

تعیین حد بهینه برداشت ماهی از دریاچه هامون با استفاده از مدلهای اقتصادی-زیستی

محمد عمرانی^۱ و عبدالکریم اسماعیلی^{۲*}
۲، عضو هیات علمی دانشگاه زابل، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
(تاریخ دریافت: ۸۴/۱۱/۲۳ - تاریخ تصویب: ۸۶/۲/۱۲)

چکیده

در این مطالعه بمنظور بررسی اقتصادی صید ماهی از دریاچه هامون، با استفاده از مدل‌های بیولوژیکی فوکس و شیفر، حدود بهینه برداشت بیولوژیکی و اقتصادی ماهی از دریاچه هامون تعیین گردید. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های سری زمانی مربوط به سالهای ۸۳-۱۳۶۸ می‌باشد. داده‌های مربوطه از اداره شیلات شهرستان زابل، امور آب سیستان و سالنامه‌های هواشناسی کشور بدست آمد. مدل‌های فوکس و شیفر تحت دو تصریح مختلف برآورد گردیدند. بدین ترتیب که در تصریح اول تعداد روزهای طوفانی در متغیر تلاش گنجانده شد و در تصریح دوم تعداد روزهای طوفانی به عنوان متغیری مستقل در توابع مذکور لحاظ گردید. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که مدل فوکس تحت تصریحی که تعداد روزهای طوفانی در متغیر تلاش لحاظ می‌شود، نتایج بهتری را نسبت به حالت‌های دیگر ارائه می‌کند. براساس این تصریح تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار برای سال ۱۳۸۳ برابر با ۴۹۲۶۱۰/۸ واحد تلاش بدست آمد که حداکثر میزان برداشت پایدار مطابق با آن ۲۱۴۳ تن می‌باشد. از آنجا که صید فعالیتی اقتصادی است، میزان صید و تلاش متناسب با حداکثر مقدار اقتصادی نیز محاسبه گردید که به ترتیب برابر با ۱۵۶۱ تن و ۴۱۷۷۸۸ واحد تلاش می‌باشد. حد بهینه اقتصادی صید از مقدار فعلی آن (۴۹۲۶۱۰ تن) کمتر بوده و لذا نتیجه‌گیری می‌شود که میزان صید از دریاچه هامون در سال ۱۳۸۳ بیش از اندازه صورت گرفته است. به عبارت دیگر اگرچه صید از لحاظ بیولوژیکی به مقدار مناسبی صورت می‌گیرد و پایداری منبع دچار مشکل نمی‌شود ولی از نظر اقتصادی مقدار فعلی صید بیشتر از حد مجاز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حد بهینه برداشت، فوکس، شیفر، دریاچه هامون، صیادی

مقدمه

مناسب و همچنین نیاز به تامین پروتئین مصرفی جمعیت در حال رشد، همه ساله مقدار زیادی گوشت از طریق واردات تامین می‌شود. علاوه بر این می‌توان گفت با توجه به معطل بیکاری در کشور و بویژه نرخ بالای آن در مناطقی همچون منطقه سیستان پرداختن به تامین پروتئین از آبیان نه تنها از جنبه غذایی بلکه به لحاظ ایجاد فرصتهای شغلی نیز حائز اهمیت است.

دریاچه هامون در استان سیستان و بلوچستان علاوه بر اینکه بزرگترین و مهمترین دریاچه آب شیرین کشور تلقی

در حال حاضر تقریباً نصف ماهی جهان که مستقیماً بوسیله انسانها مصرف می‌شود توسط میلیونها صیاد سنتی صید می‌گردد(۱). از لحاظ دستیابی به اهداف غیر اقتصادی توسعه در کشورهای در حال توسعه، از قبیل توزیع درآمد، توجه به صیادان سنتی بسیار مهم می‌باشد چرا که هنوز در این کشورها، ماهیگیران سنتی در سطحی پایین‌تر از گروه‌های دیگر زندگی می‌کنند.

علیرغم وجود امکانات وسیع بالقوه و شرایط اقلیمی

است. در اینگونه مطالعات باید از تابع رشد موجود زنده استفاده کرد. معمولاً در دریا ماهیها، برخلاف مواردی که در پرورش مصنوعی ماهی بعمل می‌آید، نهاده‌ای برای تولید بکار برده نمی‌شود. بدین منظور زیست‌شناسان از دیرباز به مطالعه چگونگی رشد ماهیها پرداخته و تابع رشد آنها را بصورت الگو درآورده‌اند. یکی از نخستین کارهای تحقیقاتی در این زمینه مطالعه شیفرف (۱۹۵۴) است که یک الگوی رشد لوجستیکی برای رشد ماهی‌ها تدوین کرده است که با برآورد رشد سالانه ماهی‌های هر زیستگاه، میزان برداشت مجاز از آن تعیین نمود.

