Stockwell و Peters، ۱۹۹۹). با این روش آشیان بوم‌شناختی و پتانسیل توزیع جغرافیایی گونه مورد نظر مدل‌سازی می‌شود. مدل GARP شامل چندین الگوریتم مشخص با رویکرد هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) است. تمام مراحل این مدل در نرم‌افزار Desktop GARP اجرا می‌شود. در این بررسی داده‌هایی که برای پیش‌بینی پراکنش تیلاپیا درنظر گرفته شد، داده‌هایی بودند که به عنوان مهم‌ترین داده‌های اقلیم‌شناسی در پراکنش گونه‌های آب‌شیرین استفاده می‌شوند مانند دمای متوسط سالیانه، متوسط دما در گرم‌ترین ماه سال، متوسط دما در سردترین ماه سال، بارش ماهیانه، بارش سالیانه، متوسط طول روز و میزان رطوبت هوا (Zengeya و همکاران، ۲۰۱۲) که ارتباط داده‌های موجود با گونه تیلاپیا از منابع و گزارشات، مقالات علمی، سایت فیش بیس (www.fishbase.org) و سایت تنوع گونه‌ای www.gbif.org به‌دست آمد (Zambano و همکاران، ۲۰۰۶). طبق گزارش سایت فیش بیس این گونه تاکنون در رودخانه‌ها، نهرها، دریاچه‌ها، آب‌های لب شور، دلتاها و استخرهای آب شیرین یافت شده و در دریا گزارش نشده است و پراکنش آن از طول جغرافیایی ۸ درجه جنوبی تا ۴۵ درجه شمالی و از ارتفاع سطح دریا تا ارتفاع ۱۸۳۰ متر می‌باشد. این گونه در ۱۶۰ مورد رهاسازی و معرفی به محیط‌های مختلف، فقط در ۶ مورد که در کشورهای عراق، آلمان، فرانسه، مالتا، انگلستان و الجزایر صورت گرفته، پیوند موفق نداشته است و در بقیه موارد همه پیوندها موفق بوده و به‌طور گسترده‌ای پراکنش پیدا کرده است. با توجه به مطالعات انجام شده بر روی این گونه و اطلاعات در دسترس، ۲۸ عامل محیطی که به طور بالقوه می‌توانستند بر حضور و گسترش این گونه تأثیرگذار باشند، انتخاب شدند (Zengeya و همکاران، ۲۰۱۲). این عوامل محیطی شامل ۱۹ فاکتور اقلیمی، ۳ فاکتور توپوگرافی و ۶ فاکتور ویژگی‌های آب منطقه می‌شدند. اطلاعات اقلیمی با استفاده از ایستگاه‌های هواشناسی منطقه، اطلاعات آب با نمونه‌برداری از نقاط مختلف استان و اطلاعات توپوگرافی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با قدرت تفکیک ۱۰ متر از تصاویر Spot در نرم‌افزار GIS تهیه شدند. با استفاده از نقشه نقاط در نرم‌افزار Arc GIS از طریق روش درونیابی کریجینگ نقشه خصوصیات منطقه مورد نظر و در نهایت نقشه مکانی هر یک از عوامل محیطی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ تهیه شد. در مرحله بعد همبستگی عوامل محیطی در نرم‌افزار Idrisi مورد بررسی قرار گرفت و از بین جفت متغیرهایی که دارای همبستگی بالاتر از ۰/۸ بودند یکی از آن‌ها حذف شد. بر این اساس از ۲۸ متغیر محیطی اولیه، ۱۹ متغیر محیطی در فرآیند مدل‌سازی استفاده شد. با

توجه به عدم حضور گونه تیلاپیا در استان گلستان از داده‌های حضور این گونه در سایر نقاط ایران و جهان استفاده گردید (یلقی و عباسی، ۱۳۸۹). بدین‌منظور، در محیط نرم‌افزار Arc GIS نقشه‌ها تهیه شدند و کلیه نقشه‌های محیطی به اندازه پیکسل ۷۰×۷۰ متر تبدیل شده و وارد نرم‌افزار Desktop Garp شدند.

