اصول ارزیابی ذخایر آبزیان

Fisheries Stock Assessment
(The Principles)

تألیف و ترجمه : افشین پارسامنش

ویراستار : کامبوزیا خورشیدیان
کاووس خورشیدیان

پارسامنش، افشین، ۱۳۴۴ -
اصول ارزیابی ذخایر آبزیان = Fisheries stock assessment (the principles) / تالیف و ترجمه افشین پارسامنش؛ ویراستار کامبوزیا خورشیدیان، کاووس خورشیدیان.— تهران: موسسه تحقیقات شیلات ایران، مدیریت اطلاعات علمی و روابط بین الملل، ۱۳۷۹.
۱۶۳ ص.: مصور، جدول، نمودار.
ISBN 964-92544-3-9: ۱۳۰۰۰ ریال
فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا.
واژه‌نامه.
کتابنامه: ص. ۱۶۳.
۱.ماهیها -- ارزیابی ذخایر. ۲.ماهیگیری.
الف.موسسه تحقیقات شیلات ایران. مدیریت اطلاعات علمی و روابط بین الملل. ب.خورشیدیان، کامبوزیا، ۱۳۳۹ - ، ویراستار. ج.خورشیدیان، کاووس، ۱۳۴۱ - ، ویراستار. د.عنوان.

۲پ۲م/SH۳۲۹ ۳۳۳/۹۵۶۱۱

کتابخانه‌ملی‌ایران ۷۸-۲۷۴۸۱م

نام کتاب : اصول ارزیابی ذخایر آبزیان
تألیف : افشین پارسامنش
ویراستاران :کامبوزیا خورشیدیان وکاووس خورشیدیان
شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه
چاپ اول : اردیبهشت ۱۳۷۹
ناشر : مؤسسه تحقیقات شیلات ایران ـ مدیریت اطلاعات علمی و روابط بین‌الملل
تاریخ نشر : اردیبهشت ۱۳۷۹
لیتوگرافی ، چاپ ، صحافی : حکمت
شابک : ۹ ـ ۳ ـ ۹۲۵۴۴ ـ ۹۶۴
ISBN: 964 - 92544 - 3 - 9
قیمت : ۱۳۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

پیش‌گفتار ۱

فصل ۱: اصول و روشها ۳

۱ـ۱ ارزیابی ذخایر چیست ؟ ۳

۱ـ۲ اهداف ارزیابی ذخایر ۳

۱ـ۳ مفهوم ذخیره ۶

۱ـ٤ اهداف مدیریت ذخایر ۷

۱ـ۵ ارزیابی ذخایر در نواحی گرمسیر ۱۳

۱ـ۶ مدلهای ارزیابی ذخایر ۱٤

۱ـ۷ جمع‌آوری اطلاعات ۱۷

۱ـ۷ـ۱ روشهای مشاهده و بررسی جمعیت‌ها ۱۷

۱ـ۷ـ۲ اطلاعات صید تجارتی ۲٤

۱ـ۷ـ۳ روش مساحت جاروب شده ۲۸

۱ـ۷ـ٤ جمع‌آوری اطلاعات طولی ۳۰

۱ـ۸ تخمین ضرایب ۳۰

فصل ۲: پویایی‌شناسی جمعیت‌ها ۳۲

۲ـ۱ پراکنش و فراوانی ۳۲

۲ـ۲ رشد ۳۵

۲ـ۳ اطلاعات موردنیاز برای تخمین رشد ٤۰

۲ـ٤ انتخاب‌پذیری ابزار صید ۵۲

۲ـ۵ بازسازی و انتخاب‌پذیری ۵٤
۲ـ۶ مرگ و میر ۶۰
۲ـ۶ـ۱ مرگ و میر طبیعی و صیادی ۷۰
۲ـ۷ الگوهای زندگی ۷۶
۲ـ۸ تجزیه و تحلیل مجازی جمعیت ۷۹
۲ـ۹ برهم‌کنش‌های گونه‌ای ۸٤
۲ـ۱۰ حساسیت و حدود اطمینان ۸۶

فصل ۳ : مدلهای ارزیابی ذخایر ۹۰
۳ـ۱ تولید بازای بازسازی ۹۰
۳ـ۲ مدلهای توده زنده ۱۰۲
۳ـ۳ مدل پیش‌بینی «تامپسون و بل» ۱۰۵
۳ـ٤ مدلهای تولید مازاد ۱۰۹
۳ـ۵ روشهای تخلیه‌ای ۱۱۶
۳ـ۶ معادله «گولاند» ۱۱۹
۳ـ۷ معادله «کادیما» ۱۲۰

فصل ٤ : ارزیابی وضعیت ماهیگیری‌ها ۱۲۱
٤ـ۱ پایش ماهیگیری‌ها ۱۲۳
٤ـ۲ ثبت اطلاعات فراوانی طولی ۱۲۳
٤ـ۳ ثبت اطلاعات صید و تلاش ۱۲٤
٤ـ٤ قدرت صید ۱۲۸
٤ـ۵ آثار مکانی ۱۲۹
٤ـ۶ ماهیگیری‌های چندگونه‌ای ۱۲۹
٤ـ۷ ماهیگیری‌های چند ابزاری ۱۳۰
٤ـ۸ زمان ۱۳۲
٤ـ۹ الگوی توسعه ماهیگیری‌ها ۱۳۲

فصل ۵ : اصول مدیریت ۱۳۵
۵ـ۱ سیاستهای برداشت ۱۳۵
۵ـ۱ـ۱ سیاستهای $F_{0.1}$ ۱۳۶
۵ـ۱ـ۲ سیاستهای برداشت دوره‌ای ۱۳۸
۵ـ۱ـ۳ سیاستهای وابسته به جنس ۱۳۹
۵ـ۱ـ٤ سیاستهای دوره‌ای ۱٤۰
۵ـ۲ سیاستهای برداشت و جنبه‌های اقتصادی ۱٤۱
۵ـ۳ روشهای برداشت ۱٤۲
۵ـ٤ اجرا ۱٤۵
۵ـ۵ بهینه‌سازی ۱٤۷
۵ـ۶ ارتباط عملی ارزیابی و مدیریت ذخایر ۱۵۲
۵ـ۷ چرا ارزیابی ذخایر مورد نیاز است ۱۵۸
۵ـ۸ آنچه که باید بخاطر سپرد ۱۶۱
واژه‌نامه ۱۶۲
منابع ۱۶۳

«بسمه تعالی»

ایران، سرزمین سرفرازان، پهنه دلیران و خانه مردان خداست. از آن زمان که نام این دشت را ایران نهادند خداوند جهان، دست مهر بر آن کشید. قبای سبز کوهستان، زردی کویر، نیلی دریا، جملگی حاصل رنگ آمیزی نقاش فلک بر این ملک بود. چه نیکو ترکیبی از الوان بر این لوح به یادبود است.

پس ای ایرانیان، غبار را از این نقش پاک کنید. دست بدست هم بکوشیم تا ظرافت دست خالق را درک کنیم. ما در این میان رنگ آبی را می‌کاویم. در ژرفهای خزر، سواحل بلوچستان و در میان آبهای سرد گهر، بدنبال رموز خالق هستی، سر از پا نمی‌شناسیم.

مجموعه تحقیقاتی شیلات ایران، این افتخار را دارد که به یاری خداوند منّان و دست گرم و توانای هموطنان عزیز، وظیفه تفحص و پژوهش را در زمینه آب و آبزیان بعهده داشته، با نشر علم ذکات آنرا این چنین پیش روی شما قرار داده است. البته بدیهی است که این منظومه نیز مانند مجموعه‌های دیگر خالی از لغزش و اشتباه نبوده، لذا بدینوسیله از کلیه دانشمندان و اندیشمندان تقاضا می‌گردد تا با ایراد انتقادات و پیشنهادات خود، ما را در بهبود هر چه بهتر و مناسبتر تهیه و طبع نشریات علمی کمک و یاری فرمائید.

مدیریت اطلاعات علمی و بین‌الملل

موسسه تحقیقات شیلات ایران

پیشگفتار

اولین جرقه تهیه متن حاضر هنگامی بوجود آمد که یکی از همکاران جدید، به مطالعه متنی به زبان فارسی در مورد ارزیابی ذخایر نیاز داشت و البته به جز دست‌نوشته‌های ناقص و پراکنده‌ای که در زمان تدوین نتایج نهایی طرحهای پژوهشی، یا برای ارائه توضیح‌هایی در مورد چند جلسه درسی به دانشجویان کارشناسی ارشد تهیه کرده بودم، متن دیگری در دست نبود.

در سالهای اخیر، در زمینه علوم مختلف شیلاتی ترجمان و متون متعددی بصورت جزوه و یا کتاب منتشر شده‌اند که در میان آنها ارزیابی ذخایر جایگاهی ندارد، جز ترجمه خانم گلی آشورمحمدی از کتاب «ارزیابی ذخایر نواحی گرمسیر» نوشته آقای اسپاره و همکارانش. ارزیابی ذخایر سرشار است از معادله‌های پیچیده ریاضی و آماری که معمولاً برای اغلب فارغ‌التحصیلان رشته‌های زیستی (در ایران) که کاربران اصلی آن هم هستند، کسل کننده است. از سوی دیگر، فارغ‌التحصیلان رشته‌های ریاضی و آمار هم علاقه چندانی نشان نمی‌دهند. این ویژگیهای ارزیابی ذخایر موجب شده که متأسفانه در این زمینه شکاف نسبتاً عمیقی بوجود آید. در شرایط کنونی چنین بنظر می‌رسد که چاره‌ای جز قبول وضع فعلی وجود نداشته باشد و با توجه به پیشینه مؤلف (در زمینه علوم زیستی)، تلاش شده تا متن حاضر بیشتر مورد توجه زیست‌شناسان قرار گیرد تا متخصصین علوم ریاضی و آمار. همچنین از ارائه معادله‌های پیچیده و نحوه اثبات آنها تا حد امکان صرفنظر شده است. به این ترتیب شاید این گرایش موجب گردیده در برخی مواقع، مطالب بسیار مختصر بنظر برسند. اما نباید این مسئله را از نظر دور داشت که متن مختصر حاضر را نمی‌توان بعنوان مرجعی برای انجام فعالیتهای عملی در ارزیابی ذخایر قلمداد نمود و همانگونه که از عنوان انتخاب شده آشکار شده تا نقطه شروع برای ایجاد علاقه در متخصصین فارسی زبان زیست‌شناسی و علوم شیلاتی محسوب گردد. با این حال، پیشنهاد می‌گردد مدیران شیلاتی کشور دو فصل آخر را که در مورد نحوه ارزیابی مداوم (پایش)[1] وضعیت ماهیگیری‌ها[2] و سیاست‌های مدیریتی مختلف هستند، مطالعه نمایند.

اغلب متون موجود در زمینه ارزیابی ذخایر خواننده را در هزارتوی پیچیده معادله‌ها و

1- Monitoring

2- Fisheries

روابط ریاضی سرگردان می‌کنند ، بطوریکه پس از درک (احتمالی) تنها بخشی از آنها ، نه تنها رمقی برای وی باقی نمی‌ماند، بلکه پرداختن به مسائل مدیریتی ماهیگیری‌ها و جنبه‌های مختلف آنها نیز فراموش می‌شوند. به همین علت در تنظیم مباحث این متن سعی شده تا مسئله مدیریت ماهیگیری‌ها نیز مورد توجه (هر چند بسیار مختصر) قرار گیرد.

نویسندگان و صاحب‌نظران در زمینه ارزیابی ذخایر ، دارای تفکرهای مختلفی هستند. برخی از آنها در بیان وقایع بسیار پیچیده و پویایی زیستی به زبان ریاضی و تهیه معادله‌های ریاضی و آماری برای آنها هستند و با اطمینان از نظریه‌ها و مدل‌های خود دفاع می‌نمایند ، در حالی که پس از مطالعه نوشته‌های بعضی نیز خواننده چنان با انواع و اقسام شک و تردیدها مواجه می‌شود ، که همه امیدهایش را به موفق بودن ارزیابی ذخایر نقش بر آب می‌بیند. اما در تدوین این متن سعی شده تا هیچیک از این دیدگاهها تحمیل نشده و به خواننده فرصت قضاوت آزاد داده شود.

در نگارش متن حاضر سعی بر این بوده که تا حد امکان از واژه‌های فارسی برای بیان کلمه‌هایی استفاده شود که برخی از آنها نسبتاً جدید بوده و به سختی می‌توان معادل فارسی برای آنها یافت (که در این زمینه باید منتظر فرهنگستان علوم بود). به همین علت احتمال می‌رود در برخی مواقع ، متن از روانی لازم برخوردار نباشد. بهرحال این نوشته مطمئناً خالی از اشکال نخواهد بود که ضمن امید به بخشش خوانندگان ، از آنها انتظار راهنمایی نیز داریم.

روابط موجود میان محیطهای دریایی ، عوامل مؤثر بر آنها و جاندارانی که در این محیطها زیست می‌نمایند ، چنان پیچیده هستند که به هیچوجه ادعای در نظر گرفته شدن تمامی ابعاد مختلف آنها ، تنها در یک مدل ارزیابی ذخایر ، پذیرفتنی نیست. این مسئله شاید یکی از مصداق‌های ابیات زیر (از سهراب سپهری) در مورد عظمت خلقت و ناچیز بودن دانش بشر محصور در محدودیت‌های ماده و خاک باشد :

کار ما نیست
شناسایی راز گل سرخ ،
کار ما شاید این است
که در «افسون» گل‌سرخ شناور باشیم.

این متن به خاطره شادروان علیرضا فیروزی تقدیم شده تا ضمن ابراز قدردانی از روح پاکش که در جریان مأموریتی برای مدیریت ذخایر آبزیان میهن اسلامی‌مان به آسمان پرگشود خاطره خدمتهای صادقانه آن زنده یاد نیز همواره ماندنی باشد.

فصل ۱

اصول و روش‌ها

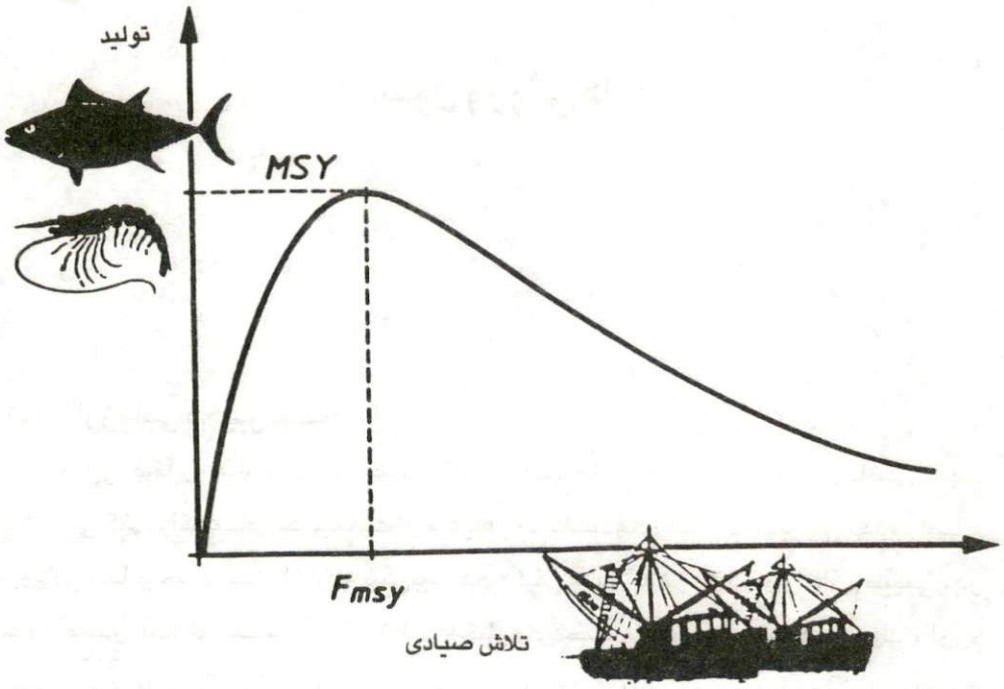
۱ـ۱ : ارزیابی ذخایر چیست ؟

ارزیابی ذخایر عبارتست از استفاده از محاسبه‌های مختلف آماری و ریاضی جهت پیش‌بینی کمّی واکنشهای یک جمعیت از ماهیها به سیاست‌های متفاوت مدیریتی . هدف اصلی ارزیابی ذخایر چیزی بیش از ارائه پیش‌بینی‌های کیفی است که هر دانشجوی علوم طبیعی ، در مورد محدودیت‌های طبیعی میزان تولید ، خطرهای صید بی‌رویه جمعیت‌های مولد ، لزوم رسیدن ماهیها به یک اندازه معین قبل از صید و غیره ، می‌داند. عموماً هدف اساسی مدیریت صید ، تضمین بهره‌برداری پایدار از ذخایر آبزیان در درازمدت است.

۱ـ۲ : اهداف ارزیابی ذخایر

هدف اصلی ارزیابی ذخایر آبزیان ، ارائه توصیه‌هایی جهت بهره‌برداری مناسب از منابع آبزیان ، از قبیل انواع ماهی و میگو می‌باشد. منابع آبزیان محدود ، اما تجدید شونده هستند و می‌توان ارزیابی ذخایر را به بیان دیگر ، جستجو برای تعیین سطحی از تلاش صیادی تعریف نمود که در درازمدت به بالاترین سطح برداشت منجر شود. در شکل ۱ـ۱ هدف اصلی ارزیابی ذخایر بصورت تصویری نشان داده شده است. محور افقی نشاندهنده تلاش صیادی و محور عمودی میزان صید بدست آمده را نشان می‌دهد. منحنی رابطه دو متغیر فوق نشان می‌دهد که افزایش تلاش صیادی تا سطح معینی موجب افزایش میزان صید می‌شود ، اما بعد از این نقطه ، ظرفیت بازسازی ذخیره نمی‌تواند میزان برداشت از آنرا جبران نموده ، و افزایش میزان استحصال منجر به کاهش میزان صید خواهد شد.

سطحی از تلاش صید که در درازمدت بالاترین میزان صید را بدست خواهد داد ، F_{MSY}



شکل ۱ـ۱ : هدف اصلی ارزیابی ذخایر

نامیده شده و به این میزان صید MSY[1] گفته می‌شود. عبارت درازمدت به این علت مورد تأکید قرار گرفته که می‌توان میزان صید را در یک سال با افزایش ناگهانی تلاش صیادی افزایش داد، اما چنانچه این افزایش تلاش بیش از ظرفیت بازسازی ذخیره باشد، موجب کاهش میزان استحصال در سالهای بعد خواهد شد. بدیهی است که هدف، افزایش میزان صید تنها در یک سال نبوده و باید بدنبال اتخاذ سیاستی بود که موجب نیل به بالاترین میزان صید در سالهای متمادی می‌شود.

تفاوت ارزیابی و مدیریت ذخایر

اغلب واژه ارزیابی ذخایر مترادف با توصیه‌های زیستی در مورد سطح بهره‌برداری در نظر

1- Maximum Sustainable Yield - حداکثر محصول پایدار

گرفته می‌شود. در این صورت ، زیست‌شناسان وضعیت ماهیگیری و توان تولید ذخیره را ارزیابی می‌کنند و توصیه‌هایی در مورد سطوح صید و تلاش ارائه می‌نمایند و هر گونه تغییری که از سوی سیاست‌مداران یا ماهیگیران بر روی این توصیه‌ها انجام گیرد ، تداخلی در تعهد مسئولانه زیست‌شناسان در تعیین روشهای مدیریتی مناسب است. در چنین دیدگاهی ، تفاوتی میان ارزیابی توان زیستی و تصمیم در مورد چگونگی مدیریت ذخیره وجود ندارد. همانگونه که خواهیم دید ، به ازای سطوح مختلفی از تلاش صیادی ، سطوحی مختلف از تولید وجود دارند، اما زیست‌شناسانی که درگیر ارزیابی ذخایر هستند ، برای چنین تصمیم‌گیریهایی اختیار لازم را ندارند. تصمیم‌هایی که در زمینه مدیریت صید اتخاذ می‌شوند ، اغلب نتیجه برقراری تعادل میان میزان صید متوسط و تنوع آن می‌باشند. ارزیابی ذخایر باید تخمین‌هایی از ماهیت و چگونگی این تعادل را ارائه نماید ، اما بهرحال تصمیم‌گیری نهایی به زمینه‌های اجتماعی و اقتصادی مسئله نیز بستگی دارد.

دامنه ارزیابی ذخایر

گاهی از ارزیابی ذخایر بعنوان یک رشته بسیار محدود از زیست‌شناسی یاد می‌شود که می‌توان آنرا بدین صورت خلاصه نمود : تفسیر آمار صید تجارتی به منظور برآورد میزان مجاز بهره‌برداری.

ولی ارزیابی ذخایر چیزی بسیار فراتر از این تعریف است. در ابتدا و مهمتر از همه ، ارزیابی ذخایر شامل درک پویایی ماهیگیری[1] است ، زیرا ماهیگیری‌ها دارای ویژگی‌هایی پویا هستند که در طول زمان نسبت به قوانین مدیریتی و عوامل خارجی واکنش نشان می‌دهند. ارزیابی ذخایر امروزی تنها شامل ارائه پیش‌بینی‌های ثابت در مورد میزان صید پایدار نیست ، بلکه شامل پیش‌بینی‌هایی در مورد روندهای درازمدت مورد انتظار در پاسخ به تغییر سیاست‌ها و اینکه چگونه سیاست‌های مختلف به تغییرهای غیرقابل پیش‌بینی و اجتناب‌ناپذیر منجر می‌گردند ، نیز می‌باشد. ماهیگیری‌ها نیز چیزی فراتر از صید ماهی هستند. صیادان بخش مهمی از سیستم پویایی هستند که آنرا ماهیگیری می‌نامیم و ارزیابی ذخایر باید چگونگی عکس‌العمل صیادان به مسائل مهمی مانند صید به ازای هر واحد تلاش صیادی [2] و یا

1- Fisheries Dynamics

2- Catch Per Unit Effort (CPUE)

پیش‌بینی‌های صید را در نظر داشته باشد.

به عقیده برخی از صاحب‌نظران ، پیش‌بینی نحوه تغییر میزان صید به ازای هر واحد تلاش صیادی (و بنابراین درآمد صیادان) زمانی از پیش‌بینی نوسان‌های صید کل مهمتر جلوه می‌نماید که درآمد صیادان به پایین‌تر از حداقل سطح قابل قبول تنزل نموده و ماهیگیری‌ها در بحران قرار گیرند.

۱ـ۳ : مفهوم ذخیره

هنگامی که از یک ذخیره بحث می‌شود ، وجود درک درستی از مفهوم «ذخیره» ضروری است. یک ذخیره ، زیرمجموعه‌ای است از یک گونه که عمدتاً واحد اصلی رده‌بندی محسوب می‌شود. پیش‌نیاز تشخیص ذخیره‌های مختلف ، امکان تمایز و تشخیص گونه‌های مختلف از یکدیگر است. برای مثال ، در آبهای نواحی گرمسیر که تعداد گونه‌های زیاد و اغلب مشابهی وجود دارند ، شناسایی آنها گاهی می‌تواند مسئله‌ساز باشد. از اینرو ، ارائه نتایج قابل قبول و معنی‌دار ، مستلزم این است که محققین درگیر ، بر روشهای تشخیص گونه‌ای تسلط کافی داشته باشند.