حد برداشت بهینه عبارت از میزان برداشتی است که می‌توان از یک زیستگاه صید کرد، بدون آن که ذخیره ماهی‌ها کاهش یابد. در این خصوص میزان ذخیره، مبنای تعیین حد بهینه برداشت می‌باشد. نکته مهم در این مورد آن است که تعیین مقدار ذخیره ماهی در زیر آب به سختی میسر است. برای تعیین میزان ذخیره از مدل‌های ریاضی استفاده می‌شود که یکی از معروفترین آنها مدل لوجستیک می‌باشد. در مدل رشد لوجستیک، وقتی از ذخیره به اندازه نصف ماکزیمم ذخیره (X_{∞}) برداشت صورت گیرد، تولید و یا برداشت حداکثر شده و این مقدار پایدار است (شکل ۱). در توابع لوجستیکی نرخ تغییر در ذخیره بصورت رابطه (۱) می‌باشد.

$$\frac{dX}{dt} = rX \left[1 - \frac{X}{X_{\infty}} \right] \quad (1)$$

در این رابطه r بیانگر قابلیت رشد یا نرخ رشد آبی در محیط زندگی می‌باشد. در حالی که اگر از ذخیره سالانه به مقدار H برداشت صورت گیرد، خواهیم داشت.

$$\frac{dX}{dt} = rX \left[1 - \frac{X}{X_{\infty}} \right] - H \quad (2)$$

در بلند مدت وقتی dX/dt برابر با صفر باشد، تعادل برقرار می‌باشد و در این حالت رابطه زیر حاصل می‌شود.

$$H = rX \left[1 - \frac{X}{X_{\infty}} \right] \quad (3)$$

که رابطه (۳) به شکل سهمی بوده و در صورتیکه به اندازه نصف وزن زنده برداشت انجام شود، سهمی به حداکثر خواهد رسید (شکل ۱).

می‌گردد، دارای توانهای زیست محیطی و ارزش اکولوژیکی خاصی نیز می‌باشد، علاوه بر این از موقعیت خاصی برای تامین بخش عمده‌ای از پروتئین مورد نیاز مردم منطقه، استان و حتی خارج از استان برخوردار می‌باشد. در عین حال زندگی جمع کثیری از مردم بطور مستقیم بدان وابسته است (۵). تعداد صیادان سیستانی ۲۸۰۰ نفر می‌باشند که بطریق سنتی به امر صیادی مشغول می‌باشند، از طرفی با توجه به اینکه صیادان سیستانی از اقشار مولد، بسیار زحمت‌کش و آسیب‌پذیر جامعه محسوب شده و صیادی از دریاچه هامون به لحاظ اقتصادی، اجتماعی و زیستی مهم می‌باشد، لزوم تحقیق در این خصوص آشکار می‌باشد.

حد بهینه برداشت از مهمترین چالش‌های مطرح در حوزه بهره‌برداری از فرآورده‌های شیلات می‌باشد که در اکثر مطالعات انجام شده با توجه به نرخ رشد منبع و همچنین با توجه به درآمد و هزینه بهره‌برداری، میزان بهینه بهره‌برداری پایدار تعیین گردیده است (۷، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷).

مواد و روش‌ها

در این مطالعه بمنظور بررسی اقتصادی صید ماهی از دریاچه هامون داده‌های سری زمانی صید، تلاش و متغیرهای محیطی مورد استفاده قرار گرفته است. پس از بررسی پایایی متغیرهای مورد استفاده، از طریق دو مدل بیولوژیکی فوکس و شیفرف، حدود برداشت بهینه بیولوژیکی و اقتصادی صید ماهی از دریاچه هامون تعیین گردید (۹).

در مطالعاتی که در آنها از هر نوع داده‌های سری زمانی استفاده می‌شود بایستی پایایی متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. به منظور تشخیص پایایی متغیرهای سری زمانی از آزمونهای دیکی-فولر و دیکی-فولر تعمیم یافته در قالب روش نه مرحله‌ای ارائه شده از سوی صدیقی و همکاران (۲۰۰۰) استفاده شد. همچنین برای متغیرهای ناپایا نیز ابتدا آزمون وجود شکست ساختاری به روش پرون انجام شد، تا در صورت عدم وجود شکست ساختاری، به تعیین درجه پایایی متغیرها پرداخته شود.

تهیه الگوی صید از هر زیستگاه یا ساحل نیازمند دسترسی به اطلاعات مربوط به رشد ماهیها در آن زیستگاه

$$H = \beta_1 E + \beta_2 E^2 \quad (8)$$

رابطه (۸) مدل شیفر است. در این رابطه میزان صید به صورت منحنی درجه دوم با تلاش صیادی ارتباط دارد. در صورت برقراری شرط مرتبه اول برای معادله شیفر، میزان تلاش و صید بهینه متناسب با آن بدست خواهد آمد.

$$E_{MSY} = -0.5 \beta_1 / \beta_2 \quad (9)$$

$$MSY = -0.25 \beta_1^2 / \beta_2 \quad (10)$$

در روابط فوق MSY و E_{MSY} به ترتیب بیانگر حداکثر برداشت پایدار و تلاش متناسب با آن را نشان می‌دهد. بجز مدل شیفر مدل‌های مازاد دیگری هم ارائه شده‌اند که تفاوت این مدل‌ها غالباً مربوط به فرضیاتی است که در مورد رشد آبی و همچنین روابط بین تلاش صیادی و میزان ذخیره موجود می‌باشد. از میان سایر مدل‌های مازاد مدل فوکس (۱۹۷۰) به دلیل انطباق بیشتر با مدل‌های تحلیلی، بیشتر مورد توجه بوده است (۹). مدل فوکس بر خلاف مدل شیفر غیر متقارن می‌باشد و چنانچه تلاش برای صید افزایش یابد، مقدار صید به ازای واحد تلاش به صورت غیر خطی کاهش می‌یابد (شکل ۲). شکل کلی مدل فوکس به صورت زیر است.

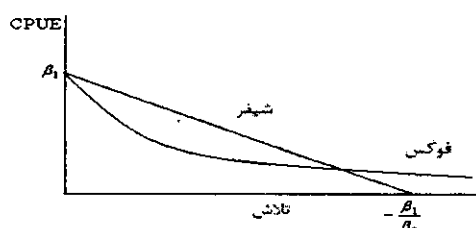
$$H = \exp(\beta_3 + \beta_4 E) \quad (11)$$

در مدل فوکس تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار از ذخیره و صید متناسب با آن به صورت روابط ذیل بیان می‌شود.

