شناسایی مهمترین صفات اقتصادی در برنامه اصلاح نژاد ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) [1]

مریم نفری یزدی*[1]، محمد پورکاظمی[1]، حسینعلی عبدالحی[1]، اردشیر نجاتی جوارمی[2]

*Maryamnafari52@gmail.com

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: تیر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

چکیده

در تحقیق حاضر، برای تعیین مهمترین صفات در برنامه اصلاح نژاد ماهی آزاد دریای خزر، از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده و برای انجام آن دو پرسشنامه در دو مرحله تهیه شد. پرسشنامه اول به ۴۳ مرکز تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر ارسال گردید تا بر اساس تشخیص و تجربه کاری خود از بین ۱۵ صفت اقتصادی آزاد ماهیان، شش صفت اولویت‌دار در برنامه اصلاح نژاد ماهی آزاد خزر را انتخاب نمایند که از ۴۳ مزرعه، ۲۶ پرسشنامه تکمیل و دریافت شد. برای ادامه کار و تدوین پرسشنامه دوم شش صفت، ضریب رشد دمایی، ضریب تبدیل غذایی، تاخیر در بلوغ جنسی، بازماندگی، درصد فیله و رنگ قرمزی فیله انتخاب شدند. در پرسشنامه دوم، مطابق دستورالعمل، ۱۵ پرسش مقایسه جفتی بین شش صفتی که فراسنجه‌های ژنتیکی آنها قبلاً در مقالات محاسبه شده بود، تدوین شد. پرسشنامه دوم برای ۲۶ نفر که قبلاً پرسشنامه اول را تکمیل کرده بودند، ارسال شد و از آنها خواسته شد که این پانزده مقایسه را با در نظر گرفتن میزان بهبود ژنتیکی صفاتی که منجر به سود بیشتر خواهد شد، انجام دهند. از ۲۶ مزرعه در فاز دوم تعداد ۲۱ مزرعه‌دار (۸۱٪) مقایسه‌های جفتی را انجام دادند. برای تجزیه و تحلیل آماری از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت محاسبه ارزش ترجیح انفرادی استفاده گردید. وکتور ارزش‌های ترجیح انفرادی و نرخ ناسازگاری[2] با استفاده از نرم افزار سوپردسیژن[3] محاسبه شد. هنگامی که نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ می شود، نتایج حاصله قابل اطمینان خواهد بود. مقادیر نرخ ناسازگاری بعد از اصلاح ماتریس‌های ترجیح انفرادی که نرخ ناسازگاری بالای ۰/۱ داشتند، در دامنه ۰/۱۰۷۶۵-۰/۰۲۷۲۲ تغییر کرد. مقایسه مقادیر میانه اولویت‌های نرمال شده ترجیح انفرادی برای بهبود ژنتیکی صفات مهم اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر که از روش AHP بدست آمد، نشان داد که در هر دو حالت قبل و بعد از تصحیح ماتریس‌ها، بیشترین میزان ترجیح برای دو صفت ماندگاری (۰/۲۵۲و ۰/۱۹۱) و ضریب تبدیل غذایی (۰/۲۰۱ و ۰/۲۷۵) بود. صفت تاخیر در بلوغ جنسی (۰/۱۵۲ و ۰/۱۴۲) در هر دو حالت رتبه سوم را کسب کرد. همچنین پس از تصحیح ماتریس‌ها صفت ضریب رشد دمایی (۰/۱۱۲ و ۰/۱۳۳) در جایگاه چهارم و صفات درصد فیله (۰/۱۳۲ و ۰/۰۹۴) و قرمزی گوشت (۰/۰۷۳ و ۰/۰۵۷) در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق در تدوین برنامه اصلاح نژاد ماهی آزاد دریای خزر به عنوان گونه ارزشمند بومی جهت توسعه آبزی‌پروری کاربرد دارد.

کلمات کلیدی: اهداف اصلاح نژاد، صفات اقتصادی، AHP، *Salmo trutta caspius*

*نویسنده مسئول

[1] Analytical Hierarchy Process
[2] Inconsistency Ratio
[3] Super Decision software

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

مقدمه

ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877)یکی از گونه‌های بسیار با ارزش دریای خزر است که زیر گونه قزل آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) محسوب می‌شود (Armantrout, 1981). تجربه پرورش ماهی آزاد دریای خزر در مزارع سردآبی در طی سالیان گذشته و امکان تکثیر مصنوعی آن، کیفیت گوشت و بازار پسندی 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 در برخی از مزارع تکثیر و پرورش قزل آلای رنگین کمان تبدیل شده است (پاشازانوسی، ۱۳۹۲). همچنین هدف گذاری سازمان شیلات برای پرورش این گونه در قفس در دریای خزر، ضرورت اجرای برنامه اصلاح نژاد ماهی آزاد دریای خزر به عنوان گونه بومی و ارزشمند کشور را دو چندان می‌کند. اکثر پژوهشگران، اولین قدم در طراحی برنامه‌های اصلاح نژاد را تصمیم گیری در مورد اهداف اصلاحی مناسب عنوان کرده‌اند (Lush, 1937) و برخی معتقدند که بزرگترین عامل در ناکارآمد بودن برنامه‌های اصلاح‌نژاد دام، مطلوب نبودن اهداف اصلاحی است که سبب شده است فشار انتخاب بر صفات نادرست اعمال شود (Groen, 2000; Harris, 1970; Ponzoni and Newman, 1989). هدف اصلاحی نمایش دهنده ارزش ژنتیکی حیوان برای کل شایستگی حقیقی است و معمولاً به صورت یک تابع خطی از ارزش‌های اصلاحی حقیقی صفات که دارای اهمیت اقتصادی هستند، بیان می‌شود و همه صفاتی که از نظر اقتصادی مهم هستند و دارای یک اثر مستقیم بر درآمد و هزینه می‌باشند و همچنین در جمعیت دارای تنوع ژنتیکی هستند، باید در اهداف اصلاحی وارد شوند (Gibson, 2005). هدف کلی از اصلاح نژاد، تولید آبزیانی با ذخایر ژنتیکی با قابلیت تولید بالا می باشد (Gjedrem and Baranski, 2009). برای اینکه یک صفت جزء اهداف انتخاب شود، صفت باید از نظر اقتصادی دارای اهمیت و واریانس باشد و بخشی از آن واریانس توارث پذیر و در نهایت باید محاسبه دقیق صفت با هزینه‌ای معقول قابل انجام باشد (Olesen *et al.*, 2000). برای اهداف اصلاحی یک گونه، استاندارد جهانی یا حتی کشوری برای یک گونه خاص وجود ندارد، زیرا شرایط اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیک در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد و هر تولید کننده اهداف اصلاحی متفاوتی با توجه به سیستم تولید، شرایط بازار و شایستگی گله خود خواهد داشت (Goddard *et al.*, 1998; Groen, 2000). هنگامی یک فعالیت بیشترین سود را نصیب پرورش دهنده خواهد کرد که اهداف اصلاح نژادی و افق دستیابی به ژنتیک دلخواه با بازار هدف مطابقت داشته باشد (Gjedrem and Baranski, 2009).

