محمدرضا حسن‌نیا
مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران
مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران (ساری)

تحلیل اطلاعات صید ماهی ازون‌برون دریای خزر با استفاده از سریهای زمانی*

چکیده:

این مقاله از تجزیه و تحلیل الگوهای ارزیابی ذخایر ماهیان به منظور بهتر شناساندن علم ارزیابی ذخایر در ایران شکل گرفته است. بدین ترتیب که در ابتدا مبانی تجزیه و تحلیل حول دو محور بیولوژیک - اکولوژیک و ریاضی مدنظر قرار گرفت و با استفاده از آخرین منابع موجود، ساختارهای ارزیابی ذخایر در این دو بعد مورد بررسی واقع شد. با انجام حلهای اثباتی بعضی از معادلات مهم این علم، این توفیق حاصل شد که روح ریاضی حاکم بر این علم مورد نقّادی قرار گیرد. در ادامه عدم قطعیت این علم بررسی و از جمله راه حلهای اصولی غلبه بر آن استفاده از مبانی ریاضی کارآتر از جمله سریهای زمانی و شبیه‌سازی و احتمالات شرطی تشیخص داده شد.

در این راستا از اطلاعات ۶۱ (۱۳۰۶ - ۱۳۶۶) ساله صید ماهی ازون‌برون[1] استفاده شد که با اعمال روشهای ریاضی از قبیل برازش[2]، درونیابی[3]، حذف روند[4]، گرفتن میانگین متحرک[5]، و محاسبه و حذف خود همبستگی[6]، با این سری برای سالهای ۱۳۶۷ لغایت

---

*- دانشکدهٔ منابع طبیعی - دانشگاه تربیت مدرس. استاد راهنما: دکتر بهرام کیابی

1- *Acipenser stellatus*
2- *FITTING*
3- *INTERPOLATION*
4- *DETREND*
5- *MOBLLE AVERAGE*
6- *AUTOCORRELATION*

اداره کل دفتر مرکزی اطلاعات
شماره طبقه بندی:

۱۳۷۱ پیش‌بینی[1] صورت گرفت که خوشبختانه با میزان واقعی استحصال کاملاً همخوانی داشت.

مقدمه :

علم ارزیابی ذخایر بیش از یکصدوبیست سال در جهان سابقه دارد، در حالیکه در ایران عمری به اندازه مؤسسه آموزش و تحقیقات شیلات دارد. در این علم موضوعات متعددی از علوم ریاضی و کامپیوتر تا مسائل اقتصادی در بستر بیولوژیک - اکولوژیک مطرح می‌باشد که هر یک از آنها به تخصص‌های ویژه و کاربردی این علوم نیاز دارند تا بتوانند جامع شتات متنوعی از علوم گوناگون را برای نتیجه‌گیری بیولوژیکی در کنار هم گرد آورد. و این کار عظیمی است که رسالت انجام آنرا، علم ارزیابی ذخایر بر عهده دارد.

هدف غائی این علم تعیین بیوماس و تعیین سقف مجاز برداشت از دریاهاست که در کنار این دو موضوع، مسائل بسیاری از جمله علل نوسانات صید و مسائل جنبی مدیریت منابع آبی را مورد بررسی قرار می‌دهد. به منظور دست‌یابی به اهداف فوق، ناگریز از مدل‌سازی جنبه‌های بیولوژیک - اکولوژیک آبزیان هستیم که روشهای گوناگونی برای آن ارائه گردیده و پردازش صحیح آنها مستلزم آگاهی بر مسائل زیست شناختی، درک عمیق روابط اکولوژیکی، تسلط بر جنبه‌های ریاضی مدلها و تطبیق آگاهانه آنها با واقعیتهاست. و این همه در حالی است که دانشمندان باتجربه این علم در کشورهای صاحب کلاس، به دلیل عدم قطعیتهای فراوان حاکم بسیاری از عناوین این علم را مورد بازنگری جدی قرار داده‌اند. استفاده از روشهای ریاضی که با روح قوانین حاکم بر مسائل زیستی همخوانی داشته باشد یکی از راه حلهاست، که سری زمانی در کنار احتمالات شرطی و ماتریس‌ها جای خود را هر روز بیش از پیش باز می‌کنند.