معمولاً منظور از «ذخیره» ، زیرمجموعه یا جمعیتی متعلق به یک گونه است که دارای ضرایب رشد و مرگ و میر یکسان بوده و در یک محدوده جغرافیایی خاص ساکن باشد. هر ذخیره عبارتست از گروهی از جانوران که با گروههای مشابه مجاور ، کمتر مخلوط شود. یکی از خصوصیت‌های مهم ، یکسان بودن ضرایب رشد و مرگ و میر در کل منطقه پراکندگی ذخیره می‌باشد.

«کوشینگ» در سال ۱۹۶۸ ذخیره را بعنوان گروهی از جانوران در نظر گرفت که دارای یک منطقه تخمریزی مشخص بوده و بالغین آنها هر ساله جهت تخمریزی به آن بازگردند. «لارکین» در سال ۱۹۷۲ تعریف زیر را از ذخیره ارائه نمود : **« گروهی از جانوران که دارای خزانه ژنی مشترک بوده و به اندازه کافی مشخص باشد تا بتوان بر آن مدیریت نمود».**

شاید مناسب‌ترین تعریف در این زمینه توسط گولاند ارائه شده باشد که مفهوم «ذخیره واحد»[1] را پیشنهاد نمود: **«زیرگروهی از یک گونه که بتوان آنرا بصورت یک ذخیره محسوب نمود و اختلافهای احتمالی درون گروه و تبادل‌های آن با گروههای دیگر را بتوان نادیده گرفت ،**

1- Unit stock

بی‌آنکه موجب بی‌اعتباری نتایج بدست آمده شود».

بدین ترتیب شاید بهتر باشد تا فرآیند ارزیابی ذخایر را ابتدا در سراسر منطقه پراکندگی یک گونه آغاز نمود، تا زمانی که نشانه‌ای از جدا بودن ذخایر در منطقه بدست آید. چنانچه مشخص شود که ضرایب رشد و مرگ و میر در قسمتهای مختلف منطقه پراکندگی با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند ، در این صورت باید ذخایر موردنظر را براساس ذخیره‌های متفاوت بررسی نمود. تشخیص ذخایر جداگانه فرآیندی پیچیده است که معمولاً نیازمند سالها جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات است. ارزیابی هر ذخیره باید بطور جداگانه انجام گیرد و نتایج بدست امده را احتمالاً می‌توان بعداً برای ارائه یک مدل چند گونه‌ای[۱] با نتایج بدست آمده در مورد گونه‌های دیگر با هم ادغام نمود. بنابراین ، داده‌های اولیه ورودی باید برای ذخیره هر گونه موردنظر در دست باشند.

مفهوم ذخیره ارتباط نزدیک با مفاهیم ضرایب رشد و مرگ ومیر دارد. ضرایب رشد مقادیر عددی هستند که بوسیله آنها می‌توان اندازه ماهی در یک سن مشخص را پیش‌بینی نمود. ضرایب مرگ و میر انعکاس‌دهنده نرخ مرگ جانوران هستند و بعبارت دیگر تعداد مرگ و میرها در واحد زمان را نشان می‌دهند. ضرایب مرگ و میر عبارتند از : مرگ و میر صیادی که شامل مرگ و میر ناشی از صیادی است ، و مرگ و میر طبیعی که نشان‌دهنده تمامی علل دیگر مرگ (طعمه شدن ، بیماری و ...) می‌باشد.

۱ـ۴ : اهداف مدیریت ذخایر

معمولاً در متون ارزیابی ذخایر ، به اهداف مدیریتی توجه چندانی نشده است. البته رسیدن به MSY تاکنون یکی از هدفها بوده که همواره مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفته است. برای مثال ، جامعه ماهیگیری امریکا[۲] به این نتیجه رسیده است که عموماً MSY تنها هدف مدیریت ذخایر نبوده و اهداف دیگر از قبیل اهداف اقتصادی و تفریحی نیز باید مدنظر قرار گیرند.

در متون راجع به ارزیابی یا مدیریت ذخایر ، متأسفانه ماهیگیری‌ها بصورتی بسیار پایدار و همواره در حال تعادل شرح داده شده‌اند و تنها سوال این است که این تعادل به چه شکلی خواهد

1- Multispecies

2- American Fisheries Society

بود. اما اخیراً صاحب‌نظران بیشتری به این مسئله پرداخته‌اند که واقعاً چه هدفهایی را باید مدنظر قرار داد : اهداف کوتاه‌مدت یا بلندمدت ، در نظر گرفتن نوسان‌های میزان صید یا نحوه بازسازی ذخایر .

بطورکلی اهداف مختلف و گاهی متضاد مدیریت ذخایر را می‌توان در چهار گروه قرار داد : اهداف زیستی ، اهداف اقتصادی ، اهداف تفریحی و اهداف اجتماعی . البته ممکن است در برخی ماهیگیری‌ها تنها یکی از این اهداف اهمیت داشته باشد ، اما بنظر می‌رسد در اغلب موارد ، مدیریت با دو یا چند نوع از آنها روبرو است که در این صورت مسئله مهم ، چگونگی برقراری تعادل میان آنها است.

نقش در حال تغییر ارزیابی ذخایر : ماهیگیری‌های تجارتی سامانه‌های ثابتی نیستند تا بتوان از طریق اعمال مدیریت ، آنها را دستکاری و بازسازی نمود. ماهیگیری‌ها معمولاً طی یک فرآیند پویا که شامل چند مرحله است ، شکل می‌گیرند. مرحله اول ، کشف ذخیره و جمع‌آوری اطلاعات در مورد وجود یک ذخیره با ارزش است و مرحله بعد شامل یک دوره رشد سریع تلاش توسط اولین کسانی است که به ماهیگیری می‌پردازند ، تا جاییکه ماهیگیری به حداکثر رشد خود و میزان تولید به نزدیکی یا حتی کمی بیشتر از بالاترین میزان مجاز قابل برداشت در درازمدت می‌رسد. گسترش سریع ماهیگیری بعلت کاهش ذخیره و رقابت ماهیگیران برای صید ماهیهای باقیمانده موجب می‌شود میزان موفقیت آنها در صید کاهش یابد ، تا زمانی که یا از سوی مدیریت‌ها فشار صید محدود گردد ، یا اینکه میزان صید آنقدر کاهش یابد که خودبخود افزایش فشار صید متوقف شود. اغلب در این دوره ، ماهیگیری‌ها وارد یک مرحله صید بی‌رویه می‌شوند که بدنبال آن اصطلاحاً ماهیگیری فروپاشیده [1] می‌شود. چنانچه در این مرحله وضعیت چندان فاجعه‌انگیز نباشد ، در دوره بعد با کاهش موفقیت صیادان در صید و وجود درآمدهای نامتناسب با هزینه‌ها ، فشار صید خودبخود کاهش می‌یابد. در این مرحله ممکن است ذخیره خودبخود بازسازی شود. در یک مقیاس وسیع‌تر ، ممکن است چنین نوسان‌هایی هر چندگاه در اثر ابداع فن‌آوری‌های جدید برای صید ، رخ دهند که موجب افزایش میزان صید موفقیت‌آمیز و جذب صیادان به ماهیگیری ، و بنابراین تکرار مراحل فوق می‌شود ، مگر آنکه ماهیگیری بدقت پایش شده باشد. شدت فروپاشی یا حتی عدم نابودی ماهیگیری‌ها ، به قیمت

1- Collapses

ماهی یا محصول بدست آمده ، سرمایه‌گذاری ، سرعت کاهش میزان صید در اثر کاهش فراوانی ذخیره و عملکرد سازمانهای مدیریتی برای کاهش تلاش قبل از فروپاشی بستگی دارد. نقش ارزیابی ذخایر در هر یک از مراحل توسعه ماهیگیری‌ها متفاوت است . در مراحل اولیه ، ارزیابی ذخایر برای تعیین حدود انتظار از ذخیره ، تعیین حداکثر رشد ممکن ماهیگیری و پایش ذخیره برای تخمین ضرایب کلیدی جمعیتی ، ضروری است. در مراحل بعد ، نقش ارزیابی ذخایر انجام اصلاح‌های جزیی در سامانه ، جهت دستیابی به میزان تولید بیشتر و یا در صورتی که صید بی‌رویه انجام شده باشد ، ارائه راه‌حلهایی برای بازسازی ذخیره است و اینکه در جریان پیشرفت و نوآوری در فن‌آوری صید ، سیاست‌های مناسب را در اختیار مدیران ماهیگیری‌ها قرار دهد.

مراحل ابتدایی توسعه ماهیگیری‌ها : وضعیتی را در نظر بگیرید که مدیریت با شروع توسعه یک ماهیگیری جدید مواجه است . برخی ماهیگیران وجود یک ذخیره را کشف نموده‌اند که ارزش دنبال نمودن را دارد و از این راه سود خوبی بدست می‌آورند. خبر وجود این ذخیره به سرعت پخش می‌شود و مورد توجه افراد یا سازمانهای دیگر نیز قرار می‌گیرد. تلاش صیادی و سرمایه‌گذاری‌های مربوطه (از قبیل کارخانه‌های عمل‌آوری و بازیابی) بسرعت افزایش می‌یابند ، در حالیکه اطلاعات دقیقی در مورد ذخیره ، پراکنش ، فراوانی و میزان تولید آن در دست نیست.

در این مراحل اولیه ، مهمترین مسئله از دیدگاه مدیریت (و همچنین ارزیابی ذخایر) آگاهی از سطح تلاش یا فشار صیادی مطلوب است تا از سرمایه‌گذاری بیش از حد یا صید بی‌رویه جلوگیری شود. بعبارت دیگر ، باید معلوم شود که ذخیره جدید توان پشتیبانی از چه تعداد صیاد را دارد. در این مرحله ، حتی یک ارزیابی کلی نیز می‌تواند در تعیین الگوی توسعه و نحوه طراحی آن بسیار مهم باشد زیرا بعدها وقت کافی برای ارائه تخمین‌های دقیق‌تر وجود خواهد داشت (البته چنانچه ماهیگیری از این مرحله به سلامت خارج شود).

علاوه بر تخمین‌های کلی از پراکنش ، اندازه ذخیره و میزان تولید ، نقش ارزیابی ذخایر در این مرحله ، تشخیص نوع نیازها برای نحوه پایش ماهیگیری است تا بتوان به برآوردهای دقیقی دست یافت. در بیشتر موارد ، علیرغم وجود انواع اطلاعات دقیق در زمانهای طولانی (در مراحل پیشرفته ماهیگیری‌ها) ، ارائه برخی از کلیدی‌ترین ارزیابی‌ها به وجود اطلاعاتی بستگی دارد که امکان ثبت آنها تنها در مراحل اولیه ماهیگیری وجود دارد. برای مثال ، تخمین میزان تولید ،

برآورد بخش قابل برداشت ذخیره و بکارگیری اغلب روشهای تخمین تولید ، به وجود برآوردهای قابل قبول و معقولی از مرگ و میر صیادی نیاز دارد. معمولاً تنها زمانی که می‌توان تخمین‌های واقعی از ذخیره بدست آورد ، در مراحل ابتدایی توسعه ماهیگیری است. در این دوره با بررسی فراوانی نسبی و ساختار سنی قبل از تغییر آن در اثر صیادی ، می‌توان برخی از ضرایب مربوطه را برآورد نمود. در مراحل بعدی ، ساختار سنی ذخیره دستخوش تغییراتی می‌شود و در این صورت تنها می‌توان اطلاعاتی از مجموع اثر مرگ و میر طبیعی و صیادی بدست آورد که راهی هم برای تفکیک آنها وجود ندارد.

مسائل مطروحه در بالا ، در مورد ذخایری که شامل یک گونه یا یک ذخیره واحد هستند ، صدق می‌کنند و چنانچه ماهیگیری شامل چند زیر واحد با پراکنش مکانی متفاوت باشد ، این احتمال وجود دارد که برخی از آنها تحت بهره‌برداری بی‌رویه باشند ، در حالیکه برخی از زیرواحدها به اندازه کافی مورد بهره‌برداری قرار نگیرند. دو خصوصیت مهم دیگر که می‌توانند در مراحل اولیه گسترش ماهیگیری‌ها حائز اهمیت باشند ، طول عمر و رفتار ماهی‌ها می‌باشند. با معلوم بودن طول عمر گونه مورد نظر می‌توان اطلاعات مفیدی در مورد سیاستهای احتمالی برداشت آن بدست آورد. مشخص بودن نحوه رفتار ماهی نیز اطلاعات مهمی در زمینه خطر فروپاشی ماهیگیری بدست می‌دهد. صیادی ماهیهای میان سطح‌زی دارای رفتار گروهی ، به آسانی در خطر فروپاشی قرار می‌گیرند ، چرا که گله‌های آنها هدف خوبی برای تورهای ماهیگیری هستند. گونه‌هایی که دسته‌های بزرگ تشکیل نمی‌دهند ، معمولاً در برابر فروپاشی‌های فاجعه‌انگیز مقاوم‌ترند.

افزایش صید در مرحله توسعه عموماً با وقایع زیر همراه است :

الف) کاهش تراکم ماهیها در مناطقی که در ابتدا تلاش صیادی در آنها متمرکز بوده ، **ب)** جابجایی تلاش بطرف نواحی نامناسب‌تر ، و **ج)** کاهش شاخص‌های موفقیت صید مانند CPUE.

تغییرهای میزان صید ، CPUE و دیگر شاخص‌های صیادی (مانند ساختار سنی و اندازه متوسط ماهیها) را می‌توان بمنظور برآورد اندازه ذخیره و میزان تولید مازاد [1] جمعیت مورد استفاده قرار داد. یکی از وظایف ارزیابی ذخایر در مراحل اولیه توسعه ، ارائه نتایج روزآمد ضرایب جمعیتی و توانایی‌های ذخیره ، جهت تصمیم‌گیری است . خصوصاً ارزیابی‌های مدون

1- Surplus Production

و منظم می‌توانند در مراحل اولیه ، وجود صید بی‌رویه را مشخص نمایند و از سرمایه‌گذاریهای بیش از حد جلوگیری بعمل آورند. یکی از نظریه‌های اساسی ماهیگیری‌ها رابطه میان تلاش صیادی و محصول است. با افزایش تلاش صیادی ، میزان تولید تا یک حد معین افزایش می‌یابد و پس از آن ، افزایش تلاش موجب کاهش میزان صید خواهد شد. در این نظریه سه اصل زیر صادق هستند : **الف)** در غیاب هر گونه تلاش ، صیدی نیز وجود ندارد ، **ب)** در سطوح بسیار بالای تلاش ، ذخیره چنان تهی می‌شود که ماهیهای باقیمانده قادر به تولید چندانی نخواهند بود، و **ج)** بنابراین ، حداکثر تولید در سطحی از تلاش میان صفر و تلاش بسیار بالا بدست خواهد آمد. البته چنانچه ابزار صید کارآیی لازم را نداشته باشد ، نمی‌توان ذخیره را تحت فشار زیاد قرار داد ، با این حال سه نظریه بالا در ابتدای هر تجزیه تحلیلی ، مورد قبول هستند. متأسفانه این احتمال وجود دارد که رابطه فوق (رابطه میان تلاش و میزان صید) موجب قرار گرفتن ارزیابی ذخایر در مسیری نادرست شده باشد. اگر رابطه موجود در شکل ۱ـ۱ را بپذیریم ، هدف ارزیابی ذخایر تعیین سطحی از تلاش خواهد بود که حداکثر تولید را بدست دهد. هدف دیگر ارزیابی ذخایر نیز تعیین این میزان تولید خواهد بود. در حقیقت بخش اعظم تلاشهایی که در زمینه ارزیابی ذخایر صورت می‌گیرد ، برای ارائه پاسخ دقیق به این دو پرسش هستند : میزان تلاش بهینه صیادی چقدر است و حداکثر محصول پایدار (MSY) در چه سطحی است ؟ اما شاید این دو پرسش اصولاً نادرست باشند. در یک نگاه سطحی ، ارزیابی ذخایر عبارتست از پایش ماهیگیری‌ها در حین توسعه و گسترش تدریجی آنها، و همچنین پایش میزان تولید ، تا بتوان منحنی همانند شکل ۱ـ۱ را رسم نمود. طبق این نظریه ، هنگامی که یک ماهیگیری به بخش بالای منحنی (قله آن) برسد (و صید شروع به کاهش نماید) ، به نقطه MSY رسیده‌ایم و بدین ترتیب همه چیز بسیار ساده خواهد بود. اما نکته اینجاست که نمی‌توان بدون عبور از مرز MSY ، مقدار آنرا مشخص نمود و هر قدر اطلاعات موجود نوسان بیشتری داشته باشند ، برای یافتن MSY باید بیشتر از آن گذشت. بدین ترتیب ، هنگامی که مقدار MSY تعیین شود ، باید بدنبال اتخاذ سیاستهایی برای کاهش تلاش صیادی بود ، زیرا MSY زمانی مشخص می‌شود که قبلاً ماهیگیری از آن گذشته ، و جمعیت در معرض خطر صید بی‌رویه قرار گرفته است. اما مشکل‌ترین کار در ماهیگیری‌ها ، کاهش تلاش صیادی است . به منظور کاهش تلاش صیادی یا باید صیادان را از ماهیگیری‌ها خارج نمود یا صید افراد را کاهش داد که هیچیک از این راهها از نظر سیاسی عملی نبوده و از نظر اجتماعی نیز غیرقابل قبول هستند. زمانی که سطح بهینه مشخص شده است ، میزان صید به ازای واحد تلاش صیادی کمی کمتر از زمان آغاز ماهیگیری

است و درآمد روزانه ماهیگیران ، پایین‌تر از گذشته می‌باشد. در حقیقت در این نقطه ، هزینه‌ها و درآمدهای صیادان برابرند (نقطه سر به سر یا Break Even Point). بنابراین ، از این دیدگاه ، باید تلاش بتدریج افزایش یابد تا از قله منحنی صید ـ تلاش صیادی عبور نموده و سپس تلاش صید حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش داده شود ، البته درست در زمانی که ماهیگیران در شرایط اقتصادی سختی (بعلت کاهش CPUE) بسر می‌برند. اعمال این روش به معنی آغاز یک فاجعه خواهد بود.

بنابراین در مراحل آغازی توسعه ماهیگیری‌ها ، پیش‌بینی MSY ممکن نیست و چنانچه هدف تعیین MSY باشد ، هنگامی که این مقدار مشخص شد ، امکان انجام کار چندانی وجود نخواهد داشت. در حقیقت امکان پیش‌بینی MSY و سطح بهینه تلاش ، تنها یک رویا است و چنین امکانی بهیچوجه وجود ندارد ، و در مراحل اولیه توسعه ماهیگیری‌ها تلاشهای ارزیابی ذخایر عمدتاً باید در دو جهت قرار گیرند : **الف**) تشخیص سریع MSY و **ب**) در نظر گرفتن راه‌کارها و اهرمهایی برای کاهش تلاش صیادی در مواقع لزوم. این راه‌کارها می‌توانند شامل روشهای زیستی (از قبیل اختصاص دادن نواحی بعنوان پناهگاه برای ذخیره) و اقتصادی (مانند اخذ عوارض که بعداً می‌توان در صورت تنزل صید ، آنرا کاهش داد) باشند.

ماهیگیری‌های توسعه یافته ـ میزان صید جهانی در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ از رشد بسیار سریعی برخودار بود (۶٪ در سال) اما در اوائل دهه ۱۹۷۰ این رشد متوقف شد ، و در دهه ۱۹۸۰ مجدداً شروع به رشد نمود. با توجه به اینکه شانس کمی برای یافتن ذخیره‌های جدید (احتمالاً به جز نواحی دور از سواحل) وجود دارد ، بنظر می‌رسد در حال حاضر ، تنها راه افزایش میزان صید ، تنظیم خُرد [1] ماهیگیری‌های توسعه یافته ، و بازسازی ذخایری باشد که تحت صید بی‌رویه قرار دارند. در طراحی و توصیف این وضعیت جدید و نحوه استفاده از آن ، ارزیابی ذخایر نقش کلیدی دارد.

امروزه بسیاری از ماهیگیری‌ها توسط قوانین و سیاستهایی که در زمان توسعه ماهیگیری‌ها و بدون در اختیار داشتن اطلاعات مناسب وضع شده‌اند ، ثابت یا محدود شده‌اند ، اما ممکن است وضعیت فعلی بسیاری از آنها در سطح مطلوب نباشد. یک برآورد کلی نشان می‌دهد که امروزه حدود ۶۰ درصد ذخایر اصلی آبزیان بیش از حد مجاز مورد بهره‌برداری

1- fine tunning

قرار گرفته‌اند و در بسیاری موارد ، سطح ذخایر بسیار پایین‌تر از میزان لازم برای بیشترین تولید می‌باشد. بازسازی این ذخایر می‌تواند از طریق راه‌کارهای مختلفی صورت گیرد تا با کاهش صید در کوتاه‌مدت ، بتوان سطح ذخایر را برای تولید بیشتر در درازمدت ، اندکی افزایش داد و یکی از وظایف ارزیابی ذخایر ، ارائه کمّی چنین راه‌کارهایی خواهد بود : اگر کاهش صید اندکی اعمال گردد ، بازسازی ذخیره چه مدت بطول خواهد انجامید و یا چنانچه این کاهش صید بیشتر باشد ، این زمان (دردناک برای صیادان) به چه میزان کوتاهتر خواهد شد؟ برنامه‌های بازسازی ذخایر تنها زمانی با ارزش خواهند بود که در آنها برای چنین پرسشهایی ، پاسخهای قانع کننده برای تمام گروههای درگیر ارائه شده باشد.

برخی از سازمانهای مدیریتی تلاش می‌کنند از راههایی مانند تکثیر مصنوعی یا ایجاد زیستگاههای مصنوعی ، بدون کاهش میزان بهره‌برداری ، آثار صید بی‌رویه را خنثی نمایند و در چنین مواردی ، نقش ارزیابی ذخایر تعیین میزان موفقیت برنامه‌های بازسازی ذخایر و بررسی آثار جنبی احتمالی آن می‌باشد.

۱ـ۵ : ارزیابی ذخایر در نواحی گرمسیر

بررسی‌های انجام گرفته بر روی زیست‌شناسی آبزیان در نواحی سردسیر و معتدل نسبت به نواحی گرمسیر بسیار گسترده‌تر هستند. بخش اعظم علم ارزیابی ذخایر در نواحی گرمسیر در سالهای اخیر شکل گرفته است. علت این امر تا حدی پیچیده‌تر بودن ذخایر نواحی گرمسیر نسبت به نواحی معتدل می‌باشد.

شاید بتوان گفت که مهمترین تفاوت ارزیابی ذخایر در نواحی گرمسیر و نواحی معتدل در ماهیت اطلاعات ورودی است تا نوع مدلهایی که بکار گرفته می‌شوند. برای استفاده از مدلهای تحلیلی ، به تعداد ماهیان صید شده در هر سن بعنوان اطلاعات ورودی نیاز است. روشهای ارزیابی ذخایر نواحی معتدل نیز عمدتاً براساس تعیین سن ماهیان هستند که در اغلب موارد با استفاده از شمارش حلقه‌های رشد موجود در قسمتهای سخت بدن مانند سنگ‌گوش [1] یا فلس انجام می‌گیرد.