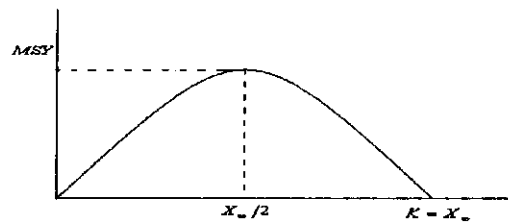
$$E_{MSY} = -1 / \beta_4 \quad (12)$$

$$MSY = (-1 / \beta_4) \exp(\beta_3 - 1) \quad (13)$$

شایان ذکر است که در خصوص دو مدل فوق، با افزایش تلاش میزان صید به ازای واحد تلاش (CPUE) کاهش یافته ولی در مدل فوکس بر عکس مدل شیفر با افزایش تلاش مقدار صید به ازای واحد تلاش به صفر نمی‌رسد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه مدل‌های شیفر و فوکس



شکل ۱- ارتباط صید و وزن زنده

به منظور نزدیکتر کردن روابط فوق به واقعیت، ضریب صیدپذیری (q) به روابط قبلی اضافه می‌شود. این ضریب بیانگر کارایی فنی صید یا توانایی صیاد می‌باشد و به عواملی همچون تکنولوژی صید بستگی دارد. بر اساس ضریب فوق، میزان صید از یک ذخیره آبی به صورت $H = q \cdot E \cdot X$ بیان می‌گردد. عبارت H/E صید به ازای واحد تلاش (CPUE) می‌باشد. بر این اساس می‌توان رابطه زیر را بدست آورد.

$$X = \frac{CPUE}{q} \quad (4)$$

در صورتی که رابطه (۴) را در رابطه (۳) قرار داده شود، رابطه زیر حاصل خواهد شد.

$$H = r(CPUE/q) \cdot [1 - \frac{CPUE/q}{CPUE_{\infty}/q}] \quad (5)$$

که در این رابطه $CPUE_{\infty}$ بیانگر صید به ازای واحد تلاش در حالتی است که وزن زنده بیشترین مقدار را دارا باشد. اگر طرفین رابطه (۵) را بر $CPUE$ تقسیم شود رابطه زیر حاصل می‌گردد.

$$E = r/q [1 - \frac{CPUE}{CPUE_{\infty}}] \quad (6)$$

و یا

$$CPUE = CPUE_{\infty} - [CPUE_{\infty} \cdot \frac{q}{r}] E \quad (7)$$

رابطه (۷) معادله خطی با شیب

$$\beta_2 = [CPUE_{\infty} \cdot r/q]$$

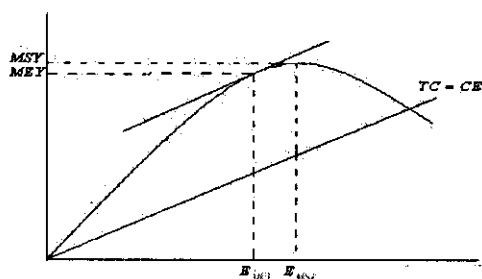
عرض از مبدا $\beta_1 = CPUE_{\infty}$ می‌باشد. بنابراین رابطه (۷) را می‌توان

به صورت $CPUE = \beta_1 + \beta_2 E$ نوشت. اگر طرفین این

رابطه در تلاش صیادی (E) ضرب شود، رابطه (۸) حاصل

می‌گردد.

قیمت ماهی در کل میزان صید حاصل می‌شود. حداکثر برداشت پایدار اقتصادی از تقاطع منحنی درآمد کل با هزینه کل بدست می‌آید. در تمامی نقاط سمت چپ نقطه تعادل، درآمد کل بیشتر از هزینه کل بوده و فعالیت صید سودآور است. در نقطه‌ای که شیب خط TC با شیب خط TR برابر می‌شود، مقدار سود حداکثر خواهد بود. در صورتی که یک ذخیره به صورت انحصاری باشد و یا دولت میزان برداشت را در کنترل خود داشته باشد، مدیریت آن مشابه ذخایر خصوصی بوده و شرط بهره‌برداری اقتصادی از آن برابری درآمد نهایی و هزینه نهایی صید می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳- رابطه بین حد بهره‌برداری بیولوژیکی و اقتصادی و تلاش مرتبط با آن

با توجه به شکل (۳)، حد بهره‌برداری اقتصادی کمتر از حد بهره‌برداری بیولوژیکی می‌باشد. در این حالت سود حاصل از برداشت ماهی به صورت رابطه زیر خواهد بود.

$$\pi = PH - CE \quad (14)$$

در این رابطه π میزان سود، P متوسط قیمت فروش آبری، C هزینه نهایی واحد تلاش برای صید و H میزان صید است. در صورت برقراری شرط مرتبه اول برای تابع سود بالا رابطه زیر حاصل خواهد شد.

$$P \frac{\partial H}{\partial E} - C = 0 \quad (15)$$

مقدار تلاش متناسب با حداکثر برداشت اقتصادی (E_{MEY}) با لحاظ پارامترهای مدل شیفر یا فوکس (β_1) تا β_4 ، هزینه (C) و قیمت صید (P) در رابطه (۱۵) محاسبه می‌گردد. بدیهی است پس از محاسبه E_{MEY} مقدار MEY نیز محاسبه خواهد شد.

انتخاب بین دو مدل زمانی اهمیت دارد که مقدار تلاش بطور نسبی بالا باشد. اما اینکه کدامیک از مدل‌های شیفر و یا فوکس مناسبتر است، قابل اثبات نمی‌باشد. بنابراین توصیه می‌شود مدلی که با داده‌های مورد استفاده سازگاری بیشتری دارد انتخاب گردد.