تذکر این نکته ضروری است که استفاده از سریهای زمانی و دیگر روشهای ریاضی

1- FORECASTING

می‌تواند عدم قطعیتها را کاسته و نسبت به نتایج اطمینان بیشتری را ایجاد کند ولی خود به تنهائی نمی‌تواند جوابگوی اهداف غائی ارزیابی ذخایر باشد. البته در شرایط فقر اطلاعات در ایران و ضعف‌های تکنیکی و تاکتیکی این علم، استفاده از سری‌های زمانی می‌تواند به عنوان یک نقطه عطف اهمیت خود را بیشتر بنمایاند.

مواد و روش کار :

برای انجام دادن تجزیه و تحلیل بهتر، کتابهای مرجع محققانی از قبیل ریکر ۱۹۷۵، گولاند ۱۹۸۹، اسپاره و ونما ۱۹۹۲، پائولی ۱۹۸۴، پائولی و مورگان ۱۹۸۷، هیلبورن ۱۹۹۲، چتفیلد و دستورالعمل *ICES* و همچنین از نرم‌افزارهای *PEST* و *TSP7* و *EXPLORE* به دفعات مورد استفاده واقع گردید.

اطلاعات ۶۱ ساله صید ازون‌برون خزر بعنوان دستمایه محک سری زمانی انتخاب شد و با در نظر گرفتن تمام نقاط ضعف موجود، حتی الامکان بر روی آنها کار شد. در همه دهه‌های دوم و سوم که به دلیل بحرانهای جنگ جهانی دوم و در دهه پنجم بخاطر موتوری شدن قایق‌های صیادان آزاد، که به ثبت غلط اطلاعات یقین شد به روش نیوتن و با استفاده از رگرسیون، درونیابی صورت گرفت.

از آزمونهای آماری دوربین - واتسون، *F* آماری برازش، رگرسون، آزمون *t* به دفعات استفاده گردید. از روشهای ریاضی حداقل مربعات[1] و حداکثر راستنمائی[2] برای برازش‌ها استفاده شد. همچنین برای مشخص نمودن روند سری زمانی از روشهای هموارسازی[3]، رفع ترند[4] خطی و اختلاف‌گیری[5] استفاده گردید.

1- *LEAST SQUARE*

2- *MAXIMUM LIKLEIHOOD*

3- *SMOOTHING*

4- *DETREND*

5- *DIFFERENCE*

نتایج :

۱ - بارزترین مشخصه ارزیابی ذخایر عدم قطعیت آن است.

۲ - سالهاست که معادلات معرف بسیاری از مفاهیم ارزیابی ذخایر تغییری نکرده است. در حالیکه اندیشه محققین فراتر از مفاهیم مندرج در معادلات است. معادله رشد برتالانفی، مدل تولیدی گراهام و شیفر و مدل ریکوروتی به همان صورت پنجاه سال پیش بیان می‌گردد، یافتن منطق‌های ریاضی کارآتر و بیان معادلات رساتر از جمله مواردی هستند که باید مورد مداقه و موشکافی قرار گیرند.

۳ - بایستی برنامه‌های از پیش نوشته شده کامپیوتری را با دقت بکار برد، زیرا در صورت عدم انطباق آنها با شرایط خاص ایران، احتمالاً نتایج غلطی ببار خواهد آمد.

۴ - در کارهای تحقیقاتی، باید محور بیولوژیک - اکولوژیک اصل قرار گیرد و ریاضی و آمار و کامپیوتر و غیر آن بعنوان مفسر این محور و بیانگر روح حاکم بر روابط مدنظر قرار گیرد. انحراف از این اصل موجب تهی شدن این علم از اهداف آن خواهد شد.

۵ - ساختار معادلات مدلها، الگوها در روشهای گوناگون مورد بازنگری قرار گرفته و با دقت در انتخاب پارامترها، بایستی که در طبیعت محک زده شوند.