جدول ۱: متغیرهای محیط‌زیستی مورد استفاده در مدل‌سازی

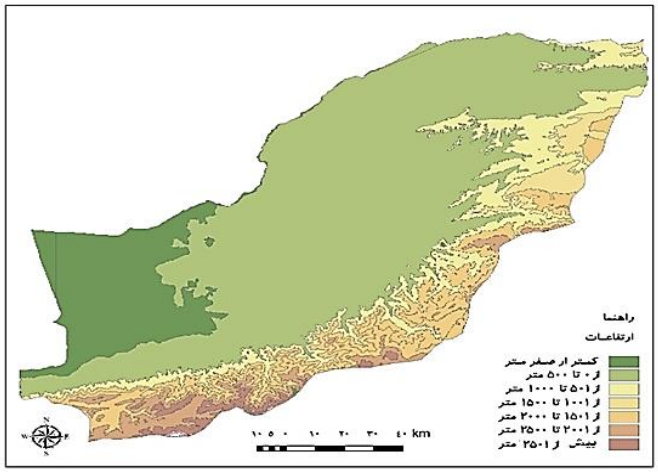
ردیف	متغیر	نام اختصاری	ردیف	متغیر	نام اختصاری
۱	دمای متوسط سالانه	Bio-1	۱۵	فصلی بودن بارش	Bio-15
۲	دامنه میانگین دمای روزانه	Bio-2	۱۶	بارش مرطوب‌ترین فصل	Bio-16
۳	همدمایی	Bio-3	۱۷	بارش خشک‌ترین فصل	Bio-17
۴	فصلی بودن دما	Bio-4	۱۸	بارش گرم‌ترین فصل	Bio-18
۵	حداکثر دمای گرم‌ترین ماه	Bio-5	۱۹	بارش سردترین فصل	Bio-19
۶	حداقل دمای سردترین ماه	Bio-6	۲۰	ارتفاع	Dm
۷	محدوده سالانه دما	Bio-7	۲۱	شیب	Slope
۸	میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل	Bio-8	۲۲	جهت	Aspect
۹	میانگین دمای خشک‌ترین فصل	Bio-9	۲۳	فاصله تا زمین‌های کشاورزی	Dis-to-Farm
۱۰	میانگین دمای گرم‌ترین فصل	Bio-10	۲۴	فاصله تا جنگل	Dis-to-Forest
۱۱	میانگین دمای سردترین فصل	Bio-11	۲۵	فاصله تا مناطق مسکونی	Dis-to-Homes
۱۲	بارش سالانه	Bio-12	۲۶	فاصله تا سایر منابع آبی	Dis-to-Watrbodies
۱۳	بارش مرطوب‌ترین ماه	Bio-13	۲۷	دبی رودخانه	Dbi
۱۴	بارش خشک‌ترین ماه	Bio-14	۲۸	کاربری اراضی	Landuse

استفاده از روش جک نایف برای ارزیابی اهمیت هرکدام از متغیرها: برآورد واریانس به‌روش جک نایف روشی است که ضمن سهولت در محاسبه، موجب کاهش چشمگیری در اریب بودن براورد می‌شود. روش جک نایف برآوردهایی از پارامتر مورد مطالعه را از هر یک از زیرنمونه‌های نمونه اصلی به‌دست آورده و سپس برآورد واریانس برآوردگر نمونه اصلی را از تغییرپذیری بین برآوردگرهای این زیر نمونه‌ها نتیجه می‌دهد.