مطالعات زیادی در سطح ملی و بین المللی در خصوص تعیین اهداف اصلاحی و ضرایب اقتصادی در علوم دامی، طیور و زنبور عسل در کشور صورت گرفته است (شادپرور،۱۳۷۶ ؛ وطن خواه، ۱۳۸۴؛ عباسی، ۱۳۸۴؛ صادقی سفید مزگی، ۱۳۹۰؛ Amer and Fox, 1992 ; Ponzoni, 1986 ; Groen, 1988) اما این مطالعات در مورد آبزیان محدود می‌باشد (Janssen *et al.*, 2017) که از آن جمله می‌توان به تحقیق Besson و همکاران (۲۰۱۴) با موضوع تعیین ضرایب اقتصادی دو صفت رشد و ضریب تبدیل غذایی در پرورش گربه ماهی آفریقایی در سیستم مداربسته اشاره کرد. روش‌های مختلفی برای محاسبه ضرایب اقتصادی وجود دارد. برای می‌توان، به روش حسابداری[1]، روش بازده بیولوژیک[2] (Fowler *et al.*, 1976)، مدل زیست - اقتصادی[3] (Janssen *et al.*, 2017) و تابع سود[4] (Harris, 1970)اشاره کرد. اگرچه در عمل بسیاری از سازمان های اصلاح نژادی بزرگ میزان تغییرات ژنتیکی دلخواه را با خطا و آزمون و ایندکس سلکشن بر اساس تقاضا و ترجیح بازار تعیین کرده‌اند (Kanis *et al.*, 2005; Amer, 2006)، اما همیشه در یک بازار ملی یا بین‌المللی اهداف اصلاح نژاد تعیین شده با ترجیحات مشتری در مناطق مختلف مطابقت ندارد. در چنین شرایطی روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[5] برای تصمیم‌گیری برای ارزیابی میزان ترجیح برای برنامه چند صفتی قابل استفاده می‌باشد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره[6] است که اولین بار توسط Saaty (۱۹۸۰) ابداع گردید. این روش در موقعیت‌های تصمیم‌گیری پیچیده که با چند عامل کیفی و کمی مواجه است، استفاده می‌شود. اساس این روش تصمیم‌گیری، بر مقایسه‌های زوجی گزینه‌ها جهت تعیین وزن‌دهی به معیارها نهفته است (Thurstone, 1927) و در نهایت منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بگونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسه‌های زوجی گزینه‌هایی که برای وزن‌دهی به معیارها استفاده می‌شود را با هم تلفیق کرده تا بهترین تصمیم حاصل

[1] Accounting method
[2] Biological Efficiency
[3] Bio-economic model
[4] Profit function
[5] Analytical Hierarchy Process
[6] Multiple Criteria Decision Making

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

آید (عزیزی و یزدی، ۱۳۹۲). ساختار ریاضی AHP از گروه توابع ارزشی چندگانه[1] است و عمده کاری که روش AHP بر این توابع انجام می‌دهد، تجزیه توابع ارزشی به اجزایی با اندازه-های قابل کنترل و ساختار مناسب می‌باشد که در عمل همان ایجاد درخت سلسله مراتبی است (صالحی صدقیانی، ۱۳۸۰). این روش در صنایع مختلف از جمله شیلات و آبزی پروری در تحقیقات زیادی بکار گرفته شده است (جمالی و ولی نسب، ۱۳۹۰؛ امیری و همکاران، ۱۳۹۶؛ Shih, 2017; Popp *et al*., 2019, Andalecio, 2010; Mortazavi *et al*., 2011؛Lembo *et al*., 2018). اما این روش برای اولین بار برای تعیین اهداف اصلاح نژاد توسط Sae-Lim (۲۰۱۳) برای تعیین اهداف اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان در سطح بین‌المللی با وجود شرایط محیطی (برهمکنش ژنتیک و محیط)، محصولات تجاری و بازارهای متفاوت بکارگیری شد. همچنین Omasaki و همکاران (۲۰۱۶) نیز با استفاده از همین روش مطالعه دیگری را با عنوان تعیین اهداف اصلاح نژاد ماهی تیلاپیای نیل در کنیا انجام دادند. بسیاری از صفات اقتصادی آزاد ماهیان در منابع مختلف فهرست و ارائه شده است، اما با توجه به اینکه شرایط محیطی تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر، شرایط بازار و مطلوبیت صفات این ماهی از نظر مشتری از منطقه‌ای با منطقه‌ای دیگر در کشور متفاوت می‌باشد، تدوین برنامه اصلاح نژاد با اهداف چند صفته برای یک مرکز یا یک منطقه مشخص، برای کل کشور نتیجه موفقی در بر نخواهد داشت. به همین منظور مطالعه حاضر با دیدگاه افزایش سود-آوری و تداوم و پایداری اقتصادی این فعالیت و با هدف تعیین مهمترین صفات اقتصادی با استفاده از روشAHP، به منظور بکارگیری در برنامه اصلاح نژاد این ماهی در سطح ملی انجام پذیرفت.

روش کار

پرسشنامه یک:

در پرسشنامه شماره یک تحقیق در ابتدا فهرست صفات اقتصادی در ماهی آزاد دریای خزر به همراه توضیحات در مقابل هر صفت ارایه شد تا در زمان انتخاب صفات، پرورش‌دهنده مفهوم مورد نظر را درک کرده باشد. این فهرست شامل ضریب رشد دمایی، ضریب چاقی، بازماندگی از تخم تا لارو، بازماندگی از لارو تا بچه ماهی، بازماندگی از بچه ماهی تا زمان برداشت، درصد فیله، یکنواختی در تولید[2]، تاخیر در بلوغ جنسی، رنگ گوشت (قرمزی)، رنگ و فرمت لکه‌های پوست، ضریب تبدیل غذایی، مقاومت به دمای بالای آب، مقاومت به دمای پایین آب، بدشکلی[3] و مقاومت به بیماری بود. در ادامه از پرورش‌دهنده درخواست شد که از بین ۱۵ صفت اقتصادی آزاد ماهیان، شش صفتی را که بر اساس تجربه ترجیح می‌دهد در برنامه اصلاح نژاد این ماهی مد نظر قرار گیرد، انتخاب نماید. سپس به هر یک از این شش صفت بگونه‌ای امتیاز (بر حسب درصد) دهد که در نهایت مجموع امتیازات این شش صفت به ۱۰۰ درصد برسد. این پرسشنامه به ۴۳ مرکز تکثیر و پرورش ماهی آزاد، در ۱۰ استان کشور که حداقل شش ماه سابقه فعالیت تکثیر و پرورش داشتند، ارسال شد.

پرسشنامه دوم:

در برنامه اصلاح نژاد و محاسبات بهبود ژنتیکی هر صفت در هرنسل، لازم است شش صفتی وارد پرسشنامه دوم شود که درصد بهبود ژنتیکی آنها قبلاً در مقالات منتشر و موجود باشد. به همین منظور تمام مقالات مرتبط بررسی و میزان درصد بهبود ژنتیکی برای ضریب رشد دمایی ۶/۸ درصد بیشتر (Silverstein *et al*., 2009) ضریب تبدیل غذایی۷/۶ درصد کمتر (Kause *et al*., 2006)، تاخیر در بلوغ جنسی۱۴/۳ درصد دیرتر (Kause *et al*., 2005)، درصد بازماندگی۶ درصد بیشتر (Vehviläinen *et al*., 2008)، درصد فیله ۰/۷ درصد بیشتر (Powell *et al*., 2008) و رنگ قرمزی فیله ۴/۱ درصد قرمزتر (Tsai *et al*., 2015) بدست آمد.