در مناطق گرمسیر ، عدم وجود فصول مشخص آب و هوایی ، تشخیص حلقه‌های رشد فصلی و نتیجتاً سالانه را برای اغلب گونه‌ها مشکل می‌سازد. بسیاری گونه‌های نواحی گرمسیر

1- Otolith

حداقل دو بار در سال تخمریزی می‌کنند و اغلب این تخمریزی‌ها نیز در دوره‌های طولانی انجام می‌گیرند. با این حال ، بعلت وجود تغییرهای دوره‌ای در وزش باد (بادهای موسمی) و تغییر شرایط اقیانوس‌نگاری (مانند پدیده فراچاهنده یا upwelling) ، در بسیاری از نواحی گرمسیر نیز می‌توان وجود فصل‌ها را که تا حدودی بر الگوهای تخمریزی و رشد آبزیان مؤثر هستند ، مشخص نمود. البته این آثار بوضوح نواحی معتدل نیستند ولی وجود همین تغییرات جزیی ، تشخیص گروههای سنی مختلف را در ماهیان نواحی گرمسیر از طریق تجزیه و تحلیل نمونه‌هایی از فراوانی طولی ، امکان‌پذیر می‌سازد.

مسئله دیگری که موجب پیچیده شدن ارزیابی ذخایر در نواحی گرمسیر می‌شود ، تعدد گونه‌هایی است که در برخی از ابزار صید مهم (خصوصاً تورهای کفروب) صید می‌شوند. این مسئله نه تنها بر فرآیند نمونه‌برداری و جمع‌آوری اطلاعات مؤثر است ، بلکه بکارگیری مدل‌ها را نیز مشکل‌تر می‌سازد.

۱ـ۶ : مدلهای ارزیابی ذخایر

ارزیابی ذخایر شامل پنج مرحله است :

ورودی : اطلاعات ماهیگیری (و فرضیه‌های مربوطه)

⇓

فرآورش : تجزیه و تحلیل اطلاعات تاریخی

⇓

خروجی : تخمین ضرایب رشد و مرگ و میر (ورودی)

⇓

فرآورش : پیش‌بینی میزان محصول بازای سطوح مختلف بهره‌برداری

⇓

خروجی : سطح بهینه تلاش صیادی
حداکثر محصول قابل برداشت

بمنظور طی مراحل فوق و ارزیابی ذخایر آبزیان می‌توان از دو مدل استفاده نمود: مدلهای

تحلیلی[۱] و مدلهای کلی[۲]. در روشهای کلی از ضرایب جمعیتی کمتری استفاده می‌شود. این مدلها ذخایر ماهی را بصورت یک توده زنده یکدست در نظر می‌گیرند و برای مثال ویژگیهایی مانند ساختار طولی یا سنی جمعیت را مورد بررسی قرار نمی‌دهند. از سوی دیگر، روشهای تحلیلی به توصیف‌های دقیق‌تری از وضعیت ذخایر نیاز دارند و از نظر کمیت و کیفیت اطلاعات ورودی، نیازهای پیچیده‌تری دارند. اما با وجود چنین ایرادهایی، بنظر می‌رسد این روشها پیش‌بینی‌های دقیق‌تری ارائه می‌نمایند.

نوع مدلی که جهت ارزیابی یک ذخیره مورد استفاده قرار می‌گیرد به کمیت و کیفیت اطلاعات موجود بستگی دارد. چنانچه اطلاعات جهت کاربرد یک مدل تحلیلی پیشرفته کافی باشند، می‌توان از چنین مدلی استفاده نمود، در حالی که اگر اطلاعات ورودی محدود باشند، باید از مدلهای ساده‌تر استفاده نمود.

در اغلب موارد، اطلاعات کاملی برای استفاده از مدلهای تحلیلی وجود ندارد و از سوی دیگر اطلاعات موجود کمی بیشتر از میزان موردنیاز برای بکارگیری مدلهای ساده‌تر هستند. در چنین مواردی می‌توان داده‌های موردنیاز را با فرضیه‌ها و تخمین‌های قابل اطمینان جایگزین ساخت. برای مثال می‌توان از ضرایب محاسبه شده برای نخایر مشابه در دیگر نقاط جهان استفاده نمود.

مدلهای تحلیلی: یکی از خصوصیات اصلی مدلهای تحلیلی که توسط «بارانف»[۳]، «تامپسون و بل»[۴] و «بورتون و هالت»[۵] ارائه شدند، این است که به ترکیب سنی صید نیاز دارند. نظریه اصلی این مدلها از این قرار است: ۱ـ اگر تعداد ماهیان مسن بسیار کم باشد، ذخیره در معرض صید بی‌رویه قرار دارد و باید فشار صید کاهش داده شود. ۲ـ اگر تعداد ماهیان مسن بسیار زیاد باشد، ذخیره کمتر از حد مطلوب تحت بهره‌برداری است و می‌توان برای افزایش تولید، میزان صید را بالاتر برد.

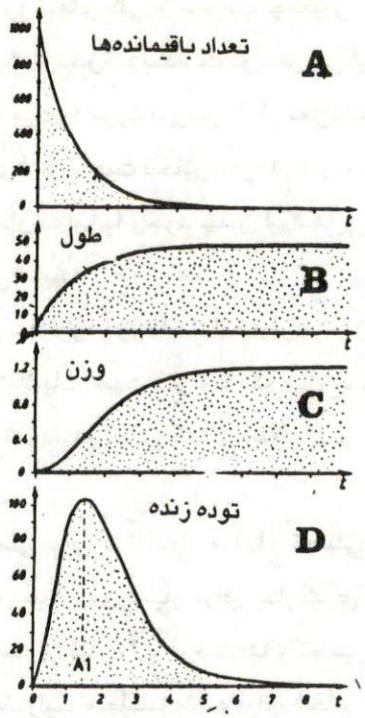
1- Analytical Models

2- Holistic Models

3- Baranov

4- Thompson and Bell

5- Beverton and Holt



شکل ۱ـ۲ : پویایی‌شناسی یک «کوهورت»

مهمترین بخش مدلهایی که براساس ساختار سنی هستند ، مفهوم «کوهورت»[۱] است. بعبارت ساده یک «کوهورت» عبارتست از گروهی از ماهیان که همگی همسن بوده و به یک ذخیره تعلق داشته باشند . در شکل ۱ـ۲ پویایی‌شناسی یک «کوهورت» نشان داده شده است:

در چنین مدلی باید توجه داشت که ماهیان نباید در زمانی که بسیار جوان و یا بسیار پیر هستند ، صید شوند. به حالت اول صید بی‌رویه رشد[۲] گفته می‌شود. در پویایی شناسی یک «کوهورت» دو عنصر اصلی وجود دارد :

۱ـ رشد متوسط (طولی و وزنی) ماهی

۲ـ فرآیند مرگ و میر

1- Cohort

2- Growth overfishing

مدلهای کلی : در مواقعی که اطلاعات موجود بسیار محدود هستند ، مانند زمان آغاز بهره‌برداری از یک ذخیره دست‌نخورده ، یا در مواقعی که امکان نمونه‌برداری وجود ندارد، نمی‌توان از مدلهای تحلیلی استفاده نمود. در چنین وضعیتی می‌توان جمع‌آوری اطلاعاتی را که برای بکارگیری مدلهای تحلیلی نیاز هستند ، آغاز نمود که در این صورت شاید نتیجه‌گیری صحیح سالها بطول انجامد ، اما در هر حال ، توصیه‌هایی در زمینه نحوه بهره‌برداری از ذخیره ، فوراً موردنیاز هستند. در چنین مواردی می‌توان از مدلهای‌ساده‌تر که به اطلاعات ورودی اندکی نیاز دارند ، استفاده نمود.

دو نوع از این مدلها عبارتند از : روش مساحت جاروب شده[۱] و روش تولید مازاد[۲] .

روش مساحت جاروب شده براساس نتایج گشت‌های تحقیقاتی و صید با تور کفروب می‌باشد. از تراکم مشاهده شده در واحد سطح و تعمیم آن به کل مساحت منطقه مورد بررسی می‌توان تخمینی از توده زنده ماهیان بدست آورد که با استفاده از آن ، امکان محاسبه MSY وجود دارد ، اما این روش چندان دقیق نیست.

در مدلهای تولید مازاد ، از میزان صید بازای واحد تلاش بعنوان ورودی استفاده می‌شود که اغلب شامل یک سری زمانی از اطلاعات هستند که براساس نمونه‌برداری از صید تجارتی بدست آمده‌اند. این نوع مدلها براساس این فرضیه بنا شده‌اند که : میزان توده زنده ماهیان با میزان صید به ازای واحد تلاش صیادی تناسب مستقیم دارد. بدین ترتیب می‌توان با استفاده از حاصلضرب میزان تلاش و صید به ازای واحد تلاش ، سطح تولید را بدست آورد.

۱ـ۷ : جمع‌آوری اطلاعات

۱ـ۷ـ۱ : روشهای مشاهده و بررسی جمعیت‌ها

زیست‌شناسانی که درگیر ارزیابی ذخایر هستند می‌توانند به منابع مختلفی از اطلاعات دسترسی داشته باشند. معمول‌ترین منابع ، اطلاعاتی هستند که از صید تجارتی بدست می‌آیند ، از قبیل میزان صید و تلاش صیادی . اما در حال حاضر با پیشرفت فن‌آوری‌ها منابع دیگری از اطلاعات که به صید تجارتی نیز وابسته نیستند ، در دسترس قرار گرفته‌اند ، مانند گشت‌های تحقیقاتی ، علامت‌گذاری و ردیابی الکترونیکی ماهیان . مهمترین منابع اطلاعاتی بطور خلاصه

1- Swept Area Method

2- Surplus Production Model

در زیر نام برده شده‌اند.

میزان صید و تلاش صیادی : در حقیقت بدون در دست داشتن سوابق تاریخی در مورد صید تجارتی ، ارزیابی ذخایر تقریباً غیرممکن است. این اطلاعات می‌توانند بصورت کاملاً خام مورد استفاده قرار گیرند (مثلاً با فرض متناسب بودن تلاش استاندارد نشده با مرگ و میر صیادی) ، یا پس از مرتب و اصلاح شدن مورد استفاده قرار گیرند. این اطلاعات را می‌توان از سه راه کسب نمود : استقرار ناظران صید بر روی شناورها ، نمونه‌برداری در محل تخلیه صید و استفاده از کتابچه‌های صید[۱] که هر یک دارای معایب و محاسنی هستند.

استفاده از ناظران صید یکی از مطمئن‌ترین روشهای جمع‌آوری اطلاعات صید و تلاش تجارتی می‌باشد. اما چنین روشهایی در سطح جهان بطورکلی بندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند و عمدتاً در مواقعی که شناورهای خارجی برای صید بکار گرفته می‌شوند ، بعنوان بخشی از قرارداد اولیه گنجانیده می‌شود. در این روش ، خصوصاً چنانچه جمع‌آوری اطلاعات ترکیب سنی یا گونه‌ای موردنیاز باشد ، طراحی عملیات بسیار بااهمیت است. بعلاوه ، بدست آوردن نمونه‌ای تصادفی با این روش بسیار مشکل است ، اما چنانچه بررسی صید ضمنی و میزان دورریز[۲] در نظر باشد ، روشی بسیار سودمند است زیرا این دو بخش از صید در محلهای تخلیه در دسترس نیستند و ماهیگیران نیز معمولاً آنها را در کتابچه‌های صید ثبت نمی‌نمایند.

نمونه‌برداری از صید تخلیه شده ، معمول‌ترین روش جمع‌آوری اطلاعات صید و تلاش صیادی است که در دو شکل انجام می‌گیرد : بصورت بخشی از فرآیند فروش ماهی ، یا با بکارگیری ناظرانی برای مشاهده مستقیم شناورهای ورودی و ثبت اطلاعات مربوط به آنها. استفاده از کتابچه‌های صید غیرمستقیم‌ترین روش جمع‌آوری این نوع اطلاعات است. در برخی موارد ، این کتابچه‌ها اطلاعات بسیار دقیق و ارزشمندی بدست می‌دهند ، اما ارزش آنها به سطح همکاری صیادان بستگی دارد. استفاده از کتابچه‌های صید به وجود درک دقیقی از چگونگی تکمیل آنها توسط صیادان بستگی دارد. در این روش امکان جمع‌آوری اطلاعاتی در مورد ترکیب سنی یا گونه‌ای وجود ندارد ، مگر اینکه گونه‌های صید شده همگی تجارتی باشند و

1- log books

2- Discard

توسط صیادان جداسازی شوند.

یکی از مشکلاتی که در رابطه با استفاده از اطلاعات صید تجارتی و تلاش صیادی وجود دارد، این است که ماهیگیران به جایی می‌روند که ماهی بیشتری صید می‌شود و تلاش صیادی معمولاً در مناطقی متمرکز می‌شود که تراکم ماهیان بیشتر بوده و بنابراین تخمین‌های انجام شده با استفاده از این اطلاعات، معمولاً اریب هستند.

سازمانهای مدیریتی اغلب برای اجتناب از اریب شدن اطلاعات، از گشت‌های تحقیقاتی استفاده می‌کنند. مهمترین مسئله در این روش، هزینه بالای آن می‌باشد. با این وجود در حال حاضر اعتماد به اطلاعات وابسته به صید تجارتی در حال کاهش است. در این روش بالا بودن هزینه‌ها موجب می‌شود تا تعداد نمونه‌ها معمولاً برای محققین کافی نباشند.

بررسی‌های بصری[۱]: معمولاً در مورد پستانداران دریایی یا گله‌های تن‌ماهیان انجام می‌گیرند و روشهای آماری پیشرفته‌ای نیز در این زمینه بوجود آمده‌اند، اما در تمامی این روشها همواره این پرسش مطرح می‌شود که چه بخشی از جانوران شمارش شده‌اند.

گشت‌های الکترونیک یا روشهای هیدرواکوستیک [۲]: در این روشها سه عنصر اصلی مورد تأکید است: (۱) طراحی باید با درنظرگرفتن تمامی مسائل طبقه‌بندی انجام گیرد، (۲)کالیبراسیون قدرت علائم دریافتی و تعداد ماهیان ضروری است و (۳) ترکیب گونه‌ای باید مشخص باشد.

طراحی ترانسکت‌ها مسئله‌ای پیچیده‌تر از سایر روشها ندارد، اما کالیبراسیون بسیار بااهمیت است. بهرحال، علیرغم مشکل تأیید اعتبار نتایج این روش و همچنین نامشخص بودن ترکیب گونه‌ای، در حال حاضر این روشها رو به گسترش بوده و در آینده شاهد ابداع روش‌های آماری برای استفاده از نتایج این روش‌ها، در کنار اطلاعات سنتی صید و تلاش صیادی خواهیم بود.

علامت‌گذاری [۳]: علامت‌گذاری ماهیان یکی از روشهای رایجی است که معمولاً از طریق قرار

1- Visual Surveys

2- Electronic Surveys

3- Tagging

دادن قطعه‌های فلزی یا پلاستیکی بر روی بدن ماهی انجام می‌گیرد. این روشها چنانچه در سطحی گسترده انجام گیرند، بسیار پرهزینه هستند و از آنها برای تخمین فراوانی، میزان بقاء، حرکت و جابجایی و مرگ و میر صیادی استفاده می‌شود. در این مورد چند مسئله قابل ذکر است. اغلب برنامه‌های علامت‌گذاری به صید تجاری و برگشت علامت‌ها یا ماهیان علامت‌دار وابسته هستند. معمولاً در آغاز چنین برنامه‌هایی، تعداد بسیار زیادی ماهی علامتگذاری و رهاسازی می‌شوند، بدون آنکه به بازیافت علامت‌ها در انتها توجه کافی شود. در طراحی این روشها باید رابطه موجود میان تعداد ماهی علامتگذاری شده، میزان مرگ و میر یا پراکنش تلاش از یک سو، و بازیافت علامت‌ها، از سوی دیگر، مورد توجه کافی قرار گیرد. یکی از مهمترین جنبه‌های این روش، تعیین میزان بازگشت علامت‌ها[۱] می‌باشد.

ردیابی[۲] : پیشرفت‌های اخیر در کوچک‌سازی وسایل و تجهیزات الکترونیک، امکان استفاده از علائم رادیویی یا صوتی [۳] را بوجود آورده‌اند. در این روش می‌توان هر یک از ماهیان علامت‌دار را توسط قایق، هواپیما، ماهواره یا ردیاب‌های ثابت، دنبال نمود. استفاده از این روشها امکان بررسی بسیار دقیق رفتار کوتاه‌مدت ماهی (در چند روز یا چند هفته) را بوجود می‌آورد، اما تاکنون اهمیت این روش، بجز برای بررسی‌های رفتاری و بوم‌شناختی پایه، مشخص نشده است.

نمونه‌برداری از صید تجارتی : نمونه‌برداری از صید، یکی از راههای اصلی جمع‌آوری اطلاعات در مورد جمعیت‌های ماهی است. نمونه‌برداری می‌تواند بر عرشه شناورهای صیادی تجارتی، در گشت‌های تحقیقاتی یا در مراکز تخلیه صید انجام گیرد. زمانی که ماهی در اختیار ما باشد، می‌توان اطلاعات مختلفی از آن جمع‌آوری نمود.

تعیین سن با استفاده از قطعات سخت بدن [۴] : باارزش‌ترین اطلاعاتی که می‌توان از صید

1- Tag return rate

2- Tracking

3- Acoustic

4- Hard part analysis

تجارتی بدست آورد (حداقل برای آبهای نواحی معتدل)، تعیین سن ماهیان است. سن معمولاً از طریق بررسی فلس یا سنگ‌گوش ماهی و تشخیص علائم سالانه رشد ، تعیین می‌شود. جمع‌آوری اطلاعاتی در مورد ترکیب سنی جمعیت‌ها می‌تواند اساس مطمئنی برای بخش اعظم کارهای ارزیابی ذخایر در نواحی معتدل باشد. روشهای تحلیلی صید در سن [۱] و تجزیه و تحلیل مجازی جمعیت [۲] کاملاً براساس توزیع سنی بنا شده‌اند. در تعیین سن دو مسئله اساسی مطرح می‌باشد : تعیین اعتبار روش تعیین سن ، و تعیین تعداد نمونه موردنیاز . اعتبار تعیین سن بسیار مهم است. اولاً باید اطمینان یافت آنچه که علائم سالانه فرض می‌شوند، واقعی هستند ، و ثانیاً وجود خطا در تعیین سن موجب اریب شدن نتایج تخمین‌ها نگردد. به این علت ، در هنگام استفاده از این اطلاعات ، باید میزان خطای تعیین سن مشخص باشد. تعیین اعتبار را می‌توان از طریق تعیین سن تصادفی نمونه‌هایی که سن آنها مشخص است [۳] انجام داد ، اما مشکل این است که یافتن نمونه‌هایی با سن مشخص بسیار مشکل است. به این منظور معمولاً یک فلس یا سنگ‌گوش توسط چند نفر تعیین سن می‌شود.

طول و وزن : اطلاعات طولی و وزنی احتمالاً معمول‌ترین نوع اطلاعاتی هستند که جمع‌آوری می‌شوند زیرا جمع‌آوری آنها از همه اطلاعات دیگر ساده‌تر است. اطلاعات طولی و وزنی را می‌توان همراه با اطلاعات سنی برای رسم منحنی‌های رشد مورد استفاده قرار داد. در برخی موارد می‌توان از اطلاعات طولی بعنوان جانشین اطلاعات سنی استفاده نمود. در نواحی گرمسیر ، توجه زیادی به ارزیابی ذخایر براساس روشهای طولی شده است.

وضعیت جنسی : ماهی‌ها را معمولاً می‌توان به آسانی از نظر وضعیت جنسی مورد بررسی قرار داد. این نوع بررسی‌ها اغلب در شناخت ساختار ذخیره و چرخه زندگی ماهیها مفید هستند. رابطه هماوری و سن نیز در برخی از مدلهای سنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بسیاری از گونه‌ها ، رشد ، بقاء و آسیب‌پذیری در مقابل ابزار صید به جنسیت بستگی دارند.

1- Catch at age

2- Virtual Population Analysis

3- Blind Aging

ویژگی‌های وراثتی و ریخت‌شناسی : اغلب می‌توان ساختار ذخیره را با استفاده از تفاوتهای فیزیکی ماهیها مشخص نمود. این بررسیها در ابتدا بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی ماهیان انجام می‌شدند، اما امروزه با روشهای الکتروفورز و اخیراً نیز با مطالعه DNA تکمیل شده‌اند. بهرحال ، هر روشی که مورد استفاده قرار گیرد ، معمولاً هدف یکسان و تعیین ساختار تولیدمثلی ذخیره است که بنوبه خود به اتخاذ روش صحیح مدیریتی کمک می‌نماید.

محتویات معده : در برخی ماهیها ، با بررسی مواد درون معده می‌توان به نوع غذای مصرف شده پی برد. تجزیه و تحلیل محتویات معده در ابتدا برای پژوهش‌های زیست‌شناختی پایه و بوم‌شناختی مورد استفاده قرار می‌گرفتند و ارتباط اندکی با مدیریت شیلاتی داشتند ، اما با شناخت بیشتر اهمیت برهم کنش گونه‌های مختلف بر یکدیگر ، روشهایی نیز برای استفاده از اطلاعات محتویات معده از ارزیابی ذخایر بوجود آمده‌اند.

جابجایی : اطلاعات بدست آمده از علامتگذاری و ردیابی ماهیان ، شناختی در خصوص محل و نحوه جابجایی آنها بدست می‌دهند. این نوع اطلاعات دو کاربرد مهم دارند ؛ تشخیص و تمایز ذخایر از یکدیگر ، و مدیریت تبادل‌های ماهیگیری‌های مختلف با یکدیگر. اطلاعاتی که در مورد تحرکات و جابجایی ماهی‌ها وجود دارند را می‌توان برای حل اختلافهای موجود بر سر ذخایر متحرک یا مهاجر مورد استفاده قرار داد.

تخمین فراوانی : هر محققی که در زمینه ارزیابی ذخایر کار می‌کند ، در نظر دارد تا اندازه ذخیره‌ای را که روی آن تحقیق می‌کند ، بداند و در بسیاری موارد نیز مهمترین مسئله می‌باشد. بسیاری از روشهایی که برای تخمین فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (تجزیه و تحلیل صید در سن ، تجزیه و تحلیل مجازی جمعیت و روش تخلیه‌ای) ، براساس تاریخچه بهره‌برداری از ذخیره بنا شده‌اند. اما اگر امکان دسترسی به این نوع اطلاعات وجود نداشته باشد ، چه راهی وجود خواهد داشت ؟ سه روش سریع برای نیل به این هدف عبارتند از: انجام گشت‌های تحقیقاتی ، علامت‌گذاری ماهی‌ها و تجزیه و تحلیل صید بازای واحد تلاش (CPUE). یکی از مسائل اصلی در ارزیابی ذخایر ، یافتن یک شاخص فراوانی [1] است که متناسب با اندازه ذخیره

1- Index of abundance

باشد و روندهای موجود در ذخیره و پاسخ آنرا به سیاست‌های مختلف مدیریتی، نشان دهد. در بسیاری از روش‌های ارزیابی ذخایر، وجود اطلاعاتی در مورد CPUE صید تجارتی و میزان تلاش صیادی کافی بنظر می‌رسد، اما این فرض گاهی می‌تواند موجب بروز اشتباه‌های بزرگی شود. در برخی موارد ممکن است حتی تا زمان از بین رفتن ذخیره، میزان CPUE همچنان بالا باشد (بعلت رفتار تجمعی ماهیان و مؤثر بودن عملیات جستجو)، در حالیکه گاهی حتی زمانی که ذخیره تا حدی دست نخورده است، CPUE بشدت تنزل می‌یابد. با گسترش ماهیگیری (و بهره‌برداری از ذخیره)، معمولاً تغییرهای شدیدی در پراکندگی ماهی و ماهیگیران بوجود می‌آید که ممکن است تا هنگامی که وضعیت فاجعه‌انگیزی بوجود می‌آید در آمار و اطلاعات اولیه صید و تلاش صیادی بوضوح مشخص نباشد.