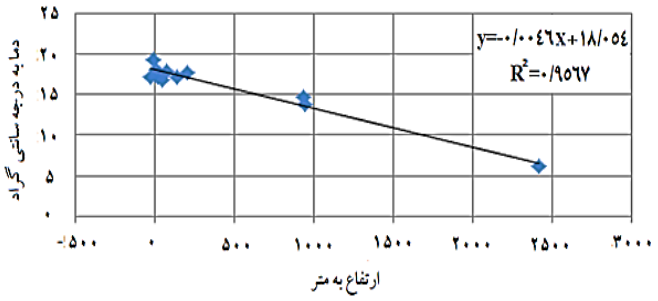
نتایج

با توجه به اهمیت و تاثیر ارتفاع بر فاکتور دما و وابستگی ماهی تیلاپیا به دما، در ابتدا نقشه طبقه‌بندی ارتفاعی استان گلستان ترسیم گردید که قسمت‌های جنوبی و جنوب‌شرقی استان مرتفع‌تر بوده و قسمت‌های مرکزی، شمالی و شمال‌غربی استان ارتفاع کم‌تری دارند (شکل ۱). وضعیت توپوگرافی حوضه‌های مورد مطالعه، دوری از دریا و تغییرات دما و بارندگی موجب ایجاد رژیم‌های متفاوت جریان سطحی در رودخانه‌های منطقه گردیده است. از لحاظ مورفولوژی منطقه مورد مطالعه را می‌توان به ۳ واحد کوهستانی، کوهپایه‌ای و دشتی تقسیم کرد. آب و هوای یک ناحیه وضعیت کلی حاکم بر هوای آن ناحیه را نشان می‌دهد و این واقعیت کلی کم‌تر دستخوش تغییر می‌شود و آب و هوا از عوامل اصلی است، که به‌طور مستقل در پراکنش گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی اثر می‌گذارد. اقلیم هر منطقه حاصل عملکردهای متعدد سیستم‌های جوی است که در تعامل با ویژگی‌های منطقه مذکور نظیر طول و عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به دریا، کوه، بیابان و یا جنگل، فرآیندهای مختلف جوی نظیر بارندگی، تبخیر، تغییرات درجه‌حرارت، سرعت و جهت وزش باد و.... می‌باشد. ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه حاصل عملکرد سیستم‌های جوی است که بر منطقه حاکم می‌باشد. استان گلستان، با توجه به موقعیت جغرافیایی، تحت تأثیر عرض و ارتفاع جغرافیایی، رشته کوه‌های البرز، دوری و نزدیکی به دریا، بیابان‌های جنوبی ترکمنستان، وزش بادهای محلی و ناحیه‌ای و پوشش متراکم جنگلی قرار دارد و آب و هوای گوناگونی دارد. شمال‌شرقی استان، به‌ویژه در شرق دریای خزر و حد فاصل گرگان رود تا مرز ترکمنستان، به‌علت دوری از آثار دریای خزر، کاهش ارتفاع‌های البرز شرقی، وسعت جلگه ساحلی و نزدیکی به بیابان‌های قره قوم و قزل قوم (در جمهوری‌های آسیای میانه) خشکی و گرمای هوا مواجه است و هر چه به سمت جنوب و جنوب‌غرب دور شویم به مناطق نیمه‌خشک (نیمه بیابانی) تبدیل می‌شود. در این منطقه، میزان بارندگی سالانه اندک است و به‌علت کاهش رطوبت هوا، گرمای آن افزایش می‌یابد و اختلاف شدیدی بین دمای شب و روز و دمای سردترین و گرم‌ترین ماه‌های سال به‌وجود می‌آید. در منطقه جنوب غرب استان به علّت نزدیکی به ارتفاعات تغییرات دیگری در آب و هوای استان ایجاد می‌شود و با افزایش و اعتدال دما، شرایطی مشابه آب و هوای معتدل مرطوب خزری پدید می‌آید. در منطقه مورد مطالعه، توپوگرافی منطقه دارای ویژگی‌هایی است که بر پدیده‌های اقلیمی آن به‌خصوص دما، بارندگی و یخبندان تأثیر فاحشی می‌گذارد. از مهم‌ترین این ویژگی‌ها وجود اختلاف ارتفاع می‌باشد که از ۹۱- متر در کنار سواحل دریای خزر تا ارتفاع ۳۳۳۱ متر در جنوب منطقه مورد مطالعه متفاوت می‌باشد که باعث تغییرات اقلیمی زیادی در سراسر منطقه گردیده است. در این مطالعه از داده‌های ایستگاه سینوپتیک و ایستگاه‌های وزارت نیرو استفاده شده است که بیش‌ترین آن در قسمت شمال، شرق و غرب منطقه است که دلیل آن پایین بودن ارتفاع آن می‌باشد. با اعمال رابطه ضریب همبستگی ارتفاع و دما در

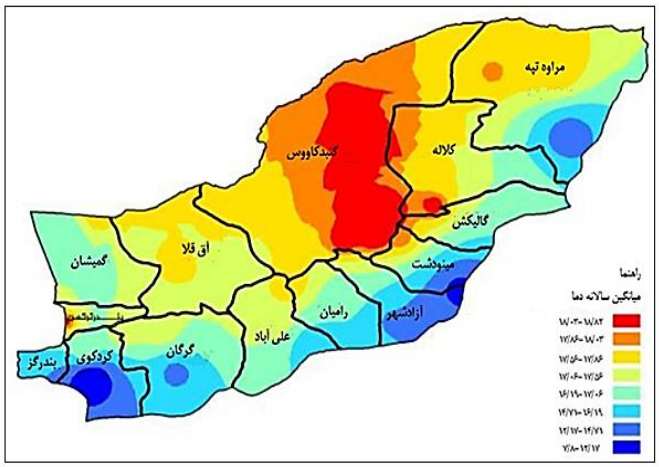
مدل ارتفاعی حوزه در محیط Arc.Map نقشه دمای کنونی استان به‌دست آمد (شکل ۲) که بیش‌ترین مقدار دما متعلق به مناطق دشت و کم‌ترین آن مربوط به مناطق کوهستانی که با افزایش ارتفاع دما کاهش می‌یابد.