مانند هر فعالیت تولیدی دیگر صید هم مستلزم بکارگیری عوامل تولید (تلاش) می‌باشد. میزان تلاش و مقدار ذخیره ماهی عوامل تاثیرگذار بر صید می‌باشند. از این رو قانون بازدهی نزولی در خصوص بکارگیری واحدهای بیشتر تلاش، می‌تواند صادق باشد. بدین صورت که با افزایش تلاش از طریق افزایش تعداد تور، تعداد قایق و تعداد صیاد ابتدا مقدار ماهی بیشتری صید شده و این امر می‌تواند تا حداکثر برداشت بیولوژیکی باشد. ولی از آن به بعد با افزایش تلاش میزان صید کاهش یافته و ذخیره را در معرض نابودی قرار می‌دهد.

حداکثر میزان بهره‌برداری اقتصادی با حداکثر میزان بهره‌برداری بیولوژیکی کمی متفاوت است. چرا که در حداکثر برداشت اقتصادی MEY ضمن پایداری ذخیره به لحاظ بیولوژیکی، اصول و قواعد اقتصادی نیز رعایت شده‌اند. فعالیت صید مستلزم تلاش است. این تلاش چه بصورت ساده با استفاده از قلاب ماهیگیری انجام پذیرد و چه بصورت پیشرفته و صنعتی با ناوگان دریایی انجام پذیرد، مستلزم صرف هزینه برای نیروی کار، ابزارآلات صید و سرمایه است. از اینرو رابطه میان تلاش و مقدار برداشت ماهی فعالیتی اقتصادی است که بایستی حد مطلوب آن تعیین شود. بدین منظور محققین سعی دارند تا حد بهینه صید و تلاش را از روند تلاش و مقدار صید مشخص سازند. آنها معمولاً با استفاده از روشهای مختلف آماری و زیستی در قالب مدل‌های مختلف به ارزیابی و تعیین حد بهینه بهره‌برداری می‌پردازند.

یکی از روشهای تعیین حد بهینه بهره‌برداری، استفاده از منحنی‌های درآمد و هزینه می‌باشد. در صورتی که هزینه هر واحد تلاش برابر با مقدار ثابت C باشد، با فرض داشتن هزینه واحد می‌توان هزینه کل را محاسبه کرد. در شکل (۳) هزینه کل با TC نشان داده شده است که خطی با شیب C می‌باشد. درآمد کل TR از حاصلضرب متوسط

نتایج

همانطور که در مبحث روش تحقیق نیز عنوان شد متغیرهای مورد استفاده داده های سری زمانی مربوط به سالهای ۸۳-۱۳۶۸ می باشند و با توجه به اهمیت رفتار آماری این متغیرها ابتدا ویژگی های آماری آنها از نظر پایا بودن مورد آزمون قرار گرفت. که ابتدا نتایج حاصل از این آزمون ارائه شده است.

یک متغیر سری زمانی وقتی پایا است که میانگین، واریانس، کواریانس و ضرایب همبستگی آن در طول زمان ثابت، یا به عبارت دیگر مستقل از زمان باشد. در این راستا تشخیص پایایی متغیرهای سری زمانی از طریق آزمونهای مختلفی از جمله آزمون ریشه واحد و آزمون فیلیپس پرون امکان پذیر است. پایایی داده های مطالعه حاضر با استفاده از آزمون ریشه واحد و با روش نه مرحله ای (صدیقی، ۲۰۰۰) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ خلاصه شده است. با توجه به بروز تحولات جوی در منطقه، در انجام آزمون پایایی متغیرها اثر موسوم به شکست ساختاری نیز با استفاده از روش پرون مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای سری زمانی مورد استفاده در این مطالعه بشرح جدول ۱ می باشد.

همانطور که از نتایج جدول ۱ مشاهده می شود، متغیرهای P, W, B, N, D در سطح پایا بوده و متغیرهای H, R, F پس از یکبار تفاضل گیری رفتار پایایی از خود نشان می دهند.

پس از آن به منظور تعیین حدود بهینه برداشت بیولوژیکی و اقتصادی، برآورد میزان صید با استفاده از توابع فوکس و شیفر صورت گرفت. این توابع مشتمل بر متغیرهای میزان بارندگی، حجم آب دریاچه، میزان صید، قیمت عمده فروشی ماهی، تلاش و همچنین متغیر تعداد روزهای طوفانی به عنوان متغیر محیطی تاثیرگذار بر صید می باشد. تخمین پارامترهای توابع فوکس و شیفر با استفاده از داده های سالهای ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۳ صورت گرفت. در برآورد مدل های فوکس و شیفر از دو تصریح استفاده شد. در تصریح اول روزهای طوفانی در متغیر تلاش لحاظ گردید و در تصریح دیگر، تعداد روزهای طوفانی به عنوان متغیری مستقل در مدل لحاظ گردید. شکل کلی مدل های فوکس و

شیفر برای حالتی که تعداد روزهای طوفانی در متغیر تلاش لحاظ شده است، به صورت زیر است.

$$\text{Schaefer: } H_t = \beta_1 E_t + \beta_2 E_t^2 + \beta_3 E_t R_{t-1} + \beta_4 E_t W_{t-1} \quad (16)$$

$$\text{Fox: } H_t = E_t R_{t-1}^{\beta_1} W_{t-1}^{\beta_2} \exp(\beta_3 + \beta_4 E_t) \quad (17)$$

که در آن (E) تلاش صیادی می باشد. تلاش صیادی معمولاً شاخصی از تعداد شناورها، قدرت شناورها، تعداد ملوانان و روزهای صید می باشد (۱۲۰۹). در مطالعه حاضر از تعداد شناورها، روزهای صید و تعداد ملوانان به عنوان شاخص تلاش استفاده شد.