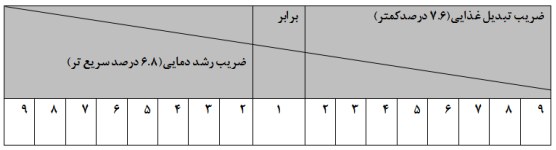
مطابق دستورالعمل Saaty (۲۰۰۳) برای انجام ادامه کار ۱۵ پرسش مقایسه جفتی بین شش صفت در پرسشنامه دوم تدوین شد (۱۵= ۲/(۶-۱)×۶). مطابق شکل ۱، هر مقایسه جفتی شدت ترجیح یک صفت و درصد بهبود ژنتیکی بیان کرده و با هم مقایسه می‌کند. مقیاس Saaty (۱۹۸۰) برای امتیازبندی مقایسه‌ها استفاده شد. مقایسه‌های جفتی با اعداد ۱ الی ۹ صورت گرفت. عدد یک بدان معناست که هر دو صفت به منظور بهبود ژنتیکی به یک اندازه ترجیح داده می‌شود و عدد ۹ نشان می‌دهد که یک صفت از لحاظ بهبود ژنتیکی کاملاً به صفت دیگر ترجیح داده می‌شود. در این حالت صفت ترجیحی در مقام بالاترین انتخاب برای بهبود ژنتیکی قرار دارد و صفت مقابل آن

[1]Multi –Attribute value Functions

[2]Uniformity
[3]Deformity

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

بهبودی برای آن در نظر گرفته نمی‌شود (شکل ۱). بیان امتیازها برای بهبود ژنتیکی فقط در قالب عبارت‌های "بیشتر و سریع‌تر" ممکن در پاسخ اریب[1] ایجاد کند که این موضوع ناشی از نظریات مبالغه‌آمیز و دور از واقعیت است که نمی‌تواند با بهبود ژنتیکی واقعی مطابقت یابد. بنابراین، درصد بهبود ژنتیکی یک صفت، به عنوان میزان بهبود ژنتیکی (برحسب درصد) که قرار است بعد از یک نسل انتخاب فنوتیپی آن صفت حاصل شود، تعریف می‌شود.



شکل ۱ : نمونه مقایسه جفتی پرسشنامه دوم برای دو صفت ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد دمایی

Figure 1: Sample of pair comparison in the second questionnaire for two traits, Feed Conversion Ratio and thermal growth coefficient.

پرسشنامه دوم برای ۲۶ نفر از پرورش دهندگان که قبلاً پرسشنامه اول را تکمیل کرده بودند، ارسال شد و از آنها درخواست شد این پانزده مقایسه را با در نظر گرفتن اینکه بهبود ژنتیکی کدامیک از صفات در نهایت سود بیشتری را نصیب پرورش دهنده خواهدکرد، انجام دهند.

تحلیل سلسله مراتبی:

برای تحلیل نتایج مقایسه‌های جفتی پرسشنامه دوم، روش تحلیل سلسله مراتبی (Saaty, 1980) برای محاسبه ارزش ترجیح انفرادی استفاده شد. شدت ترجیح ها به عنوان اهمیت همبستگی (a_{ij}) با امتیاز ۱ الی۹ مابین i امین و j امین صفت محاسبه شد(i,j=1,2,3 …,6) که بترتیب در یک ماتریس مقایسه جفتی ۶×۶ پیکربندی شدند (شکل ۲).

مطابق شکل ۲ عناصر بالای قطری این ماتریس a_{ij} هستند و عناصر پایین قطر $1/a_{ij}$ نشان دهنده معکوس همبستگی اهمیت صفات هستند. در این ماتریس عناصر قطری مقایسه هر صفت با خودش برابر ۱ می‌باشد($a_{ij}=1$). برای هر سری از پاسخ‌های یک فرد بردار ویژه ای[2] از ماتریس‌ها که با ارزش حداکثری بردار ویژه مطابقت دارد، ساخته خواهد شد. ارزش‌های ترجیح فردی با نرمال کردن بردار وِیژه بدست می‌آید (Saaty, 1980, 1990).شدت پاسخ‌های مزرعه‌داران در مقایسه‌های جفتی بوسیله محاسبه نرخ ناسازگاری[3] ماتریس مقایسه جفتی کنترل شد. وقتی نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، نتایج حاصله قابل اطمینان خواهد بود (Saaty, 2003). میزان ترجیح انفرادی و تطابق نرخ ناسازگاری با استفاده از نرم افزار سوپر دسیژن محاسبه شد. وقتی نرخ ناسازگاری بزرگتر از ۰/۱ است، یک ماتریس جدید با حداکثر مقدار مشخص[4] کمتر از ماتریس اصلی با استفاده از یک الگوریتم تکرارشده، دوباره ساخته می شود (Zeshui and Cuiping, 1999). نتیجه این کار باعث می شود نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ نتیجه شود. به عبارت دیگر، ماتریس ساخته شده نشان‌دهنده وزن‌های نهایی و همگرا می‌باشد (عزیزی و یزدی، ۱۳۹۲).

$$\mathbf{P}=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdot & \cdot & a_{16} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \cdot & \cdot & a_{26} \\ 1/a_{13} & \cdot & 1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 & a_{56} \\ 1/a_{16} & 1/a_{26} & \cdot & \cdot & 1/a_{56} & 1 \end{bmatrix}$$

شکل ۲ : ماتریس مقایسه جفتی شش صفت ماهی با استفاده از روش AHP

Figure 2 - Paire Comparisonmatrix of the six traitsusing AHP method

مقایسه‌های جفتی ۲۱ پرورش دهنده در نرم افزار سوپردسیژن بارگذاری شد. در نرم افزار دو کلاستر هدف و معیار[5] ایجاد شد. نودها[6] در کلاستر هدف، یک نود به نام هدف و در کلاستر معیار، بترتیب شش نود به نام‌های ضریب تبدیل غذایی (FCR)، درصد فیله (FIL)، تاخیر در بلوغ جنسی (LMA)، رنگ قرمزی فیله (RED)، بازماندگی (SUR) و ضریب رشد دمایی (TGC) با حروف مخفف داخل پرانتز ایجاد شد. پرسشنامه دوم تکمیل شده ۲۱ پرورش دهنده، در نرم افزار سوپر دسیژن بارگذاری شد. این عملیات ۲۱ بار انجام شد و به

[1]Biase
[2]Eigenvector
[3]Inconsistency Ratio
[4]Eigenvalue
[5]Criteria
[6]Nudes

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

نام خود پرورش‌دهنده نامگذاری گردید. سپس در قسمت ماتریس نتایج اولویت‌های نرمال شده[1] و نرخ ناسازگاری ابتدا به نرم افزار اکسل و سپس به نرم افزار spss16 منتقل شد و نتایج به صورت نمودار باکس پلات طراحی شد.

نرخ ناسازگاری:

برای بهبود نرخ ناسازگاری در نرم افزار سوپردسیژن پیشنهادهای تغییر مقادیر مقایسه‌های جفتی و میزان بهبود نرخ ناسازگاری داده شده است. با تغییر مقادیر، به پیشنهاد نرم افزار سوپر دسیژن و بدست آوردن نرخ ناسازگاری زیر ۰/۱ مجدداً با اطلاعات ماتریس جدید به اکسل منتقل شد. ماتریس مقایسه جفتی پرورش‌دهنده سوم و پنجم چون نرخ ناسازگاری زیر ۰/۱ داشتند، تغییری داده نشد.

رتبه بندی صفات:

میزان میانه[2] اولویت‌های نرمال شده ترجیح انفرادی ۲۱ پرورش‌دهنده برای شش صفت مهم اقتصادی در هر دو حالت قبل و بعد از تصحیح ماتریس ها به نرم افزار اکسل منتقل و نمودار مقایسه‌ای رسم شد.