شکل ۱: نقشه توپوگرافی استان گلستان

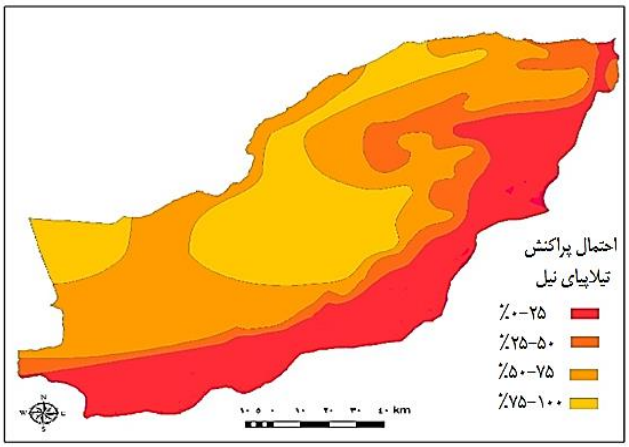


شکل ۲: نمودار رابطه رگرسیونی دما و ارتفاع در منطقه مورد مطالعه



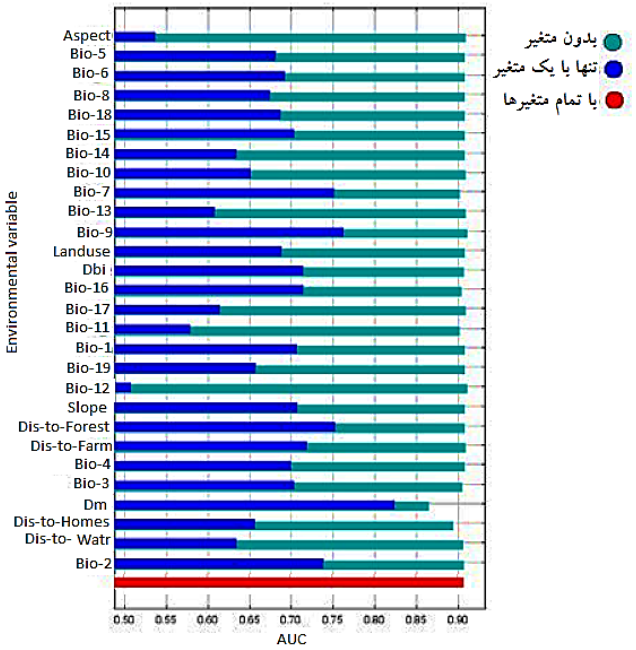
شکل ۳: نقشه پهنه‌بندی دمای متوسط سالیانه در منطقه مورد مطالعه بر اساس موقعیت هر یک از شهرستان‌های استان گلستان

پیش‌بینی قابلیت پراکنش: در شکل ۴ نقشه پیش‌بینی قابلیت پراکنش گونه تیلاپیای نیل که توسط مدل GARP مشخص شده، آورده شده است. مقادیر احتمال نقشه از صفر تا یک تغییر می‌کند که اعداد نزدیک به یک بیانگر احتمال رخداد بالای گونه تیلاپیای نیل می‌باشد. این شکل، نقشه‌ای پیوسته با چهار رنگ می‌باشد که از احتمال ضعیف حضور تا قوی‌ترین احتمال را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر، در این شکل مناطق روشن‌تر نشانگر مکان‌های مناسب‌تر برای این گونه است. همان‌طورکه از شکل پیداست، بهترین مکان پیش‌بینی شده، مناطق محدوده گنبد، آق‌قلا و گمیشان می‌باشند. براساس نقشه تولید شده از مجموع ۲۲۰۰۰ کیلومتر مربع منطقه مورد مطالعه ۲۳٪ از سطح منطقه دارای احتمال رخداد بیش از ۷۵٪ می‌باشد که به رنگ زرد روشن در شکل ۴ نشان داده شده است و مناطق کرمی کمرنگ بیانگر مناطق با احتمال رخداد ۵۰ تا ۷۵٪ می‌باشند که ۳۲٪ سطح منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهند. منطقه قهوه‌ای رنگ که ۱۷٪ منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد، احتمال حضور ۲۵ تا ۵۰٪ می‌باشد و در نهایت مکان‌های قرمز رنگ در نقشه، حداقل احتمال رخداد پراکنش گونه تیلاپیای نیل (کم‌تر از ۲۵٪) را نشان می‌دهند که این بخش از نقشه ۲۸٪ فضا را به‌خود اختصاص داده است.



شکل ۴: احتمال پراکنش پیش‌بینی شده ماهی تیلاپیای نیل با استفاده از مدل GARP در استان گلستان

شکل ۵ میزان تأثیر هر متغییر مشخص به تنهایی و همه متغیرها با هم توسط آزمون جک نایف را در پیش‌بینی مدل نشان می‌دهد. مطابق شکل مهم‌ترین متغیرها در مدل پیش‌بینی حضور گونه تیلاپیای نیل که بیش‌ترین سهم را در مدل داشته‌اند، عبارتند از: ارتفاع محل، دامنه میانگین دمای روزانه، محدوده سالانه دما و فاصله تا جنگل. و متغیرهای محیطی دیگر در حضور و پراکنش گونه تیلاپیای نیل تأثیر کم‌تری دارند.



شکل ۵: نتیجه آزمون جک نایف برای بررسی اهمیت هر کدام از متغیرهای محیط‌زیستی در توسعه مدل که همان‌طورکه در شکل مشاهده می‌شود فاکتورها Dm، Dis-to-Forest، Bio-9 و Bio-7 تفاوت مشخصی با سایر فاکتورها دارند.