گشت‌های تحقیقاتی : انجام گشت‌های تحقیقاتی دقیق به منظور بررسی الگوهای فراوانی نسبی می‌توانند هسته هر سیستم مدیریت شیلاتی محسوب شود ؛ خصوصاً چنانچه امکان استفاده از ماهیگیران برای کسب اطلاعات مناسب که نشانگر الگوهای موجود در زمانها و مکانهای مختلف باشند، وجود نداشته باشد.

یک گشت تحقیقاتی که بخوبی طراحی شده باشد، باید حداقل به دو هدف دست یابد: اولاً باید تخمینی از تراکم نسبی ماهیان ارائه دهد (بطور مثال، بازای منطقه جاروب شده توسط تور، یا بازای تعداد دفعه برخورد ابزار صید با ماهی در رشته قلاب) و ثانیاً باید امکان ترسیم پراکنش مکانی ماهیان را بوجود آورد.

به منظور نیل به هدف دوم، گشت‌ها باید مناطقی فراتر از محدوده‌های شناخته شده پراکندگی ماهی‌ها، یا حداقل فراتر از محدوده موردنظر صیادان یا محدوده‌ای که تحت حفاظت قرار گرفته را پوشش دهند. این مسئله به یکی از مهمترین اصول طراحی گشت‌های تحقیقاتی اشاره دارد : هیچگاه نباید از پراکنش فعلی فعالیت صید بعنوان تنها معیار تصمیم‌گیری در مورد محدوده منطقه مورد بررسی استفاده نمود. اهداف دیگر یا فرعی گشت‌های تحقیقاتی می‌توانند شامل کسب اطلاعاتی در خصوص موقعیت‌های تراکم اقتصادی از ماهیان، الگوی مهاجرت فصلی، تغییرهای پراکنش در مراحل مختلف رشد، محل‌ها و اندازه گله‌های ماهی در حال تخمریزی [1] و ترکیب جمعیت (اندازه، سن، جنس و ساختار ژنتیکی) باشند.

1- Spawning aggregations

با توجه به هدف اصلی گشت‌های تحقیقاتی که بدست آوردن شاخصی از فراوانی نسبی آبزیان در زمانها و مکانهای مختلف است ، بدیهی است که ابزار نمونه‌برداری مورد استفاده از گشت‌ها باید صیدی متناسب با فراوانی ماهیان داشته باشد ، بنابراین نباید از نوعی باشد که به آسانی اشباع شود (مانند تورهای انتظاری و قفس‌ها) . چنانچه استفاده از چنین ابزار صیدی غیرقابل اجتناب باشد ، در طراحی گشت‌ها باید انجام آزمایشهایی را نیز در نظر گرفت تا مشخص شود ابزار صید مورد استفاده با چه سرعتی اشباع می‌شود. گشت‌ها عموماً در مناطق نسبتاً وسیعی انجام می‌گیرند که از نظر مکانی ناهمگن هستند ، بطوریکه برخی از نواحی آن برای زندگی ماهیها مناسب‌ترند. چنانچه حدود و اندازه این نواحی قبل از آغاز گشت‌ها مشخص باشند ، هر ناحیه را می‌توان بعنوان یک طبقه مستقل در نظر گرفت و بدین ترتیب برای هر یک از آنها تخمین جداگانه‌ای ارائه نمود. شاخص کلی فراوانی نیز میانگین یا مجموع وزنی تمامی طبقه‌ها خواهد بود که در آن ، تخمین مربوط به هر طبقه ، وزنی متناسب با اندازه آن داشته و با عدم قطعیت مربوطه نیز نسبت عکس دارد.

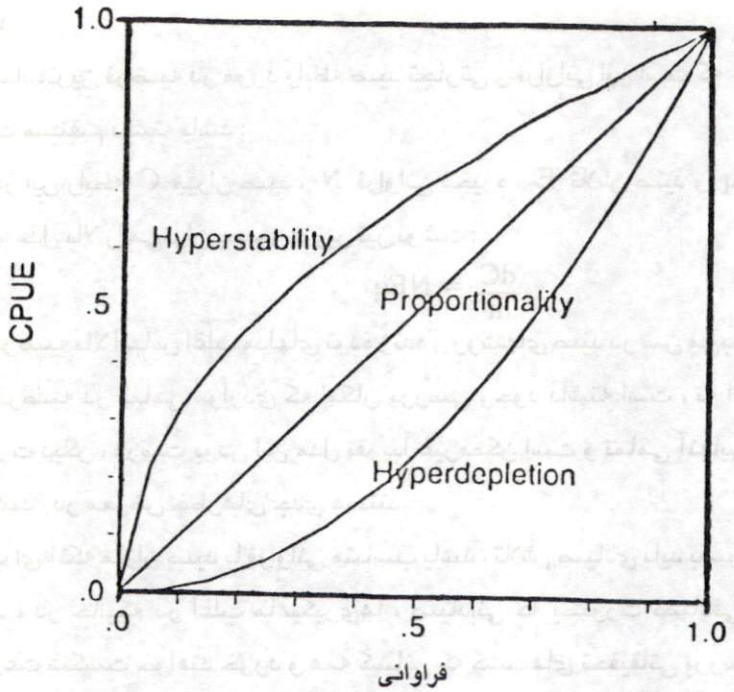
۱ـ۷ـ۲ : اطلاعات صید تجارتی

کوشش برای استفاده از اطلاعات صید بازای واحد تلاش برای تخمین فراوانی ، یا بعنوان شاخصی از فراوانی ماهی‌ها تقریباً غیر قابل اجتناب است ، اما مسئله این است که بین CPUE و فراوانی چه نوع ارتباطی وجود دارد ؟

شکل ۱ـ۳ سه رابطه ممکن میان CPUE و فراوانی را نشان می‌دهد. در منحنی اول با کاهش فراوانی ، CPUE همچنان بالا می‌ماند ، که به این حالت Hyperstability گفته می‌شود. این نوع رابطه را می‌توان تقریباً در هر نوع ماهیگیری که عملیات جستجو بسیار کارآمد باشد ، بطوریکه بخش اعظم جستجو در مناطق دارای فراوانی بالا انجام می‌گیرد ، مشاهده نمود. در این صورت ، علیرغم کاهش فراوانی ، تراکم ماهیان صید شده یکسان باقی می‌ماند . بهره‌برداری از پستانداران دریایی در محلهای تجمع آنها برای تخم‌ریزی در سواحل و استفاده از تورهای پیاله‌ای برای صید گله‌های کلوپئوئیدها [1] مثالهایی از این حالت هستند

منحنی دوم حالتی را نشان می‌دهد که CPUE با فراوانی متناسب است. این حالت زمانی وجود دارد که عملیات جستجو بصورت تصادفی انجام می‌گیرد. بنظر می‌رسد برخی از اَشکال

1- Clupeoids



شکل ۱ـ۳ : رابطه‌های ممکن میان فراوانی و CPUE

صید با تورهای انتظاری و رشته قلاب از چنین الگویی پیروی می‌نمایند ، البته تا زمانی که ابزار صید به اندازه کافی اشباع نشده باشد. به این رابطه Proportionality گفته می‌شود.

منحنی سوم حالت Hyperdepletion را نشان می‌دهد زیرا CPUE با سرعتی بیشتر از فراوانی کاهش می‌یابد. در این حالت با اینکه بنظر می‌رسد ذخیره تهی شده باشد ، فراوانی به همان اندازه کاهش نیافته است. یکی از علل بروز چنین وضعیتی ، رفتار متفاوت ماهی در مقابل ابزار صید است ، بدین ترتیب که زیرمجموعه کوچکی از ماهیها که آسیب‌پذیری زیادی به ابزار صید دارند بسرعت صید می‌شوند و با صید آنها ، گروهی باقی می‌مانند که آسیب‌پذیری کمتری به ابزار صید داشته و در عین حال دارای فراوانی بالاتری نیز هستند. چنین رفتاری را می‌توان در بی‌مهرگانی که نقب‌زن بوده و مخفی می‌شوند مشاهده نمود. این جانوران پس از پنهان شدن ، آسیب‌پذیری اندکی به ابزار صید دارند.

CPUE مشاهده شده معمولاً حاصل هزاران واحد منفرد تلاش صیادی است. الگوی مکانی فراوانی و تلاش صیادی ، و رابطه میان فراوانی و موفقیت صید در یک منطقه ، همگی در کنار هم

CPUE کل را بدست می‌دهند که بمنظور درک بهتر آن باید هر یک از اجزاء آن بخوبی شناخته شوند.

ساده‌ترین فرضیه در مورد رابطه صید تجارتی و فراوانی این است که CPUE با فراوانی نسبت مستقیم داشته باشد :

$$C = NEq$$

در این رابطه C میزان صید ، N فراوانی ذخیره ، E تلاش صید و q کارایی ابزار صید است. مدل بالا را می‌توان بصورت زیر نیز نوشت :

$$\frac{dC}{dt} = NEq$$

فرضیه بالا اساس اغلب مدلهای توده زنده و روشهای صید در سن می‌باشد. نادرست بودن این فرضیه در تمامی مواردی که امکان بررسی وجود داشته است ، به اثبات رسیده است . بعبارت دیگر ، درست بودن این مدل تقریباً غیرممکن است و تمامی آنهایی که از آن استفاده می‌کنند ، در معرض خطرهای جدی هستند.

برای آنکه میزان صید با فراوانی متناسب باشد ، تلاش صیادی باید بصورت تصادفی انجام گیرد ، در حالیکه در اغلب ماهیگیری‌ها ، صیادانی که بصورت تصادفی به صید بپردازند بسرعت شکست خواهند خورد و همه کسانی که گشت‌های تحقیقاتی بررسی فراوانی را بدون طبقه‌بندی طراحی می‌کنند نیز ، ماهی چندانی صید نخواهند نمود. هیچ ماهیگیری بطور تصادفی صید نمی‌کند و صیادان به مناطقی می‌روند که احتمال وجود ماهی را می‌دهند و تقریباً تمامی آنها در مورد محل وجود ماهیها نظراتی دارند. بنابراین میزان صید ، منعکس‌کننده فراوانی ماهیها در محلهای دارای تراکم بالا است. بدین ترتیب ، اولین قاعده در استفاده از میزان صید در تعیین فراوانی ، استفاده از طبقه‌بندی مکانی است.

طبقه‌بندی مکانی : اولین قدم در شناخت اطلاعات صید تجارتی ، رسم نقشه‌های صید و تلاش می‌باشد. تقریباً همیشه محل تراکم تلاش صیادی باید منطبق با محلی باشد که ماهیها فراوانی بیشتری دارند. اگر معجزه‌ای موجب شود که تلاش صید بصورت یکنواخت در نواحی مختلف توزیع شده باشد ، در این صورت می‌توان فرض نمود که میزان صید با فراوانی متناسب است.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات صید ، اطلاعات موجود باید به طبقه‌های مختلف (مکانی) تقسیم‌بندی شوند. این عمل می‌تواند بصورت چشمی انجام گیرد یا اینکه طبقه‌ها با توجه به آمار صید مشخص شوند. پس از انجام این مرحله ، اگر C نمایانگر میزان صید و E نشان‌دهنده تلاش برای طبقه‌های مکانی i باشد ، و سطح هر منطقه (A) مشخص باشد و همچنین فرض

کنیم که در هر منطقه میزان صید با رابطه زیر متناسب با فراوانی باشد :

$$C_i = N_i E_i q_i$$

با استفاده از رابطه بالا خواهیم داشت : (N_i تعداد ماهیها در هر طبقه می‌باشد)

$$N_i = \frac{C_i}{E_i} \times \frac{1}{q_i}$$

بدین ترتیب تعداد کل در تمامی مناطق خواهد بود :

$$N_{total} = \Sigma_i \left(\frac{C_i}{E_i} \frac{1}{q_i}\right)$$

چنانچه فرض کنیم کارآیی ابزار صید (q) در تمامی نواحی یکسان باشد و q_iها تنها اندازه متفاوت نواحی را نشان دهند ، در این صورت می‌توان از A_i و یک q به تنهایی استفاده نمود:

$$N_{total} = \frac{1}{q} \left(\Sigma_i A_i \frac{C_i}{E_i} \right)$$

در تمامی معادله‌های بالا فرض شده که مقادیر C ، A و E معلوم و مشخص هستند. دو کمیت اول را می‌توان بطور نسبتاً ساده‌ای (نسبت به دیگر اطلاعات شیلاتی) بدست آورد ، ولی معمولاً مشکل در تعیین مقدار E است (استاندارد ساختن یا اصلاح تلاش بعداً مورد بحث قرار خواهد گرفت). یک مسئله مهم در طبقه‌بندی مکانی این است که با طبقه‌هایی که در آنها هیچ تلاشی صورت نمی‌گیرد ، چه باید کرد. یک راه‌حل ساده این است که فرض کنیم در آنها هیچ ماهی وجود ندارد. اگر رابطه میزان صید و فراوانی را در یک منطقه بسیار کوچک مورد بررسی قرار دهیم ، شاید بتوان امیدوار بود که فرضیه جستجوی تصادفی صادق باشد. متأسفانه در این صورت نیز جنبه‌های مختلفی در رفتارهای صیادان موجب می‌شوند تا CPUE حتی در نواحی بسیار کوچک نیز با فراوانی متناسب نباشد. این رفتارها عبارتند از میزان مؤثر بودن فرآیند جستجو، ارتباط صیادان با یکدیگر و کاهش CPUE در اثر تنزل کوتاه‌مدت جمعیت ماهیها.

بنابراین می‌توان چنین تصور نمود که حتی در یک مقیاس بسیار کوچک نیز ممکن است CPUE مستقیماً با فراوانی تناسب نداشته باشد. با انجام برخی بررسی‌های ساده و دقیق در مورد رفتار ماهیگیران و زمان جستجو ، همکاری و تداخل آنها با یکدیگر و جستجوی مکانی آنها ، می‌توان بسرعت و بسادگی ، اطلاعات ارزشمندی در مورد چگونگی رابطه CPUE با فراوانی بدست آورد.

قابلیت صید متغیر : مسئله مهم دیگر ، ثابت نبودن قابلیت صید ماهیها است. در حقیقت این متغیر در اغلب ماهیگیری‌ها وجود دارد. تمامی آنان که با قلاب به صید ماهی پرداخته‌اند می‌دانند که ماهی‌ها در مواقعی خاص به قلاب حمله می‌کنند ، در حالیکه در مواقعی نیز تمایلی به آن نشان نمی‌دهند . جزر و مد ، وضعیت ماه ، جابجایی‌های فصلی ، شب و روز و عوامل دیگر می‌توانند علل متغیر بودن قابلیت صید ماهیها باشند.

محل صید : در رابطه با انتخاب محل صید دو مدل وجود دارد. در مدل اول ، تلاش ماهیگیران بطور تصادفی در تمامی سطح منطقه پراکنش جمعیت ماهی پراکنده است و در مدل دوم تلاش در بهترین نواحی صیادی انجام می‌گیرد. مدل دوم احتمالاً واقع‌بینانه‌تر است ولی با اینحال فرض می‌شود تمامی ماهیگیران در مورد CPUE تمامی نواحی ، اطلاعات کامل دارند و صید در تمامی نواحی نیز هزینه یکسان دارد.

اگر فرضیه‌های بالا صحیح باشند ، ارتباط میان CPUE ، تلاش و فراوانی توسط الگوی مکانی فراوانی ماهی‌ها تعیین می‌شود (بعلاوهٔ آثار ناشی از رفتارهای محلی) . با نادیده گرفتن آثار رفتارهای محلی ، پیش‌بینی‌های اساسی در این مورد بدین ترتیب خواهند بود : ۱ـ اگر جمعیت ماهیان (بدون درنظرگرفتن فراوانی) ، دارای تراکم یکنواخت باشند ، CPUE بتدریج همراه با فراوانی کاهش می‌یابد. این حالت در مورد اغلب ماهیانی که بصورت گروهی زندگی می‌کنند صادق است ولی پیش فرض آن این است صید موجب تغییر تراکم ماهیان نمی‌شود. ۲ـ اگر چند ناحیه تجمع ماهیها با تراکم بالا وجود داشته باشد ، ممکن است CPUE سریعتر از فراوانی کاهش یابد. در این صورت ، نواحی دارای تراکم بالا تماماً صید می‌شوند ، اما یک ذخیره بزرگتر با تراکم کمتر باقی می‌ماند.

اگر این فرضیه را که تلاش همیشه در ابتدا به نواحی دارای بالاترین CPUE اختصاص می‌یابد ، درست بدانیم ، درمی‌یابیم که رابطه میان CPUE و فراوانی کاملاً غیرمنتظره خواهد بود.

۱ـ۷ـ۳ : روش مساحت جاروب شده [1]

در این روش یک تور کفروب برای تخمین میانگین صید یک ذخیره در تعدادی ایستگاه

1- Swept Area Method

نمونه‌برداری مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس میانگین صید در منطقه جاروب شده توسط تور کفروب (a) در مساحت کل منطقه موردنظر ضرب می‌شود تا اندازه ذخیره یا توده زنده کل ذخیره یا وزن کل آن محاسبه می‌شود. یک تور کفروب از ماهیهای موجود در سطحی نمونه‌برداری می‌کند که به شکل یک مستطیل دراز با مساحت a است. محاسبه این مستطیل با استفاده از معادله زیر انجام می‌شود:

$$a = W \times Tv \times D$$

که در آن W عرض مؤثر تور، Tv سرعت و D مدت زمان تورکشی می‌باشد. از آنجایی که هیچ تور کفروبی دارای کارآیی صددرصد نمی‌باشد، ماهیان صید شده، معمولاً کمتر از ماهیانی است که بر سر راه تور قرار می‌گیرند. بنابراین نسبتی از ماهیان موجود در مسیر تور که در آن بدام می‌افتند، V [1] نامیده می‌شود. بدین ترتیب وزن یا توده زنده ماهیان موجود در مسیر کفروبی شده برابر خواهد بود با $\frac{Cw}{V}$. تخمینی از توده زنده کل جمعیت (B) خواهد بود:

$$B = \frac{Cw}{V} \times (\frac{A}{a})$$

که در آن Cw میانگین صید در هر تورکشی و A کل منطقه پراکندگی ذخیره می‌باشد.

اشتباه معیار [2] را می‌توان از معادله زیر محاسبه نمود:

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

(s عبارتست از انحراف از معیار و n تعداد توراندازی‌ها می‌باشد).

تخمین V با استفاده از روشهای معمول مشکل است و یکی از راههای عملی برای تعیین آن، استفاده از دوربین‌های تصویربرداری زیرآبی است. گاهی نیز از مقدار فرضی ۰/۵ استفاده می‌شود که بیانگر این است که نیمی از ماهیان موجود در مسیر تور بدام می‌افتند. مقدار V تا حد زیادی به توانایی حرکتی گونه موردنظر برای فرار از تور بستگی دارد. محتاطانه‌ترین روش برای تخمین توده زنده از این طریق، استفاده از مقدار ۱ برای V می‌باشد.

چنانچه تخمینی از وسعت منطقه تحت تأثیر انواع دیگر ابزار صیادی وجود داشته باشد، می‌توان روشهایی مشابه روش مساحت جاروب شده را در مورد آنها نیز بکار برد. در مواردی که از دامهای طعمه‌دار برای صید بکار می‌رود، می‌توان با استفاده از فاصله میان دامها، این روش را بکار برد.

1- Vulnerability

2- Standard Error

۱ـ۷ـ۴ : جمع‌آوری اطلاعات طولی

مهمترین مزیت روشهای طولی این است که جمع‌آوری اطلاعات اصلی موردنیاز برای آنها ،سریع و آسان است ، اما اخیراً برخی محققین به این نتیجه رسیده‌اند که این روشها نیز همانند روشهای سنی ، نیازمند طراحی دقیق هستند. با اینحال ، و با وجود نوسان و اختلافهای موجود در اندازه و سن ماهیان صید شده در زمانها و مناطق مختلف ، و محدود بودن امکان نمونه‌برداری ، تنها با استفاده از روشهای طولی می‌توان اطلاعات کافی جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری را جمع‌آوری نمود.

با این وجود، یک بررسی سطحی سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعات در سراسر جهان نشان داده است که در بسیاری از مناطق ، نمونه‌های طولی براساس یک طرح آماری دقیق جمع‌آوری نشده ، و تنها در موارد معدودی تجزیه و تحلیل آماری برای طراحی مناسب فرآیند نمونه‌برداری انجام گرفته است.

بهرحال در آغاز هر بررسی باید به مسئله طراحی و تکرار نمونه‌برداری توجه کافی داشت ، اما در این زمان (یعنی در آغاز طرح) ، اطلاعات کافی بدین منظور در دست نمی‌باشد. امکان طراحی خوب عملیات ، بدون وجود اطلاعاتی در مورد اختلافهای موجود در داده‌ها ، چگونگی تجزیه و تحلیل آنها و نحوه تأثیر خطاهای نمونه‌برداری و دیگر منابع عدم قطعیت بر دقت و قابلیت اطمینان نتایج بدست آمده ، امکان‌پذیر نیست. از سوی دیگر ، نمی‌توان به این پرسش‌ها پاسخ داد ، مگر اینکه قبلاً اطلاعاتی جمع‌آوری شده ، و تجزیه و تحلیل مقدماتی انجام گرفته باشد.

۱ـ۸ : تخمین ضرایب

بررسی‌هایی که بر روی ماهیگیری‌ها انجام می‌شوند ، معمولاً دارای دو جنبه هستند : ارائه مدلها و فرضیه‌ها که توسط افرادی انجام می‌شوند که معمولاً پشت میز کار خود بوده و مدلهایی از نحوه عملکرد ماهیگیری‌ها ارائه می‌دهند ، جنبه دیگر ، شامل افرادی است که به قایق‌ها و کشتی‌های صیادی سرکشی می‌کنند ، ماهیان را شمارش نموده و اطلاعات موردنیاز را جمع‌آوری می‌کنند. اما در اغلب موارد ، این دو گروه ارتباطی با یکدیگر ندارند و بسیاری از نظریه‌پردازان علاقه چندانی به نحوه جمع‌آوری اطلاعات ندارند و بسیاری از افرادی که در عرصه ماهیگیری‌ها فعالیت عملی دارند نیز تنها به آنچه که می‌بینند اعتقاد دارند.

