

"مقاله پژوهشی"

شناسایی مهم‌ترین عوامل محیطی و مدیریتی موثر بر سابقه فعالیت تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*)

مریم نفری یزدی^۱، حسینعلی عبدالحی^{۱*}، محمد پورکاظمی^۱، اردشیر نجاتی جوارمی^۲

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- دانشکده علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲۰

چکیده

گونه بومی ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*, Kessler, 1877) به دلیل کیفیت گوشت، بازار پسندی و قیمت فروش، یکی از کاندیدهای مهم جهت معرفی به صنعت آبرزی پروری کشور ایران است. در معرفی یک گونه جدید به صنعت آبرزی پروری لازم است مراحل اهلی‌سازی علمی آن به طور کامل طی شود. مزیت اهلی‌سازی، کنترل هزینه‌ها است. باید عوامل زیستی و غیر زیستی گونه، عوامل تاثیرگذار محیطی، جنبه‌های اجتماعی-اقتصادی این فعالیت و موضوع تداخل ژنتیک و محیط در برنامه اصلاح‌نژاد به عنوان آخرین مرحله اهلی شدن در نظر گرفته شود. بررسی سابقه فعالیت ۴۳ مزرعه تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر نشان داد، بزرگترین چالش عدم پایداری این فعالیت است. برای انجام این تحقیق در دو مرحله پرسشنامه تنظیم شد. در پرسشنامه اول، از ۱۶ نفر از متخصصان و افراد صاحب تجربه خواسته شد، مهم‌ترین عوامل محیطی و مدیریتی موثر بر پایداری فعالیت تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر و برنامه اصلاح‌نژاد را تعیین نمایند. در جمع بندی این پرسشنامه، متخصصان شیلاتی دوازده عامل مهم را تعیین و امتیاز بندی کردند. عامل دمای آب با ۱۳/۱۵ درصد بالاترین و دبی آب با ۷/۰۳ درصد کم‌ترین امتیاز را کسب نمودند. سپس پرسشنامه دوم تحقیق شامل مشخصات مزرعه بر اساس نتایج پرسشنامه یک تهیه و به ۴۳ مزرعه ارسال شد. نهایتاً ۲۳ پرسشنامه تکمیل شده از مراکز دریافت شد. برای ارزیابی علمی، آزمون‌های آماری "تحلیل واریانس چند متغیره" و آزمون‌های تحلیل چند متغیره اثر پیلا، لامبدای ویلکز یا آماره U، اثر هتلینگ، معیار بزرگترین ریشه ری و آزمون "مقید هلمرت" با کمک نرم افزار SPSS 16 صورت گرفت. نتایج آماری آزمون‌های تحلیل چند متغیره نشان داد که اثرات متقابل ۱۲ متغیر مورد نظر از لحاظ آماری معنی دار بوده است و به عبارت دیگر بردارهای میانگین‌های گروه‌ها با هم تفاوت معنی‌دار آماری دارند و استفاده از این مدل تحلیل صحیح می‌باشد ($p < 0/01$). نتایج آزمون‌های آماری "تحلیل واریانس چند متغیره، نشان داد، به جز دبی آب و وزن بچه ماهی در ابتدای شروع پرورش، بین تمام متغیرهای وابسته با سابقه فعالیت رابطه متقابل معنی‌دار آماری وجود داشت ($p > 0/01$). همچنین عوامل حداقل دمای آب و سیستم هوادهی اثر اصلی معنی‌دار بر سابقه فعالیت داشتند ($p < 0/01$). نتایج آزمون مقایسه مقید هلمرت، نشان داد، بین مزارع با سابقه فعالیت چهار سال در متغیر حداقل دمای آب با سایر گروه‌ها از لحاظ سابقه فعالیت تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت ($p < 0/01$). نتایج این مطالعه قابل استفاده برای برنامه ریزان آبرزی پروری جهت انتخاب شرایط محیطی و مدیریتی مناسب به منظور تولید پایدار این فعالیت می‌باشد.

کلمات کلیدی: ماهی آزاد دریای خزر، آبرزی پروری، عوامل محیطی، عوامل مدیریتی، سابقه فعالیت.

مقدمه

ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*, Kessler, 1877) یکی از انواع ماهیان استخوانی نادر با اهمیت بالای اکولوژیکی و شیلاتی در حوضه‌ی جنوبی دریای خزر است که یکی از نه زیر گونه از قزل‌آلای قهوه‌ای محسوب می‌شود (Armantrout, 1981) و زیر گونه‌ی خزر، بزرگ‌ترین فرم قزل‌آلای قهوه‌ای بشمار می‌رود (شریعتی، ۱۳۷۱).

تجربه‌ی پرورش ماهی آزاد دریای خزر در مزارع سردآبی از سال ۱۳۸۶ در مزرعه‌ای در روستای لفور سواد کوه واقع در استان مازندران شروع شد. امکان تکثیر مصنوعی آن، کیفیت گوشت، بازار پسندی و قیمت فروش رغبت زیادی برای تکثیر و پرورش این گونه بویژه در سراسر کشور بوجود آورده است و در سالیان گذشته ماهی آزاد دریای خزر به ماهی جنبی تولیدی در برخی از مزارع تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین کمان تبدیل شده است (پاشازانوسی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین پروژه‌هایی برای معرفی این گونه به عنوان یکی از انواع ماهیان با قابلیت بالای پرورش در سیستم «پرورشی در قفس» در دریای خزر و سایر سیستم‌های پرورشی انجام شده است (ذبیحی، ۱۳۹۰؛ صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ یوسفیان، ۱۳۸۹؛ 2012; Yousefian et al.,). در حال حاضر تنها گونه تجاری ماهیان سردآبی در ایران، ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌باشد. با عنایت به اینکه مقرر است تا پایان سال ۱۴۰۰ حدود ۱۰۰ هزار تن ماهی در سیستم قفس در دریای خزر و ۲۱۲ هزار تن ماهی سردآبی مزارع پرورشی تولید شود (موسوی و فتحی، ۱۳۹۶)، ورود این ماهی به صنعت آبرزی پروری کشور، به عنوان گونه بومی و ارزشمند کشور ایران و مهم‌ترین گونه پرورش

در قفس در دریای خزر، در دستور کار سازمان شیلات و موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور قرار دارد. در معرفی یک گونه جدید به چرخه تولید لازم است در ابتدا به مراحل اهلی‌سازی علمی آن توجه شود که مهم‌ترین نتیجه آن، تکثیر و پرورش و کنترل هزینه هاست. در اهلی‌سازی گونه‌های آبرزی، در نظر گرفتن عوامل مهم زیستی و غیر زیستی شامل عوامل محیطی و جنبه‌های اجتماعی ضروری است (Liao and Huang, 2000).

از طرفی Teletchea و Fontaine (۲۰۱۴) در مقاله خود، مرحله آخر اهلی‌سازی را تدوین برنامه اصلاح‌نژاد معرفی می‌کند. در بسیاری از برنامه‌های اصلاح‌نژاد در آبریان، مواد ژنتیکی تولید شده به محیط‌های پرورشی متفاوت در سطح ملی و بین‌المللی ارسال می‌شود. با توجه به وجود تداخل بین ژنتیک و محیط^۲ و کاهش میزان پیشرفت ژنتیکی از حد انتظار (Falconer and Mackay, 1996) اهمیت توجه به عوامل محیطی دوچندان می‌شود (Sae-Lim et al., 2010). دو نوع اصلی از تداخل ژنتیک و محیط وجود دارد، اثرات مقیاس و رتبه بندی مجدد. اثر مقیاس به معنی آن است که مقدار واریانس ژنتیکی در دو محیط متفاوت است. رتبه بندی مجدد به این معنی است که الویت انتخاب ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف تغییر می‌کند (Lynch and Walsh, 1998). به طور خاص، رتبه‌بندی یک چالش برای پرورش محسوب می‌شود، زیرا ژنوتیپ‌ها در یک محیط، لزوماً بهترین در محیط‌های دیگر نیستند (Falconer, 1952).