۶ - ریاضی و آمار را بایستی بعنوان نظام منسجم کننده نکات بیولوژیک و نه عنوان هدف مدنظر قرار داده، و ضمن تأئید کل مفاهیم ریاضی که تاکنون مورد استفاده قرار می‌گرفته از قبیل معادلات دیفرانسیل و ضمن پذیرش این نکته که بسیاری از پاسخ‌های مهم در این بستر جواب داده می‌شوند، توصیه می‌شود همراه با غور علمی بیشتر در آنها، دیدگاههای پویا و هماهنگ با تغییرات ساختاری بیولوژیکی از قبیل احتمالات شرطی و ماتریسها و سریهای زمانی نیز بکار گرفته شوند.

۷ - مهمترین نتیجه کاربردی این تحقیق، استفاده از سریهای زمانی در تحلیل اطلاعات صید ماهی ازون‌برون خزر می‌باشد که خوشبختانه با وجود کاستیهای بیشمار و آزمودن مدلهای بسیار، با توجه به نکات ذیل، مدل مطلوب براساس منطق سریهای زمانی بدست آمد:

الف : بهترین روند مناسب اطلاعات، روند خطی در نظر گرفته شد.

ب : در دو مقطع درونیابی صورت گرفت.

ج : براساس کمترین و اریانس، برای از بین بردن نوسانات ادواری، میانگین متحرک پنج از اطلاعات در نظر گرفته شد.

د : خود همبستگی در فاصله هفت شناسائی و حذف گردید. شکل شماره ۱ موید تعیین خود همبستگی است.

ه : با رعایت نکات فوق، مدل مناسب صید ازون‌برون خزر چنین خواهد بود :

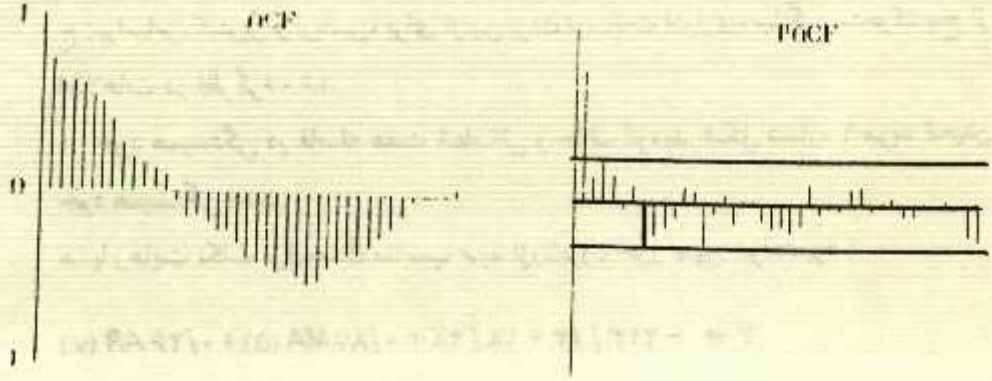
$$Y = -۲۴۳ / ۶۳ + ۱۸ / ۲X + ۰/۸۷\,MA\,(۵) + ۰/۴۶\,AR\,(۷)$$

که در این مدل مقدار دوربین واتسون	۱ / ۹۲
F آماری برازش	۲۷۱ / ۸
ضریب تعیین	۰/۹۴

و با آزمون t معنی‌دار بودن کلیه ضرایب تأئید شد.