ارزیابی ذخایر این دو جنبه را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد . در خصوص چگونگی واکنش

ماهیگیری‌ها به سیاست‌های مدیریتی ، نمی‌توان بدون استفاده از مدلها ، پیش‌بینی‌های لازم را انجام داد و این مدلها حتماً باید حالت‌های ساده شده‌ای از آنچه که در طبیعت رخ می‌دهد ، باشند. برای آنکه مدلی بتواند مفید واقع شود ، باید آنچه را که در طبیعت می‌گذرد ، با دقتی معین شبیه‌سازی نماید. فرآیند یافتن یک مدل مناسب شامل دو مرحله است : ۱) انتخاب ساختاری مناسب برای مدلی که برای مسئله موردنظر صحیح‌تر از همه بنظر می‌رسد و ۲) انتخاب ضرایب مناسب برای این مدل . بخش اعظم ارزیابی ذخایر شامل تخمین ضرایب زیستی بوده و وجود اطلاعاتی در خصوص روشهای تخمین این ضرایب برای تمامی آنان که در این زمینه کار می‌کنند ، ضروری است. برای تخمین این ضرایب سه پیش‌نیاز وجود دارد :

۱ـ وجود یک مدل مشخص و مشخص بودن نوع ضرایب موردنیاز .

۲ـ وجود اطلاعاتی از جمعیت که برای تخمین ضرایب موردنیاز هستند.

۳ـ وجود معیاری برای قضاوت در مورد نکویی‌برازش [1] میان ضرایب و مدلهای مورد استفاده .

تخمین ضرایب شامل یافتن مقادیری از آنهاست که بهترین برازش را بین مدل و اطلاعات موجود ، برطبق معیار موردنظر داشته باشند. باید مراقب بود تا با حدود روش مورد استفاده بخوبی آشنا بود ، زیرا یافتن تخمین‌هایی از ضرایب و برازاندن آنها در مدل ، هیچگاه تضمین‌کننده درستی پیش‌بینی‌های ارائه شده نخواهد بود و ممکن است در حالیکه بسیاری از تخمین‌ها همخوانی خوبی دارند ، نتایج بدست آمده از آنها اختلافهای بسیار زیادی با یکدیگر داشته باشند.

1- Goodness of fit

فصل ۲

پویایی‌شناسی جمعیت‌ها

۲ـ۱ : پراکنش و فراوانی

پراکنش و ذخیره واحد : حوزه پراکنش تمامی گونه‌های دریایی دارای محدوده‌هایی است . برای مثال پراکندگی ماهی کاد [1] محدود به اقیانوس اطلس شمالی است و در این محدوده جغرافیایی نسبتاً وسیع ، کادها بصورت زیر جمعیت‌ها یا نژادهای کوچکتر و کم و بیش مجزا از یکدیگر زیست می‌نمایند. در چنین مواردی بنظر می‌رسد صید زیر جمعیت‌ها تأثیری بر جمعیت‌های دیگر نداشته باشد. بررسی‌های شیلاتی معمولاً براساس گروههای کوچکی از آبزیان که بعنوان ذخیره واحد محسوب می‌شوند ، انجام می‌گیرند. از دیدگاه ارزیابی و مدیریت ذخایر ، مشخص نمودن این مسئله که آیا ذخایر مجاور به اندازه‌ای با یکدیگر مرتبط هستند که بصورت یک ذخیره واحد محسوب شوند ، یا به اندازه‌ای از یکدیگر مجزا هستند که ذخایر جداگانه‌ای محسوب شوند ، بسیار بااهمیت است.

در اغلب موارد ، معیارهای متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا این مسئله مشخص گردد. برای نمونه ، یک میگوی خانواده پنائیده بنام *Penaeus latisulcatus* توسط کشتی‌های کفروب در دو خلیج مجاور در ناحیه‌ای در جنوب استرالیا صید می‌شوند ، اما در منطقه بین این دو خلیج صیدی وجود ندارد. در هر یک از این خلیج‌ها میگوهای بالغی وجود دارند و در هر یک از آنها نیز نواحی پوشیده از جنگلهای حرا قرار دارند که میگوهای جوانتر در آنها یافت می‌شدند. بعلاوه ، آزمایشهای علامتگذاری هیچ مهاجرتی را در میان میگوهای دو خلیج نشان نداده‌اند. بدین ترتیب ذخایر موجود در هر یک از دو خلیج مزبور برای مطالعه و مدیریت ، دو

1- *Gadus morhua*

جمعیت مجزا محسوب می‌شوند. در درون یک ذخیره واحد ، افراد دارای پراکنش‌های متفاوت هستند. پراکنش یکنواخت بندرت در طبیعت یافت می‌شود ، زیرا محیط بندرت یکنواخت است. با این حال ، یک پراکنش یکنواخت را می‌توان تا حدودی در گونه‌هایی مشاهده نمود که دارای رقابت شدید ، قلمرو یا رفتار تجمعی هستند. از سوی دیگر ، پراکنش تصادفی نیز بندرت در طبیعت دیده می‌شود زیرا محیط آرایش تصادفی ندارد. پراکنش افراد یک ذخیره ، تحت تأثیر اختلافها یا شیب‌های موجود در محیط می‌باشد. در تمامی آبزیان ، انتظار وجود یک پراکنش افتراقی وابسته به عمق می‌رود و اغلب گونه‌ها در محدوده عمقی باریکی به تعداد زیاد یافت می‌شوند.

در بررسی‌های شیلاتی ، برآورد فراوانی ذخیره اغلب جهت تخمین دیگر ضرایب جمعیتی مانند میزان بقاء [۱] و تولید [۲] اهمیت و ضرورت دارد. در برخی موارد ، تخمین‌هایی از فراوانی مطلق (تعداد کل افراد) مورد نیاز است. با این حال ، در بسیاری موارد ، بدست آوردن تخمین‌هایی از فراوانی نسبی افراد کافی است (تعداد افراد در یک منطقه ، نسبت به افراد موجود در منطقه‌ای دیگر در یک زمان خاص).

فراوانی نسبی : معمول‌ترین شاخص فراوانی نسبی در مطالعه‌های شیلاتی ، صید به ازای واحد تلاش [۳] است. صید (C) و تلاش صیادی (f) معمولاً در تمامی ماهیگیری‌های مدیریت شده و گشت‌های تحقیقاتی ثبت می‌شوند. صید به ازای واحد تلاش ($\frac{C}{f}$ یا CPUE) را می‌توان از راههای مختلفی ثبت نمود. برای مثال بصورت تعداد یا وزن ماهی صید شده بازای هر قلاب در هر ساعت ، تعداد شاه‌میگوهای صید شده بازای هر قفس در هر روز یا تعداد یا وزن ماهیان کفزی صید شده در هر ساعت استفاده از تورهای کفروب .

در یک ماهیگیری با تورهای گوشگیر ، برای مثال ، یک معیار کلی از تلاش ، تعداد ماهیگیرانی است که از تورهای گوشگیر استفاده می‌کنند که در این صورت CPUE بصورت کیلوگرم بازای هر صیاد ثبت می‌شود. اگر تعداد روزهای صیادی نیز معلوم باشد ، یک معیار دقیق‌تر برای CPUE ، کیلوگرم صید در روز خواهد بود. چنانچه طول تورهای گوشگیر نیز

1- Survival

2- Yield

3- Catch Per Unit Effort - (CPUE)

مشخص باشد، CPUE را می‌توان بصورت کیلوگرم صید بازای هر واحد تور در هر روز ثبت نمود.

اگر ماهیگیری در یک منطقه ۲۰ ماهی در هر ساعت و در منطقه‌ای دیگر ۴۰ ماهی در هر ساعت صید کند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در منطقه دوم تعداد ماهیان دو برابر منطقه اول است. اما اینکه چنین برداشتی تا چه حد منطقی است، به این مسئله بستگی دارد که ماهیگیران موردنظر از مهارتهای یکسان و ابزار صید مشابه در هر دو منطقه استفاده کرده باشند. همچنین به این مسئله بستگی خواهد داشت که ماهیها پراکنش تصادفی داشته باشند. اگر تمامی این شرایط صادق باشند، یک واحد تلاش صید، نسبت ثابتی (که به آن ضریب قابلیت صید یا q گفته می‌شود) را از کل ذخیره برداشت می‌نماید. این مسئله نشان می‌دهد که رابطه CPUE با فراوانی کل ذخیره (N) از نوع خطی است: $CPUE = q N$

که در آن q ضریب قابلیت صید (و شیب خط) می‌باشد.

معادله بالا بیانگر این است که یک رابطه مستقیم میان CPUE و فراوانی وجود دارد که ممکن است همیشه صادق نباشد. در اغلب موارد، مقدار q مشخص نیست و بنابراین نمی‌توان فراوانی مطلق را از این رابطه محاسبه نمود. اما چنانچه اطلاعات فراوانی بصورت نسبی موردنیاز باشند، این نتیجه اهمیت چندانی نخواهد داشت. از سوی دیگر، ذکر این نکته ضروری است که در بسیاری از موارد، قابلیت صید یک گونه ثابت نبوده و می‌تواند تحت تأثیر تغییرهای رفتاری مربوط به زمانهای مختلف روز، چرخه ماههای قمری و فصول سال متغیر باشد. چنانچه فرآیند صید در سراسر ناحیه پراکنش یک ذخیره و در اعماق مختلف انجام گیرد، اطلاعات CPUE را می‌توان بعنوان شاخصی از فراوانی برای تعیین پراکنش یک گونه در نواحی و اعماق مختلف، مورد استفاده قرار داد.

برخی از اطلاعات CPUE غیروابسته به ماهیگیری‌ها را می‌توان از گشت‌های تحقیقاتی جمع‌آوری نمود و به این علت این نوع اطلاعات معمولاً پرهزینه هستند. در چنین گشت‌هایی می‌توان اطلاعاتی راجع به مناطق جغرافیایی وسیع‌تری از کل ناحیه پراکنش را (نسبت به منطقه تحت پوشش ماهیگیری تجاری) جمع‌آوری نمود زیرا در اغلب ماهیگیری‌ها تلاش در هر زمان معین، غالباً در یک بخش کوچک متمرکز می‌شود.

اما بهرحال اطلاعات صید و تلاش وابسته به ماهیگیری‌ها که طی عملیات صید تجارتی جمع‌آوری و ثبت می‌شوند، مورد استفاده گسترده‌تری قرار دارند. این راه، روشی نسبتاً ارزان برای جمع‌آوری و ثبت اطلاعات است که لازمه آن بزرگ بودن نسبی تعداد نمونه‌ها است. در

اغلب ماهیگیری‌های تجارتی از صیادان خواسته می‌شود تا اطلاعات موردنظر را در کتابچه‌های صید[1] ویژه‌ای ثبت نمایند و در بسیاری از ماهیگیری‌هایی که در آنها مجوز صید صادر می‌شود، تکمیل و ارائه این کتابچه‌ها ضروری است. مبنای استفاده از اطلاعات CPUE براین اساس است که CPUE دقیقاً منعکس‌کننده تغییرهای فراوانی ماهیان در ذخیره می‌باشد. اما شرایط بسیاری وجود دارند که در آنها CPUE نمی‌تواند شاخص خوبی از فراوانی محسوب شود. اغلب ایرادهای موجود در استفاده از اطلاعات CPUE مربوط به اختلاف در نحوه محاسبه تلاش صیادی (تلاش ثبت شده یا ظاهری) است. چنانچه ماهیگیری کارایی بیشتری پیدا کند، با اینکه تلاش ظاهراً ثابت باقی مانده است، میزان صید ثبت شده حتی در صورت کاهش فراوانی ذخیره نیز افزایش نشان می‌دهد. بعبارت دیگر، تلاش مؤثر[2] می‌تواند حتی در صورت ثابت بودن تلاش ظاهری[3] نیز افزایش یابد و بدین ترتیب اگر CPUE براساس تلاش ظاهری باشد، نمی‌تواند شاخص خوبی برای فراوانی ذخیره باشد.

۲ـ۲ : رشد

بخش اعظم غذایی که توسط یک جاندار مصرف می‌شود، جهت حفظ وضعیت بدن، انجام انواع فعالیت‌ها و تولیدمثل صرف می‌شود و تنها بخش کوچکی از انرژی موجود در مواد غذایی که اغلب از $\frac{۱}{۳}$ آن نیز کمتر است، جهت افزایش ابعاد بدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این رابطه، عوامل و نیروهای مختلفی در تخصیص نسبت لازم از انرژی برای رشد، دخالت دارند. از فواید بالا بودن سرعت رشد می‌توان از رسیدن به نوعی مصونیت در مقابل شکارچیان طبیعی در مراحل اولیه زندگی نام برد. بزرگتر بودن اندازه بدن می‌تواند موجب افزایش تعداد تخمهای تولید شده، و نهایتاً افزایش میزان بقاء لاروها نیز شود.

از نقطه‌نظر شیلاتی، رشد همانند بازسازی بر میزان قابل برداشت از ذخیره مؤثر می‌باشد.

مدلهای مختلفی برای بیان رشد از طریق معادلات ریاضی بوجود آمده‌اند که از میان آنها، معادله رشد فون بر تالانفی بعلت کاربرد گسترده آن از همه شناخته‌شده‌تر می‌باشد.

1- Log books

2- Effective effort

3- Apparent effort

مدلهای رشد

پیش‌بینی بخشی از تولید در جمعیت‌ها که حاصل فرآیند رشد است ، عموماً شامل برقراری ارتباط میان وزن بدن و سن است. ساده‌ترین و اغلب بی‌خطرترین مدل ، ارائه جدولی از متوسط وزن بدن در طول زمان (در سال یا در فواصل کوتاهتر) است که از تحلیل داده‌های اندازه و سن به همراه اصلاح آنها برای از بین بردن اثر انتخاب‌پذیری ابزار صید ، بدست می‌آید.

تجزیه و تحلیل اطلاعات رشدی همیشه با بررسی رابطه طول و سن آغاز می‌شود. معمولاً این تمایل وجود دارد که تنها میانگین‌های طولی در مقابل سن رسم شوند و از اطلاعات واقعی استفاده نشود. باید این نکته را همواره در نظرداشت که تمامی ماهیان همسن لزوماً دارای یک اندازه نیستند. در مواردی که نمونه‌برداری وزنی مشکل یا غیرعملی است ، یک رویه معمول ، بدست آوردن رابطه میان طول و وزن ، و سن با طول است تا در مرحله بعد این دو با یکدیگر ادغام شده و رابطه سن با وزن بدست آید.

برای استفاده از روش تجزیه و تحلیل مجازی جمعیت ، برآوردی از مدت زمان سپری شده میان هر یک از فواصل طولی در نظر گرفته می‌شود. برای بدست آوردن این متغیر می‌توان منحنی رشد را بنحوی معکوس نمود که تغییر در سن را با استفاده از تغییر در طول بدست آورد.

رشد طولی و رابطه طول ـ وزن

معمول‌ترین مدل مورد استفاده برای توصیف رشد در ماهی ، توسط فون برتالانفی ارائه شد :

$$L_t = L_\infty \ (۱ - e^{-k(t-t_0)})$$

در این مدل L_∞ حداکثر اندازه بدن ، k ضریب رشد و نشان‌دهنده سرعت رشد به سمت حداکثر آن بوده و t_0 نیز منحنی رشد را در محور سن جابجا می‌کند تا نشان‌دهنده صفر نبودن طول بدن در سن صفر باشد.

چنانچه این معادله را با مدل نمایی رابطه طول ـ وزن $(W_t = a\ (l_t)^b)$ ترکیب نموده و وزن حداکثر یا بی‌نهایت را W_∞ فرض نماییم. منحنی رشد فون برتالانفی را برحسب وزن خواهیم داشت :

$$W_t = W_\infty \ (۱ - e^{-k(t-t_0)})^b$$

این معادله دارای متغیرهایی مشابه معادله رشد طولی است ، بعلاوهٔ ضریب رشد آلومتریک

یا b.

روشهای مختلفی برای تخمین ضرایب معادله فون برتالانفی (t_0, K, L_∞) وجود دارند، اگرچه معمولاً بعلت در دست نبودن اطلاعات مربوط به ماهیان خیلی پیر یا خیلی جوان، تخمین L_∞ یا t_0 بخوبی انجام نمی‌گیرد.

در صورتیکه که مقدار t_0 موردنیاز نباشد، ساده‌ترین روش، استفاده از منحنی والفورد [۱] یعنی ترسیم طول در هر سن، در مقابل طول در سن قبلی [۲] می‌باشد. چنانچه مدل صحیح باشد، این منحنی باید خطی بوده، شیبی برابر e^{-k} داشته باشد و محل تلاقی آن با محور برابر L_∞ باشد.

ضرایب رشد طولی را می‌توان از اطلاعات حاصل از روش علامتگذاری با استفاده از روشهای تخمین غیرخطی نیز بدست آورد.

استخراج اطلاعات رشد از فراوانی‌های طولی

تقریباً یک قرن است که محققین شیلاتی در تلاشند تا از اطلاعات فراوانی طولی برای مطالعه رشد استفاده نمایند. نظریه اصلی این است که فراوانی‌های طولی عموماً دارای نماهایی [۳] هستند (حداقل در ماهیهای کوچکتر) که احتمالاً نشان‌دهنده کوهورت‌ها یا دوره‌های بازسازی هستند. هنگامی که مجموعه‌ای از نماها در دست باشند، طول‌های مربوط به آنها بعنوان میانگین طول کوهورت‌های مربوطه در نظر گرفته می‌شوند و از این طولهای متوسط می‌توان برای رسم منحنی‌های رشد استفاده نمود.

بررسی نماها در یک نمونه فراوانی طولی: در صورتیکه تنها یک نمونه منفرد فراوانی طولی در دست باشد، باید از روشهای مختلف آماری برای تعیین موقعیت نماها و همپوشانی موجود میان فراوانی‌های طولی مجاور استفاده نمود. این روشها بر دو نوع هستند:

۱ـ تجزیه و تحلیل ساده ترسیمی (مدل باتاچاریا) و ۲ـ روشهای برازش.

اساس روشهای بالا این است که فراوانی طولی شامل مجموعه‌ای از منحنی‌های فراوانی

1- Walford

2- age a و age a+1

3- Modes

است که میانگین و انحراف از معیار آنها نامشخص بوده و باید برآورد شوند.

چنانچه ترسیم منحنی رشد و ضرایب مربوط به آن در اولویت باشند (نسبت به محاسبه میانگین طول در هر سن)، استفاده از روش دوم بهتر خواهد بود. یک مسئله کلیدی و مهم که در مورد روشهای تجزیه و تحلیل یک نمونه مطرح است، این است که عموماً تنها چند سن اولیه دارای نماهای مشخص بوده و ماهیان مسن‌تر که سرعت رشد کمتری دارند، همگی تنها در یک گروه بزرگ قرار می‌گیرند.

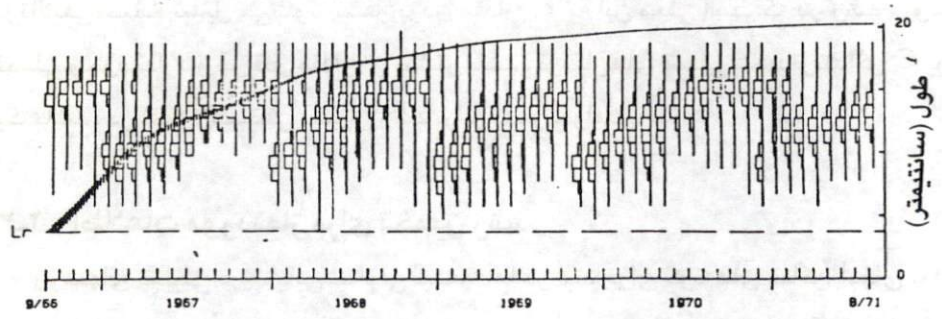
تجزیه و تحلیل نمونه‌های متعدد از فراوانی‌های طولی: اطلاعات بهتر در مورد الگوهای رشد را می‌توان در صورتی بدست آورد که مجموعه‌ای از نمونه‌های فراوانی طولی در زمانهای مشخص در دست باشند. در این صورت می‌توان با مقایسه نمونه‌ها، نماهای غیرعادی که در اصل مشکلهای نمونه‌برداری را بوجود آورده‌اند را، نیز تشخیص داد و نماهای قوی را در طول زمان دنبال نمود تا الگوهای رشد را بدست آورد. گسترده‌ترین روش مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل الگوهای رشد از نمونه‌های فراوانی طولی، استفاده از نرم‌افزار ELEFAN برای تشخیص نماها است. مرتبط نمودن نماها در نمونه‌های مختلف را می‌توان برای بازسازی تاریخچه زندگی نسل‌های مختلف انجام داد.

یکی از بهترین موارد استفاده از این نوع اطلاعات، تجزیه و تحلیل فراوانی‌های طولی ماهی آنچوتا [1] در پرو می‌باشد که توسط پائولی و همکارانش در سال ۱۹۸۷ انجام گرفت. اطلاعات مزبور از صید توسط روش پیاله‌ای بصورت ماهانه بدست آمده بودند (شکل ۲ـ۱).

در این نمونه، کوهورتها بوضوح مشخص هستند و پائولی و همکارانش با دنبال نمودن آنها در طول زمان، توانستند رشد را تخمین بزنند. در این مورد، کوتاه مدت بودن دوره بازسازی و بالا بودن سرعت رشد موجب شدند تا کوهورتهای سالانه بخوبی از یکدیگر قابل تفکیک باشند، بطوریکه حتی بدون نیاز به نرم‌افزارهای پیچیده رایانه‌ای و با چشم غیرمسلح نیز می‌توان آنها را تشخیص داد.

در کنار ELEFAN، اخیراً برنامه‌های دیگری نیز برای برآورد ضرایب رشد از داده‌های فراوانی طولی طراحی شده‌اند (مانند LFDA و MULTIFAN).

1- Anchoveta



شکل ۲ـ۱ : پراکنش طولی آنچوتا در پرو و منحنی رشد قالب شده به آنها

رشد فصلی [۱]

معادله رشد فصلی فون برتالانفی بصورت زیر است :

$$L_t = L_\infty \left[1 - \exp\left(-k(t-t_0)\right) - \left(\frac{ck}{2\pi}\right) \mathrm{Sin}\left(2\pi(t-t_s)\right)\right]$$

این معادله در حقیقت همان معادله رشد فون برتالانفی است ، اما با یک جمله جبری اضافی که نوسان‌های فصلی بودن رشد را نیز در نظر می‌گیرد. ضریب t_s نقطه تابستانی [۲] است و می‌تواند مقداری بین صفر و یک داشته باشد. در این نقطه از سال ، رشد در بالاترین مقدار خود

1- Seasonal Growth

2- Summer point

است. در زمان $(t_s + ۰/۵)$ یا نقطه زمستانی[۱]، میزان رشد در کمترین سطح خود است. ضریب C یا بزرگی[۲] نیز می‌تواند مقداری بین صفر و یک داشته باشد و اگر مقدار آن برابر صفر باشد، عبارت اضافی معادله بالا برابر صفر خواهد بود و معادله مزبور به معادله رشد (فون برتالانفی) ساده تبدیل می‌شود. صفر بودن مقدار C به این معنی است که در رشد، نوسان فصلی وجود ندارد و هر قدر مقدار آن بیشتر باشد، نوسان‌های فصلی شدیدترند. اگر C برابر یک باشد، در نقطه زمستانی، میزان رشد برابر صفر خواهد بود.