نتایج

پرسشنامه یک:

از مجموع ۴۳ پرسشنامه شماره‌ی یک، در نهایت ۲۶ پرسشنامه توسط آبزی‌پروران تکمیل ودریافت شد که سه فرم آن مربوط به مراکز دولتی بود. از ۲۳ مزرعه خصوصی پرورش ماهی آزاد که فرم‌ها را تکمیل کردند، ۱۲مزرعه در استان گیلان، ۶ مزرعه در استان مازندران و یک مزرعه در استان‌های تهران، لرستان، زنجان، همدان وآذربایجان غربی نیز قرار داشتند. نتایج اولویت‌بندی صفات اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر که پرورش‌دهنده تمایل دارد بهبود ژنتیکی در آنها صورت گیرد تا در نهایت سود بیشتری بدست آورد، بر حسب درصد بترتیب ضریب رشد دمایی (۲۰درصد)، ضریب تبدیل غذایی (۱۳/۹۸درصد)، تاخیر در بلوغ جنسی (۷/۱۳درصد)، درصد بازماندگی بچه ماهی (۶/۴۶ درصد)، درصد فیله (۴/۵۵درصد) و قرمزی گوشت (۲/۹۷درصد) بودند. بعد از ضریب رشد دمایی، مقاومت به بیماری (۱۷/۶۲) بالاترین امتیاز را داشت. اما چون تعدد بیماری‌ها و نیز در خصوص وراثت پذیری بیماری‌های ماهی آزاد دریای خزر تحقیقی در خصوص پارامترهای ژنتیکی یک بیماری خاص انجام نشده است، این صفت از تحقیق حذف شد. همچنین یکنواختی در تولید (۶/۳۴٪)، مقاومت به دمای پایین آب (۴/۷۵درصد) و مقاومت به دمای بالای آب (۳/۹۶درصد) و رنگ و فرمت لکه‌های پوست (۴/۴۴درصد) نیز به دلیل عدم ثبت پارامترهای ژنتیکی در مقالات حذف شدند.

پرسشنامه دو:

از ۲۶ پرسشنامه دوم که ارسال شد، ۲۱نفر از تکثیر کنندگان و پرورش دهندگان مقایسه‌های جفتی را انجام دادند (۸۱ درصد).

تحلیل سلسله مراتبی:

نتایج اولویت‌های نرمال شده میزان ترجیح شش صفت ۲۱ مرکز با استفاده از روش AHP در جدول ۱ و شکل ۳ ارائه شده است. با توجه به شکل ۳، پرورش دهنده شماره یک ترجیح شدیدی برای بهبود ژنتیکی صفت قرمزی گوشت بر خلاف سایر پرورش دهندگان داشت. همچنین پرورش‌دهنده شماره ۱۴ نیز بهبود ژنتیکی صفت تاخیر بر بلوغ جنسی را با شدت زیادی نسبت به سایر پرورش‌دهندگان ارجح دانست. مقادیر صفات قرمزی گوشت، ضریب رشد دمایی و میزان فیله نشان داد که ترجیح کمی برای بهبود ژنتیکی این صفات وجود دارد. پرورش‌دهندگان شماره‌های ۱۶ و ۱۷ نیز صفت بازماندگی را با شدت بالایی ترجیح دادند. همچنین مقادیر میانه اولویت‌های نرمال شده ترجیح انفرادی شش صفت بترتیب اولویت برای صفات بازماندگی (۰/۲۵۲)، ضریب تبدیل غذایی (۰/۲۰۱)، تاخیر در بلوغ جنسی (۰/۱۵۲)، درصد فیله (۰/۱۳۲)، ضریب رشد دمایی (۰/۱۱۲) و درصد قرمزی گوشت (۰/۰۷۳) بود.

نرخ ناسازگاری:

نتایج نرخ سازگاری قبل و بعد از تصحیح[3]ماتریس‌ها (جدول ۲) نشان داد که تنها دو پرورش دهنده (شماره‌های ۳ و۵) نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱ داشتند که نشان می‌دهد که در پاسخ‌دهی این پرورش دهندگان تناقض کمتری وجود دارد. رنج نرخ سازگاری ۱۹ نفر باقیمانده ۰/۱۳-۱/۳ بود. پس از تغییر ماتریس‌های ۱۹ پرورش دهنده در نرم افزار سوپردسیژن، نرخ ناسازگاری نهایی در دامنه ۰/۱۰۷۶۵-۰/۲۷۲۲ تغییر کرد.

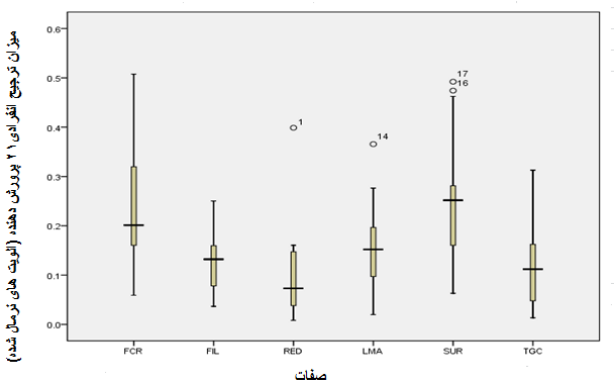
[1] Normalised priorities
[2] Median
[3] Correction

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

جدول۱ : میزان ترجیح انفرادی (Normalised priorities) شش صفت مهم اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر

Table1– Individual Preference (Normalized priorities) of six important economic traits for *Salmo trutta caspius*.

شماره مرکز	نام استان	ضریب تبدیل غذایی	میزان فیله	تاخیر بلوغ جنسی	قرمزی گوشت	ماندگاری	ضریب رشد دمایی
۱	گیلان	۰/۱۵	۰/۰۶۳	۰/۱۲۶	۰/۳۹۹	۰/۰۸۷	۰/۱۷۶
۲	گیلان	۰/۴۲۸	۰/۰۷	۰/۰۸۱	۰/۰۹۷	۰/۱۹۱	۰/۰۸۹
۳	گیلان	۰/۱۶	۰/۲۲۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۳۳
۴	گیلان	۰/۳۲	۰/۱۴۳	۰/۱	۰/۰۵۳	۰/۲۱۴	۰/۱۷
۵	گیلان	۰/۱۹۵	۰/۱۴	۰/۰۹۷	۰/۱۰۳	۰/۲۵۲	۰/۲۱۳
۶	گیلان	۰/۳۱۱	۰/۲۲۴	۰/۲۶۷	۰/۰۰۸	۰/۱۶۸	۰/۰۱۳
۷	گیلان	۰/۱۲۴	۰/۲۳۸	۰/۱۹۷	۰/۱۵	۰/۲۶۶	۰/۰۲۶
۸	گیلان	۰/۲۶۴	۰/۰۹۱	۰/۲۶۳	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۱۲
۹	مازندران	۰/۳۵	۰/۰۸۳	۰/۱۴۵	۰/۰۳۸	۰/۱۱۷	۰/۲۶۶
۱۰	مازندران	۰/۱۶۲	۰/۲۵	۰/۱۷۱	۰/۱۴۷	۰/۱۳۹	۰/۱۲۹
۱۱	لرستان	۰/۱۸۶	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۰۱۹	۰/۳۱۸	۰/۰۴۸
۱۲	آذربایجان	۰/۱۰۱	۰/۱۳۲	۰/۱۶۷	۰/۰۱۵	۰/۴۲۲	۰/۱۶۲
۱۳	زنجان	۰/۳۴۱	۰/۰۷۳	۰/۱۹۶	۰/۰۷۳	۰/۲۸۱	۰/۰۳۶
۱۴	همدان	۰/۲۶۷	۰/۰۸۸	۰/۳۶۶	۰/۱۲۸	۰/۰۶۳	۰/۰۸۸
۱۵	مازندران	۰/۰۵۹	۰/۱۵۱	۰/۲۵۷	۰/۰۴۵	۰/۴۶۳	۰/۰۲۶
۱۶	تهران	۰/۰۹۶	۰/۲۰۹	۰/۱۵۲	۰/۰۱۷	۰/۴۷۴	۰/۰۵۳
۱۷	مازندران	۰/۲۴۹	۰/۰۷۸	۰/۰۲	۰/۰۳۲	۰/۴۹۲	۰/۱۲۹
۱۸	مازندران	۰/۵۰۷	۰/۰۵۱	۰/۰۹۶	۰/۰۴۱	۰/۲۶	۰/۰۴۴
۱۹	مازندران	۰/۲۰۱	۰/۱۲۷	۰/۰۳۹	۰/۰۴۵	۰/۲۷۵	۰/۳۱۳
۲۰	گیلان	۰/۴۳	۰/۰۳۷	۰/۰۹۴	۰/۱۵۴	۰/۲۳۴	۰/۰۵۲
۲۱	گیلان	۰/۱۹	۰/۱۵۶	۰/۱۲۹	۰/۱۲۷	۰/۲۷۳	۰/۱۲۵
میانه		۰/۲۰۱	۰/۱۳۲	۰/۱۵۲	۰/۰۷۳	۰/۲۵۲	۰/۱۱۲