۸ - با استفاده از اطلاعات ۶۱ ساله صید از ۱۳۰۶ لغایت ۱۳۶۶ (شکل شماره ۲ روند تغییرات آنرا نشان می‌دهد) و با استفاده از فرمول فوق، میزان صید برای سالهای ۱۳۶۷ الی ۱۳۷۱ پیش‌بینی شد که با استحصال واقعی کاملاً همخوانی داشت. جدول ذیل نتایج فوق را نشان می‌دهد:

پیش‌بینی با سری زمانی به تن		مقدار استحصال واقعی به تن	سالهای پیش‌بینی
مقدار خطای مجاز	مقدار پیش‌بینی		
۷۲	۸۴۲	۹۵۷	۱۳۶۷
۸۸	۸۰۶	۷۷۶	۱۳۶۸
۱۰۲	۷۶۲	۷۶۶	۱۳۶۹
۱۱۳	۷۳۶	۶۷۸	۱۳۷۰
۱۲۲	۶۶۸	۶۳۲	۱۳۷۱



شکل شماره ۱ – ترسیم تابع اتوکرولاسیون جزئی بعد از حذف روند خطی و رفع نوسانات ادواری که درجه خود همبستگی را در فاصله هفت نشان می‌دهد

شکل شماره ۲ - ترسیم اطلاعات خام ۶۱ ساله ماهی ازون‌برون دریای خزر

بحث :

به طور کلی می‌توان معادلات بکار گرفته شده در ارزیابی ذخایر را به دو دسته کلی تقسیم نمود :

۱ - معادلات بدون دیمانسیون که شکل اثبات ریاضی نداشته و صرفاً در نتیجه تجربیات دانشمندان مختلف حاصل گردیده است مانند بعضی از معادلات تنظیم چشمه و تلاش ماهیگیری، دو طرف اینگونه معادلات، لزوماً اعداد بدون بعد می‌باشند.

۲ - معادلات دارای دیمانسیون که بیشتر از خانواده معادلات دیفرانسیل انفکاک‌پذیر دو بخشی می‌باشند. در این معادلات ابتداءاً سعی می‌شود که شکل تغییرات در موضوع مورد بحث را بدست آورده و در چهارچوب ریاضی مناسب، آنرا بیان نموده و با انتگرالگیری از آن چه به شکل توصیفی و چه به شکل عددی، معادله دلخواه بدست آورده شود:

مورتو (به نقل ریکر ۱۹۷۹) شکل کلی این گونه معادلات را چنین ارائه داده است :

$$\frac{dy}{dt} = \mid ay - f(y) \mid$$

بیان آن به این گونه است که می‌توان تغییرات هر متغیری را برحسب ضریب ثابتی از آن متغیر (a) ضربدر مقدار آن متغییر منهای تابعی از آن متغیر فرموله کرد.

شناخت و درک این فرمول‌بندی دارای اهمیت اساسی است، تمام معادلات رشد از قبیل برتالانفی (Bertalanfy)، کمپرتز، لجستیک و غیره و تمام معادلات بقا و مرگ ومیر و کلیه معادلات ریکورروت و تمام معادلاتی که به نوعی ترکیبی از سایر معادلات می‌باشند از قبیل معادلات بازده و غیر آن که شاید بیش از شصت درصد معادلات ارزیابی ذخایر باشند براساس این منطق شکل گرفته‌اند.

این منطق با قابلیتهای بالائی که دارد تاکنون یکی از مهمترین اهرمهای تحلیل پویائی شناسی جمعیتهای آبزی بوده و در آینده نیز نقش حیاتی خود را ایفاء خواهد کرد. ولی در مسائل جمعیتی نکات بسیاری وجود دارند که این منطق نمی‌تواند به آنها پاسخگو باشد.

در حوزه دینامیسم جمعیت آبزیان، از زوایای گوناگونی می‌توان مسائل را مورد مداقه

قرار داد، هر یک از زوایا می‌تواند دربرگیرنده منطق ریاضی خاصی با ویژگیهای منحصربفرد باشد.

معادلات دیفرانسیل فوق با استفاده از منطق حداقل مربعات، بیشتر موقعیت‌های تعادلی را مورد بررسی قرار می‌دهد. کلید انعطاف‌پذیری این معادلات استفاده از تابع $f(y)$ می‌باشد. و حتی در صورتیکه این تابع بطور صحیحی انتخاب شده باشد، بیانگر یک حالت تعادلی خواهد بود که در صورت تغییر شرایط دیگر جوابگو نخواهد بود. و برای پوشش جامع بایستی برای شرایط مختلف معادلات گوناگونی ارائه داد و این کاری نه چندان مطلوب خواهد بود.