بحث

از آن‌جایی‌که معرفی تیلاپیا در اکثر کشورها به اواسط قرن بیستم میلادی برمی‌گردد، اطلاعات زیادی در مورد پیش‌بینی اثرات بوم‌شناختی و اقتصادی قبل از معرفی وجود ندارد. حتی در کشورهای توسعه یافته قوانین زیست‌محیطی برای معرفی گونه‌های آبزی یا تعریف‌نشده بودند و یا این‌که جابجایی و انتقال گونه‌های تیلاپیا به‌صورت طبیعی صورت گرفته است. بنابراین اکثر مستندات موجود بعد از ایجاد خطر توسط گونه جدید تدوین شده‌اند (Pullin و همکاران، ۱۹۹۷). در مورد اثرات محیط زیستی ناشی از معرفی تیلاپیا در نقاط مختلف دنیا بحث‌های زیادی وجود دارد. معرفی گونه‌های آبزی‌غیربومی‌جهت پرورش ممکن است هزینه‌هایی را در منطقه ایجاد نماید که بیش‌تر از درآمد حاصل از پرورش آن‌ها در منطقه باشد به‌ویژه هزینه اصلاح و پیشگیری‌های لازم برای این گونه‌ها بسیار بالا خواهد بود. لذا پیش از ورود هر گونه غیربومی‌بایستی مطالعات گسترده‌ای انجام‌داد (Zambrano و همکاران، ۲۰۰۶). معرفی ماهیان غیربومی به منابع آبی یک منطقه می‌تواند باعث کاهش تنوع گونه‌ای و تغییر پویایی جمعیت گونه‌های بومی منطقه شود و هم‌چنین زنجیره غذایی منطقه را تحت تاثیر شدید قرار دهد. ورود ماهی غیربومی به آب‌های طبیعی می‌تواند به‌صورت عمدی بوده یا به‌صورت فرار ماهی‌های پرورشی از محیط پرورش به منابع آبی صورت پذیرد. مطالعات نشان داده‌اند گونه تیلاپیا مانند کپور تاثیر بسیار زیادی بر منابع آبی خواهد داشت. کپور معمولی مواد معلق را در ستون آب افزایش داده و شفافیت را کاهش داده و باعث کاهش چشمگیر ماکروفیت‌ها در آب خواهد شد. در نتیجه تنوع زیستگاه را در محیط آبی کم خواهد کرد و گونه‌های بومی که در زیستگاه‌های مختلف‌زیست می‌کنند را به‌خطر خواهد انداخت. تیلاپیای نیل زنجیره غذایی منبع آبی را با رقابت کردن با سایر گونه‌ها و خوردن بچه‌های آن‌ها و دوزیستان تغییر خواهد داد. این مطالعات نشان داده‌اند که بعد از تخریب محیط، دومین عاملی که باعث از بین رفتن گونه‌های بومی در یک منطقه می‌شود، ورود گونه‌های غیربومی توسط انسان می‌باشد. Dwivedi و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تاثیرات تیلاپیای نیل در رودخانه Ken هندوستان به این نتیجه رسیدند که این گونه دو تا سه بار در سال در این رودخانه تکثیر می‌نماید و جمعیت غالب آن‌ها در رودخانه دو ساله هستند. آلوده بودن آب رودخانه باعث چیره شدن جمعیت این گونه بر سایر گونه‌ها می‌شود و سایر گونه‌ها توان رقابت با این گونه را در مناطق آلوده رودخانه ندارند. ایشان در بررسی خود عنوان نموده‌اند که تیلاپیای نیل توان بسیار زیادی برای زیستن و پیوند خوردن به بسیاری از منابع آبی جهان را دارا می‌باشد. در بررسی Zengeya و همکاران (۲۰۱۲) شرایط زیست محیطی ماهی تیلاپیای نیل در محل‌های اصلی زیست این ماهی با محل‌هایی که این گونه به آن‌جا معرفی شده است بسیار متفاوت بوده است ولی با این‌حال پیوند این گونه با هدف پرورش در سیستم‌های متراکم موفقیت‌آمیز بوده و در آفریقای جنوبی پتانسیل تهاجمی وسیعی را نشان داده است. ایشان در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که این گونه اگر در منطقه‌ای وارد شود، ریشه کن کردن آن تقریباً غیرممکن است مگر این‌که کل منبع آبی از بین برود. بنابراین قبل از معرفی آن به هر منطقه جدید بایستی نکات زیست محیطی زیادی را درنظر گرفت. هم‌چنین ایشان چنین نتیجه‌گیری نمودند که در صورت ورود این گونه به یک منطقه تنها کاری که می‌توان انجام داد، پیش‌بینی احتمال پراکنش آن در منطقه و تلاش برای جلوگیری از پراکنش بیش‌تر آن می‌باشد. زیرا مدل‌سازی زیستگاه‌های اکولوژیک یک برنامه مدیریتی با هدف اصلاح محیط‌زیست و کاهش آسیب‌های احتمالی می‌باشد. طول عمر بالا، بلوغ جنسی زود هنگام، تولید تخمک‌های زیاد در هر دوره تولیدمثلی و مقاومت بالا نسبت به انواع آلودگی و بیماری‌ها ازجمله خصوصیات زیستی و منحصر به‌فرد تیلاپیای نیل است. همه‌چیزخواری، قدرت تغییر رژیم غذایی از گیاه به مواد جانوری، قدرت تحمل دامنه بالای دمایی (۸ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد)، پتانسیل تحمل شوری بالا، حفاظت از تخمک توسط دهان جنس ماده در صورت نامساعد بودن