۳ـ۲ : اطلاعات موردنیاز برای تخمین رشد

روشهای تحلیلی در پویایی‌شناسی جمعیت‌ها در ابتدا برای گونه‌های ساکن آبهای نواحی معتدل (مانند کفشک‌ها و آزادماهیان) طراحی شدند. در بخش‌هایی از بدن این گونه‌ها اطلاعات کافی از گذشته هر ماهی، از قبیل علائم مربوط به رشد زمستانی، که با شمارش آنها تعیین سن این ماهیان امکان‌پذیر خواهد بود، موجود است. وجود یک فصل تخم‌ریزی مشخص نیز یک مزیت دیگر برای سهولت تعیین سن آنها است.

همچنین در شرایط مطلوب، می‌توان از حلقه‌های موجود بر روی فلس‌ها، اطلاعات اضافی دیگری نیز استخراج نمود. با توجه به عرض فلس در هر حلقه سالانه و ارتباط آن با طول، می‌توان اندازه ماهی را در هر سال محاسبه نمود. این خصوصیت، امکان رسم منحنی رشد را برای هر ماهی بوجود می‌آورد (بجای رسم یک منحنی میانگین رشد برای کل جمعیت). این ویژگی می‌تواند در بررسی رشد و اختلاف آن در ماهیانی که در شرایط متفاوت محیطی سالهای مختلف بسر برده‌اند، مورد استفاده قرار گیرد.

با این حال تمامی ماهیها شناسنامه دقیقی که نشان‌دهنده تاریخ تولدشان باشد را به همراه ندارند، اما روش‌های پیچیده‌تری که برای بررسی فلس‌ها و سنگ‌گوش‌ها بوجود آمده‌اند، تشخیص حلقه‌های رشد سالیانه را در موارد سخت، آسانتر نموده‌اند. در نواحی گرمسیر که نوسان‌های فصلی شدت کمتری داشته و ماهیان دارای عمر کوتاهتری هستند، شمارش حلقه‌های رشد روزانه بر روی سنگ‌گوش‌ها روشی مناسب بنظر می‌رسد. با این حال ممکن است تعیین مستقیم سن با قاطعیت در مورد بسیاری از ماهیان نواحی گرمسیر و نیمه

1- Winter Point

2- Amplitude

گرمسیر[۱] امکان‌پذیر نباشد که در این صورت باید از روشهای دیگری برای کسب اطلاعات موردنیاز برای برازش منحنی‌های رشد استفاده نمود.

مستقیم‌ترین روش برای چنین حالتهایی، علامتگذاری می‌باشد که اصولاً روشی ساده، اما دارای موانع عملی نسبتاً فراوانی است. روش دیگری که می‌تواند در صورتی که ماهیان دارای فصل تولیدمثل مشخص باشند، مفید واقع شود، روش پیترسون [۲] است که شامل رسم فراوانی طولی ماهیان و تشخیص نماها در آن می‌باشد. در این روش معمولاً یک یا دو نمای اولیه براحتی قابل تشخیص هستند، اما نماهای مربوط به ماهیان مسن‌تر، نامشخص و درهم آمیخته هستند.

چنانچه نمونه‌برداری طولی در فواصل معینی انجام گیرد، می‌توان سرعت رشد را با دقتی مناسب برآورد نمود (خصوصاً با هزینه‌ای کمتر نسبت به استفاده از فلس یا سنگ‌گوش). از آنجا که در دوره ابتدایی آغاز و توسعه ماهیگیری‌ها، در دست بودن اطلاعاتی در خصوص رشد ماهی بسیار با اهمیت است، روش فوق می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. با این حال، شرط مهم صحت نتایج این است که نمونه‌ها، نماینده واقعی جمعیت مورد مطالعه باشند.

روشی که می‌تواند از برخی ویژگی‌های برجسته روش پیترسون سود برد، استفاده از کلیدهای طولی ـ سنی است. بطور ساده، این روش نوعی روش نمونه‌برداری طبقه‌بندی شده است که در آن جمعیت مورد بررسی براساس اندازه‌گیریهای طولی گسترده به گروههای طولی تقسیم‌بندی می‌شود و سپس ترکیب سنی جمعیت با استفاده از نمونه‌برداریها و تعیین سن نمونه‌ها بدست می‌آید. چنانچه ترکیب سنی گروههای طولی مختلف کاملاً از یکدیگر متمایز باشد، این روش کارآیی خوبی دارد که با تعیین تعداد مناسب نمونه‌ها می‌تواند کارآیی آن افزایش یابد. معمولاً بهترین روش، تمرکز بیشتر بر روی ماهیان مسن‌تر می‌باشد، که بعلت کاهش سرعت رشد و همپوشانی گروهها، دارای تعداد گروههای سنی بیشتری نسبت به گروههای طولی کوچکتر هستند.

اما، همانند بسیاری روشهای دیگر، استفاده از کلیدهای طولی ـ سنی نیز می‌توانند موجب انحراف شود. بعلت اختلاف در رشد افراد مختلف، معمولاً همپوشانی قابل توجهی در گروههای طولی مختلف وجود دارد. بعبارت دیگر، در یک گروه طولی، چند گروه سنی دیده

1- Subtropical

2- Peterson

می‌شود. نسبت وجود هر سن در یک گروه طولی مشخص، به فراوانی کلی هر گروه سنی (یعنی به قدرت هر گروه سنی[۱]) و مرگ و میر آنها از زمان بازسازی بستگی خواهد داشت که هر دو عامل فوق در سالهای مختلف، متفاوت هستند. به همین علت، استفاده از یک کلید طول ـ سن برای مدت طولانی که احتمال می‌رود طی این مدت ضریب مرگ و میر تغییر کرده باشد، خطرناک است. اگر برای مثال، ضریب مرگ و میر در حال افزایش باشد و کلیدی مورد استفاده قرار گیرد که مدتها قبل تهیه شده باشد، نسبت ماهیان مسن‌تر در هر گروه طولی بتدریج بیش از مقدار واقعی برآورد خواهد شد که این مسئله می‌تواند به کمتر برآورد نمودن مرگ و میر منجر شود.

چنانچه تعدادی نمونه طولی برای چند سال در دست باشد، نماهای هر نمونه مشخص می‌شوند و منحنی رشدی که بهتر از همه به آنها برازنده می‌شود، بدست می‌آید. «پائولی» نرم‌افزارهای ELEFAN I و ELEFAN II را برای انجام محاسبه‌های پیچیده این روش طراحی نموده است. اما چنانچه این نرم‌افزارها بدون دقت کافی، خصوصاً برای اطلاعات طولی که دارای نماهای واضح نیستند، بکار گرفته شوند، خطر کسب نتایج دور از انتظار و غیر واقعی وجود دارد. بهترین روش این است که داده‌های طولی بوسیله روشهای ساده ترسیمی تجزیه و تحلیل شوند و تنها در صورتی که این روشها نتایج معنی‌داری ارائه دهند، از ELEFAN یا نرم‌افزارهای مشابه برای استخراج اطلاعات بیشتر استفاده نمود.

منحنی‌های رشد[۲]

برای تجزیه و تحلیل‌های جمعیتی باید رشد ماهیها را توسط الگوهای ریاضی بیان نمود. برای اینکار باید معادله‌ای بدست آورد که بتواند اندازه ماهی (بصورت طول یا وزن) را در هر سن مشخص پیش‌بینی نموده و نتایج آن با مشاهده‌های مستقیم نیز مطابقت داشته باشند. اغلب تجزیه و تحلیل‌های جمعیتی مستقیماً با ضرایب رشد سروکار دارند. در بسیاری از ماهیگیری‌ها، نوعی تعادل میان افزایش وزن ناشی از رشد و کاهش ذخایر در اثر مرگ و میر وجود دارد. گاهی برای مثال، هنگامی که اثر افزایش طول در اولین صید مورد بررسی قرار می‌گیرد، دانستن سرعت رشد ماهی در یک دوره زمانی نسبتاً کوتاه از کل دوره زندگی‌اش

1- Year class

2- Growth curves

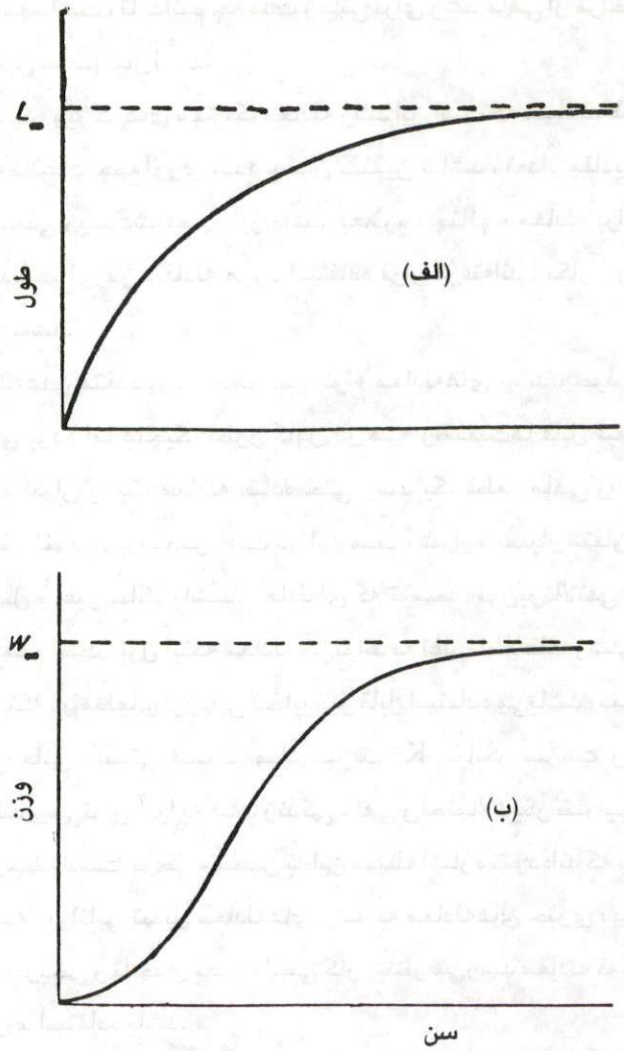
بسیار مهم است ، تا بدانیم چه مدت زمانی برای رشد ماهی از مراحل اولیه تا اندازه جدید (طول در دومین صید) نیاز است.

از دیگر ویژگی‌های مهم یک معادله رشد این است که محاسبه‌های مورد نیاز برای برازاندن آن به اطلاعات جمع‌آوری شده چندان سنگین نباشد ، تعداد مقادیر ثابت آن نیز زیاد نبوده و دارای معنی زیست‌شناختی نیز باشد. بعلاوه ، چنانچه معادله برای سنینی بالاتر از آنچه که برای بدست آوردن معادله مورد استفاده قرار گرفته‌اند ، بکار رود نیز نتایج غیرقابل قبولی نداشته باشد.

مقاله‌های متعددی در خصوص انواع معادله‌های رشد وجود دارند که شامل معادله‌های متعددی بوده اما هیچیک بطور کامل در همه وضعیت‌ها قابل قبول نیستند. در حقیقت شاید هیچگاه نتوان با یک معادله ساده حتی رشد یک قطعه ماهی را در تمامی دوران زندگی‌اش توصیف نمود ، زیرا ممکن است در این مدت ، شرایط بسیار متفاوتی از نظر میزان غذا ، سطح تولیدمثل و غیر حاکم باشند. معادله‌ای که توسط «فون‌برتالانفی» (۱۹۳۸) ارائه شد شامل دو مزیت مهم است . اول اینکه معادله می‌تواند به اغلب اطلاعات رشدی ماهیان برازانده شوده ، و دیگر اینکه در مدلهای ارزیابی ذخایر نیز قابل استفاده می‌باشد ، بعلاوه ، ضرایب این معادله نیز دارای معانی زیستی هستند. مثلاً ضریب K بیانگر سرعت رسیدن به حداکثر طول بدن می‌باشد و می‌توان آنرا به مدت زندگی ماهی و احتمالاً دیگر ضرایب مربوطه ، مانند مرگ و میر نیز مرتبط دانست. برخی محققین به این مسئله اشاره نموده‌اند که با گسترش کاربرد رایانه‌های پیشرفته ، توانایی تبدیل معادله‌های رشد به معادله‌های جبری دیگر چندان مشکل نیست ، اما بدلائل تاریخی و تا حدی بعلت راحتی کار ، بنظر می‌رسد معادله فون‌برتالانفی همچنان در آینده نیز مورد استفاده باشد.

چنانچه طول بدن یک ماهی (یا سخت‌پوست) در مقابل سن آن بر روی یک منحنی رسم شود ، نتیجه معمولاً منحنی است که انحنای آن بتدریج با افزایش سن کاهش می‌یابد و در جایی ، با خطی موازی محور افقی مماس می‌شود. منحنی وزن نیز به همین ترتیب با خط دیگری مماس می‌شود ، اما شکل آن معمولاً S مانند (سیگموئید) و نامتقارن است که نقطه عطف آن در وزنی حدود $\frac{1}{3}$ وزن مجانب ماهی (W_∞) است (شکل ۲ـ۲).

چنانچه رشد در تمامی طول زندگی دقیقاً همانند رشد در دوره‌ای باشد که مشاهده‌ها در آن انجام گرفته و اطلاعات آن جمع‌آوری شده‌اند (معمولاً در محدوده اندازه‌های تجارتی) ، در سن صفر ، یعنی در آغاز زندگی ، اندازه آن برابر صفر خواهد بود. در این حالت معادله رشد

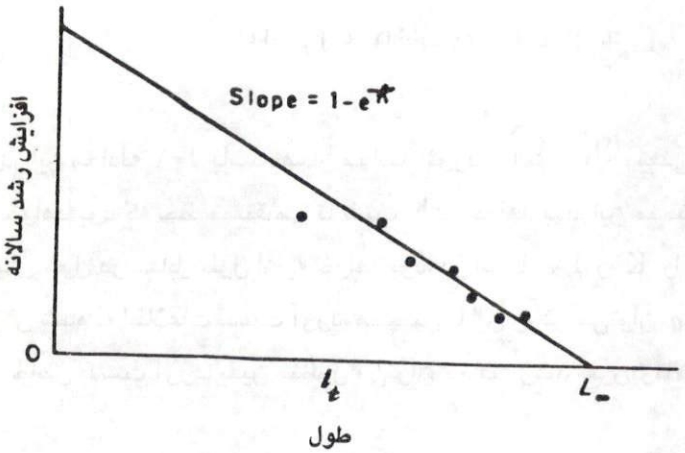


شکـــــل ۲ـ۲ : الگـوهای رشـد ، الف) طولی ، ب) وزنی در ماهیها

فون‌برتالانفی خواهد بود :

$$L_t = L_\infty \ (1 - e^{-kt})$$

اما ماهی‌ها بندرت چنین رفتار دقیقی دارند و لارو آنها و جوانترها از نظر محل زندگی و نوع تغذیه ، کاملا با اندازه‌های تجارتی خود متفاوت هستند و بنابراین چنانچه منحنی رشد برای اندازه‌های تجارتی را بطرف عقب امتداد دهیم ، بندرت از مبدأ مختصات عبور می‌نماید و محور



شکل ۳ـ۲ : تخمین ضرایب رشد با رسم افزایش طول سالانه در مقابل طول اولیه. محل تلاقی آن با محور افقی، L_∞ و شیب این خط $(1 - e^{-k})$.

افقی را در نقطه‌ای مخالف صفر، بنام سن صفر (t_0) قطع می‌نماید، سنی که ماهی طبق الگوی رشد که برای آن فرض شده، دارای اندازه صفر می‌باشد. اگر این نکته را در معادله بالا دخالت دهیم، خواهیم داشت:

$$L_t = L_\infty \ (۱ - e^{-k(t-t_0)})$$

این معادله همان معادله‌ای است که «فون‌برتالانفی» در سال ۱۹۳۸ طبق اصول فیزیولوژیک ارائه داد. وی چنین فرض نمود که رشد وزنی نتیجه اختلاف میان عوامل آنابولیک و کاتابولیک است که به ترتیب با سطح و وزن ماهی متناسب هستند. اما در عمل ما بندرت از میزان رشد اطلاع داریم و در عوض، طول ماهی در مقاطع زمانی خاصی، یا بطور کلی‌تر، طول متوسط گروهی از ماهیان (مثلاً یک Year-class) در مقطع زمانی خاص (مثلاً در طول فصل صید) موجود است. با استفاده از این اطلاعات می‌توان مقدار افزایش طول را مثلاً در فصول مختلف اندازه‌گیری نمود. اگر این افزایش رشد در مقابل طول رسم شود، خطی با شیب منفی بدست می‌آید که محور افقی را در نقطه‌ای برابر L_∞ قطع می‌نماید، اما شیب آن دقیقاً برابر K نخواهد بود (شکل ۳ـ۲).

از نظر ریاضی، برای اطلاعات موجود برای مقاطع زمانی مساوی (T) و با استفاده از

معادله رشد «فون‌برتالانفی» خواهیم داشت :

$$L_t + T = L_\infty (1 - e^{-kt}) + L_t e^{-kt}$$

اگر در این معادله $T=1$ باشد، همان معادله «فورد ـ والفورد»[1]، یعنی منحنی L_t+1 در مقابل L_t خواهد بود که خط مستقیمی با شیب e^{-k} خواهد بود. این منحنی اساساً همانند منحنی افزایش طول در مقابل طول اولیه خواهد بود. در اینجا L_∞ و K را می‌توان مستقیماً از خط برازش شده به اطلاعات بدست آورد. همچنین با این روش می‌توان t_0 را نیز برای هر طول در سن خاص بدست آورد. بدین منظور می‌توان معادله رشد «فون‌برتالانفی» را چنین بازنویسی نمود:

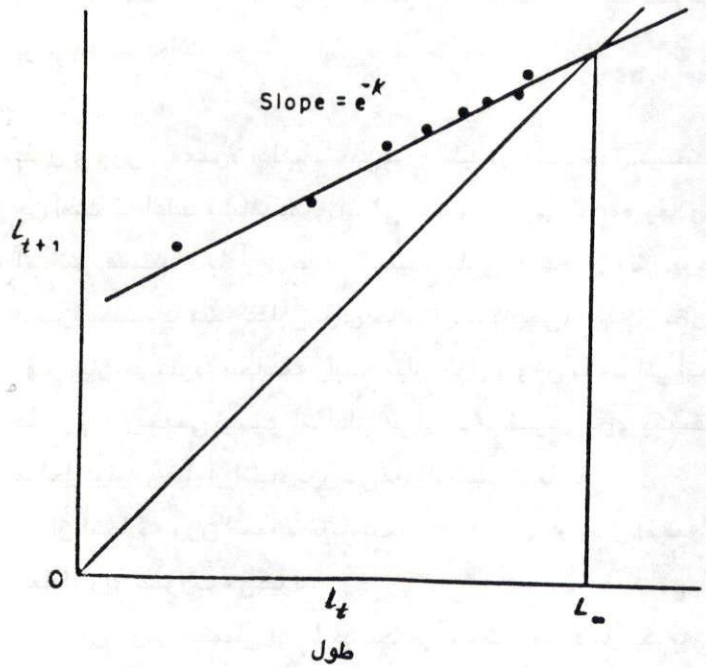
$$t_0 = t + \frac{1}{k} \log_e \frac{(L_\infty - L_t)}{(L_\infty)}$$

بدین ترتیب می‌توان برای هر سنی که طول متوسط آن در دست است، مقدار t_0 را مشخص نمود.

این تخمین‌ها به خوبی تخمین‌های حاصل از روش قبلی نیستند، خصوصاً برای ماهیهای بسیار مسن، زیرا اندکی اختلاف در L_t موجب بروز تغییرهای بزرگی در تخمین‌های بدست آمده برای t_0 می‌شود. برای ماهیهای جوانتر نیز ممکن است میانگین طولی اریب باشد زیرا تنها ماهیان بزرگتر در صید ظاهر می‌شوند. بنظر می‌رسد بهترین روش تخمین t_0، میانگین برآوردهای بدست آمده از گروههای سنی جوانتر ولی کاملاً بازسازی‌کننده (به ماهیگیری) باشد. البته چنانچه امکان محاسبه‌هایی کافی در اختیار باشد، روشهای دیگری نیز برای برازش منحنی رشد وجود دارد، اما بهرحال استفاده از یک روش ترسیمی، مثلاً رسم $(L_t + 1 - L_t)$ در مقابل L_t همواره برای بررسی درستی برازش نیز توصیه شده است، یا اینکه می‌توان از رسم افزایش رشد در مقابل سن، تنها مقدار L_∞ را برآورد نمود.

با استفاده از این مقدار می‌توان عبارت $\log_e \frac{(L_\infty - L_t)}{(L_\infty)}$ را محاسبه و آنرا در مقابل t

1- Ford - Walford Plot



شکل ۲ـ۴ : تخمین ضرایب رشد با رسم طول در یک سن خاص در مقابل طول در سال قبل از آن (منحنی فورد ـ والفورد). محل تلاقی این خط با نیمساز برابر L و شیب آن e^{-k} است.

رسم نمود. سپس با استفاده از معادله بالا، خط مستقیمی رسم خواهد شد که شیب آن برابر K - و محل تلاقی آن با محور t برابر t_0 خواهد بود.

مستقیم‌ترین راه بررسی رشد یک ماهی، محاسبه میزان رشد آن در انتهای هر سال زندگی با بررسی وضعیت حلقه‌های سالانه رشد در طول محور فلس، سنگ‌گوش یا قسمت‌های سخت دیگر می‌باشد. با این روش می‌توان قدرت گروههای سنی مختلف را نیز مورد بررسی قرار داد و بعلاوه، امکان بررسی آثار محیطی (غذا، دما، تراکم و غیره) نیز بر روی رشد بوجود می‌آید.

منحنی رشد «فون‌برتالانفی» را می‌توان برای مقاصد مختلف تغییر و مورد استفاده قرار داد. برای مثال، به منظور مقایسه ضرایب رشد ذخایر مختلف یک گونه، می‌توان با فرض معلوم و مساوی بودن K در همه آنها و با این فرض که $e^{-k} = r$، چنین نوشت:

$$l_i(t) = a_i + b_i\, r^t$$

مقادیر l_i , a_i , b_i مربوط به ذخیره i می‌باشند. رگرسیون $l_i(t)$ در مقابل r^t ، مقادیر $a_i = L_\infty$ و $b_i = L_\infty e^{kt_0}$ را بدست می‌دهد که می‌توان با استفاده از آنها ذخایر مختلف را با یکدیگر مقایسه نمود. برخی محققین نیز استفاده از یک ضریب مانند $w (= KL_\infty)$ را پیشنهاد نموده‌اند.

طول و وزن : معمولاً اغلب منحنی‌های رشد برحسب طول هستند (تا وزن). توجیه این مسئله این است که اغلب مشاهده‌های اصلی بصورت طولی بوده و بعلاوه ، محاسبه‌های مربوطه نیز آسانتر هستند ، با این حال ، اهمیت ماهی‌ها چه از نظر بوم‌شناختی (مثلاً بعنوان یک مصرف‌کننده یا منبع غذایی برای جانوران شکارچی) و چه از نظر ماهیگیران ، بصورت وزنی بهتر بیان می‌شود. محاسبه رابطه میان طول و وزن به آسانی انجام می‌گیرد ، و اگرچه یافته علمی چندان مهمی نیست ، اما اغلب می‌تواند موضوعی برای یک مقاله تحقیقی نه چندان مهم در مراحل اولیه و قبل از انجام بررسی‌های اساسی‌تر باشد.