امروزه تجدیدنظر در دیدگاهها و مبانی و روشهای علم ارزیابی ذخایر به صورت یک ضرورت حتمی مطرح است و از زوایای گوناگون مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است، که در کنار بحثهای فراوانی که در متن اصلی پایان نامه مطرح گردیده است، از نظر استفاده از منطق‌های ریاضی کارآتر که با سیر تحولات جمعیتی همخوانی داشته باشد، سریهای زمانی به دلیل ویژگیهای ذیل مورد توجه قرار گرفت:

۱ - تنها منطقی است که با گذشت زمان خود همبستگی را مورد مطالعه قرار می‌دهد، در این سریها که از رگرسیون منشاء گرفته است ولی به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده است که می‌تواند تغییرات یک متغیر را در زمانهای قبل و یا بعد آن مورد بررسی قرار می‌دهد. این امر به این منطق قدرت مانور فوق‌العاده‌ای را می‌دهد و برای مسائلی مانند ارزیابی ذخایر که شناخت از پارامترها اندک اندک بوده و قدرت پارامتر سازی محدود، می‌تواند بخوبی مورد استفاده قرار گیرد.

۲ - ویژگی بسیار مهم دیگر این سریها، توان پیش‌بینی آنهاست که این مهم بسادگی حاصل نشده و محتاج عملیات ریاضی برای ایجاد ساختار ریاضی مناسب از داده‌ها، درک کلی از موضوع مورد مطالعه، و همچنین به خلاقیت و تجربه نیاز می‌باشد.

در حل این سریها دو نکته اساسی هدف قرار می‌گیرند که عبارتند از:

۱ - پریود موثر نوسانات ادواری مورد شناسائی قرار گرفته و سعی می‌شود تأثیر آن حذف و

یا به حداقل رسانده شود، حداقل و رایانس می‌تواند برای این مهم، ملاک مناسبی باشد.
۲ - میزان خود همبستگی و فاصله‌ای که آنرا ایجاد می‌کند، شناسائی شده و آنرا حذف می‌کنند، ملاک مناسب اینکار آزمودن دوربین واتسون می‌باشد. برای حذف خود همبستگی، بایستی که فاصله مؤثر آنرا با حذف روند و استفاده از تابع اتوکرولاسیون (بیشتر از تابع اتوکرولاسیون جزئی استفاده می‌شود) بدست می‌آورند.

دو ویژگی و دو نکته هدفی که ذکر شد، از جمله مواردی هستند که سریهای زمانی را برای استفاده در تحلیل اطلاعات صید در علم ارزیابی ذخایر بسیار مناسب می‌سازد، زیرا از سوئی یکی از مهمترین اهداف این علم که پیش‌بینی نوسانات صید می‌باشد، تاکنون یا استفاده از تخمین بیوماس و یا با استفاده از تخمین *MSY* حال چه با استفاده از روشهای فراوانی طولی یا غیر آن صورت می‌گرفته است، ولی در این تحقیق با توجه به اینکه میزان صید در یک دوره مشخص می‌تواند بر مقدار ذخیره سالیان بعد و در نتیجه بر مقدار استحصال آن اثر جدی داشته باشد که این نکته در واقع تعبیری از خود همبستگی است که فقط سریهای زمانی می‌تواند پاسخگوی آن باشد، و از سوی دیگر وجود نوسانات ادواری که به دلیل تغییرات بسیار شرایط اکولوژیک و کلیماتولوژیک و حتی ادافیک و غیره یک واقعیت زیستی بسیار موثر بر جهان آبزیان است و می‌تواند مسائل بسیاری خارج از قدرت درک ما را بیان نماید که سریهای زمانی نیز آنرا مورد بررسی قرار می‌دهد. در نهایت بدلیل توان این سریها در پیش‌بینی و به دلایل فوق، بجای استفاده از روشهای پرهزینه که بعضاً مبتلا به بسیاری از عدم قطعیتها و مشکلات تئوریکی و عملی بسیاری است، با استفاده از منطق ریاضی مناسبی همچون سریهای زمانی، میزان صید در سالهای بعد پیش‌بینی شد، که خوشبختانه با واقعیت استحصال همخوانی داشت.