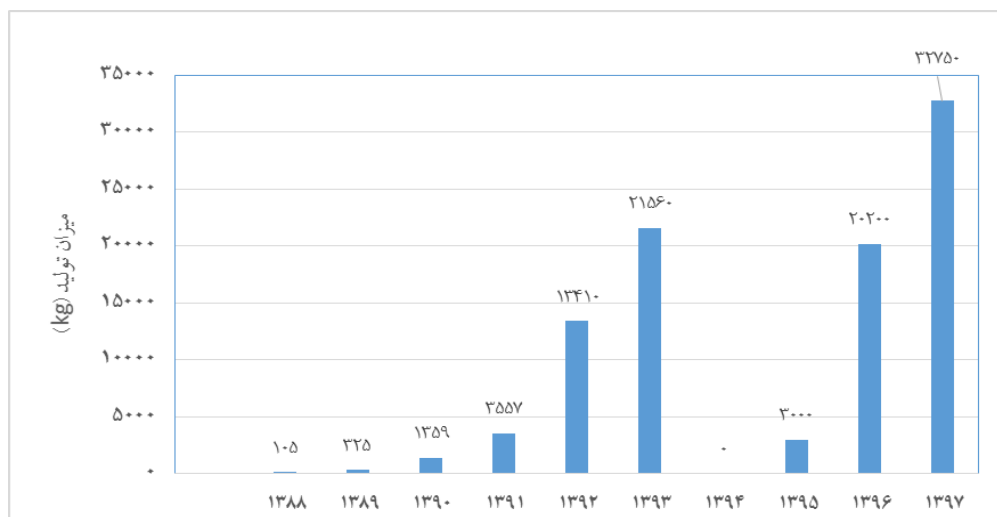
تنها ۳۵ گونه متعلق به ۱۰ خانواده، مراحل کامل اهلی‌سازی را طی کرده‌اند که سه خانواده مهم شامل

²Genotype-By-Environment (GxE) Interaction

کپورماهیان، آزادماهیان و ماهیان خاویاری هستند (Teletchea, 2018). برای این گونه ها تمام مراحل زندگی در محیط محصور کنترل شده است و با اجرای برنامه اصلاح نژاد، صفت رشد در این گونه ها بین ۱۰ تا ۱۵ درصد پیشرفت ژنتیکی داشته است (Gjedrem , 2000, 2012 ; Gjedrem and Robinson, 2014).

با بررسی وضعیت تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر در کشور ایران تا پایان سال ۱۳۹۷، ۴۰ مزرعه خصوصی و سه مرکز دولتی شناسایی شد که سابقه پرورش ماهی آزاد حداقل به مدت شش ماه را

داشتند. همچنین تا اسفند سال ۱۳۹۷، از این تعداد فقط پانزده مزرعه فعال بود. ۴۳ مرکز تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر در استان‌های مختلف به ترتیب استان گیلان ۱۸ مزرعه، استان مازندران ۱۳، آذربایجان غربی ۴ مزرعه، استان اصفهان ۲ مزرعه و استان‌های اردبیل، تهران، همدان، زنجان، لرستان و کرمان هر کدام یک مزرعه بود. همچنین میزان تولید ماهی آزاد دریای خزر پرورشی طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۷ که از شیلات استان‌ها دریافت شد، نشان داد تولید این گونه ها سال‌های ۹۶ و ۹۷ رشد چشمگیری داشته است (شکل ۱).



شکل ۱: میزان تولید ماهی آزاد دریای خزر پرورشی طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۷

مواد و روش‌ها

۱- پرسشنامه اول: ابتدا پرسشنامه اول با هدف تهیه لیست عوامل محیطی و مدیریتی تاثیرگذار بر فعالیت تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر تهیه شد. این پرسشنامه، در سال ۱۳۹۶ برای شانزده نفر از متخصصان و صاحب‌نظران متشکل از اساتید دانشگاه‌های معتبر، محققین برجسته و افراد با تجربه که

بررسی سابقه فعالیت این مراکز نشان داد که ۱۶ مرکز زیر یک سال فعالیت داشته‌اند و سپس این فعالیت را رها کرده‌اند و تنها ۴ مرکز سابقه فعالیت بالاتر از هشت سال داشتند. برای بررسی علمی این موضوع که کدام عامل محیطی و مدیریتی بر ادامه دار بودن این فعالیت تاثیرگذار است، مطالعه حاضر انجام شد.

سابقه فعالیت علمی و تجربی در زمینه تکثیر و پرورش ماهی آزاد در کشور داشتند، ارسال شد. در این پرسشنامه از افراد خواسته شد، مهم ترین عوامل محیطی و مدیریتی را تعیین و از صفر تا صد امتیاز بندی کنند (Gizaw et al., 2010).

۲- پرسشنامه دوم: با توجه به نتایج پرسشنامه اول، پرسشنامه دوم تحقیق شامل مشخصات مزرعه دار، سابقه فعالیت و ۱۲ عامل محیطی و مدیریتی شامل نوع منبع آبی (چاه، چشمه، رودخانه)، دمای آب (میانگین، حداقل و حداکثر دمای آب بر حسب درجه سانتی گراد)، دبی آب (لیتر بر ثانیه)، اکسیژن محلول در آب (میلی گرم در لیتر)، ارتفاع از سطح دریا (متر)، سیستم جریان آب (سیستم جریان دار یکطرفه، سیستم برگشت آب)، استفاده از دستگاه های هواده، وزن بچه ماهی (گرم)، سیستم پرورشی (نیمه تراکم: تراکم ماهی بین ۲۰ تا ۵۰ قطعه در هر مترمربع و تولید نهایی ماهی بین ۵ تا ۵۰ کیلوگرم در مترمربع و تراکم: تراکم بین ۲ الی ۶۰ قطعه در مترمربع و تولید نهایی ماهی بین ۵ تا ۲۰ کیلوگرم در مترمربع)، نوع فعالیت (فقط تکثیر، فقط پرورش، تکثیر و پرورش) تهیه شد. این پرسشنامه به ۴۳ مرکز شناسایی شده (سه مرکز دولتی و ۴۰ مرکز خصوصی) در ۱۰ استان کشور از طریق ایمیل، شبکه های اجتماعی و پست الکترونیکی و یک مورد پست معمولی ارسال شد. تعدادی نیز به صورت حضوری تکمیل گردید (Sae-Lim. et al., 2011).

۳- آزمون های آماری: از بین ۲۶ نفر که پرسشنامه یک را تکمیل کردند، تنها ۱۰ مرکز تا پایان ۹۷ فعال بودند که از این ۱۰ مرکز، سه مرکز دولتی و هفت مرکز خصوصی و ۱۶ مرکز این فعالیت را رها کرده بودند. برای بررسی علمی این موضوع از، آزمون

آماري تعیین رابطه معنی داری بین عوامل تاثیرگذار محیطی و اقتصادی بر پایداری فعالیت تکثیر و پرورش آبزیان انجام گرفت. به منظور جلوگیری از ارباب ناشی از محل تامین اعتبار و سابقه، سه مرکز بخش دولتی از جدول حذف شدند و تنها بر روی ۲۳ مرکز خصوصی بررسی آماری انجام شد.

انتخاب روش مناسب آماری برای تجزیه و تحلیل داده ها مهم ترین قدم در تحلیل داده های گردآوری شده محسوب می شود. با عنایت به اینکه در این تحقیق ۱۲ عامل محیطی و مدیریتی در نظر گرفته شد و با توجه به طبقه بندی روش های آماری تحلیل چند متغیره و این که برخی متغیرها بهم وابسته هستند (به عنوان مثال منبع آبی و کمینه، بیشینه و متوسط دمای آب و یا ارتفاع از سطح دریا و میزان اکسیژن محلول) و همچنین متغیرها از نوع کمی بودند، روش آزمون آماری "تحلیل واریانس چند متغیره" (MANOVA) انتخاب شد (کلانتری، ۱۳۸۹). همچنین، آزمون های تحلیل چند متغیره اثر پیلا^۳، لامبدای ویلکز^۴ یا آماره U^۵، اثر هتلینگ^۶، معیار بزرگترین ریشه ری^۷ و آزمون "مقید هلمرت"^۸ با کمک نرم افزار SPSS. 16 صورت گرفت. با عنایت به نتایج پرسشنامه دوم، گروه های مستقل سابقه فعالیت به هشت گروه، یکسال و کمتر از یکسال، دو سال، سه سال، چهارسال، پنج سال، شش سال، هفت سال و هشت سال و بیشتر از هشت سال (۸ گروه) تقسیم بندی شد. عامل سابقه فعالیت به عنوان عامل ثابت^۹ و ۱۲ عامل محیطی و مدیریتی به عنوان متغیرهای وابسته^۹ در نظر

³Pillai's Trace

⁴Lambda Wilk's

⁵Hotelling's Trace

⁶Roy's largest root

⁷Helmert Contrast

⁸Fix Factor

⁹Dependent variables

گرفته شدند. سوال اصلی در تحلیل پارامترهای چند متغیره این است که تفاوت‌ها کجاست؟ برای تعیین این گونه از تفاوت‌ها از آماره مقایسه مقید هلمرت استفاده شد. در آزمون مقایسه مقید هلمرت، اولین مقایسه بین میانگین اولین گروه یا اولین سطح با متوسط میانگین‌های بقیه گروه‌ها یا سطوح انجام می‌گیرد و سطح معنی‌داری تعیین می‌گردد. در ادامه دومین مقایسه نیز بین میانگین دومین گروه یا دومین سطح با متوسط میانگین بقیه گروه‌ها یا سطوح انجام می‌گیرد و این روند برای بقیه گروه‌ها یا سطوح به همین ترتیب ادامه می‌یابد (کلانتری، ۱۳۸۹).