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه واحد بر داده های سری زمانی مورد استفاده (سالهای ۸۳-۱۳۶۸)

نام متغیر	شرح	مرتب به پایایی	ملاحظات
H	میزان صید انواع ماهی به کیلوگرم	I(1)	بدون روند و با یک وقفه
P	متوسط قیمت عمده فروشی هر کیلوگرم ماهی	I(0)	بدون روند و بدون وقفه
R	میزان بارندگی سالیانه در منطقه به میلی متر	I(1)	بدون روند و بدون وقفه
W	میزان حجم آب دریاچه به سانتی متر	I(0)	بدون روند و با دو وقفه
F	تعداد روزهای طوفانی در سال	I(1)	بدون روند و بدون وقفه
B	تعداد قایقهای موتوری مورد استفاده بمنظور صید	I(0)	بدون روند و با یک وقفه
N	تعداد صیادان به نفر	I(0)	بدون روند و با یک وقفه
D	تعداد روزهای صید در سال	I(0)	بدون روند و بدون وقفه

نتایج حاصل از برآورد مدل های مذکور در جدول ۲ خلاصه شده است.

همانطور که از نتایج جدول بر می آید، در مدل شیفر هیچکدام از متغیرهای لحاظ شده در مدل در سطح معنی داری ۱۰ درصد حائز اهمیت آماری نمی باشند. البته تمامی متغیرها دارای تاثیر مثبت بر میزان صید می باشند. از بین متغیرهای لحاظ شده در مدل، متغیر تلاش به لحاظ مقداری دارای تاثیری به مراتب بیشتر از سایر متغیرها می باشد. البته شایان ذکر است که متغیرهای حجم آب دریاچه و میزان بارندگی با یک وقفه وارد مدل شده اند. این تصریح از مدل شیفر دارای R^2 بالا نمی باشد که بیانگر

می‌باشد که این آماره حاکی از برازش نسبتاً خوب مدل می‌باشد. از سوی دیگر آماره F نیز $۱۰/۷۵$ می‌باشد که بزرگتر از مقدار بحرانی جدول بوده و حاکی از مخالف صفر بودن کلیه ضرایب مدل یا به عبارت دیگر معنی داری کل مدل می‌باشد. DW (آماره دوربین واتسون) عددی برابر $۲/۲۶$ می‌باشد که نشان دهنده عدم وجود خودهمبستگی است.

در تصریح دیگر که تعداد روزهای طوفانی به عنوان متغیری مستقل در توابع فوکس و شیفر لحاظ گردید. تحت این شرایط شکل کلی مدل‌های برآورد شده بصورت زیر می‌باشد.

(۱۸)

$$\text{Schaefer: } H_t = \beta_1 E_t + \beta_2 E_t^2 + \beta_3 E_t R_{t-1} + \beta_6 E_t W_{t-1} + \beta_9 F_t$$

(۱۹)

$$\text{Fox: } H_t = E_t R_{t-1}^{\beta_1} W_{t-1}^{\beta_2} F_t^{\beta_3} \exp(\beta_3 + \beta_4 E_t)$$

نتایج حاصل از برآورد مدل‌های مذکور در جدول ۳ آمده است.

همانطور که از نتایج جدول ۳ بر می‌آید، در مدل شیفر هیچکدام از ضرایب معنی‌دار نشده‌اند که آماره F نیز آن را تایید می‌کند. در این حالت متغیرهای میزان بارندگی و حجم آب دریاچه دارای تاثیری مثبت و متغیر تعداد روزهای طوفانی دارای تاثیری منفی بر میزان صید می‌باشند. این در حالی است که در مدل فوکس، متغیر حجم آب دریاچه در سطح معنی‌داری ۱ درصد حائز اهمیت آماری می‌باشد و دارای تاثیری مثبت بر میزان صید می‌باشد. متغیر معنی‌دار دیگر میزان بارندگی می‌باشد که در سطح ۵ درصد معنی‌دار و دارای تاثیری مثبت بر میزان صید می‌باشد. البته شایان ذکر است که متغیرهای حجم آب دریاچه و میزان بارندگی با یک وقفه وارد مدل شده‌اند. چرا که این متغیرها با تاخیر بر صید تاثیر می‌گذارند. قابل به ذکر است که حجم آب دریاچه دارای تاثیر بیشتری بر میزان صید است. متغیر تعداد روزهای طوفانی نیز هرچند معنی‌دار نشده ولی دارای علامتی موافق انتظار می‌باشد، چرا که تاثیر متغیر تلاش بر میزان صید مثبت و تعداد روزهای طوفانی دارای تاثیری منفی بر میزان صید می‌باشد.

ضعیف بودن آن می‌باشد. همچنین آماره F ، $۱/۷۹$ می‌باشد که از F جدول کوچکتر می‌باشد که حاکی از عدم معنی‌داری تصریح فوق می‌باشد.