شکل ۳: میزان ترجیح انفرادی (Normalized priorities) شش صفت مهم اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر

(خط داخل هر باکس نشان دهنده میانه مقادیر هستند . دامنه میان چارکی، بیشترین میزان ترجیح انفرادی (Y-bar error).محور افقی شامل صفات، FCR : ضریب تبدیل غذایی،FIL : میزان فیله، RED :میزان قرمزی گوشت، LMA : تاخیر در بلوغ جنسی ،SUR :میزان بازماندگی، TGC : ضریب رشد دمایی)

Figure 3: Individual Preference(Normalized priorities) of six important economic traits for *Salmo trutta caspius*

Boxplot shows median (horizontal line within the box), interquartile range, most extreme values of individual preference(Y-bar error), X-axis : Feed Conversion Ratio (FCR), Fillet percentage(FIL), Flesh redness (RED), Late maturation (LMA), Survival at harvest (SUR) and thermal growth coefficient (TGC).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

جدول۲ : میزان نرخ نا سازگاری قبل و پس از اصلاح ماتریس‌های ۲۱ مزرعه(بدست آمده از نرم افزار سوپر دسیژن)

Table 2: The Inconsistency Ratio, before and after correction of the 21 farms matrixes (obtained by *Super Decision software*)

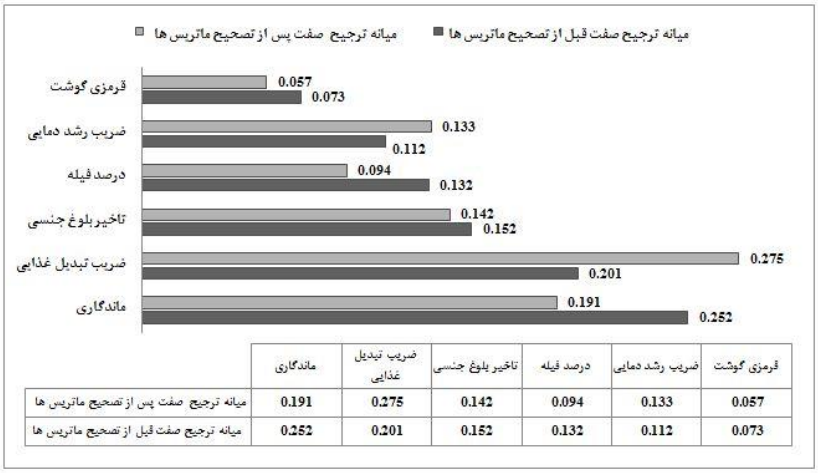
شماره مزرعه	نرخ ناسازگاری اولیه	نرخ ناسازگاری ثانویه
۱	۰/۱۷	۰/۰۸
۲	۰/۲۰	۰/۰۹
۳	۰/۰۴	۰/۰۴
۴	۰/۱۷	۰/۰۹
۵	۰/۰۳	۰/۰۳
۶	۱/۳۷	۰/۱
۷	۰/۳۰	۰/۰۸
۸	۰/۱۴	۰/۱
۹	۰/۱۷	۰/۰۹
۱۰	۰/۲۷	۰/۰۸
۱۱	۰/۱۴	۰/۰۹
۱۲	۰/۸	۰/۰۸
۱۳	۰/۱۳	۰/۰۹
۱۴	۰/۸۴	۰/۰۹
۱۵	۰/۴	۰/۰۸
۱۶	۰/۲۳	۰/۱
۱۷	۰/۳۳	۰/۱۱
۱۸	۰/۱۳	۰/۰۷
۱۹	۰/۲۱	۰/۱
۲۰	۰/۱۹	۰/۰۹
۲۱	۰/۱۹	۰/۰۹

رتبه بندی صفات:

مقایسه میزان میانه اولویت‌های نرمال شده ترجیح انفرادی شش صفت مهم اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر در هر دو حالت قبل و بعد از تصحیح ماتریس‌ها نشان داد (شکل ۴)، بیشترین میزان ترجیح برای دو صفت ماندگاری (۰/۲۵۲ و ۰/۱۹۱) و ضریب تبدیل غذایی (۰/۲۰۱ و ۰/۲۷۵) می‌باشد. صفت تاخیر در بلوغ جنسی (۰/۱۵۲ و ۰/۱۴۲) در هر دوحالت رتبه سوم را کسب کرد. همچنین پس از تصحیح ماتریس‌ها صفت ضریب رشد دمایی (۰/۱۱۲ و ۰/۱۳۳) در جایگاه چهارم و صفات درصد فیله (۰/۱۳۲ و ۰/۰۹۴) و قرمزی گوشت (۰/۰۷۳ و ۰/۰۵۷) در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. به عنوان جمع بندی نهایی ترجیح انفرادی صفات به ترتیب الویت، برای صفات ضریب تبدیل غذایی (۰/۲۷۵)، ماندگاری (۰/۱۹۱)، تاخیر بلوغ جنسی (۰/۱۴۲)، ضریب رشد دمایی (۰/۱۳۳)، درصد فیله (۰/۰۹۴) و قرمزی گوشت (۰/۰۵۷) بدست آمد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]



	ماندگاری	ضریب تبدیل غذایی	تاخیر بلوغ جنسی	درصد فیله	ضریب رشد دمایی	قرمزی گوشت
میانه ترجیح صفت پس از تصحیح ماتریس ها	0.191	0.275	0.142	0.094	0.133	0.057
میانه ترجیح صفت قبل از تصحیح ماتریس ها	0.252	0.201	0.152	0.132	0.112	0.073

شکل ۴ : مقایسه میانه اولویت‌های نرمال شده (Normalized priorities) شش صفت مهم اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر بر اساس روش AHP ، قبل و بعداز اصلاح ماتریس ها در نرم افزار سوپردسیژن

Figure 2: Normalized priorities Median Comparison of Six important economic traits of *Salmo trutta caspius* using AHP method, before and after the matrixes correction in *Super Decision software*.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در مقیاس جهانی میزان تولید آبزیان در مزارع پرورشی طی ده سال گذشته دو برابر شده است و نیز افزایش میزان تقاضای پروتئین حیوانی در آینده، تدوین برنامه اصلاح نژاد در آبزی پروری، یک قدم اساسی برای توسعه آبزی پروری می‌باشد (Gjedrem *et al*., 2012) و اولین قدم در اجرای هر برنامه اصلاح نژاد، انتخاب صفت‌های مهم اقتصادی آن گونه است (Lush, 1937).

Goddard (۱۹۹۸) بیان کرد که هر صفت دارای یک وزن اقتصادی می باشد که نشان دهنده سهم آن صفت در تحقق اهداف برنامه‌های اصلاح نژاد می‌باشد. با توجه به برنامه تولید ماهی آزاد دریای خزر، تدوین برنامه اصلاح نژاد و به دنبال آن تعیین اهداف و صفات اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر به عنوان گونه بومی و ارزشمند ضروری است.