شرایط محیطی، پتانسیل تولیدمثلی زیاد، رشد بسیار بالای گونه و در نتیجه قدرت رقابت بالای تیلاپیا نسبت به گونه‌های بومی از خصوصیات اکولوژیک این گونه به‌شمار می‌رود. در حال حاضر حضور تیلاپیا زیلی *Coptodon zillii* و تیلاپیای آبی *Oreochromis aureus* در آب‌های استان خوزستان ازجمله تالاب شادگان تأیید شده است که در میان مردم محلی به شانک یا شانک هور معروفند. در دهه هفتاد هر سال طبق برآورد اداره کل شیلات خوزستان حدود ۱۵ هزار تن ماهی از این تالاب برداشت می‌شد و این میزان در حال حاضر به کم‌تر از ۵۰۰ تن رسیده است که متأسفانه گونه‌های بومی و ارزشمند این تالاب به علت‌های مختلف ازجمله ورود گونه‌های غیربومی به‌ویژه تیلاپیا، آلودگی آب، کمبود آب ورودی به تالاب و فشار صیادی رو به نابودی است (Valikhani و همکاران، ۲۰۱۶). در رودخانه کلورادو آمریکای شمالی تیلاپیا برای کنترل گیاهان آبزی در کانال‌های آبیاری معرفی شده بود که پس از مهاجرت ناخواسته به پائین‌دست رودخانه باعث تغییر کامل جوامع ماهیان شد به‌طوری‌که گونه‌های بومی درمعرض خطر محسوب می‌شوند. در برخی از قسمت‌های این رودخانه تیلاپیا حدود ۹۰ درصد از زیست توده را تشکیل می‌دهد(Fitzsimmons، ۲۰۰۱). Peterson و همکاران (۲۰۰۲) در می‌سی‌سی‌پی، بیش از دو سال روی اثرات تیلاپیا بر جوامع ماهیان بومی از طریق آنالیز محتویات معده مطالعه و ثابت کردند که این ماهیان فراری از استخرهای پرورش ماهی از سطوح مختلف موادغذایی شامل پلانکتون‌ها و سخت‌پوستان موجود در رسوبات تغذیه کرده و در نتیجه با کم کردن مواد غذایی رودخانه، موجب کاهش شدید فراوانی و تنوع گونه‌های ماهیان بومی شدند. تیلاپیای آبی که هم جنس با تیلاپیای نیل است، به‌صورت غیرقانونی به رودخانه مودی، در مناطق جنوبی آریزونا، وارد شده بود که در سال ۱۹۹۲ این گونه در این رودخانه مشاهده گردید و در سال ۱۹۹۶ سراسر رودخانه و دریاچه منتهی به رودخانه را اشغال و در نتیجه آن، جمعیت گونه‌های بومی این منطقه روبه کاهش گذاشتند و در سال ۲۰۰۲ سازمان حیات وحش و آبزیان آمریکا با مطالعه محتویات معده این گونه، تغذیه گسترده‌ای از گیاهان تا جانوران و حتی ماهیان ریز بومی را تأیید کردند (Scoppettone و همکاران، ۲۰۰۵). مدل‌سازی زیستگاه بوم‌شناختی روشی است برای پیش‌بینی پراکنش موجودات براساس محدودیت‌های زیستی آن‌ها. این روش قادر است براساس اطلاعات حاصل از مناطقی که موجود در آن‌ها وجود دارد، پراکنش جغرافیایی گونه‌ها را پیش‌بینی کند. این گونه پیش‌بینی‌ها برای فهم اتفاقات احتمالی ناشی از معرفی گونه‌های جدید و اتخاذ تصمیم‌های پیشگیرانه و کاهنده خطرهای احتمالی بسیار مفید هستند (Born و همکاران، ۲۰۰۵). همان‌طورکه در شکل ۴ مشاهده می‌شود مناسب‌ترین زیستگاه‌های گونه تیلاپیای نیل در محدوده شهرستان‌های گنبدکاووس، آق‌قلا و گمیشان قرار دارند که دقیقاً تالاب‌ها و سدهای مهم استان در همین محدوده‌واقع شده‌اندو هم‌چنین براساس آمار موجود این سه شهرستان در حال حاضر مهم‌ترین مناطق تولید آبزیان استان گلستان می‌باشند. دودانگی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی و تحلیل روند ده ساله تولید و ارزش افزوده در استان گلستان، به این نتیجه رسیدند که بالاترین ارزش افزوده مربوط به بخش کشاورزی (شامل کشت و کار، دامپروری و آبزی‌پروری، ماهیگیری و جنگل‌کاری) می‌باشد. یعنی این بخش، مهم‌ترین بخش اقتصادی و درآمدزا برای مردم این استان می‌باشد و در حدود ۲۸ درصد محصول ناخالص استان را این بخش دارد. سالانه بین ۱۵ تا ۱۸ هزار تن ماهیان گرمابی، ۱۶۰۰ تن میگو، ۴۳ درصد خاویار کشور و ۴۱ درصد ماهیان خاویاری کشور در استان گلستان تولید می‌شود که اکثر تولیدات این نوع آبزیان گرمسیری در شهرستان‌های گنبد، آق‌قلا و گمیشان و در استخرهای خاکی و آببندان‌ها صورت می‌گیرد. درآمد صادرات استان از این محصولات بسیار بالاست به‌عنوان مثال سالانه ۶/۵ میلیون دلار درآمد صادرات میگو می‌باشد. اعظمی و مهدی‌رضایی (۱۳۹۵) مهم‌ترین خطر مربوط به گونه تیلاپیا در ایران را ورود این گونه به آب‌های استان‌های شمالی کشور دانسته‌اند و یکی از نگرانی‌های سازمان محیط زیست از ورود تیلاپیا به ایران را احتمال ورود و گسترش آن در دریای خزر اعلام نموده‌اند. Lowe و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی زیستگاه‌های مناسب و توان تهاجمی گونه غیربومی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در شمال خلیج مکزیک و رودخانه می‌سی‌سی‌پی، به این نتیجه رسیدند که تیلاپیای نیل می‌تواند از آب‌های شور دریایی برای رسیدن به سایر منابع آب‌شیرین و رودخانه‌ها استفاده نماید بنابراین حضور آن در استان گلستان علاوه بر تهدید دریای خزر، می‌تواند منشاء انتقال این گونه به سایر استان‌های شمالی کشور نیز باشد. تجربیات بیان شده در معرفی این گونه به اکوسیستم‌های آبی بیانگر وجود تهدیدات جدی است، لذا در مواجه با گونه‌های غیربومی باید ابتدا، ارزیابی ریسک صورت گیرد. روش‌های هورمونی که به‌منظور تک‌جنس‌سازی این گونه تاکنون توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام‌شده است، به‌صورت صددرصدی موفقیت‌آمیز نبوده و حتی درصد کوچکی از خطا با توجه به ویژگی‌های این ماهی می‌تواند تبدیل به تهدید بزرگی شود. به‌نظر می‌رسد تنوع گونه‌های ماهیان بومی و پتانسیل پرورش این گونه‌ها در ایران به حدی باشد که نیازی به معرفی گونه جدید با این ریسک بالا نباشد، به‌ویژه با شرایط موجود آب‌های استان گلستان پیشنهاد می‌شود به‌جای سرمایه‌گذاری بر روی این گونه‌های مشکل‌ساز، می‌توان بر روی پرورش ماهیان خاویاری متمرکز شد که بازار فروش بسیار متفاوتی نیز دارند و از نظر ارزش با این گونه قابل مقایسه نیستند. لذا پیشنهاد می‌گردد به‌جای معرفی این گونه،