جدول ۲- نتایج حاصل از برآورد مدل‌های فوکس و شیفر (با لحاظ کردن روزهای طوفانی در تلاش)

پارامتر	مدل فوکس		مدل شیفر	
	ضریب	خطای معیار	ضریب	خطای معیار
β_1		۰/۲۴۸۶۰۲	۰/۱۵۱۷۴۱	
β_2		۰/۰۰۰۰۰۱۰۱	-۰/۰۰۰۰۰۰۵۹۹	
β_3	۵۱۰۰۱۶۵۹	-۱۴/۲۳۱۷۶***		
β_4	۰/۰۰۰۰۰۰۵۸۱	-۰/۰۰۰۰۰۰۲۰۳		
β_5		۰/۰۰۰۰۴۵۴	۰/۰۰۰۰۵۰۸	
β_6		۰/۰۰۰۰۰۰۵۴	۰/۰۰۰۰۰۰۵۲۵	
β_7	۰/۲۷۸۸۸	۰/۶۴۶۲۰۴***		
β_8	۰/۱۶۲۳۹۹	۰/۶۵۰۶۴۹***		
R^2	۰/۷۴	۰/۴۱		
DW	۲/۲۶	۱/۶۲		
F	۱۰/۷۵	۱/۷۹		

* و ** و *** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

در تصریح مدل فوکس، حجم آب دریاچه در سطح معنی‌داری ۱ درصد حائز اهمیت آماری می‌باشد. این متغیر دارای تاثیری مثبت بر میزان صید می‌باشد. همچنین میزان بارندگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار و دارای تاثیری مثبت بر میزان صید می‌باشد. معنی‌داری همزمان این دو متغیر بیانگر آن است که میزان صید علاوه بر اینکه به حجم آب دریاچه بستگی دارد که قسمت اعظم آن از طریق آورد رودخانه هیرمند تامین می‌شود، وابسته به میزان بارندگی در منطقه نیز می‌باشد. این در حالیست که متغیر تلاش به لحاظ آماری معنی‌دار نشده و دارای علامت منفی می‌باشد. علامت منفی ضریب متغیر تلاش بیانگر کاهش صید به ازای واحد تلاش در ازای بکارگیری واحدهای بیشتر تلاش می‌باشد که این امر با تنوری و مدل سازگار می‌باشد. همچنین R^2 برای مدل فوکس در این حالت $۰/۷۴$

شکل مدل برآورد شده بصورت زیر می باشد.

(۲۰)

$$H = E_t R_{t-1}^{0.646304} W_{t-1}^{0.650649} \exp(-14.23176 + 0.00000203E_t)$$

جدول ۴- نتایج حاصل از مقایسه مدل‌های فوکس و شیفر

	مدل فوکس	مدل شیفر	آماره
	با لحاظ روزهای طوفانی بعنوان متغیری مستقل	با لحاظ روزهای با لحاظ روزهای طوفانی بعنوان متغیری مستقل	با لحاظ روزهای طوفانی بعنوان متغیری مستقل در تلاش
<i>AIC</i>	۲/۱۸	۲/۰۶	۱۹/۱۳
<i>SBC</i>	۲/۴۲	۲/۲۵	۱۹/۳۷
<i>R</i> ^۲	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۴۱
<i>DW</i>	۲/۱۴	۲/۲۶	۱/۶۲
<i>F</i>	۷/۴۲	۱۰/۷۵	۱/۷۹

بمنظور بدست آوردن حد بهینه برداشت بیولوژیکی می توان از رابطه (۲۰) نسبت به تلاش مشتق گرفت که طی آن میزان تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار به لحاظ بیولوژیکی بدست می آید. این مقدار در رابطه (۲۱) بصورت زیر است.

$$E_{t,MSY} = \frac{1}{0.00000203} = 492610.8 \quad (21)$$

چنانچه از رابطه (۲۱) بر می آید، تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار که بر اساس روند تاریخی متغیرهای ذکر شده مورد محاسبه قرار گرفته است برابر با ۴۹۲۶۱۰/۸ واحد می باشد. لذا حداکثر میزان برداشت پایدار از ذخیره ۲۱۴۳ تن می باشد که کمتر از مقادیر تاریخی میزان صید می باشد. لذا نتیجه گیری می شود که میزان صید از دریاچه هامون بیش از اندازه صورت می گیرد. البته این نکته نیز قابل ذکر است که چون تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار متأثر از روند تاریخی متغیرهای مورد استفاده در مدل فوکس می باشد، با تغییر این متغیرها میزان تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار نیز تغییر خواهد کرد. به عنوان مثال با داشتن میزان بارندگی و حجم آب دریاچه در یک سال می توان میزان تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار برای سال بعد را محاسبه کرد و از این طریق می توان متغیرهای تاثیرگذار بر تلاش را کنترل کرد و بدین ترتیب از بهره برداری بیش از اندازه ذخیره جلوگیری کرد. این امر از

جدول ۳- نتایج حاصل از برآورد مدل‌های فوکس و شیفر (با لحاظ کردن روزهای طوفانی به عنوان متغیری مستقل در مدل)

پارامتر	مدل فوکس		مدل شیفر	
	خطای معیار	ضریب	خطای معیار	ضریب
β_1	۰/۱۶۳۴۵۸	۰/۱۲۹۴۴۴		
β_2	۰/۰۰۰۰۰۰۵۶	-۰/۰۰۰۰۰۰۳۰۵		
β_3	۸/۴۹۸	-۵/۹۱۵۵		
β_4	۰/۰۰۰۰۰۰۸۴۳	۰/۰۰۰۰۰۰۲۵۳		
β_5	۰/۰۰۰۰۰۰۳۷۲	۰/۰۰۰۰۰۰۴۴۳		
β_6	۰/۰۰۰۰۰۰۴۶۶	۰/۰۰۰۰۰۰۳۱۱		
β_7	۰/۲۹۲۶۱۲	۰/۶۴۴۳۱۶**		
β_8	۰/۱۸۵۶۱۸	۰/۵۹۰۰۹۳***		
β_9	۰/۰۰۰۰۰۰۳۱۹	-۰/۰۰۰۰۰۰۳۶۱		
β_{10}	۰/۵۱۲۰۸۷	-۰/۵۰۷۹۱۷		
<i>R</i> ^۲	۰/۷۴	۰/۵۱		
<i>DW</i>	۲/۱۴	۱/۶۵		
<i>F</i>	۷/۴۲	۱/۸۷		