نتایج

نتایج پرسشنامه اول: بر اساس نظرات متخصصان

شیلاتی، ۱۲ عامل محیطی و مدیریتی موثر در اقتصادی



شکل ۲: نتایج رتبه بندی عوامل مهم محیطی و مدیریتی موثر بر فعالیت تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر از دیدگاه متخصصان شیلاتی

دوم به شرح جدول ۱ آمده است. سه مرکز دولتی حذف و تعداد مزارع خصوصی در گروه‌های مختلف از لحاظ سابقه فعالیت در شکل ۳ آمده است.

نتایج پرسشنامه دوم

در این مرحله ۲۶ پرسشنامه‌ی تکمیل شده از پرورش دهندگان ماهی آزاد دریافت شد که سه فرم آن مربوط به مراکز دولتی بود. نتایج جمع‌بندی پرسشنامه

جدول ۱: نتایج پرسشنامه دوم ۲۶ مرکز تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر

مرکز	استان	سابقه (سال)	نوع منبع آبی	میانگین دما (سانتی گراد)	حد اقل دما (سانتی گراد)	حد اکثر دما (سانتی گراد)	دبی (لیتر بر ثانیه)	اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	سیستم جریان آب	جریان	هواده	وزن بچه ماهی (گرم)	سیستم پرورش	نوع فعالیت
مرکز ۱	گیلان	۶	رودخانه	۱۰٫۶	۴	۱۸	۱۶۵	۱۰	۵۶۴	جریان یکطرفه	تدارد	۳	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۲	گیلان	۵	رودخانه	۱۲	۴	۲۱	۲۰۰	۹	۴۰۰	جریان یکطرفه	تدارد	۲۰	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۳	گیلان	۵	رودخانه	۱۱	۴	۲۰	۶۵	۷٫۵	۳۵۰	جریان یکطرفه	تدارد	۵	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۴	گیلان	۱	چاه	۱۶	۱۴	۱۸	۲۰	۸	۴۵۰	آب برگشتی	هواده	۱	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۵	گیلان	۵	چاه	۱۲	۰	۳۲	۳	۸	۰	آب برگشتی	هواده	۵	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۶	گیلان	۲	چشمه	۱۲	۱۰	۱۴	۲۰	۸	-۱۹	جریان یکطرفه	تدارد	۵	نیمه متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۷	گیلان	۲	چشمه	۱۳٫۵	۱۱	۱۶	۲۰	۸	۴۱۰	جریان یکطرفه	تدارد	۵	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۸	گیلان	۳	چشمه	۱۲	۱۰	۱۴	۱۵	۸	۴۵۰	جریان یکطرفه	تدارد	۵	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۹	گیلان	۷	چشمه	۱۲	۱۰	۱۵	۲۰	۹	۴۰۰	جریان یکطرفه	تدارد	۳	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۰	گیلان	۱	رودخانه	۱۴	۴	۲۵	۱۰۰	۹	۵۰۰	جریان یکطرفه	تدارد	۴۰۰	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۱۱	گیلان	۱	چاه	۱۶	۱۵	۱۷	۱۵	۸	۶۰	جریان یکطرفه	هواده	۳	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۱۲	گیلان	۳	چشمه	۱۷	۱۳	۲۱	۵۰	۹	۳۵۰	آب برگشتی	هواده	۵	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۳	مازندران	۶	چشمه	۱۱	۸	۱۳	۱۰۰	۹	۶۷۰	جریان یکطرفه	تدارد	۱	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۴	مازندران	۸	چشمه	۱۱	۶	۱۳	۲۰	۱۰	۲۱۰۰	جریان یکطرفه	تدارد	۱	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۵	مازندران	۵	رودخانه	۱۱	-۵	۱۹	۵۰۰	۸	۳۰۵۰	آب برگشتی	هواده	۴	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۶	مازندران	۴	چاه	۱۶	۱۵	۱۸	۱۲	۸٫۵	۵۰۰	آب برگشتی	هواده	۱۰	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۷	مازندران	۲	چشمه	۹	۸	۱۱	۲۰	۱۰	۲۶۰۰	جریان یکطرفه	هواده	۲	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۸	مازندران	۲	چاه	۸	-۸	۱۶	۱۰	۸	۳۰۵۰	جریان یکطرفه	تدارد	۸۰	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۱۹	لرستان	۴	چشمه	۱۵	۱۴	۱۶	۵۰۰	۶٫۵	۱۷۰۰	جریان یکطرفه	هواده	۱۲	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۲۰	آذربایجان غربی	۱	چشمه	۱۱	۷	۱۶	۱۵۰	۱۰	۱۵۲۰	آب برگشتی	هواده	۵	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۲۱	زنجان	۳	چاه	۱۵٫۵	۱۵	۱۷	۱۵	۸	۹۳۰	جریان یکطرفه	تدارد	۵	نیمه متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۲۲	همدان	۱	رودخانه	۹	۷	۱۰	۲۰۰۰	۹	۱۷۰۰	جریان یکطرفه	تدارد	۵	متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۲۳	تهران	۱	چاه	۱۴	۱۰	۱۵	۲	۷	۲۱۰۰	جریان یکطرفه	هواده	۱۰	نیمه متراکم	پرورش	پرورش
مرکز ۲۴	مازندران (دولتی)	از ۶۲	چشمه	۱۲	۱۰	۱۴	۵۰	۹	۱۶۵۰	جریان یکطرفه	تدارد	زیر گرم	متراکم	تکثیر	تکثیر
مرکز ۲۵	مازندران (دولتی)	از ۸۶	چشمه	۱۴	۹	۱۸	۱۵	۹٫۵	۶۰۰	جریان یکطرفه	هواده	۴	متراکم	تکثیر و پرورش	تکثیر و پرورش
مرکز ۲۶	کرمان (دولتی)	از ۹۴	رودخانه	۱۰	۰	۱۸	۲۰۰	۸	۳۰۰۰	جریان یکطرفه	تدارد	۳	متراکم	تکثیر	تکثیر

گروه با سابقه فعالیت یک سال و کمتر از یکسال شش مزرعه، در گروه دو سال سابقه فعالیت، ۴ مزرعه، در گروه سه سال سابقه فعالیت سه مزرعه، در گروه چهار سال سابقه فعالیت، دو مزرعه، در گروه پنج سال سابقه فعالیت، چهار مزرعه، در گروه شش سال سابقه فعالیت، دو مزرعه و در گروه هفت سال و هشت سال سابقه فعالیت هم هر کدام یک مزرعه. میانگین متغیرها به همراه خطای استاندارد ۱۲ عامل محیطی و مدیریتی در گروه‌های مختلف سابقه فعالیت (۸ گروه) در شکل‌های ۴ تا ۱۰ نشان داده شده است. نتایج نشان داد،

کمترین میانگین حداقل دما و بالاترین میانگین حداکثر دما در مزارع با سابقه فعالیت ۵ سال مشاهده شد. مزارع با سابقه فعالیت ۶، ۷ و ۸ سال بالاترین میانگین اکسیژن محلول را داشتند. با افزایش سابقه فعالیت سهم استفاده از دستگاه هواده بیشتر شد. مزارعی که فعالیت تکثیر و پرورش را با هم داشتند، سابقه فعالیت‌شان بالاتر بود. همچنین در این مزارع سیستم پرورشی از نوع متراکم بود.