مطالعه و سنجش پتانسیل پرورش گونه‌های بومی دارای ارزش اقتصادی، در دستور کار سازمان‌های متولی امر پرورش ازجمله سازمان شیلات و مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور قرار گیرد.

منابع

۱. **اعظمی، ج. و مهدی‌رضایی، ن.، ۱۳۹۵.** وضعیت معرفی و پرورش ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در ایران. مجله بهره برداری و پرورش آبزیان. دوره ۵، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۲.

۲. **رفیعی، غ.ر.؛ جولاده‌رودبار، آ. و ایگدری، س.، ۱۳۹۶.** مروری بر سیکلیدماهیان (Actinopterygii: Cichlidae) آب‌های داخلی ایران به‌همراه اولین گزارش از حضور تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*). مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۷۰، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۰.

۳. **شهسوارزاده، ر.؛ ترکش، م.؛ رحمتی، ز. و قاضی‌مرادی، م.، ۱۳۹۴.** مدل‌سازی رویشگاه بالقوه گونه گیاهی کما (*Ferula ovina*)، با استفاده از مدل ژنتیک الگوریتم در فریدونشهر استان اصفهان. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۳۱، شماره ۶، صفحات ۹۷۷ تا ۹۸۷.

۴. **مخدوم، م.، ۱۳۹۰.** شالوده آمایش سرزمین. چاپ یازدهم. انتشارات دانشگاه تهران.

۵. **Ashley, P.J., 2006.** Fish welfare: Current issues in aquaculture, Applied Animal Behavior Science doi: 10.1016/ j.applanim.2006.09.001.

۶. **Ashley, P.J.; Sneddon, L.U., in press.** Pain and fear in fish. In: Branson, E. (Ed.), Fish Welfare. Blackwell, Oxford.

۷. **Benstead, J.P.; De Rham, P.H.; Gattolliat, J.L.; Gibon, F.M.; Loiselle, P.V.; Sartori, M.; Sparks, J.S. and Stiassny, M.L., 2003.** Conserving Madagascar's freshwater biodiversity. BioScience. Vol. 53, pp: 1101-1111.

۸. **Biswas, A.K.; Morita, T.; Yoshizaki, G.; Maita, M. and Takeuchi, T., 2005.** Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) by photoperiod manipulation. Aquaculture. Vol. 243, pp: 229-239.

۹. **Braithwaite, V.A. and Huntingford, F.A., 2004.** Fish and welfare: do fish have the capacity for pain perception and suffering? Anim. Welfare. Vol. 13, pp: S87-S92.

۱۰. **Borgeson, L.T., 2005.** Effect of Replacing Fish Meal with Simpleor Complex Mixtures of Vegetable Ingredients in Diets Fed to Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Master of Science thesis, the Department of Animal and Poultry Science University of Saskatchewan, 6D34 Agriculture Building, 51 Campus Drive, Saskatoon SK S7N 5A8.