از آنجا که وزن معمولاً متناسب است با توانی از طول (معمولاً مکعب آن) ، برآورد آن با معادله زیر صورت می‌گیرد :

$$\log W = a + b \log L$$

با این روش تخمینی از b بدست می‌آید که معمولاً نزدیک به ۳ است . بیان وزن بصورت توان سوم طول معمولاً مقادیری کوچکتر بدست می‌دهد و اغلب ، آزمون اختلاف b با ۳ نیز مفید است. اگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشته باشد ، می‌توان نوشت $W = KL^3$ که در آن K معادل Condition factor در نظر گرفته می‌شود. این ضریب می‌تواند معیاری برای مقایسه وزن ماهیان در مناطق یا فصول مختلف نیز باشد. اگر رابطه طول و وزن تقریباً دارای توان ۳ باشد ، W_∞ وزن مجانب (برابر با KL_∞^3) خواهد بود و با استفاده از آن معادله رشد «فون‌برتالانفی» را می‌توان بصورت زیر نوشت :

$$W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$$

تبدیل طول به سن : گاهی لازم است اطلاعات طولی را به اطلاعات سنی تبدیل نمود ، یعنی سن یک ماهی با طول معین را بدانیم. برای مثال ، اطلاعات موجود در مورد انتخاب‌پذیری ابزار صید

معمولاً بصورت طولی هستند ، ولی برای استفاده از آن در معادله‌های تولید[۱] ، باید برحسب وزن باشند.

چنانچه رشد فصلی کاملاً آشکار باشد و تمامی ماهیان همسن نیز تقریباً دارای طول مساوی باشند ، سن واقعی یک ماهی با طول معین ممکن است کاملاً با میانگین سنی تعیین شده با استفاده از منحنی متوسط رشد سالانه متفاوت باشد (خصوصاً در ابتدا و انتهای فصل رشد). در این صورت ، بهترین راه برای تبدیل طول به سن ، بصورت تجربی و با استفاده از منحنی طول ـ سن می‌باشد. همچنین اگر اختلاف فردی زیادی در رشد وجود داشته باشد ، منحنی رشد متوسط در هر سن ، از منحنی سن متوسط در هر طول معین متفاوت خواهد بود (همانگونه که معمولاً رگرسیون Y در مقابل X با رگرسیون X در مقابل Y متفاوت است). با این حال معمولاً تبدیل طول به سن با استفاده از منحنی رشد برازنده شده به داده‌های متوسط طول در سن (با استفاده از معادله رشد «فون‌برتالانفی») کافی است. اگر هر دو طرف معادله را بر L_∞ تقسیم نموده و از ۱ کم کنیم و سپس از هر دو طرف لگاریتم بگیریم ، خواهیم داشت :

$$t = \frac{1}{K} \log \frac{L_\infty}{L_\infty - L_t} + t_0$$

برازش منحنی رشد به نماها

هنگامی که با روش‌هایی قابل اطمینان و با وضوح قابل قبول نماها مشخص شدند ، می‌توان آنها را به گروههای سنی[۲] مختلف نسبت داد و موقعیت آنها در نمونه‌های متوالی را دنبال نمود. در اینجا مهمترین تفاوت با برازش منحنی رشد به اطلاعات طول در سن در این است که مقیاس زمانی مطلقی وجود ندارد. بعبارت دیگر ، نمی‌توان مقدار t_0 معادله رشد «فون‌برتالانفی» را محاسبه نمود که البته چون این مقدار اهمیت زیستی ندارد ، این مسئله چندان مهم نیست. گاهی می‌توان از یک مقدار قرار دادی بعنوان t_0 استفاده نمود ، مثلاً اول ژانویه قبل از پیدایش اولین نمای جدید در فراوانی‌های طولی ، در مورد ماهیان کوچک مسئله نسبتاً واضح است و میزان رشد آنها را می‌توان بطور نسبتاً دقیق برآورد نمود ، اما برای ماهیان مسن‌تر ، نماها نامشخص‌تر هستند و نمی‌توان با اطمینان تصمیم گرفت که چه سنی را باید برای آنها در

1- Yield equations

2- Year class

نظر گرفت. روش ELEFAN یکی از روشهایی است که برای برازاندن منحنی‌های رشد به اطلاعات طولی براساس نماها و وضعیت آنها در نمونه‌های مختلف و عبور منحنی‌های رشد از نماها طراحی شده است. در این روش امتیازهای مختلفی براساس کیفیت برازش به نماها داده می‌شود ، اما احتمالاً این روش نمی‌تواند بخوبی اثر ماهیان مسن‌تر را در نظر گیرد. بهرحال با در نظر گرفتن اشکالهای دیگری که به این روش داده شده است ، نمی‌توان آنرا در تخمین رشد حرف آخر محسوب نمود.

روشهای دیگری نیز برای برازاندن منحنی‌های رشد وجود دارند که شناخته شده‌ترین آنها تجزیه و تحلیل ترکیب طولی شفرد [1] است که اساس آن همانند روش ELEFAN می‌باشد. تفاوت اصلی این روش با ELEFAN این است که شفرد آزمونی را مورد استفاده قرار دارد که تطابق کلی میان شکل مورد انتظار و مشاهدات را در نظر می‌گیرد.

از روش SLCA می‌توان در مورد تنها یک نمونه فراوانی طولی نیز استفاده نمود ، اما چنانچه برای مجموعه‌ای از نمونه‌ها که در طول سال پراکنده‌اند بکار برده شود ، نتایج بهتری بدست می‌دهد. اما این روش در شکل فعلی ، فصلی بودن رشد را در نظر نمی‌گیرد.

روش دیگر برای تخمین رشد با استفاده از مجموعه‌ای از داده‌های فراوانی طولی ، استفاده از روش Projection Matrix (یا PM) است. این روش نیز همانند ELEFAN و SLCA ، مجموعه‌های مختلف ضرایب رشد را مورد آزمایش قرار می‌دهد تا بهترین مجموعه ضرایب از نظر برازنده شدن به داده‌ها بدست آید. اختلاف این روش با دو روش قبلی (خصوصاً ELEFAN) این است که تأکید آن بر برازش کلی منحنی به نمونه است تا موقعیت نماها . روش دیگری نیز در سال ۱۹۹۰ در قالب نرم‌افزاری بنام MULTIFAN بوجود آمده است که هنوز چندان مورد ارزیابی قرار نگرفته است.

برای اغلب روش‌هایی که در بالا ذکر شدند ، می‌توان نوسان‌های فصلی رشد را بدون نیاز به تغییر اصول بکار رفته ، در نظر گرفت. در این صورت علاوه بر K و L_∞ ، ضرایب C و t_s نیز برآورد می‌شوند که بدین ترتیب با دو برابر شدن ضرایبی که باید تخمین زده شوند ، احتمال خطا نیز بیشتر خواهد شد. اما بهترین روش احتمالاً می‌تواند این باشد که در ابتدا از معادله رشد ساده استفاده نمود و منحنی رشد بدست آمده را مورد بررسی قرار داد. برای مثال چنانچه نماهای پیش‌بینی شده در بهار بیشتر ، و در زمستان کمتر از نماهای مشاهده شده باشند ، باید

1- SLCA

از مدل فصلی استفاده نمود.

چنانچه فصلی بودن رشد تأیید شود، این پایان ماجرا نیست. اگر یکی از ویژگیهای زیستی جمعیت بطور فصلی تغییر نماید، به احتمال قوی دیگر ویژگیهای زیستی آن نیز تغییر خواهند نمود. اگر رشد سریع باشد، عموماً فعالیت زیستی نیز زیاد خواهد بود و ممکن است میزان صید شکارچیان طبیعی نیز بالاتر باشد. به همین ترتیب آسیب‌پذیری ماهیان در مقابل ابزارهای صید (خصوصاً انواعی که به فعالیت ماهی وابسته‌اند) نیز در فصول مختلف متغیر خواهد بود. بیشتر این آثار در آبهای نواحی معتدل وجود دارند که خوشبختانه اغلب ماهیان دارای عمر طولانی بوده و احتمالاً اشتباه‌های بزرگی به این علت بروز نمی‌نمایند. اما وضعیت در خصوص انواعی که دارای زندگی کوتاه بوده و یک کوهورت ممکن است پس از ورود به ماهیگیری بیش از شش ماه دوام نیاورد، متفاوت است. در این صورت زمان ورود آنها به ماهیگیری (ابتدای فصل رشد سریع یا انتهای آن) بر نتایج بدست آمده مؤثر خواهد بود.

«اسپاره» معتقد است وجود نوسانهای فصلی می‌تواند موجب اریب شدن داده‌ها و نتایج شود. وی تا حدی نسبت به بکارگیری روشهای طولی در مورد گونه‌های کوتاه عمر، در صورت وجود نوسانات فصلی شدید در رشد، بدبین است. این اشکال احتمالاً در مورد روشهایی که در مورد اطلاعات سالانه مورد استفاده قرار می‌گیرند (مانند منحنی صید) درست است. اما اگر اطلاعات به دوره‌های کوتاهتر تقسیم شوند (مثلاً دوره‌های سه ماهه)، بسیاری از اشکالها مرتفع می‌شوند. بطور خلاصه می‌توان گفت وجود نوسانهای فصلی در رشد می‌تواند موجب پیچیده شدن اغلب روشهای طولی شود. روشهایی که براساس ارقام سالانه هستند، را می‌بایست با احتیاط بکار برد. در عوض می‌توان از روشهای مرحله به مرحله در مقاطع کوتاه‌مدت استفاده نمود که در اینصورت احتمال کسب نتایج بهتر، بیشتر خواهد بود.

استفاده از دیگر انواع اطلاعات

تا اینجا بیشتر بحث در خصوص استفاده از ترکیب طولی برای تخمین رشد بوده است، اما می‌توان از اطلاعات دیگری نیز برای این هدف استفاده نمود. بهترین اطلاعات، مشاهده و تخمین مستقیم سن ماهی است، در حالیکه برخی بر این عقیده‌اند که اهمیت روشهای طولی، بعلت مشکل بودن تعیین سن ماهیان است، اما در همه موارد چنین نیست. بنظر می‌رسد روش شمارش حلقه‌های روزانه برای بسیاری از گونه‌هایی که روشهای معمول تعیین سن در مورد آنها ناموفق بوده است، روش مناسبی باشد. این روش خصوصاً در مورد ماهیان کوتاه عمر

باارزش بنظر می‌رسد ، اما بخاطر نیاز به شمارش چند صد حلقه برای هر ماهی ، روش ساده‌ای برای کاربرد در مقیاس وسیع بنظر نمی‌رسد. اطلاعات حاصل از علامت‌گذاری [۱] نیز می‌توانند مفید باشند. بطورکلی ارزشمندترین اطلاعات ، آنهایی هستند که در مورد ماهیان بزرگتر اطلاعاتی بدست می‌دهند. برای مثال ، افزایش رشد ماهیان علامت‌گذاری شده کوچک را می‌توان براحتی با دنبال نمودن نماهای آنها در فراوانی‌های طولی بدست آورد ، اما اطلاعات رشد ماهیان مسن‌تر ، خصوصاً در طولهایی بیشتر از حد قابل تشخیص توسط نماها ، بسیار مفید هستند. تعیین سن ماهیان جوانتر (بجز برای بدست آوردن t_0) دارای ارزش چندانی نیست ، اما دانستن اینکه یک ماهی ۵ ساله یا ۱۰ ساله است ، بسیار مهم است. نکته قابل ذکر در پایان این است که استفاده ترکیبی از دو یا چند نوع اطلاعات مختلف ممکن است مشکل‌ساز باشد ، زیرا انواع خطاهای ممکن در برخی از برآوردها ، چندان شناخته شده نیستند.

۲ـ۴ : انتخاب‌پذیری ابزار صید[۲]

برای جانوران متحرک ، هیچ وسیله یا روش نمونه‌برداری وجود ندارد که در مورد اندازه جانوران نمونه‌برداری شده کاملاً غیرانتخابی عمل نماید. تورها بطور آشکار بخاطر اندازه چشمه و عبور ماهیان کوچکتر چنین خاصیتی دارند. قلاب‌ها نیز در اثر رابطه میان اندازه دهان ماهی و بزرگی قلاب ، انتخابی عمل می‌کنند.

اما مهمترین عوامل در انتخاب‌پذیری ، تخمین ضرایب مربوط به حرکت ماهیها و اجتناب آنها از ابزار صید می‌باشد. ماهیان بزرگتر بعلت سرعت شنای بیشتر خود ، توانایی بالاتری در فرار از ابزار صید متحرک (تورهای کفروب و پیاله‌ای) دارند ، اما از سوی دیگر ، احتمال بدام افتادن آنها در تورهای ثابتی از قبیل رشته قلاب و تورهای گوشگیر ، بالاتر است. ماهیان بزرگتر در هنگام جستجو برای غذا ، سرعت پیشروی بیشتری دارند و این خصوصیت ، آسیب‌پذیری آنها را در برابر قلاب‌های ماهیگیری و تورهای گوشگیر افزایش می‌دهد اما از سوی دیگر از طعمه‌ها نیز بیشتر اجتناب می‌نمایند.

برهم‌کنش‌های رفتاری میان ماهیان کوچکتر و بزرگتر در درون دسته‌های محلی نیز می‌توانند منجر به بروز اختلافهایی در آسیب‌پذیری نسبت به ابزار صید شوند. برای مثال ،

1- Tagging

2- Grear Selectivity

افراد بزرگتر ممکن است از قلمرو یا محلهای تغذیه‌ای، دفاع مؤثرتری انجام دهند که آنها را کم و بیش به برخی ابزار آسیب‌پذیرتر می‌سازد (بسته به نحوه کارگذاری ابزار صید). بدین ترتیب ماهیان کوچکتر به نواحی حاشیه‌ای یا ریز زیستگاههای خطرناک‌تر رانده می‌شوند (مثلاً دورتر از بستر یا پوششهای محافظتی طبیعی) که این مسئله آنها را در مقابل ابزار صید موجود در آبهای باز، آسیب‌پذیرتر می‌سازد.

انتخاب‌پذیری ابزار صید معمولاً از طریق مقایسه پراکنش اندازه ماهیان صید شده توسط ابزار مختلف در یک مکان بررسی و ارزیابی می‌شود. سپس در خصوص نوع ابزاری که ارائه دهنده بهترین اطلاعات در مورد ترکیب جمعیتی خاص هستند، تصمیم‌گیری می‌شود و همچنین می‌توان قدرت نسبی ابزار مختلف را نسبت به یکدیگر مورد سنجش قرار داد.

آثار اندازه ماهیان در پراکنش آنها

با رشد ماهیان، آنها در برابر انتخاب‌های مختلفی برای تغذیه، تهدید دشمنان و نیاز به جفت‌گیری و تولیدمثل موفقیت‌آمیز قرار می‌گیرند. بدین ترتیب وجود نوعی مهاجرت تکاملی[1] در اغلب ماهیان، حداقل در میان زیستگاههای مختلف، تعجب‌برانگیز نیست.

حتی گونه‌هایی که دارای حرکت کند هستند (مانند آبالون)، دارای چنین تغییرهایی می‌باشند. آبالون‌های کوچکتر خود را در زیر سنگ‌ها مخفی می‌کنند تا احتمالاً بتوانند از شکارچیان طبیعی در امان باشند، در حالیکه آبالون‌های بزرگتر برای تغذیه از جلبکهای موجود در سطوح سنگ‌ها و صخره‌ها، از مخفی‌گاه خود بیرون می‌آیند.

بسیاری از ماهیان دریایی، سیاست‌های تولیدمثلی (محلهای تخم‌ریزی خاص، الگوی شناوری تخمها و لاروها و ...) اخذ نموده‌اند تا نوزادان آنها به آبهای کم‌عمق‌تر و محفوظ‌تر ساحلی حمل شده تا بتوانند تغذیه نموده و بعداً بتدریج به آبهای عمیق‌تر مهاجرت نمایند (اغلب چند سال بعد) و بالغ شوند. مهاجرت‌های آنادروموس و کاتادروموس برای استفاده از فرصت‌های تولیدمثلی بهتر، کاملاً معمول بوده و این مسئله به توجه بیشتر به امر حفاظت از رودخانه‌ها و نواحی لب‌شور بعنوان نوزادگاه ماهیان منجر شده است.

با درنظرگرفتن این نکته‌ها می‌توان چنین انتظار داشت که در هر بار استفاده از ابزار صید، نمونه‌ای بسیار انتخابی صید خواهد شد و این مسئله لزوم دقت در طراحی سامانه‌های

1- Ontogenic migration

نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. در اغلب ماهیگیری‌ها، انتخاب‌پذیری حتی با توسعه ماهیگیری، در سالهای مختلف متفاوت است. در برخی ماهیگیری‌ها در ابتدا در دسترس‌ترین ماهیان (آنهایی که کوچکترند یا در سواحل زندگی می‌کنند) صید می‌شوند و بتدریج با کاهش ذخایر این بخش یا حفاظت از آنها از سوی مدیریت‌ها، بتدریج بخشی دیگر از جمعیت در معرض صید قرار می‌گیرد. چنین وضعیتی، برای مثال، در برخی ماهیگیری‌های سنتی برای صید ماهیان سطح‌زی که برای طعمه بکار می‌روند، اتفاق افتاده است. در این ماهیگیری‌ها، افراد جوانتر در آبهای کم‌عمق و خلیج‌ها براحتی توسط ابزار سنتی صید می‌شوند، و سپس ابزار بزرگتر که در آبهای عمیق‌تر بکار برده می‌شوند، به صید گروههای بالغ می‌پردازند.

در برخی ماهیگیری‌ها، تراکم صیادی در ابتدا در مکانهایی که ماهیان بزرگتر و باارزش‌تر وجود دارند (مانند نواحی که مولدین در حال تخم‌ریزی را در خود جای می‌دهند) متمرکز است، و سپس در نواحی کم‌عمق‌تر برای صید ماهیان کوچکتر ادامه می‌یابد. برای درک بهتر انتخاب‌پذیری و ارتباط آن با تغییرهای پراکندگی، سن و بلوغ، هیچ جایگزینی بهتر از گشت‌های تحقیقاتی همراه با علامت‌گذاری و پوشش دادن تمامی منطقه پراکندگی جمعیت و استفاده از کتابچه‌های صید دقیق برای تعیین محل صیدگاهها، به منظور طراحی و تفسیر برنامه‌های نمونه‌برداری وجود ندارد. در صورتی که جابجایی‌های تکاملی ماهیان همراه با تغییر نوع زیستگاه باشد، بطوریکه استفاده از ابزار صید مختلف ضروری باشد (مثلاً از بسترهای صخره‌ای به بسترهای نرم)، ممکن است هیچ راهی برای بدست آوردن نمونه‌ای که واقعاً بیانگر جمعیت واقعی باشد، در دست نباشد، جز از طریق تخمین جداگانه فراوانی در هر یک از انواع زیستگاهها (با استفاده از روشهای تخلیه‌ای).

۲ـ۵ : بازسازی و انتخاب‌پذیری[1]

بدیهی است میزان مرگ و میر در سنین مختلف متفاوت می‌باشد و مرگ و میر صیادی اعمال شده بر روی ماهیان دارای سنین (یا اندازه‌های) مختلف می‌تواند بسیار متفاوت باشد. اختلاف الگوی مرگ و میر صیادی در سنین مختلف (خصوصاً کاهش آن در ماهیان بزرگتر) اغلب روش مناسبی برای مدیریت ماهیگیری‌ها می‌باشد و می‌تواند آسانتر از کنترل مرگ و میر صیادی (یا تلاش صیادی) کل اعمال گردد. بدین ترتیب بدست آوردن اطلاعاتی در مورد الگوی

1- Recruitment and Selection

تغییر مرگ و میر در سنین مختلف ، و همچنین آثار آن بر میزان صید بسیار بااهمیت می‌باشد.

معمولاً برای بحث در مورد اینکه مرگ و میر صیادی چگونه در سنین مختلف تفاوت می‌کند، باید مفهوم بازسازی و انتخاب‌پذیری بخوبی درک شود. بازسازی یکی از ویژگی‌های جمعیت‌ها بوده و فرآیندی است که بواسطه آن ، ماهیان جوان که قبلاً برای ابزار صید غیرقابل دسترس بودند ، در نتیجه رشد ، تغییر رفتار یا حرکت بطرف صیدگاهها ، نسبت به آنها آسیب‌پذیر می‌شوند. انتخاب‌پذیری یکی از خواص ابزار صید و نحوه عملکرد آن است. اساساً فرآیند بازسازی و تقسیم جمعیت‌ها به دو گروه (قبل از بازسازی ، شامل تخم‌ها، لاروها و جوانترها ، و پس از بازسازی یا مرحله قابل بهره‌برداری) می‌تواند بسیار مفید باشد. این تنها گروه دوم است که می‌توان آنرا به آسانی از طریق روشهای مختلف ، مورد بررسی قرار داد. در حقیقت می‌توان مرحله قبل از بازسازی را در علوم شیلاتی ، بعنوان جعبه سیاهی در نظر گرفت که تعدادی ماهی بالغ ورودی‌های آنرا تأمین می‌کنند و خروجی آن نیز تعدادی ماهی در مرحله پس از بازسازی می‌باشد. آنچه که در درون این جعبه سیاه اتفاق می‌افتد ، خصوصاً اینکه میزان خروجی چه رابطه‌ای با سطح ورودی‌ها دارد ، برای درک عملکرد ماهیگیری‌ها و مدیریت آنها بسیار با اهمیت است.

با اینکه برای بسیاری از اهداف شیلاتی ، بحث در مورد مرحله بهره‌برداری شده یک جمعیت، به گونه‌ای که یک جمعیت کامل در نظر گرفته می‌شود ، بسیار معمول است ، اما در حقیقت وضعیت به این صورت نیست. برای مثال ، ممکن است در مورد ماهی کاد چنین اظهارنظر شود که ماهی است با طول ۳۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر که اغلب از ماهیان کوچکتر تغذیه می‌کند ، اما نباید این نکته را نیز از یاد برد که ، حداقل از نظر تعداد ، اغلب آنها کوچک بوده و از پلانکتونهای جانوری تغذیه می‌نمایند و حتی ممکن است برای مثال توسط ماکرل‌ها [1] نیز صید شوند. در نظر گرفتن این نکته‌ها ، خصوصاً در هنگام بررسی برهم‌کنش‌های بین گونه‌ای ، از اهمیت زیادی برخوردار است.

بازسازی می‌تواند شامل یک حادثه بسیار آشکار مانند حرکت دستجمعی یا مهاجرت از نوزادگاهها ، یا تغییر عادت (برای مثال استقرار ماهیها بر روی بستر پس از گذراندن چند ماه اول در لایه‌های میانی آب) باشد، اما بهرحال می‌تواند تنها چیزی بیش از رشد و بزرگ شدن تا اندازه‌ای که مورد توجه ماهیگیران قرار گیرد نیز نباشد. باید توجه داشت که حرکت میگوها که

1- Mackerels

بواسطه آن وارد نواحی دور از ساحل می‌شوند (که محل فعالیت شناورهای نسبتاً بزرگ تجاری است)، آنها را از دسترس صیادان سنتی در نواحی ساحلی دور می‌سازد. بعبارت دیگر، فرآیندی که از یک دیدگاه بازسازی محسوب می‌شود، از دیدگاهی دیگر، مهاجرت به خارج از صیدگاه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، بازسازی اگرچه اساساً یک فرآیند زیستی محسوب می‌شود، اما نمی‌تواند مستقل از ماهیت ماهیگیری‌ها در نظر گرفته شود.