* و ** و *** به ترتیب معنی دار در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

این در حالیکه متغیر تلاش دارای ضریب مثبت بوده که این امر خلاف انتظار می باشد. ضریب ثابت نیز هر چند دارای تاثیری منفی می باشد، ولی معنی دار نشده است. همچنین *R*^۲ برای مدل فوکس در این حالت ۰/۷۴ می باشد که این آماره حاکی از برازش نسبتاً خوب مدل می باشد. از سوی دیگر آماره *F* نیز ۷/۴۲ می باشد که بزرگتر از مقدار بحرانی جدول بوده و حاکی از مخالف صفر بودن کلیه ضرایب مدل یا به عبارت دیگر معنی داری کل مدل می باشد. در این تصریح مدل دارای *R*^۲ نسبتاً بالا و آماره *F* معنی دار می باشد. در جدول (۴) با استفاده از برخی معیارهای آماری مدل‌های برآورد شده، مورد مقایسه قرار گرفته است.

نتایج حاصل از مقایسه دو مدل فوکس و شیفر تحت دو تصریح مختلف و براساس معیارهای آکائیک (*AIC*)، شواتز پیزین (*SBC*)، *R*^۲، دوربین واتسون (*DW*) و آماره *F* حاکی از برتری تصریح فوکس مشتمل بر حالتی که متغیر تعداد روزهای طوفانی در متغیر تلاش لحاظ شده می باشد. لذا این شکل مدل به عنوان مناسبترین تصریح جهت تبیین رابطه بین پارامترهای تاثیرگذار بر میزان صید انتخاب شد.

طریق کنترل متغیرهایی همچون تعداد صیادان، تعداد شناورها و تعداد روزهای صید در سال می‌تواند امکان‌پذیر باشد که با استفاده از محدودیت‌هایی که توسط اداره شیلات می‌تواند صورت گیرد، قابل دستیابی می‌باشد.

از آنجا که فعالیت صید مستلزم بکارگیری تلاش می‌باشد و تلاش نیز به نوبه خود مستلزم صرف هزینه برای نیروی کار، ابزارآلات صید و سرمایه است، لذا صید فعالیتی اقتصادی است که باید حد بهینه بهره‌برداری (متناظر با حداکثر میزان سود) تعیین شود. در چنین حالتی سود حاصل از فعالیت صید از رابطه زیر بدست خواهد آمد.

$$E_{i_{MEV}} = \frac{C_i / P_i}{0.00000203} \quad (22)$$

همانطور که از رابطه (۲۲) پیداست، حد بهینه برداشت اقتصادی وابسته به دو عامل است C_i و P_i است که C_i هزینه هر واحد تلاش در سال تام و P_i میانگین قیمت ماهی در سال تام می‌باشد. میزان صید و تلاش متناسب با حداکثر مقدار اقتصادی نیز محاسبه گردید که به ترتیب برابر با ۱۵۶۱ تن و ۴۱۷۷۸۸ واحد تلاش می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار صید شده در سال ۱۳۸۳ حدود ۴۹۲۶۱۰ تن بوده که بیش از مقدار مورد محاسبه می‌باشد، لذا پدیده صید زیاد از حد (Overfishing) در منطقه صورت گرفته است.

بنابراین حداکثر میزان برداشت اقتصادی متناسب با تغییر دو عامل مذکور (قیمت ماهی و هزینه صید) تغییر خواهد کرد. هرچه قیمت ماهی به هزینه واحد تلاش نزدیکتر باشد میزان صید بیشتری صورت خواهد گرفت و حداکثر میزان برداشت اقتصادی به حداکثر میزان برداشت بیولوژیکی نزدیکتر خواهد بود.

بحث

در این مطالعه با استفاده از مدل‌های بیولوژیکی فوکس و شیفر، حدود بهینه برداشت بیولوژیکی و اقتصادی ماهی از دریاچه هامون تعیین گردید. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های سری زمانی می‌باشد. داده‌های سری زمانی مربوطه از اداره شیلات شهرستان زابل، امور آب سیستان و سالنامه‌های هواشناسی کشور بدست آمد.

مدلهای فوکس و شیفر تحت دو تصریح مختلف برآورد گردیدند. بدین ترتیب که در تصریح اول تعداد روزهای طوفانی در متغیر تلاش گنجانده شد و در تصریح دوم تعداد روزهای طوفانی به عنوان متغیری مستقل در توابع مذکور لحاظ گردید. مقایسه نتایج این مطالعه که با استفاده از معیارهای آماری انجام گرفت، حاکی از آن بود که مدل فوکس تحت تصریحی که تعداد روزهای طوفانی در متغیر تلاش لحاظ می‌شود، نتایج بهتری را نسبت به حالت‌های دیگر ارائه می‌کند. از این رو بود که این تصریح از مدل به عنوان مناسبترین شکل برای نشان دادن رابطه بین میزان صید و پارامترهای تاثیرگذار بر آن انتخاب شد. براساس این تصریح، تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار برابر با ۴۹۲۶۱۰/۸ واحد تلاش و حداکثر میزان برداشت پایدار ۲۱۴۳ تن می‌باشد که کمتر از مقادیر تاریخی میزان صید (۴۹۲۶۱۰ تن) می‌باشد. لذا نتیجه گیری می‌شود که صید از دریاچه هامون بیش از اندازه صورت می‌گیرد.