۱۱. **Chamberlain, G.W., 1993.** Aquaculture trends and feed projections. J. World Aqua. Vol. 24, pp: 19-29.

۱۲. **Canonico, G.C.; Arthington, A.; McCrary, J.K. and Thieme, M.L., 2005.** The effects of introduced tilapias on native biodiversity. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. Vol. 15, pp: 463-483.

۱۳. **ClientEarth. 2011.** CFP reform proposal: subsidiary briefing. Sustainable aquaculture development within ecosystem -based fisheries management. 2 p.

۱۴. **Coad, B.W., 1998.** Systematic biodiversity in the freshwater fishes of Iran. Italian J of Zoology. Vol. 65, pp: 101-108.

۱۵. **Coad, B.W., 2017.** Freshwater Fishes of Iran. Available at http://www.briancoad.com (accessed on 12 July 2016). Costa-Pierce, B.A (2002). In: B.A. Costa-Pierce(Ed.). Ecological Aquaculture, the Evolution of the Blue Revelution. Blackwell SienceLtd. Blackwell Publishing Company. 382 p.

۱۶. **Dunlop, R. and Laming, P., 2005.** Mechanoreceptive and nociceptive responses in the central nervous system of goldfish (*Carassius auratus*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Pain. Vol. 6, pp: 561-568.

۱۷. **Dwivedi, A.C.; Jha, D.N.; Das, S.C.S. and Mayank, P., 2017.** Population structure of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) from the Ken River, India. Journal of scientific achievement. Vol. 2, No. 5, pp: 23-27.

۱۸. **Edwards, P.; Litle, D.C. and Yakupitiyage, A., 1997.** A comparison of traditional and modified inland artisanal aquaculture system. Aquaculture Rese. Vol. 28, pp: 777-787.

۱۹. **FAO. 2004.** Food and Agriculture Organizations of the United Nations. [Online] (http://www.FAO.org/fi/statist/ statist. asp) (Oct 18 2004 date last accessed)

۲۰. **FAO. 1991.** Environment and Sustainabilities in Fisheries.COF/91/3. Document presented at the 19th Session of the Committee on Fisheries, April 1-12. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome. 23 p.

۲۱. **FAWC (Farmed Animal Welfare Council). 1996.** Report on the Welfare of Farmed Fish. Surbiton, Surrey.

۲۲. **Fuselier, L., 2001.** Impacts of *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae) upon habitat segregation among cyprinodontids (Cyprinodontiformes) of a species flock in Mexico. Revista de biologia tropical. Vol. 49, pp: 647-656.

۲۳. **Guerrero III, R., 1998.** Impact of tilapia introductions on the endemic fishes insome Philippine lakes and reservoirs. Aquaculture Asia. Bangkok. Vol. 3, pp: 16-17.

۲۴. **Hirzel, A.H.; Helfer, V. and Métral, F., 2001.** Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological Modelling. Vol. 145, No. 2, pp: 111-121.

۲۵. **Jouladeh-Roudbar, A.; Vatandoust, S.; Eagderi, S.; Jafari-Kenari, S. and Mousavi-Sabet, H., 2015.** Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation, International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux). Vol. 8, pp: 855-909.

۲۶. **Long, J.; Liang, Y.; Shoup, D.E.; Dzialowski, A.R. and Bidwell, J.R., 2014.** GIS-based rapid-assessment of bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845) suitability in reservoirs. Management of Biological Invasions. Vol. 5, No. 4, pp: 363-370.

۲۷. **Lowe, M.R.; Wu, W.; Peterson, M.S.; Brown-Peterson, N.; William, J. and Slack, T., 2012.** Survival, Growth and Reproduction of Non-Native Nile Tilapia II: Fundamental Niche Projections and InvasionPotential in the Northern Gulf of Mexico. Plosone. Vol. 7, No. 7, pp: 1-10.

۲۸. **Mckaye, K.R.; Stauffer, J.; Van den Berghe, E.P.; Vivas, R.; Perez, L.L.; McCrary, J.K.; Waid, R.; Konings, A.; Lee, W.J. and Kocher, T.D., 2002.** Behavioral, morphological and genetic evidence of divergence of the Midas cichlid species complex in two Nicaraguan crater lakes. Cuadernos de Investigación de la UCA. Vol. 12, pp: 19-47.

۲۹. **Morgan, D.L.; Gill, H.S.; Maddern, M.G. and Beatty, S.J., 2004.** Distribution and impacts of introduced freshwater fishes in Western Australia. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. Vol. 38, pp: 511-523.

۳۰. **Nelson, J.S.; Grande, T.C. and Wilson, M.V., 2016.** Fishes of the World. John Wiley and Sons. 655 p.

۳۱. **Peterson, A.T. and Cohoon, K.P., 1999.** Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness, Ecological Modelling. Vol. 117, pp: 159-164.

۳۲. **Peterson, M.; Slack, W. and Woodley, C., 2002.** The influence of invasive, nonnative tilapiine fishes on freshwater recreational fishes in south Mississippi: spatial/temporal distribution, species associations, and trophic interactions. Fisheries, and Parks: Jackson, MI.