با توجه به نتایج بخش اول تحقیق از بین پانزده صفت اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر ازدیدگاه تکثیر کنندگان و پرورش دهندگان سه صفت ضریب رشد دمایی، مقاومت به بیماری و ضریب تبدیل غذایی بالاترین رتبه را از صد امتیاز بترتیب ۱۸/۸، ۱۶/۶ و ۱۳/۲ را کسب کردند. یکی از مهم‌ترین صفت‌های اقتصادی در تمام گونه‌های پرورشی نرخ رشد است. پاسخ به انتخاب نیز در این صفت قابل توجه می‌باشد. برای مثال، پس از شش نسل انتخاب در ماهی آزاد اقیانوس اطلس نرخ رشد دو برابر شد (Gjedrem and Baranski, 2009). همچنین با اجرای برنامه اصلاح نژاد، در بین سه خانواده مهم ماهیان شامل کپورماهیان، آزاد ماهیان و ماهیان خاویاری (Teletchea, 2018) صفت رشد ۱۵-۱۰ درصد بهبود ژنتیکی داشته است (Gjedrem, 2000, 2012, 2014). همچنین ضریب اقتصادی این صفت توسط Janssen و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از مدل زیست –اقتصادی، ۰/۴ واحد یورو به ازای تولید یک کیلوگرم ماهی به ازاء یک واحد تغییر در صفت اعلام شد. مقاومت به بیماری جزء صفت‌های انتخابی همه پرورش دهندگان بود، اما متاسفانه به دلیل تعدد بیماری‌ها و عدم مطالعه بر فراسنجه‌های یک بیماری خاص در ماهی آزاد دریای خزر این صفت از فهرست شش صفت اقتصادی حذف شد. اما به عنوان جایگزین، می‌توان صفت ماندگاری را نام برد که این صفت جزء ۶ انتخاب اول پرورش دهندگان برای ادامه تحقیق قرار گرفت. از سویی، غذا بالاترین سهم هزینه‌های تولید را بخود اختصاص می‌دهد. Besson (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای ضرایب اقتصادی دو صفت رشد و ضریب تبدیل‌غذایی در پرورش گربه ماهی آفریقایی را در سیستم مدار بسته ۰/۰۵-۰/۰۶ یورو به ازاء یک کیلوگرم ماهی بدست آورد.

روش‌های مختلفی برای تعیین ضرایب اقتصادی در منابع مختلف ارائه شده است، اما استفاده از روش AHP در تعیین اهداف اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین‌کمان اولین بار توسط

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

Sae-Lim(۲۰۱۳) استفاده شد که رویکرد آن براساس نظر و تجربه آبزی‌پروران است که این نظر برای موفقیت شرکت‌های اصلاح نژادی ضروری می‌باشد. بعلاوه، اهمیت دادن به اهداف اصلاح نژاد پایدار (Amer, 2006) شامل صفات اجتماعی و بدون ارزش بازاری مانند صفات مرتبط با سلامت و رفتار در برنامه‌های مدرن اصلاح نژادی رو به افزایش است. اما محاسبه ضرایب اقتصادی این صفات بسیار مشکل می‌باشد (Kanis *et al*., 2005; Monsen *et al*., 2010). اما با روش AHP و مقایسه جفتی تعیین اهمیت این صفات امکان‌پذیر خواهد بود. نتایج مطالعه Sae-Lim و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد شش صفت مهم و اقتصادی قزل‌آلا بترتیب اولویت با میزان میانه ترجیح نرمال شده شامل ضریب رشد دمایی (۰/۲۳۷)، بازماندگی (۰/۲۱۶)، ضریب تبدیل غذایی (۰/۲۰۹)، ضریب چاقی (۰/۰۴۸)، درصد فیله (۰/۰۸۰) و تاخیر در رسیدگی جنسی (۰/۰۹۲) بودند، اما در میان شش صفت اقتصادی ماهی آزاد دریای خزر بالاترین ترجیح به بازماندگی به میزان ۰/۲۵۲تعلق گرفت که به دلیل تلفات زیاد این ماهی در دو مرحله تخم تا لارو و لارو تا بچه ماهی در فعالیت تکثیر و پرورش این ماهی می‌باشد. مطالعات نشان داد که انتخاب برای صفت ماندگاری، مقاومت در برابر عوامل مختلف مرگ و میر را افزایش می‌دهد (Vehviläinen *et al*., 2008) که نتایج این مرحله نیز بنوعی اهمیت صفت مقاومت در برابر بیماری‌های مختلف را نیز نشان می‌دهد.

همچنین شکل ماهی آزاد از نظر ظاهری دارای بدنی کشیده و از طرفین فشرده است و که این ویژگی باعث تفاوت اصلی ظاهری با قزل‌آلا و بازار پسندی بیشتر این ماهی می باشد که به همین جهت به رغم نتایج مطالعه Sae-Lim و همکاران (۲۰۱۲) صفت ضریب چاقی در فهرست اولویت‌های صفات ماهی آزاد قرار نگرفت. از سویی، صفت قرمزی گوشت با عدد اولویت نرمال شده ۰/۰۷۳ همانند سایر جنس‌های این خانواده مانند آزاد ماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) ، قزل‌آلای قهوه‌ای و ... از صفات مهم اقتصادی و وراثت‌پذیر بشمار می‌رود، زیرا غذای ماهی که افزودنی‌های رنگی به منظور بهبود رنگ گوشت ماهی دارند، گران‌ترند و پرورش‌دهنده مجبور به پراخت هزینه بیشتر می‌باشد (Alfnes *et al*., 2006). در کشور ایران نیز اقبال عمومی برای هزینه برای این صفت وجود دارد.

چهار صفت ضریب رشد دمایی، بازماندگی، ضریب تبدیل غذایی و تاخیر در بلوغ جنسی در هر دو گونه مشترک بود. میزان ترجیح در بهبود ژنتیکی صفت ضریب تبدیل‌غذایی به میزان ۰/۲۰۹ در قزل آلا و به میزان ۰/۲۰۱ در ماهی آزاد و صفت میزان بازماندگی ۰/۲۱۶در ماهی قزل آلا و ۰/۲۵۲ در ماهی آزاد خزری نشان داد، میزان ترجیح برای بهبود ژنتیکی این دو صفت در هر دو گونه نزدیک بهم می‌باشد اما تفاوت در میزان ترجیح برای بهبود ژنتیکی صفت تاخیر در بلوغ جنسی ماهی قزل آلا ۰/۰۹۲ و ماهی آزاد دریای خزر ۰/۱۵۲و صفت ضریب رشد دمایی ۰/۲۷۳ در ماهی قزل آلا و به میزان ۰/۱۱۲ در ماهی آزاد دریای خزر مشاهده شد. در مطالعه حاضر صفت تاخیر در بلوغ جنسی رتبه سوم را در ترجیح برای بهبود ژنتیکی کسب کرد که این موضوع اهمیت تاثیر منفی بلوغ بر رشد و کیفیت گوشت ماهی را بیان می‌کند.

نرخ ناسازگاری بیشتر پاسخ دهندگان بالای ۰/۱ بود که این موضوع به دو دلیل می‌باشد: ۱) استفاده از مقیاس یک تا ۹ مطابق با نظر مورفی (Murphy, 1993) لزوماً منجر به ماتریس مقایسه‌ای جفتی سازگار نمی‌شود. ۲) صفات از لحاظ بزرگی اهمیت باید یکسان در نظر گرفته شوند. اما شایان ذکر است، معیار مقایسه برای بهبود ژنتیکی، صفات است که این میزان بهبود ژنتیکی برای تمامی صفات یکسان نمی‌باشد (Sae-Lim *et al*., 2012). روش‌های محاسباتی مختلفی برای کاهش نرخ ناسازگاری گسترش یافته‌اند که برای مثال، می‌توان به AHP فوزی[1] (Leung and Cao, 2000)، ترجیح زبان‌شناسی[2] فوزی (Wang and Chen, 2008)و اصلاح[3] ماتریس مقایسه‌های جفتی (Zeshui and Cuiping, 1999) و رویکرد اکتشافی (Cao *et al*., 2008) اشاره کرد که در تحقیق حاضر از روش Zeshui و Cuiping (۱۹۹۹) استفاده شد. در این روش نرخ ناسازگاری با کمک نرم افزار سوپر دسیژن کاهش داده می‌شود، اما مقادیر ترجیح نزدیک به مقادیر اصلی حفظ می‌شود.