این نکته قابل ذکر است که با وجود مشکلات بسیار در امر بکارگیری اطلاعات مورد نیاز مدلهای گوناگون ارزیابی ذخایر، و غیرممکن بودن یافتن پاسخی صحیح از آنها بکارگیری سریهای زمانی و نتایج حاصل از آن بدون شک می‌تواند بعنوان نقطه عطفی در علم ارزیابی ذخایر مطرح شود.

تشکر

بدینوسیله تشکر و امتنان قلبی خود را از آقایان دکتر کیایی، دکتر قنبرزاده، دکتر مشکانی، دکتر رضوانی، دکتر پورغلام و همچنین از آقایان کارشناسان: رستمی، خورشیدیان، کامرانی، پورمند، گودرزی، و کارشناسان فائو: آقایان ون زالینگ، استوماتوپولوس، و آقای یوهانسن ابراز داشته و برای همگی آنها آرزوی توفیقات روزافزون علمی را دارم.

توضیح

این مقاله یک کار کلاسیک پایان‌نامه‌ای بوده و هر قدر که تلاش صورت گرفته باشد، بدون شک نکاتی وجود دارند که تذکر آنها باعث ارشاد نگارنده خواهد شد، که از همه سروران گرامی درخواست می‌شود که نظرات اصلاحی و ارشادی خود را به نگارنده در مرگ تحقیقات شیلاتی مازندران منعکس سازند.

فهرست منابع و مراجع

1 - Chatfield , c , Analysis of time series.

2 - Culland, J . A , fish stock Assessment FAO, willey series, UK, 1989.

3 - Hilborn . Ray and C . J . Walters, Quantitative risheries stock Assessment, Chapman and Hall U . S . A , 1992.

4 - Morea U . J , Mathemathical and Biological Expression to Crowth in fishes : Recent trends and further Development in" Age and Crowth of fish" , (summer felt R . C and E.H. Gordon eds), Second printing AMES, 1990.

5 - Pauly . D, fish population Dynamics in Tropical waters, ICLARM, Phillipines, 1984.

6 - Pauly . D and G . R . Morgan, Length - Based Methods in Fisheries Research, ICLARM,- phillipines, 1987.

7 - Ricker . W. E, computation and Interpretation of Biological Stabistics of fish Population, Bulletin 191, Ottawa, 1975.

8 - Smith . I . D , " Stock Assessment Methods : The First Fifty year" in ," Fish population Dynamics",(Culland J.A ed), The Bath Press, UK, 1988.

9 - Sparre, Per and C. Venema, Introduction to Tropical fish stock Assessment, " FAD Fisheries Technical Paper 306 / 1", Rome, 1992.

Mohammad Reza Hassan Nia, M.S.C.
Mazandaran Fisheries Research Centre
I . F . R . T . O

"Fishing Information Analysis of Acipenser stellatus by Use of Chronological Series".

Abstract

This paper has been prepared by the analysis of the fish stock assessment models to present a better understanding of this science in Iran. Therefore, at the begining the basics of analysis have been taken into consideration on biologic - ecologic and mathematical bases, and then the structures of stock assessment were studied on these two bases, by use of the recent sources. The success to criticise the mathematical aspects of this science was gained by confirming some of the important equations of this field. Then, the incertainty of this science was studied and one of the essential solutions to overcome this problem, has been recognized to be the use of more efficient mathematical basics, such as chronological series, simulation, and conditional probabilities.

In this regard, the 61 year informations (1927 - 1987) about **Acipenser stellatus** was used and the fishing forecast was done for the years 1988 to 1992 by applying mathematical methods such as fitting, interpolation, detrend, mobile average calculation and autocorrelation calculation. Fortunately, the results was the same as real yield values.