از آنجا که میزان صید تحت تاثیر متغیرهای محیطی همچون میزان بارندگی و حجم آب دریاچه می‌باشد، افزایش این پارامترها می‌تواند توان پرورش ذخیره را افزایش داده و بر حداکثر برداشت پایدار از ذخیره مؤثر واقع شود. با داشتن میزان تلاش بهینه می‌توان متغیرهای تاثیرگذار بر تلاش را کنترل کرد و متناسب با توان ذخیره از آن بهره‌برداری کرد. این امر از طریق کنترل متغیرهایی همچون تعداد صیادان، تعداد شناورها و تعداد روزهای صید در سال می‌تواند امکان‌پذیر باشد که با استفاده از محدودیت‌هایی که توسط اداره شیلات می‌تواند صورت گیرد، قابل دستیابی باشد.

از آنجا که فعالیت صید مستلزم بکارگیری تلاش می‌باشد و تلاش نیز به نوبه خود مستلزم صرف هزینه برای نیروی کار، ابزارآلات صید و سرمایه است، لذا صید فعالیتی اقتصادی است که حد بهینه بهره‌برداری از آن که متناسب با حداکثر میزان سود می‌باشد، بایستی تعیین شود. در چنین حالتی سود حاصل از فعالیت صید، زمانی حداکثر می‌شود که ارزش تولید نهایی صید برابر با هزینه واحد تلاش باشد. بر این اساس، میزان حداکثر برداشت اقتصادی وابسته به دو عامل هزینه واحد تلاش و میانگین قیمت فروش ماهی در آن سال می‌باشد. هرچقدر قیمت ماهی به هزینه واحد تلاش نزدیکتر باشد میزان صید بیشتری صورت

خواهد گرفت و حداکثر میزان برداشت اقتصادی به حداکثر میزان برداشت بیولوژیکی نزدیکتر خواهد بود. بنابراین پیشنهاد می شود با توجه به پارمترهای محیطی (طوفان و بارندگی) و اقتصادی (قیمت ماهی و هزینه صید) در شروع هر فصل حد بهینه بهره برداری ماهی از دریاچه تعیین شده و توسط شیلات به صیادان منطقه اعلام گردد.

REFERENCES

منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، ع. ا. ۱۳۸۳. اقتصاد منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه هرمزگان. تهران.
۲. خوش اخلاق، ر. و م. کیانی. ۱۳۷۸. بررسی عوامل موثر بر تولید ماهیان سردآبی استان چهار محال و بختیاری. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۲۸.
۳. صادقی، ن. ۱۳۸۰. پرورش قزل آلاهی رنگین کمان. انتشارات نقش مهر، تهران، ۲۳۵ صفحه.
۴. مصطفی زاده، س. و ک. صدر. ۱۳۷۳. برآورد تابع صید تعاونیهای پره در سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی پژوهشی دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی. دانشگاه شهید بهشتی.
۵. مهندسین مشاور آبری گستر. ۱۳۷۶. مطالعات جامع تالاب هامون. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان.
۶. نور محمدی، خ. و ا. سعید ولیکی. ۱۳۷۵. بررسی تولید و بازاریابی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس شیلات ایران. ۶۱۹-۶۰۷.
7. Brodziak, J. 2002. In search of optimal harvest rates for coast groundfish. *North American Journal of Fisheries Management*. (22):258-271.
8. Carter, D. R. & F. W. Cubbage. 1995. Stochastic frontier estimation and sources of technical efficiency in southern timber harvesting. *Forest Science*. (41): 576-593.
9. Esmaeili, A. & I. Omar. 2003. Influence of rainfall on optimal spawner catch for the shrimp fishery in Iran. *North American Journal of Fisheries Management*. (23):385-391.
10. Esmaeili, A. 2005. Effect of climate change on fisheries in the Southern Iran. The first international workshop on climate change and fishery. Bergen. Norway.
11. Fox, W. W. 1970. An exponential surplus yield model for optimization exploited fish populations. *Transaction of the American Fisheries Society*. 99:80-88.
12. Hartill, B. W., M. Cryer & M. A. Morrison. 2005. Estimates of biomass, sustainable yield, and harvest: neither necessary nor sufficient for the management of non-commercial urban intertidal shellfish fisheries. *Fisheries Research*, (71):209-222.
13. Jensen, A. L. 2002. Maximum harvest of a fish population that has the smallest impact on population biomass. *Fisheries Research*, (57):89-91.
14. Martinez-Garmendia J., J. L. Anderson & M. T. Carroll. 2000. Effect of harvesting alternatives on the quality of U.S. North Atlantic Bluefin Tuna. *North American Journal of Fisheries Management*. (20):908-922.
15. Pan, M., P. Leung & S.G. Pooley. 2001. A decision support model for fisheries management in Hawaii: A Multilevel and Multiobjective Programming Approach. *North American Journal of Fisheries Management*. (21):293-309.
16. Prager, M. H. 2002. Comparison of logistic and generalized surplus-production models applied to swordfish, *Xiphias gladius*, in the north Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, (58):41-57.
17. Purchase, C. F., N. C. Collins & B. J. Shuter. 2005. Sensitivity of maximum sustainable harvest rates to intra-specific life history variability of lake trout (*Salvelinus namaycush*) and walleye (*sander vitreus*). *Fisheries Research*. Available online at www.sciencedirect.com.
18. Schaefer, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Inter- American Tropical Tuna Commission Bulletin* 1:27-56.
19. Seddighi, H., K. Lawler & A. Katos. 2000. *Econometric: A practical approach*, routledge, London