منابع

امیری. ف. مرادزاده. ع. و کوه گردی. الف.، ۱۳۹۶. انتخاب سایت مناسب پرورش میگو با استفاده از رویکرد ارزیابی چند معیاره (مطالعه موردی: ساحل جنوبی بوشهر). مجله علمی شیلات ایران. ۱۳۹۶; ۲۶ (۵) :۷۱-۸۳. DOI:10.22092/ISFJ.2017.114972

[1]Fuzzy
[2]Linguistic
[3]Modiication

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

پاشازانوسی، ع.، درافشان، س. و ابراهیم زاده، م.، ۱۳۹۲. ماهی آزاد دریای خزر. اصفهان, نشر آموخته،۲۵۵ص.

جمالی. غ. و ولی نسب. ت.، ۱۳۹۰. شناسایی عوامل مؤثر بر بهره‌وری شرکتهای صیادی استان بوشهر و رتبه بندی آنها با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی گروهی (GAHP).مجله علمی شیلات ایران. ۲۰ (۴) :۳۳-۴۲ DOI:10.22092/isfj.2017.110021

شاد پرور، ع.، ۱۳۷۶. تعیین مناسب ترین هدف اصلاح نژاد گاو هلشتاین در ایران. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، رساله دکتری.

صادقی سفید مزگی، ع.، ۱۳۹۰. برآورد اهمیت اقتصادی صفات در گاو شیری هلشتاین در ایران، دانشگاه تهران . رساله دکتری :۹۷صفحه.

صالحی صدقیانی، ج.،۱۳۸۰.رویکردی ریاضی به فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP. مجله مطالعات مدیریت بهبود وتحول، ۸ (۳۱):۱۱۱-۱۳۶.

عباسی، م. ع.، ۱۳۸۴. تعیین استراتژی اصلاح نژاد گوسفند بلوچی در شرایط پرورش متمرکز، دانشگاه تربیت مدرس، رساله دکتری. ۱۲۰صفحه.

عزیزی، م. و مدرس یزدی، م.، ۱۳۹۲. تصمیم گیری با فرایند سلسله مراتبی (AHP) و فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) و کاربردهای آن در علوم و صنایع چوب و کاغذ، تهران،سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی،۳۱۴صفحه.

وطن خواه، م.، ۱۳۸۴. تعیین مدل مناسب اصلاح نژاد گوسفند لری بختیاری در سیستم روستایی دانشگاه تهران.رساله دکتری:۲۱۱صفحه.

Alfnes, F., Guttormsen, A. G., Steine, G. and Kolstad, K., 2006. Consumer's willingness to pay for the color of salmon: A choice experiment with real economic incentives. *American Journal of Agricultural Economics*, 88:1050–1061. DOI:10.1111/j.1467-8276.2006.00915.x.

Amer, P.R. and Fox, G., 1992. "Estimation of economic weights in genetic improvement using neoclassical production theory: an alternative to rescaling." *Animal Science*, 54(03): 341-350. DOI:10.1017/S0003356100020791

Amer, P.R., 2006. Approaches to formulating breeding objectives.Page 31-01 in Proc. 8th World Congress. Genetic. Appl. Livest.Prod., Belo Horizonte, MG, Brazil.

Andalecio, M.N., 2010. Multi-criteria decision models for management of tropical coastal fisheries. Areview. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 30 (3),10.1051/agro/2009051. hal-00886514. DOI:10.1007/978-94-007-0394-0_14.

Armantrout, N.B., 1981. The freshwater fishes of Iran. A thesis submitted to Oregon State.

Besson, M., Komen, H., Aubin, J., de Boer, I.J.M., Poelman, M., Quillet, E., Vancoillie, C., Vandeputte, M. and Van Arendonk, J.A.M., 2014. Economic values of growth and feed efficiency for fish farming in recirculating aquaculture system with density and nitrogen output limitations: a case study with African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Animal Science*: 5394-5405. DOI:10.2527/jas.2014-8266.

Cao, D., Leung, L.C. and Law, J.S., 2008. Modifying inconsistentcomparison matrix in analytic hierarchy process: A heuristic approach. Decision. Support Syst. 44:944–953.

Fowler, V.R., Bichard, M. and Pease, A., 1976. Objectives in pig breeding. *Animal Sciense*, 23: 365-387.DOI:10.1017/S0003356100031482

Gibson, J.P., 2005. Introduction to Breeding Objectives. 1-24, In :Armidale Animal Breeding Summer Course, 94P.

Gjedrem, T. and Baranski, M., 2009. Selective Breeding in Aquaculture: An Introduction. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, springe, 221P. DOI:10.1007/978-90-481-2773-3.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

Gjedrem, T., Robinson, N. and Morten, R., **2012**. The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review. *Aquaculture*, 350–353. 117 - 129. DOI:10.1016/j.aquaculture.2012.04.008

Gjedrem, T. and Robinson, N., 2014. Advances by selective breeding for aquatic species: A review. *Agricultural Sciences*, 5:1152-1158. DOI:10.4236/as.2014.512125.

Gjedrem, T., 2000. Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquaculture Research*, 2000; 31:25-33. DOI:10.1046/j.1365-2109.2000.00389.x.

Gjedrem, T., **2012**. Genetic improvement for the development of efficient global aquaculture:A personal opinion review. *Aquaculture*, 344-349:12-22. DOI:10.1016/j.aquaculture.2012.03.003

Goddard, M.E., **1998**. Consensus and debate in the definition of breeding objectives. *Journal of Dairy Science*, 81(2), 6-18. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(98)70150-X.

Goddard, M.E., Barwicka, S.A. and Kinghornb, B.P., **1998**. Breeding objectives for meat animals: Development of a profit function. *Animal Production in Australia*, 22:90-94.

Groen, A.F., 1988. Derivation of economic values in cattle breeding: A model at farm level. *Agricultural Systems*, 27(3): 195-213. DOI:10.1016/0308-521X(88)90057-1

Groen, A.F., 2000. Breeding goal definition. In: Galal, S., J. Boyazoglu and K. Hammond, Workshop on Developing Breeding Strategies for Lower Input Animal Production Environments, Bella, Italy, 22-25 September, 1999, pp. 25-104.

Harris, D.L., **1970**. Breeding for efficiency in livestock production: Defining the economic objectives. *Journal Animal Science*, 30: 860-865. DOI:10.2527/jas1970.306860x.

Janssen, K., Berentsen, P., Besson, M. and Hans Komen, H., 2017. Derivation of economic values for production traits in aquaculture species. Genetics Selection Evolution, *BioMed Central*, 49(1).5P. DOI:10.1186/s12711-016-0278-x.

Janssen, K., Saatkamp, H. and Komen, H., **2018**. Cost-benefit analysis of aquaculture breeding programs. *Genetics Selection Evolution*, 50(1), 2. DOI:10.1186/s12711-018-0372-3

Kanis, E., De Greef, K.H., Hiemstra, A. and van Arendonk., **J.A.M., 2005**. Breeding for societally important traits in pigs. *Journal of Animal Science*, 83:948–957. DOI:10.2527/2005.834948x.

Kause, A., Rit ola, O., Paananen, T., Wahlroos, H. and Mantysaari, E.A., 2005. Genetic trends in growth, sexual maturity and skeletal deformations, and rate of inbreeding in a breeding program for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 247:177–187. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.02.023

Kause, A., Tobin, D., Houlihan, D.F., Martin, S.A.M., Mantysaari, E.A., Ritola, O. and Ruohonen, **K.**, **2006**. Feed efficiency of rainbow trout can be improved through selection: Different genetic potential on alternative diets. *Journal of Animal Science*, 84: 807–817. DOI:10.2527/2006.844807x.