نتایج آزمون‌های آماری در نرم افزار spss16:**الف: نتایج آزمون‌های تحلیل چند متغیره:**

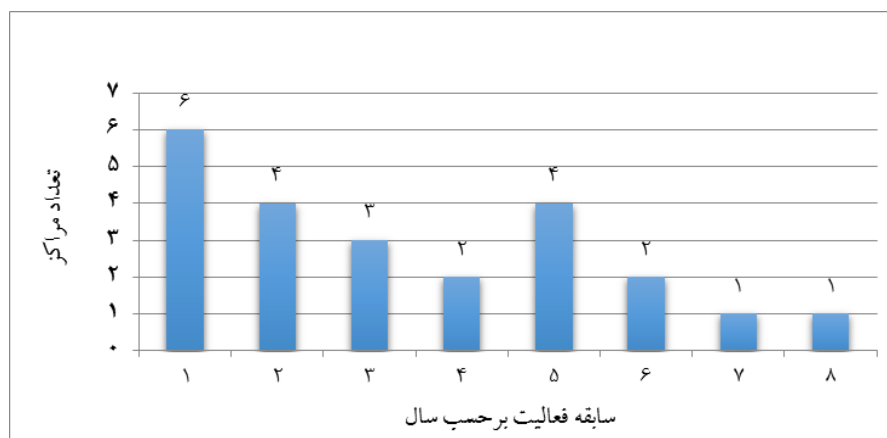
میزان معنی‌داری آزمون‌های اثر پیلا ($\text{sig.}=0$)، لامبدای ویلکز ($\text{sig.}=0$)، اثر هتلینگک ($\text{sig.}=0$) و معیار بزرگترین ریشه ری ($\text{sig.}=0$)، نشان داد که اثرات متقابل متغیرهای مورد نظر از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است و به عبارت دیگر بردارهای میانگین‌های گروه‌ها با هم تفاوت معنی‌دار آماری دارند و استفاده از این مدل تحلیل صحیح می‌باشد ($p<0/01$).

ب- نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس چند متغیره:

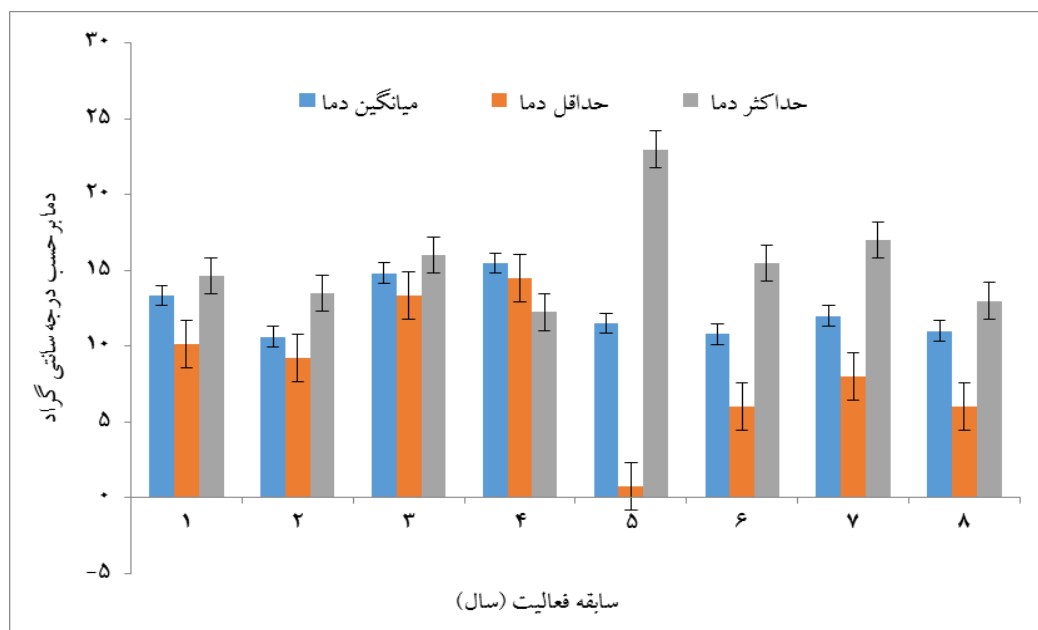
مطابق جدول دو، نتایج نشان داد، بین تمام عوامل محیطی و مدیریتی (متغیرهای وابسته) با سابقه فعالیت رابطه متقابل معنی‌دار آماری وجود داشت، به جز دبی آب و وزن بچه ماهی در ابتدای شروع پرورش ($p>0/01$). همچنین عوامل حداقل دمای آب و سیستم هوادهی اثر اصلی معنی‌دار بر سابقه فعالیت داشتند ($p<0/01$).

ج- نتایج آزمون آماری مقایسه مقید هلمرت:

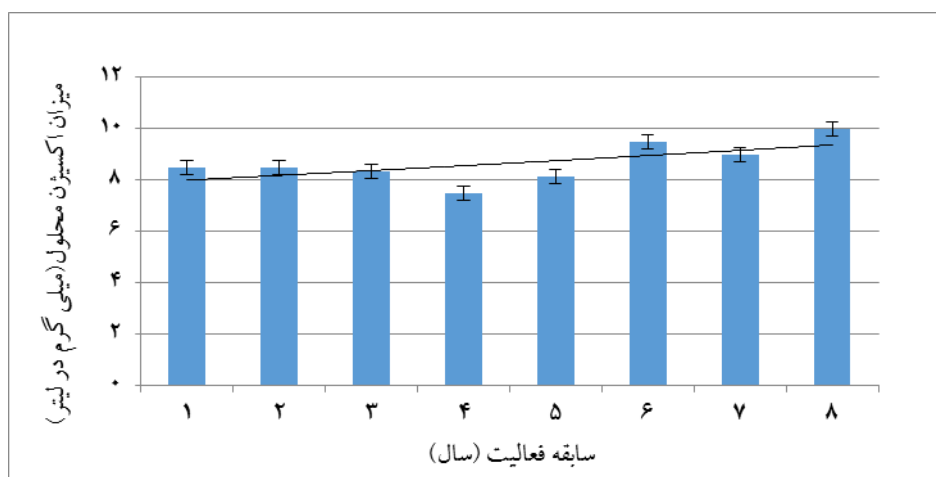
مطابق جدول سه، نتایج آزمون آماری این بخش نشان داد، بین مزارع با سابقه فعالیت چهار سال در متغیر حداقل دمای آب با سایر گروه‌ها از لحاظ سابقه فعالیت تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت ($p<0/01$).



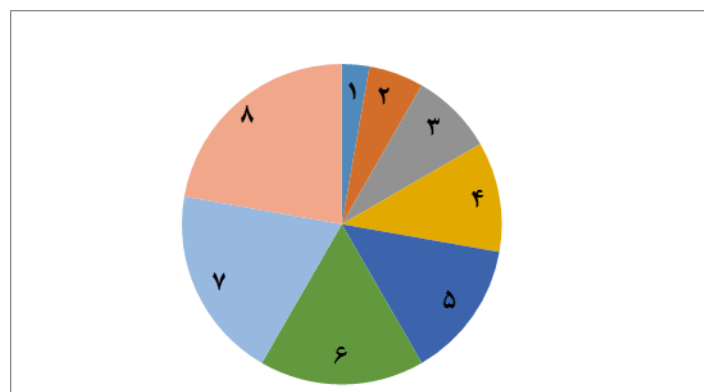
شکل ۳: گروه بندی ۲۳ مرکز خصوصی تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر بر حسب سابقه فعالیت (سال)



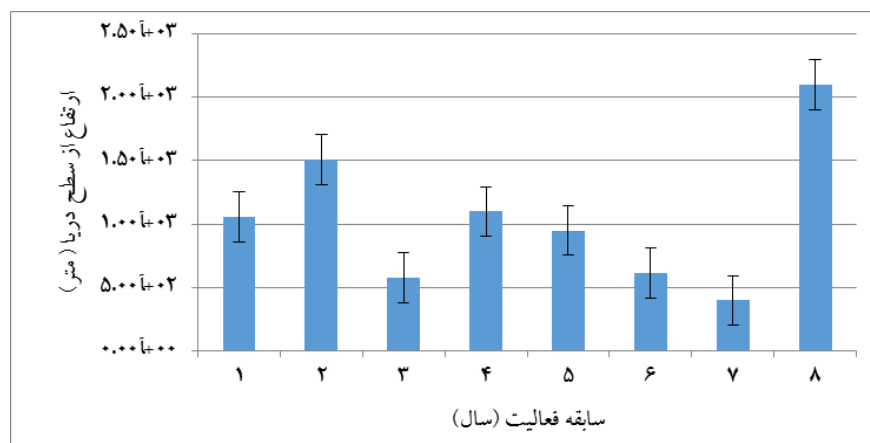
شکل ۴: مقایسه میانگین دمای آب (میانگین، حداقل و حداکثر دما بر حسب درجه سانتی گراد) در گروه‌های مختلف سابقه فعالیت



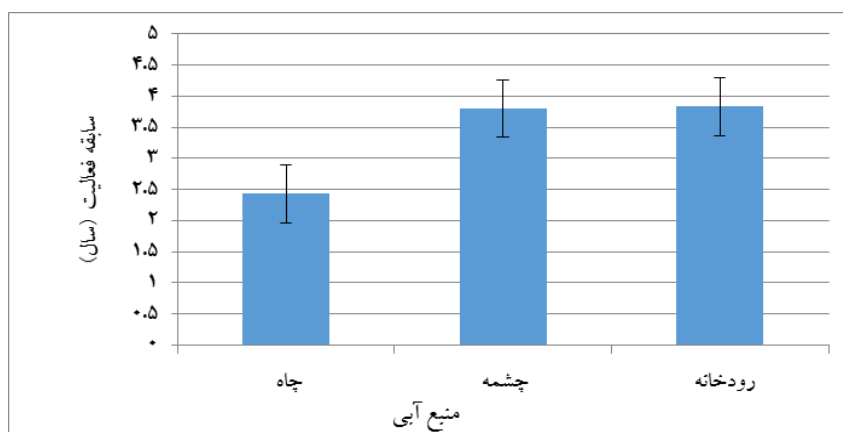
شکل ۵: مقایسه میانگین اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر) در گروه‌های مختلف سابقه فعالیت



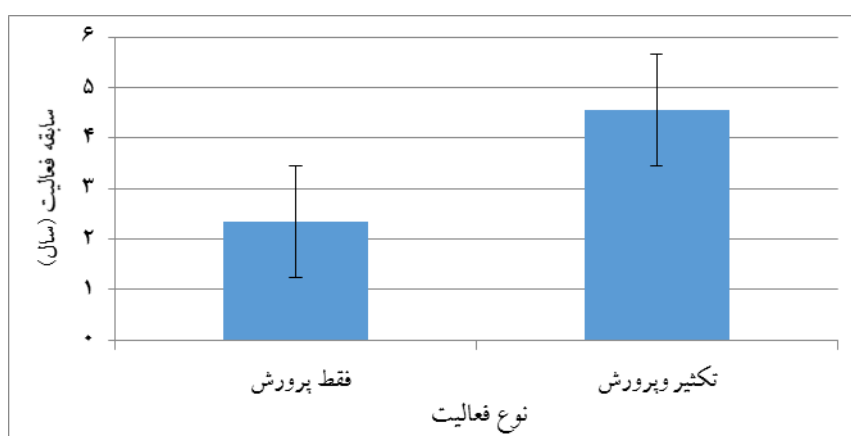
شکل ۶: مقایسه سهم استفاده از هوا در گروه‌های مختلف بر حسب سابقه فعالیت



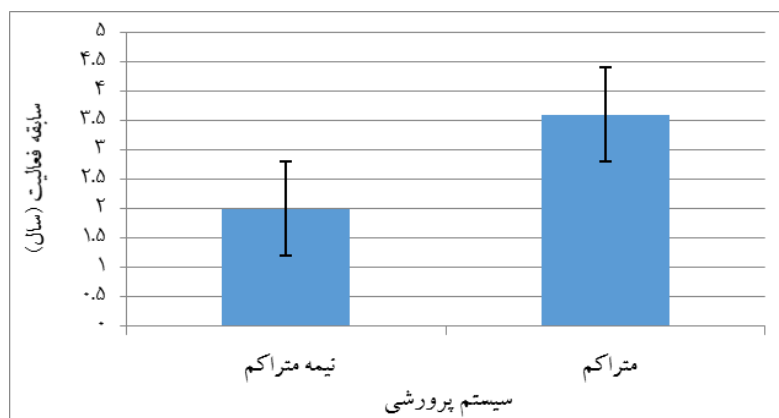
شکل ۷: مقایسه میانگین ارتفاع از سطح دریا (متر) در گروه‌های مختلف سابقه فعالیت



شکل ۸: مقایسه نوع منبع آبی مورد استفاده با سابقه فعالیت



شکل ۹: مقایسه نوع فعالیت شامل فقط پرورش و تکثیر و پرورش با سابقه فعالیت



شکل ۱۰: مقایسه سیستم پرورش با سابقه فعالیت

جدول ۲: نتایج آزمون آماری بین عوامل تاثیرگذار محیطی و مدیریتی بر پایداری فعالیت تکثیر و پرورش آبزیان

معنی داری اثر اصلی متغیرهای وابسته بر سابقه فعالیت (sig.)	معنی داری رابطه متقابل متغیرهای وابسته با سابقه فعالیت (Sig.)	عامل محیطی و مدیریتی	
۰/۱۴۴	۰/۰۰۰	میانگین سالانه دمای آب	۱
۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	حداقل دمای آب	۲
۰/۲۰۶	۰/۰۰۰	حداکثر دمای آب	۳
۰/۹۵۸	۰/۲۴۳	دبی آب	۴
۰/۳۶۵	۰/۰۰۰	اکسیژن محلول آب	۵
۰/۸۷۱	۰/۰۰۲	ارتفاع از سطح دریا	۶
۰/۹۵۴	۰/۵۲۲	وزن بچه ماهی در شروع پرورش	۷
۰/۶۲۶	۰/۰۰۰	منبع آبی	۸
۰/۱۴۴	۰/۰۰۰	سیستم گردش آب	۹
۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	سیستم هوادهی	۱۰
۰/۲۰۶	۰/۰۰۰	تراکم سیستم پرورش	۱۱
۰/۹۵۸	۰/۰۰۰	نوع فعالیت	۱۲

جدول ۳: سطح معنی داری (Sig.) مقایسه مقید هلمرت بین گروه‌های مختلف عوامل محیطی و سابقه فعالیت

مقایسه مقید هلمرت	میانگین دمای	حداقل دمای	حداکثر دمای آب	دبی آب	اکسیژن محلول	وزن بچه ماهی در شروع
مقایسه مقید بین میانگین اولین گروه با متوسط میانگین‌های	۰/۱۰۴	۰/۲۸۶	۰/۶۶۱	۰/۳۰۰	۰/۶۵۶	۰/۱۹۹
مقایسه مقید بین میانگین دومین گروه با متوسط میانگین‌های	۰/۸۹۸	۰/۵۸۳	۰/۳۷۸	۰/۷۰۴	۰/۶۶۳	۰/۷۵۴
مقایسه مقید بین میانگین سومین گروه با متوسط میانگین‌های	۰/۸۵۲	۰/۰۱۸	۰/۹۶۵	۰/۷۱۸	۰/۴۴۷	۰/۹۹۹
مقایسه مقید بین میانگین چهارمین گروه با متوسط میانگین‌های	۰/۴۵۹	۰/۰۰۵	۰/۲۴۳	۰/۷۴۲	۰/۰۴۵	۰/۹۲۶
مقایسه مقید بین میانگین پنجمین گروه با متوسط میانگین‌های	۰/۱۲۰	۰/۰۳۳	۰/۰۴۴	۰/۷۹۸	۰/۰۵۹	۰/۹۲۶
مقایسه مقید بین میانگین ششمین گروه با متوسط میانگین‌های	۰/۵۸۸	۰/۷۷۸	۰/۹۲۰	۰/۹۲۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
مقایسه مقید بین میانگین هفتمین گروه با متوسط میانگین‌های	۱/۰۰۰	۰/۶۹۰	۰/۵۷۲	۰/۸۵۱	۰/۴۵۷	۰/۹۸۸

بحث

بکارگیری تجربیات آبی پروران ماهی آزاد دریای خزر با راهبرد مشارکتی:

James و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان آبی‌پروری مسئولانه در سال ۲۰۵۰ بیان کردند که یکی از چهار هدف واقع بینانه که می‌تواند آبی‌پروری را پایدارتر و بهره‌ورتر کند، استفاده از تجربیات آبی‌پروران و افراد بومی است. در حوزه‌های علوم اجتماعی تحقیقات زیادی مبتنی بر پرسشنامه و تصمیم‌گیری بر اساس نظرات افراد صاحب‌تجربه انجام می‌شود، اما این موضوع در حوزه علوم شیلاتی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Merlina, 2010). در تحقیق حاضر بر مبنای مطالعات قبلی Sae-Lim و همکاران (۲۰۱۱) نیز در دو مرحله پرسشنامه به منظور استفاده از تجربیات صاحب‌نظران و آبی‌پروران، تدوین شد.