Lembo, G., Jokumsen, A., Spedicato, M., Facchinini, M. and Bitteto, I., **2018**. Assessing stakeholder's experience and sensitivity on key issues for the economic growth of organic aquaculture production. *Marine Policy*, 87:84-93. DOI:10.1016/J.MARPOL.2017.10.005

Leung, L.C. and Cao, D., **2000**. On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

European Journal of Operational Research, 124:102-113.DOI:10.1016/S0377-217(99)00118-6

Lush, J.L., 1937. Animal breeding plans. Iowa, U.S.A., Iowa State College Press.457P.

Monsen, B.B., Odegard, J., Nielsen, H.M., Arnesen, K.R., Toften, H., Damsgard, B., Bijma, P. and Olesen, I., **2010**. Genetics of Social Interactions in Atlantic cod (*Gadus morhua).* In Proceedings of the 9th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production (WCGALP), Leipzig, Germany, 1-6 August 2010, 910P.

Mortazavi, M., Ranaei, H. and Abbasi, H., 2011. The application of Multi Attribute Decision Methods (MADM) on prioritizing Iranian fisheries research projects. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(1), pp. 47-66. URL: http://jifro.ir/article-1-124-en.html.

Murphy, C.K., 1993. Limits on the analytic hierarchy process from its consistency index. *European Journal of Operational Research*, **65**, issue 1, pp. 138-139. DOI:10.1016/0377-2217(93)90148-G.

Olesen, I., Groen, A.F. and Gjerde, B., 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *Journal of Animal Science*, 78: 570-582. DOI:10.2527/2000.783570x

Omasaki, S.K., Arendonk, J., Alexander, K. and Komen, H., 2016. Defining Breeding Objective for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fish under Low-Input Smallholder Production in Kenya. Animal Breeding and Genetics. Pittsburgh: RWS Publications. DOI:10.1111/jbg.12210

Ponzoni, R.W., 1986. A profit equation for the definition of the breeding objective of Australian merino sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 103(1-5): 342-357. DOI: 10.1111/j.1439-0388.1986.tb00096.x

Ponzoni, R. and Newman, S., 1989. Developing breeding objectives for australian beef cattle production. *Animal Science*, 49(1), 35-47. DOI:10.1017/S0003356100004232.

Popp, J., Békefi, E., Duleba, S. and Oláh, J., 2019. Multifunctionality of pond fish farms in the opinion of the farm managers: the case of Hungary. *Reviews in Aquaculture*, 11: 830-847. DOI:10.1111/raq.12260.

Powell, J., White, I., Guy, D. and Brotherstone, **S., 2008**. Genetic parameters of production traits in atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 274:225–231. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.11.036.

Saaty, R.W., **2003**. Decision making in complex environments; The analytical hierarchy process (AHP) for decision making and the analytic network process (ANP) for decision making with dependence and feedback. Super decisions. Creative decisions foundation in Pittsburgh, Pennsylvania, USA.

Saaty, T.L., 2003. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European Journal of Operational Research*, 145(1): 85-91.DOI:10.1016/S0377-2217(02)00227-8.

Saaty, T.L., **1980**. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. . McGraw-Hill. New York. 287P. ISBN-10: 0070543712.

Saaty, T.L., 1990. Desicion making by the analytic hierarchy process: Theory and applications, How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1): 9-26. DOI:10.1016/0377-2217(90)90057-I.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

Sae-Lim, P.K., H., Kause, A. van Arendonk, J.A.M., Barfoot, A.J., Martin, K.E. and Parsons, J.E., 2012. Defining desired genetic gains for rainbow trout breeding objective using analytic hierarchy process. *Journal Animal Science*, 1766–1776. DOI:10.2527/jas.2011-4267

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. 202P.

Shih, Y.Ch., 2017. Integrated GIS and AHP for Marine Aquaculture Site Selection in Penghu Cove in Taiwan. *Journal of Coastal Zone Management*. 20(1):1-6. DOI:10.4172/2473-3350.1000438

Silverstein, J.T., Vallejo, R.L., Palti, Y., Leeds, T.D., Rexroad III, C.E., Welch, T.J., Wiens, G.D. and Ducrocq, V., 2009. Rainbow trout resistance to bacterial cold-water disease is moderately heritable and is not adversely correlated with growth. *Journal Animal Science*, 87:860–867. DOI:10.2527/jas.2008-1157.

Teletchea, F., 2018. Fish Domestication: An Overview [Online First], IntechOpen, Available from:https://www.intechopen.com/online-first/fish-domestication-an-overview? DOI: 10.5772/intechopen.79628.

Thurstone, L.L., 1927. A law of comparative judgement. Psychol. Rev. 34:273–286.Translated to Russian, Portuguese, and Chinese, Revised editions, Paperback (1996, 2000), University. pp. 91-92. DOI:10.1037/h0070288

Tsai, H.Y., Hamilton, A., Guy, D.R., Tinch, A.E., Bishop, S.C. and Houston, R.D., 2015. The genetic architecture of growth and fillet traits in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *BMC Genetics*, 16, 51P. DOI:10.1186/s12863-015-0215-y

Vehviläinen, H., Kause, A., Quinton, C., Koskinen, H. and Paananen, T., 2008. Survival of the currently fittest: Genetics of rainbow trout survival across time and space. *Genetics*, 180:507–516.DOI:10.1534/genetics.108.089896.

Wang, T.C. and Chen, Y.H., 2008. Applying fuzzy linguistic preference relations to the improvement of consistency of fuzzy AHP. *Information Science*, 178:3755-3765. DOI: 10.1016/j.ins.2008.05.028

Zeshui, X. and Cuiping, W., 1999. A consistency improving method in the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 116:443–449. DOI:10.1016/S0377-2217(98)00109-X.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]

Identification of important economic traits in Caspian Sea trout (*Salmo trutta caspius*) breeding plan using Analytical Hierarchy Process

Nafari Yazdi M.*[1], Pourkazemi M.[1], Abdolhay H.A.[1], Nejati Javaremi A.[2]

*Maryamnafari52@gmail.com

1-Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
2-Department of Animal Science, College of Agricultural Science, Tehran University, Tehran, Iran.

Abstract:

In present study, Analytical Hierarchy Process method was used for determining most important traits in the breeding program of Caspian Sea trout and two questionnaires were prepared in two stages**.** The first questionnaire was sent to the 43 Caspian Sea trout farms that were previously identified. In this questionnaire, farmers based on their knowledge and experience were asked to select and rank the six most preferred out of 15 economic traits that they should be included in genetic improvement of this species in the breeding objectives with the aim of making more profit on their aquaculture. In this phase, 26 completed questionnaires were received. Six selective traits for compiling second questionnaire were determined as: Thermal growth coefficient (TGC), Feed Conversion Ratio (FCR), Late maturation, Survival at harvest, Fillet percentage and Flesh color (redness). According to analytical instruction, 15 pairwise comparison questions were constructed which genetic parameters based on previous studies. The second questionnaire was sent to 26 farmers who had completed the first questionnaire. Finally, 21 farmers (81%)completed pairwise comparisons. The Analytical Hierarchy Process was used to estimate the vector of individual preference values and Inconsistency Ratio using Super Decisions software. A judgment is commonly reliable when Inconsistency Ratio is less than 0.10. After modification of the matrix of 19 observation that have Inconsistency Ratio<0.1, the final ranged from 0.107 to 0.027. The median of the preferences obtained from AHP showed in both cases, before and after correction of Inconsistency Ratio, the highest preferences of genetic improvement were for survival (0.252,0.191) and FCR (0.201,0.275). Late maturation (0.152,0.142) was third in both cases. Also, after correction of the matrixes, TGC (0.112, 0.133) was fourth and the percentage of fillets (0.132, 0.094) and Flesh redness (0.073, 0.057) were in the end of ranking. The results of present research can be used in the national breeding program of the Caspian Sea trout as a unique endemic species for development of aquaculture industries.

Keywords: Breeding objectives, Economic traits, AHP, *Salmo trutta caspius*

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.13.4]