یکی از چالش‌های بزرگ در انتشار تجربیات و اطلاعات مرتبط با روش‌های مدیریت بهتر آبی‌پروری، شناسایی منابع انسانی یا آبی‌پروران می‌باشد. در داخل یک کشور، اطلاعات زیادی در بین آبی‌پروران

پرورانی که یک گونه مشترک را تکثیر و پرورش می‌دهند، منتقل می‌شود. استفاده از این تجربیات و دانش آبی‌پروران، توسط سازمان‌های دولتی یا دانشگاهی به توسعه این فعالیت کمک بزرگی می‌کند (Brummett and Williams, 2000).

با توجه به قدمت ۱۲ ساله (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷) تکثیر و پرورش این گونه، تاکنون هیچ مطالعه مدونی در مورد وضعیت آبی‌پروری این گونه، امکانات مزارع، عوامل محیطی، منابع در دسترس، میزان تولید و روش‌های مدیریتی آبی‌پروران این فعالیت انجام نشده بود. منابع انسانی فعالیت‌های آبی‌پروری دارای سطوح متفاوتی از تحصیلات، دانش و تجربه آبی‌پروری هستند. از طرفی هر آبی‌پرور با توجه به شرایط محیطی و شرایط آب در دسترس روش‌های تولید خاص خودش را دارد. توجه ویژه به عوامل مذکور، تعیین کننده میزان موفقیت در آبی‌پروری است (Brummett and Williams, 2000; Lebel et al., 2010).

چالش اصلی این فعالیت عدم پایداری آن بود. با توجه به نتایج، حدود دو سوم از مزارع سابقه فعالیت زیر چهار سال داشتند به همین منظور در مطالعه حاضر نیز میزان تجربه و سابقه فعالیت به عنوان عامل ثابت و تاثیر گذار در توسعه این فعالیت بکارگیری شد.

از طرف دیگر، زیر بخش های مختلف کشاورزی از جمله آبرزی پروری با چالش عدم ثبت اطلاعات به شکل سیستماتیک در مراحل مختلف تولید بویژه در سیستم های تولیدی خرد مواجه است (Rangnekar and Thorpe, 2001). با توجه به اینکه آزاد ماهی دریای خزر در بیشتر موارد به شکل جنبی در کنار ماهی قزل آلا پرورش داده می شود و اطلاعات کمی در خصوص جنبه های مختلف تکثیر و پرورش این ماهی وجود دارد، بومی سازی نتایج تحقیقات موجود در دنیا و بکارگیری نظرات پرورش دهندگان و افراد با تجربه و متخصص در این زمینه اهمیت بسیار زیادی برای توسعه این فعالیت خواهد داشت که در تحقیق حاضر سنجش علمی با استفاده از نظرات این افراد صورت گرفت و لیست عوامل موثر توسط این افراد تهیه شد.

راهنماهای مشارکتی مختلفی برای رتبه بندی معیارهای تصمیم گیری ارائه شده است که یا رتبه ی معیارها محاسبه می شود (Gizaw et al., 2010) و یا رتبه ی معیارها وزن دهی می شوند (Bett et al., 2009). در مطالعه حاضر مطابق مطالعات قبلی Sae-Lim و همکاران (۲۰۱۱) و Omasaki و همکاران (۲۰۱۶) به ترتیب برای ماهی قزل آلا و ماهی تیلای نیل روش Gizaw و همکاران (۲۰۱۰) مورد استفاده قرار گرفت.

نقش عوامل محیطی و مدیریتی در توسعه آبرزی پروری ماهی آزاد دریای خزر:

افزایش روند تولیدات آبرزی پروری از اوایل ۱۹۸۰ ناشی از افزایش تعداد گونه های آبرزی که اهلی سازی شده اند، بوده است (Teletchea and Fontaine, 2014; Teletchea, 2015; Hong and Zhang, 2003; Hedgecock, 2012). با توجه به اهداف کمی توسعه آبرزی پروری در کشور ایران در افق ۱۴۰۰ در زیر بخش شیلات و میزان پیش بینی تولید ماهیان سردابی، یکی از راه های دستیابی به این افق با وجود محدودیت منابع و برخی مشکلات ماهی قزل آلا در کشور مانند شیوع بیماری های ویروسی کشنده و وابستگی به واردات تخم چشم زده، توجه به تنوع بخشی گونه ای ماهیان سردابی را دوجندان می کند که یکی از مناسب ترین گونه ها ماهی بومی آزاد دریای خزر می باشد.

برای معرفی این گونه به محیط پرورشی لازم است مانند هر گونه ی آبرزی دیگر تمام مراحل اهلی سازی آن طی شود. توجه به عوامل محیطی و شرایط پرورش در هر پنج مرحله اهلی سازی ضروری است. شرایط محیطی تولید در آبرزی پروری به طور قابل توجهی از کشوری به کشور دیگر و بین مناطق جغرافیایی مختلف، متفاوت است، به این معنی که ذخائری که با شرایط محیطی منطقه سازگاری بهتری دارند، عملکرد مطلوب تری را نشان خواهند داد و در نتیجه گوناگونی بسیاری در گونه های پرورشی دنیا پدید خواهد آمد (Gjedrem and Baranski, 2009). مهم ترین عوامل محیطی پرورش آزاد ماهیان در منابع مختلف گزارش شده است (Sae-Lim, 2013; Sae-Lim et al., 2011; Liao and Huang, 2000; FAO, 2011)، اما با توجه به شرایط کشور ایران و پراکندگی مزارع در اقلیم های متفاوت و بکارگیری روش های مدیریتی

مختلف توسط پرورش دهندگان لازم است این عوامل بهینه‌سازی شود.

از طرفی در مرحله پنجم اهلی سازی یعنی اجرای برنامه اصلاح نژاد، نیز شناخت عوامل محیطی به دلیل وجود تداخل ژنتیک و محیط بسیار با اهمیت است. تغییر یا پیدایش صفات مشخص در موجودات تحت تاثیر تغییرات عوامل محیطی است. کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب، نوع سیستم پرورشی، امکانات پرورش، تراکم پرورش، مشخصات جغرافیایی و توپوگرافی منطقه پرورش، منبع آبی، دمای آب و عواملی که تحت تاثیر ارتفاع منطقه از سطح دریا هستند که البته کنترل این عوامل بسیار پرهزینه است (Liao and Huang, 2000). در مطالعه حاضر، علاوه بر توجه به عوامل محیطی ذکر شده در تحقیق Liao و Huang (۲۰۰۰)، دبی آب، به دلیل تاثیرگذاری مستقیم بر ظرفیت تولید، سیستم جریان آب، استفاده از هواده و نوع فعالیت (فقط پرورش، تکثیر و پرورش) نیز با توجه به شرایط تکثیر و پرورش این گونه در کشور ایران مد نظر قرار گرفت که جامعیت این مطالعه را از لحاظ بکارگیری عوامل بیشتر بالا می برد.

تعیین مهمترین عوامل محیطی و مدیریتی در تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر از دیدگاه متخصصان شیلاتی (پرسشنامه اول):

پیدا کردن پارامترهای محیطی مرتبط که سبب ایجاد تداخل ژنتیک و محیط می شود، اغلب مشکل است، زیرا عوامل محیطی را نمی توان به شکل تجربی آزمایش کرد (Sae-Lim et al., 2013). Sae-Lim و همکاران (۲۰۱۴) میزان تداخل ژنتیک و محیط را بر روی صفات مرتبط با رشد ماهی قزل آلاي رنگین کمان اندازه گیری کرد. چهار عامل محیطی، در سه قاره در

این مطالعه مدنظر قرار گرفتند که شامل دوره نوری، میزان ارتفاع از سطح دریا، سیستم چرخش آب و شکل مخزن پرورشی بود. نتایج مطالعه Sae-Lim و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که تفاوت در پارامترهای مهم محیطی مانند ارتفاع، اکسیژن محلول، دمای آب، طول دوره نوری، منبع آبی مورد استفاده، ترکیب غذا و سطوح تغذیه به تداخل قوی ژنتیک و محیط کمک می کند. در مطالعه حاضر، از نظر متخصصان چهار عامل دمای آب، اکسیژن محلول، سیستم چرخش آب، منبع آبی و ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۱۳/۱۵٪، ۱۱/۰۲٪، ۲۹/۱۲٪ و ۱۱٪ بالاترین امتیازات را کسب کردند.

دمای آب: Viadero (۲۰۰۵) در مقاله خود با عنوان عوامل تاثیرگذار بر رشد ماهی و تولید بیان کرد که سلامت ماهی و بدنال آن رشد ماهی مستقیماً با کیفیت آبی که در آن پرورش داده می شود، در ارتباط است، همچنین بیان نمود که دمای آب یکی از مهم ترین فاکتورهاست. همچنین در مقاله Boltaña و همکاران (۲۰۱۷)، نقش کلیدی دامنه حرارتی بر بقا و فرآیندهای تنظیم کننده متابولیسمی که اثرات تطبیقی مثبت برای موجودات را دارند، به عنوان مثال خط سیر رشد، تغییرات ریز ساختمان، ساختار ماهیچه ای و عملکرد سلولی، برجسته شد. مطابق نتایج پرسشنامه اول، دمای آب از نظر متخصصان، بالاترین تاثیر را بر عملکرد تولید داشت.

اکسیژن محلول: اکسیژن محلول نیز یکی از عوامل مهم پارامترهای کیفیت آب در آبرزی پروری است (Boyd, 1982). مهمترین عوامل مؤثر در میزان اکسیژن محلول در آب، درجه حرارت، ارتفاع از سطح دریا و

شوری آب می باشد و آزاد ماهیان نسبت به دیگر گونه ها نیاز اکسیژنی بالاتری دارند (Stevenson, 1980).

سیستم چرخش آب: اگر در مزارع آبرزی پروری فقط یکبار از آب استفاده شود، این مزارع مزارع با جریان آب یکطرفه نامیده می شوند (Flow-through system) ولی اگر آب خروجی، با اکسیژن دهی و خروج مواد دفعی و مضر، مجدداً مورد استفاده قرار گیرد، این سیستم به نام استفاده مجدد از آب برگشتی نامیده می شود. طی سال های گذشته، رشد قابل توجهی در بکارگیری تکنولوژی و تجهیزات آبرزی پروری به منظور کاهش مصرف آب شیرین و استفاده مجدد از آب رخ داده است (Lekang, 2019).

منبع آبی: استفاده از هر منبع آبی اعم از چشمه، چاه و رودخانه برای پرورش آزاد ماهیان مزایا و در عین حال محدودیت هایی دارد که مستقیماً بر فاکتورهای رشد ماهی تاثیر گذار می باشد. از مزایای آن باید در جهت تولید بیشتر استفاده کرد و معایب آن را باید تا جای ممکن قبل ورود به مزرعه برطرف کرد (نفیسی بهابادی، ۱۳۸۹).

ارتفاع از سطح دریا: با افزایش ارتفاع منطقه از سطح دریا تراکم هوا کاهش یافته و هوا رقیق تر می شود و چون محل تأمین اکسیژن محلول در آب از طریق هوا است، بنابراین میزان اکسیژن محلول در آب نیز با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می یابد و با آن رابطه معکوس دارد (Boyd, 1990). نتایج این بخش از تحقیق با مطالعات قبلی در دنیا مبنی بر اهمیت فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و به طور ویژه دمای آب مطابقت داشت. در خصوص شکل مخزن پرورشی به دلیل اینکه در حال حاضر در کشور ایران ماهی آزاد دریای خزر فقط در استخرهای آبراهه ای

پرورش داده می شود، به عنوان عامل تاثیر گذار شناسایی نشد.

وضعیت موجود تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر (پرسشنامه دوم):

کمترین میانگین حداقل دما و بالاترین میانگین حداکثر دما در مزارع با سابقه فعالیت ۵ سال مشاهده شد که بررسی دقیق تر نشان داد، منبع آبی مورد استفاده این گروه رودخانه می باشد که تحت تاثیر نوسانات دمایی فصلی قرار می گیرد (Boyd and Tucker, 1998).

بیشترین سهم استفاده از دستگاه هواده را مزارع بالای چهار سال سابقه فعالیت داشتند. همچنین آبرزی پرورانی که سیستم متراکم داشتند، از سابقه فعالیت بالاتری برخوردار بودند و در مزارع با سابقه فعالیت ۶، ۷ و ۸ سال بالاترین میانگین اکسیژن محلول مشاهده شد. استفاده از سیستم های متراکم در آبرزی پروری نیاز به سرمایه گذاری بیشتر، بکارگیری تکنولوژی پیشرفته و مدیریت علمی دقیق دارد. استفاده از دستگاه هواده سطح تماس آب را با هوا افزایش می دهد، در نتیجه این عمل کمبود اکسیژن آب در تماس با هوا جبران شده و خروج گازهای مضر حاصل از متابولیسم ماهی از آب تسریع می شود (نفیسی بهابادی، ۱۳۸۹). تمامی نتایج بدست آمده مذکور در بالا، ضمن تایید مدیریت بهتر افراد با سابقه بیشتر، نشان دهنده بکارگیری تجهیزات نوین با هدف بالا بردن کیفیت آب و افزایش فاکتورهای مهم از جمله اکسیژن محلول می باشد.

تعیین رابطه معنی داری بین عوامل محیطی و مدیریتی و سابقه فعالیت آبرزی پروران ماهی آزاد دریای خزر:

دو عامل دبی آب و وزن بچه ماهی در ابتدای شروع پرورش رابطه متقابل معنی دار با سابقه فعالیت نداشتند

($p > 0.01$). میزان جریان آب ورودی مورد نیاز به استخرها، تحت تاثیر عواملی از قبیل وزن توده زنده در استخر، اندازه ماهی ها، درجه حرارت آب، ارتفاع محل از سطح دریا و میزان حلالیت اکسیژن در آب می باشد (فرزانفر، ۱۳۸۱). با توجه به این مطلب دبی آب بر ظرفیت تولید تاثیرگذار است و تاثیری بر تداوم فعالیت ندارد. از طرفی به دلیل اینکه مزارع تکثیر و توزیع کننده بچه ماهی آزاد دریای خزر در کشور محدود هستند، پرورش دهنده در ابتدای پرورش حق انتخاب برای وزن در شروع پرورش ندارد و این عامل نیز تاثیری بر سابقه فعالیت ندارد.

Wingfield (۱۹۴۰) در مطالعه‌ای که بر روی عوامل محیطی موثر بر رشد ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta* L.) انجام داد به این نتیجه رسید که عوامل مرتبط با تغییرات فصلی بر رشد ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای موثر هستند. در بین آن‌ها دمای آب مهم‌ترین عامل بود که حد پایینی بحرانی برای رشد ماهی زیر ۶ درجه سانتی گراد تعیین شد. نتایج این مطالعه نیز در خصوص عواملی که اثر اصلی بر ادامه‌دار بودن فعالیت تکثیر و پرورش ماهی آزاد داشتند ($P < 0.01$) شامل حداقل دمای آب و سیستم هوادهی (با توجه به تاثیر مستقیم بر میزان اکسیژن محلول) با نتایج مطالعات قبلی منطبق بود. همچنین پرورش دهندگان با حداقل چهار سال سابقه در فاکتور حداقل دما با سایر گروه ها تفاوت آماری داشتند. سابقه فعالیت چهار سال نشان‌دهنده رسیدن ماهی به سن بلوغ و فرآیند تکثیر و مهیا بودن شرایط دمایی برای این دوره از زندگی ماهی می‌باشد.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی، دو عامل حداقل دمای آب و میزان اکسیژن محلول از عوامل محیطی و استفاده

از دستگاه هواده از عوامل مدیریتی به عنوان عوامل اصلی تاثیر گذار بر پایداری فعالیت تکثیر و پرورش ماهی آزاد شناسایی شدند که لازم است در مکان‌یابی برای افزایش عملکرد تولید و ادامه‌دار شدن این فعالیت مد نظر قرار گیرد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم میدانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نمایم.

منابع

۱. پاشازانوسی، ع.، درافشان، س.، ابراهیم زاده، م.، ۱۳۹۲. ماهی آزاد دریای خزر. اصفهان، نشر آموخته، ۲۵۵ص.
۲. ذبیحی، م.، ۱۳۹۰. پرورش و آداپتاسیون ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) از اول: تا وزن ۲۵۰ گرم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. موسسه تحقیقات شیلات کشور، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور (تنکابن)، ۵۴ص.
۳. شریعتی، الف.، ۱۳۷۱. ماهیان دریای خزر و حوضه آبریز آن (ترجمه). انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۷۱ص.
۴. صیاد بورانی، م.، مقصودیه کهن، ح.، صیاد بورانی، م.، زحمتکش کومله، ع.، ولی پور، ع.، دقیق روحی، ج.، عموزاده عمرانی، م.، ۱۳۹۱. بررسی امکان پرورش ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) در تراکم‌های مختلف با استفاده از آب دریای خزر. توسعه آبرزی پروری، ۶(۲)، ۴۷-۵۵.

15. Boyd, C.E., 1990. Water Quality in Pond for Aquaculture. Auburn, AL: Auburn University Alabama Agricultural Experiment Station.
16. Brummett, R.E., Williams, M.J., 2000. The evolution of aquaculture in African rural and economic development. *Ecological Economics*, 33, 93-203.
17. Falconer, D.S., 1952. The problem of environment and selection. *Am. Nat.* 86, 293-298.
18. Falconer, D.S., Mackay, T.F.C., 1996. Introduction to quantitative genetics. Pearson Prentice Hall Harlow, Essex.
19. FAO, 2011. Cultured aquatic species information programme *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792): Fisheries and aquaculture department. Accessed May 18, 2011. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en.
20. Gizaw, S., Komen, H., van Arendonk, J.A.M., 2010. Participatory definition of breeding objectives and selection indexes for sheep breeding in traditional systems. *Livest. Sci.* 128, 67-74.
21. Gjerdem, T., 2000. Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquaculture Research*. 2000, 31:25-33.
22. Gjerdem, T., 2012. Genetic improvement for the development of efficient global aquaculture: A personal opinion review. *Aquaculture*. 12-22.
23. Gjerdem, T., Baranski, M., 2009. Selective Breeding in Aquaculture: An Introduction. 10.1007/978-90-481-2773-3.
24. Gjerdem, T., Robinson, N., 2014. Advances by selective breeding for aquatic species: A review. *Agricultural Sciences*, 5, 1152-1158.
25. Hedgecock, D., 2012. Aquaculture, the next wave of domestication. In: Gepts, P., Famula, T.R., Bettinger, R.L., Brush, S.B., Damania, A.B., McGuire, P.E., Qualset, C.O., editors. *Biodiversity in Agriculture*, ۵. فرزانه‌فر، ع.، ۱۳۸۱. روش‌های نوین در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۰۸ صفحه.
۶. کلاتری، خ.، ۱۳۸۹. پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی با استفاده از نرم افزار spss. انتشارات فرهنگ صبا، ۳۸۸ صفحه.
۷. موسوی، س. ر.، فتحی، م.، ۱۳۹۶. قانون برنامه پنجساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶-۱۴۰۰) به همراه قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور. انتشارات هزار رنگ، چاپ دوم، ۳۲۰ ص.
۸. نفیسی بهابادی، م.، ۱۳۸۹. راهنمای عملی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۳۶۵ ص.
۹. یوسفیان، م.، ۱۳۸۹. ارتقاء نرخ رشد ماهی آزاد از طریق بهگزینی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. موسسه تحقیقات شیلات کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۱۹ ص.
10. Armantrout, N.B., 1981. The freshwater fishes of Iran. A thesis submitted to Oregon State.
11. Bett, R.C., Kosgey, I.S., Kahi, A.K., Peters, K.J., 2009. Analysis of production objectives and breeding practices of dairy goats in Kenya. *Trop. Anim. Health Prod.* 41, 307-320.
12. Boltaña, S., Sanhueza, N., Aguilar, A., Gallardo-Escarate, C., Arriagada, G., Valdes, J. A., Quiñones, R. A., 2017. Influences of thermal environment on fish growth. *Ecology and evolution*, 7(17), 6814-6825.
13. Boyd, C.E., Tucker, C.S., 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Springer US, 700p.
14. Boyd, C.E., 1982. Water Quality Management for pond fish culture. Amsterdam: Elsevier.

- 133(5): 404-413.
DOI:10.1111/jbg.12210
34. Rangnekar, D., Thorpe, W., 2001. Smallholder dairy production and marketing—Opportunities and constraints. Proceedings of a South-South Workshop held at National Dairy Development Board (NDDB), Anand, India, Mar. 13–16, 2001. ILRI Proceedings, Nairobi, Kenya.
35. Sae-Lim, P., Komen, H., Kause, A., 2010. Bias and precision of estimates of genotype-by-environment interaction: A simulation study. *Aquaculture*, 310. 66-73.
36. Sae-Lim, P., Komen, H., Kause, A., van Arendonk, J.A.M., Barfoot, A.J., Martin, K.E., Parsons, J.E., 2011. Defining desired genetic gains for rainbow trout breeding objective using analytic hierarchy process. *Journal. Animal. Science*, 1766–1776.
37. Sae-Lim, P., 2013. One size fits all? Optimization of rainbow trout breeding program under diverse producer preferences and genotype-by-environment interaction the Netherlands, Wageningen University. PhD thesis.
38. Sae-Lim, P., Kause, A., Mulder, K.E., Martin, A.J., Barfoot, J.E., Parsons, J., Davidson, C.E., Rexroad, J.A., van Arendonk, J.A.M., Komen, H., 2013. Genotype-by-environment interaction of growth traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): A continental scale study, *Journal of Animal Science*, Volume 91, Issue 12, December 2013, Pages 5572–5581.
39. Sae-Lim, P., Komen, H., Kause, A., Mulder, H.A., 2014. Identifying environmental variables explaining genotype-by-environment interaction for body weight of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*): reaction norm and factor analytic models. *Genetics, Selection, Evolution*, 46,
40. Stevenson, J. P., 1980. Trout Farming Manual, Fishing News Book Ltd., 186pp.
- Domestication, Evolution and Sustainability. Cambridge. Cambridge University Press: 2012. pp. 538-548.
26. Hong, W., Zhang, Q., 2003. Review of captive bred species and fry production of marine fish in China. *Aquaculture*, 227, 305-318.
27. James, S., Egna, D.H.S., Chopin, T., Peterson, M.S., Cao, L., Pomeroy, R., Verdegem, M., Slack, W.T., Bondad-Reantaso, M.G., Cabello, F., 2013. Responsible Aquaculture in 2050: Valuing Local Conditions and Human Innovations Will Be Key to Success, *Bio Science*, Volume 63, Issue 4, April 2013, Pages 255–262
28. Lebel, L., Munkung, R., Gheewala, S.H., Lebel, P., 2010. Innovation cycles, niches and sustainability in the shrimp aquaculture industry in Thailand. *Environmental Science and Policy*, 13, 291–302.
29. Lekang, O.I., 2019. *Aquaculture Engineering*, Wiley-Blackwell. 544 Pages
30. Liao, I.C., Huang, Y.S., 2000. Methodological approach used for the domestication of potential candidates for aquaculture. *Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification*. Zaragoza: CIHEAM, 2000. p.97 -107 (Cahiers Options Méditerranéennes; n .47).
31. Lynch, M., Walsh, B., 1998. *Genetics and Analysis of Quantitative traits*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, USA.
32. Merlina, N.A., 2010. Multi-criteria decision models for management of tropical coastal fisheries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 30 (3), 10.1051/agro/2009051.hal-00886514.
33. Omasaki S.K., Arendonk J., Alexander K. and Komen H: Defining Breeding Objective for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fish under Low-Input Smallholder Production in Kenya. *Animal Breeding and Genetics*. Pittsburgh: RWS Publications. 2016:

41. Teletchea, F., Fontaine, P., 2014. Levels of domestication in fish: Implications for the sustainable future of aquaculture. *Fish and Fisheries*, 15, 181-195.
42. Teletchea, F., 2015. Domestication of marine fish species: Update and perspectives. *Journal of Marine Science and Engineering*, 3, 1227-1243.
43. Teletchea, F., 2018. Fish Domestication: An Overview [Online First], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.79628. Available from: <https://www.intechopen.com/online-first/fish-domestication-an-overview?University>. pp. 91-92.
44. Viadero, R.C., 2005. Factors Affecting Fish Growth and Production. In *Water Encyclopedia* (eds J. H. Lehr and J. Keeley). C. Viadero The Effect of Certain Environmental Factors on the Growth of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) C. A. WINGFIELD *Journal of Experimental Biology*, 1940, 17: 435-448;
45. Wingfield, C.A., 1940. The Effect of Certain Environmental Factors on the Growth of Brown Trout (*Salmo trutta* L.). *Journal of Experimental Biology*, 17(4), 435-448.
46. Yousefian, M., Hosseinzadeh-Sahafi, H., Golshahi, H., Laloei, F., Tagavi, M., Taheri, A., Y., Seidanloo, Genetic parameters estimation of growth in *Salmo trutta caspius* as function of body weight and length. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(1), 214-222.