انتخاب‌پذیری نیز در حالیکه اساساً یکی از ویژگی‌های ابزار صید است، در نگاهی وسیع‌تر، به رفتار ماهی بستگی دارد. بعبارت دیگر، انتخاب‌پذیری ابزار صید عبارتست از فرار برخی از ماهیها (با اندازه مشخص) پس از برخورد با ابزار صید (برای مثال فرار ماهیهای کوچکتر از درون چشمه‌های تور کفروب). با این حال، طبق معمول، وقایع به این سادگی نیستند. چنانچه اطلاعات دقیقی از تغییر مرگ و میر صیادی با سن (برای مثال نتایج تجزیه و تحلیل کوهورت) وجود داشته باشد، واضح است که مرگ و میر صیادی بهیچوجه ثابت نیست، حتی اگر ابزار صید ویژگی‌های فیزیکی مشخصی برای انتخاب‌پذیری نداشته باشد. از سوی دیگر، صیادان بصورت تصادفی به ماهیگیری نمی‌پردازند و تلاش آنها همواره این است که در بهترین نواحی با بیشترین میزان صید، به فعالیت بپردازند. بعلاوه، ماهیها نیز پراکنش تصادفی ندارند و پراکنش ماهیهای دارای اندازه‌ها یا سنین مختلف نیز می‌تواند متفاوت باشد. برای مثال در تجمع‌های تخم‌ریزی (که در آنها مرگ و میر ماهیهای بالغ بالاتر است) و ماهیهایی که بصورت گروهی حرکت می‌کنند، تشکیل گروهها اغلب براساس اندازه است، بطوریکه حتی تورهای پیاله‌ای و ابزاری که به ظاهر غیرانتخابی عمل می‌کنند نیز اغلب موجب مرگ و میر بسیار انتخابی برخی از اندازه‌ها می‌شوند. این اثر احتمالاً در اغلب ماهیگیری‌ها، حتی در آنهایی که علت روشنی برای اختلاف در میزان مرگ و میر وجود ندارد، دیده می‌شود. در نظرگرفتن الگوهای احتمالی اختلاف در مرگ و میر در سنین مختلف که می‌تواند دلائل مختلفی داشته باشد، و تخمین میزان مرگ و میر باید مورد توجه کافی قرار گیرد که متأسفانه همیشه کار ساده‌ای نیست. در صورتی که اطلاعات موجود این امکان را بدهند، از طریق تجزیه و تحلیل کوهورت می‌توان تخمین‌های مستقیمی از مرگ و میر صیادی هر گروه سنی بدست آورد. در غیر اینصورت، می‌توان از علامتگذاری بعنوان روشی برای برآورد نسبی تغییر مرگ و میر در سنین مختلف استفاده نمود.

عملی‌ترین و معمول‌ترین راه‌حل، بررسی ترکیب صید بخش‌های مختلف ماهیگیری (ابزار و شناورهای مختلف، مراکز تخلیه و غیره) از نظر اندازه یا سن می‌باشد. اما در بسیاری موارد،

اغلب بهتر است بازسازی یا انتخاب‌پذیری بصورت ناگهانی یا (تیغه‌ای)[1] در نظر گرفته شود. این بدان معنی است که هیچ ماهی تا زمان رسیدن به سن بازسازی دارد ماهیگیری نخواهد شد، اما تمامی ماهیهای دارای سن بازسازی (t_r) و بیشتر، کاملاً وارد ماهیگیری شده‌اند. این مسئله به همین ترتیب در مورد انتخاب‌پذیری نیز صادق است، بطوریکه مرگ و میر صیادی تا زمانی که ماهی به سن متوسط t_c (سن در اولین صید) برسد صفر است و پس از آن بطور کامل در معرض مرگ و میر صیادی قرار خواهد گرفت.

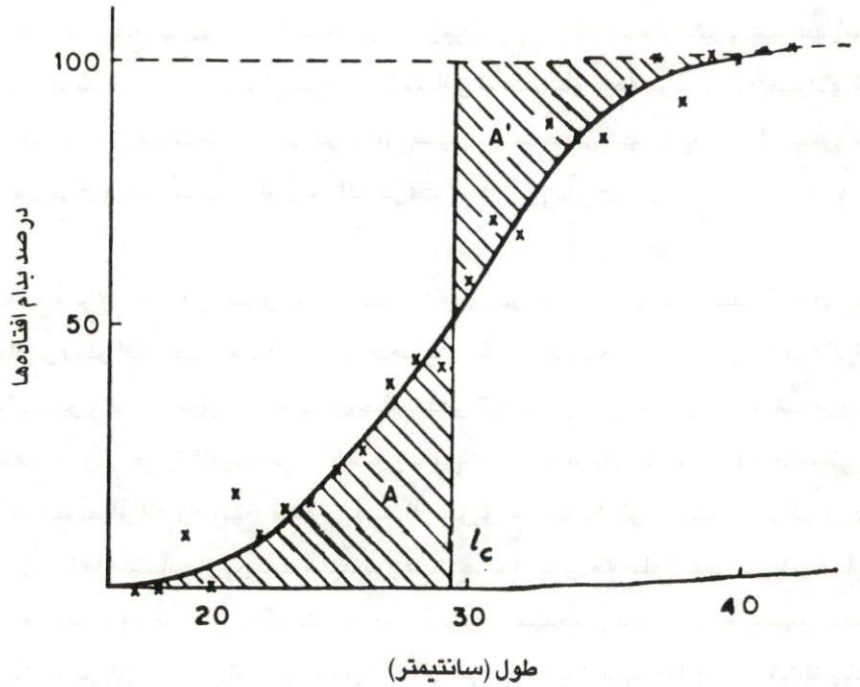
انتخاب‌پذیری تورهای کفروب : انتخاب‌پذیری در ابزار کیسه‌ای مانند تورهای کفروب، پیاله‌ای و دیگر ابزار صید مشابه، در ساده‌ترین شکل خود وجود دارد. برای این نوع ابزار صید، انتخاب‌پذیری در اثر فرار از ماهیها از چشمه‌های تور بوجود می‌آید. در مورد بسیاری از گونه‌ها، فرار از طریق انتهای تور[2] صورت می‌گیرد و بنابراین چنانچه تعداد ماهیانی که وارد تور می‌شوند (و اندازه آنها) معلوم باشد (از طریق نصب یک تور چشمه ریز بر روی کیسه انتهایی، یا با استفاده از ترکیب صید تورهای چشمه‌ریزی که بطور همزمان در همان منطقه صید می‌نمایند)، می‌توان چگونگی انتخاب‌پذیری را مشخص نمود. نتایج بصورت نسبتی از ماهیها که پس از ورود به تور در درون آن باقی می‌مانند بیان می‌شوند (شکل ۲ـ۵). چنانچه این نسبت‌ها برای طولهای مختلف رسم شوند، منحنی انتخاب‌پذیری[3] زیر بدست خواهد آمد (البته برای گونه موردنظر).

در حدود اندازه‌ای معین، رشد ماهی موجب افزایش آسیب‌پذیری آن نسبت به ابزار صید می‌شود و هر قدر ماهی بزرگتر شود، شانس فرار آن از درون تور کمتر می‌شود، تا زمانیکه آنقدر بزرگ شود که هیچ شانسی برای فرار نداشته باشد. اگرچه از این محدوده طولی نیز می‌توان برای مقاصد ارزیابی استفاده نمود، اغلب استفاده از یک طول انتخاب (L_c) کافی است، بدین صورت که همه ماهیهای کوچکتر از L_c فرار نموده و تمامی افراد بزرگتر از آن در تور گرفتار می‌شوند.

1- Knife edge

2- Cod-End

3- Selection curve



شکل ۲ـ۵ : منحنی انتخاب‌پذیری تور کفروب با چشمه ۷۷ میلیمتر در کیسه انتهایی

انتخاب‌پذیری تورهای گوشگیر : تورهای گوشگیر از انتخابی‌ترین ابزار صید مورد استفاده در ماهیگیری‌ها محسوب می‌شوند. اگر برای صید جمعیتی با محدوده طولی نسبتاً وسیع ، تورهای گوشگیر بکار رود ، ترکیب طولی (یا اندازه‌ای) صید عمدتاً توسط انتخاب‌پذیری تور تعیین می‌شود و شکلی مانند منحنی A در شکل ۲ـ۶ خواهد داشت.

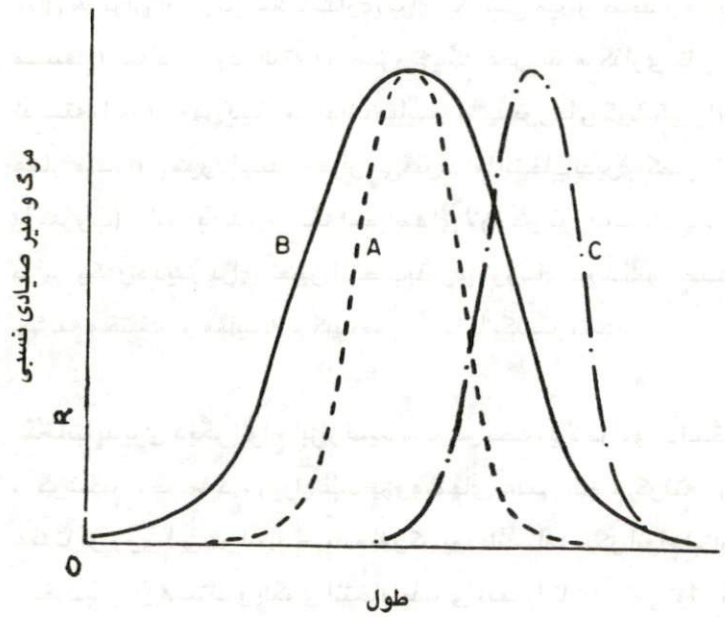
کاهش صید در دو سوی قله منحنی به این علت است که حداکثر کارآیی تور در یک اندازه مشخص بوده و قادر به صید ماهیهای بزرگتر نیست ، در حالیکه کوچکترها هم از میان چشمه‌های آن می‌گریزند. از آنجا که صید تورهای گوشگیر تا حد زیادی به عکس‌العمل و نوع حرکت ماهی پس از برخورد با تور بستگی دارد ، تخمین انتخاب‌پذیری تورهای گوشگیر مشکل‌تر از تورهای کفروب می‌باشد. خوشبختانه تورهای گوشگیر اغلب در منابع آبی

محدودتر مورد استفاده قرار می‌گیرند که می‌توان در آنها روشهای مستقیم‌تری برای اندازه‌گیری مرگ و میر استفاده نمود (که امکان استفاده از آنها در آبهای باز کمتر است). برای مثال می‌توان از روش علامتگذاری برای بررسی میزان صید و بازیافت ماهیها در اندازه‌های مختلف استفاده نمود (البته در صورتی که عمل علامتگذاری تأثیری بر احتمال صید ماهی نداشته باشد). روش دیگر می‌تواند مقایسه صید تورهای گوشگیر با ابزار صیادی دیگری که در همان منبع آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند اما انتخاب‌پذیری کمتر دارند (مانند تورهای پیاله‌ای یا کفروب)، باشد به شرط آنکه احتیاط‌های لازم در مورد انتخاب‌پذیری خود آنها نیز بکار رفته باشد. یک راه دیگر برای تعیین انتخاب‌پذیری تورهای گوشگیر، صید توسط تورهایی با اندازه چشمه مختلف، و مقایسه ترکیب صید آنها با یکدیگر است.

انتخاب‌پذیری دیگر انواع ابزار صید : در دو بخش بالا در مورد انتخاب‌پذیری تورهای کفروب و گوشگیر بحث شد، زیرا اغلب پژوهشهای علمی انجام گرفته در خصوص انتخاب‌پذیری عمدتاً بر روی این دو ابزار صید متمرکز بوده‌اند، اما دیگر انواع ابزار صید نیز دارای خاصیت انتخاب‌پذیری هستند و الگوی انتخاب‌پذیری آنها را تا حدی می‌توان از طریق انجام اصلاح‌های لازم بر روی آنها، تصحیح نمود.

در بسیاری موارد، انتخاب‌پذیری تابعی از ویژگی‌های فیزیکی ابزار صید است. برای مثال، یک قلاب با اندازه معین تنها ماهیانی را بطور مؤثر صید می‌کند که دهان آنها برای گرفتن طعمه به اندازه کافی بزرگ باشد، اما نه آنقدر بزرگ که قلاب توانایی نگاهداری آنرا نداشته باشد، روشهایی که برای تخمین انتخاب‌پذیری این ابزار صید بکار می‌رود، کاملاً مشابه روشهایی هستند که برای تورهای کفروب و گوشگیر مورد استفاده قرار می‌گیرند. اولین مرحله، انجام صید با ابزاری است که ویژگی‌های متفاوتی دارند (مثلاً قلابهایی با اندازه‌های مختلف). چنانچه الگوی صید به شکلی باشد که انتخاب‌پذیری تنها برای یک گروه طولی معین باشد، می‌توان روشهایی را که برای تورهای گوشگیر استفاده می‌شوند، بکار برد و چنانچه این الگو بنحوی باشد که به ماهیانی کوچکتر از یک اندازه معین اجازه فرار دهد و بزرگترها را بدام بیاندازد، می‌توان از مدل کفروب استفاده نمود.

انتخاب‌پذیری ممکن است به عواملی بیش از فیزیک ابزار صید بستگی داشته باشد و می‌تواند حتی به ویژگیهای جمعیت نیز مرتبط باشد. برای مثال، نشان داده شده که وجود شاه‌میگوهای بزرگتر در درون قفس‌ها ممکن است مانع ورود افراد کوچکتر به آن شود. بدین



شکل ۲ـ۶ : منحنی‌های انتخاب‌پذیری تورهای گوشگیر با چشمه‌های مختلف.

ترتیب در حالی که ممکن است شاه‌میگوهای بزرگ زیادی در جمعیت وجود داشته باشند، مرگ و میر صیادی مؤثر بر کوچکترها همیشه پایین خواهد بود.

۶ـ۲ : مرگ و میر

در دریاها ، عوامل متعددی موجب کاهش شانس بقاء افراد می‌شوند. این عوامل شامل شرایط نامناسب محیطی ، کمبود غذا ، رقابت و شاید مهم‌تر از همه (در مورد جانوران دریایی) ، شکار شدن توسط جانوران دیگر هستند.

، بسیاری از جانوران دریایی ، تعداد زیادی نوزاد پلانکتونی تولید می‌کنند که میزان مرگ و میر آنها زیاد است. بنظر می‌رسد هنگامی که نوزادهای شناور[1] ، ذخایر کیسه زرده خود را به

1- Pelagic

اتمام رسانیده واز محیط اطراف خود تغذیه می‌نمایند ، بسیار آسیب‌پذیر می‌شوند. حتی اگر نظریه بالا نیز صادق نباشد ، فرآیندهای مختلف دریایی یا اقیانوسی می‌توانند موجب کاهش شانس بقاء نوزادان شوند. با رشد جانور ، امکان صید آن توسط جانوران دیگر کمتر می‌شود ، بطوریکه برخی دانشمندان بر این عقیده‌اند که پس از بازسازی ، میزان مرگ و میر طبیعی بالغین در بقیه دوران زندگی‌شان ثابت می‌ماند. کاهش تعداد افراد یک جمعیت در اثر مرگ را می‌توان برحسب درصد تعداد باقیمانده (میزان بقاء)[۱] در یک دوره زمانی ، به درصد تعداد افرادی که می‌میرند (میزان مرگ و میر)[۲] بیان نمود. بجای درصد تعداد افراد ،استفاده از ضریب مرگ و میر لحظه‌ای[۳] Z که در دوره‌های زمانی بسیار کوتاه محاسبه می‌شود ، معمول‌تر است. میزان تغییر لحظه‌ای تعداد ماهیها $(\frac{dN}{dt})$ متناسب خواهد بود با تعداد افراد (N_t) موجود در هر لحظه از زمان (t) :

$$\frac{dN}{dt} = ZN_t$$

در این رابطه ، Z ضریب مرگ و میر لحظه‌ای است . از حل این معادله دیفرانسیل معادله $N_t = N_0 \exp[-zt]$ بدست می‌آید ، که در آن N_0 تعداد اولیه ماهیان یک نسل می‌باشد.

منحنی‌های صید[۴]

معمول‌ترین روش تخمین میزان مرگ و میر عبارتست از ایجاد یک رابطه میان تعداد افراد و سن ، که در حالت عادی یک رابطه نمایی است . با رسم لگاریتم طبیعی تعداد افراد باقیمانده در مقابل سن افراد ، می‌توان یک منحنی صید رسم نمود. چنانچه میزان مرگ و میر را ثابت فرض کنیم ، تعداد باقیمانده (N_t) بصورت نمایی با گذشت زمان یا افزایش سن (t) کاهش می‌یابد :

$$N_t = N_0 \exp[-(M + F)]$$

در معادله بالا N_0 تعداد اولیه ، M ضریب مرگ و میر طبیعی و F ضریب مرگ و میر

1- Survival Rate

2- Mortality Rate

3- Instantanous mortality rate

4- Catch curves

صیادی است، که از مجموع آنها Z بدست می‌آید یعنی $Z = F + M$.

چنانچه معادله بالا به شکل خطی تبدیل شود، بدین صورت خواهد بود:

$$L_n N_t = L_n N_0 - Zt$$

رسم لگاریتم طبیعی تعداد باقیمانده در سالهای متوالی، خط مستقیمی بدست خواهد داد که به آن منحنی صید گفته می‌شود. بهترین خطی که از میان این نقاط رسم شود، شیبی برابر Z یا ضریب مرگ و میر کل خواهد داشت.

منحنی صید سنی [1]

رسم یک منحنی صید معمولاً مستلزم تعیین سن تعداد زیادی از افراد می‌باشد و بعلاوه، نمونه‌های مورد استفاده نیز باید نمایانگر جمعیت مورد بررسی باشند. در این روش فرض بر این است که تمامی گروههای سنی در مقابل ابزار صید مورد استفاده برای نمونه‌برداری آسیب‌پذیری یکسان دارند. فرض دیگر این است که تمامی گروههای سنی در هنگام بازسازی، فراوانی یکسانی داشته و پس از آن نیز در معرض مرگ و میر مشابهی قرار دارند. جدول ۱ـ۲ تعداد فرضی ماهیها را در سه سال متوالی نشان می‌دهد که در آنها نرخ مرگ و میر دارای مقدار یکسان ۶۰٪ در سال است. بدین ترتیب برای هر یکهزار ماهی در سن ۱، ۴۰۰ ماهی با سن ۲ و ۱۶۰ عدد با سن ۳ وجود خواهد داشت.

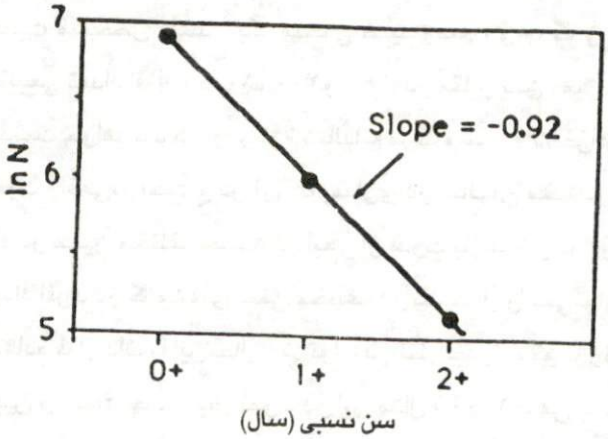
جدول ۱ـ۲ : تعداد ماهیها در هر گروه سنی در سه سال متوالی با فرض (الف) بازسازی ثابت و (ب) بازسازی متغیر، و مرگ و میر ثابت سالانه ۶۰٪

	(الف) بازسازی ثابت			(ب) بازسازی متغیر		
	سن ۱	سن ۲	سن ۳	سن ۱	سن ۲	سن ۳
سال اول	۱۰۰۰	۴۰۰	۱۶۰	۲۰۰۰	۲۲۰۰	۲۰۰
سال دوم	۱۰۰۰	۴۰۰	۱۶۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۸۸۰
سال سوم	۱۰۰۰	۴۰۰	۱۶۰	۱۵۰۰	۴۰۰	۳۲۰

1- Age-based catch curve

در بخش (الف) بازسازی ثابت بوده و هر ساله تعداد مشابهی ماهی یکساله وارد جمعیت می‌شوند. در این حالت، تعداد افراد در هر گروه سنی (کوهورت) طبق یک ضریب مرگ و میر ثابت کاهش می‌یابد. بدین ترتیب می‌توان تنها با استفاده از یک نمونه بزرگ که در آن ترکیب سنی جمعیت مشخص باشد ، یک منحنی صید رسم ، و مرگ و میر را برآورد نمود. رسم لگاریتم طبیعی تعداد افراد (۱۰۰۰ ، ۴۰۰ و ۱۶۰) در مقابل سن ، میزان مرگ و میری برابر ۰/۹۲ در سال بدست خواهد داد که برابر نرخ سالیانه مرگ و میر ۶۰٪ خواهد بود (شکل ۲ـ۷). در بخش (ب) وضعیت واقعی‌تر است و در آن ، بازسازی در سالهای مختلف متفاوت است. در این حالت تعداد افراد در سنین مختلف بصورت تابعی از قدرت بازسازی در آن سال تغییر خواهد نمود و کاهش تعداد افراد در گروههای سنی مختلف در یک سال را نمی‌توان برای برآورد مرگ و میر مورد استفاده قرار داد. با این حال ، می‌توان در قطر جدول ، کوهورتها را از سمت راست و بالا بطرف پایین و سمت چپ دنبال نمود. در این مثال ، ۲۰۰۰ ماهی با سن ۱ (در سال اول) ، ۸۰۰ ماهی با سن ۲ (در سال دوم) و ۳۲۰ ماهی با سن ۳ (در سال سوم) وجود دارد. رسم لگاریتم طبیعی این ارقام در مقابل سن ، یک منحنی صید بدست خواهد داد که شیب آن مشابه شکل ۲ـ۷ خواهد بود و بنابراین ، میزان مرگ در این مورد نیز مساوی مثال قبلی است. در اغلب موارد ، کوهورتهای قابل تشخیص در یک نمونه ، برای رسم منحنی صید مورد استفاده قرار می‌گیرند ، اگرچه بازسازی این گروههای سنی مشابه و مساوی یکدیگر نبوده است. این مسئله ، برای گونه‌هایی که دوره زندگی طولانی دارند و بازسازی ذخایر آنها متغیر است ، مشکل چندانی ایجاد نمی‌کند. در این حالت ، تعداد زیادی نقاط وجود خواهد داشت که هر یک از آنها نمایانگر یک گروه سنی است و حتی اگر بعلت متغیر بودن بازسازی در سالهای مختلف ، نقاط پراکنده باشند ، بهترین خطی که به آنها قالب می‌شود ، برآورد معقولی از مرگ و میر بدست خواهد داد. شکل ۲ـ۸ چنین منحنی را برای یک گونه با سن زیاد نشان می‌دهد. در این منحنی ، یک خط همبستگی از میان نقطه‌های موجود در بخش نزولی سمت راست برازانده شده است. نقطه‌های ابتدایی در سمت چپ منحنی که روند افزاینده دارند ، در رسم خط (و همبستگی) مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

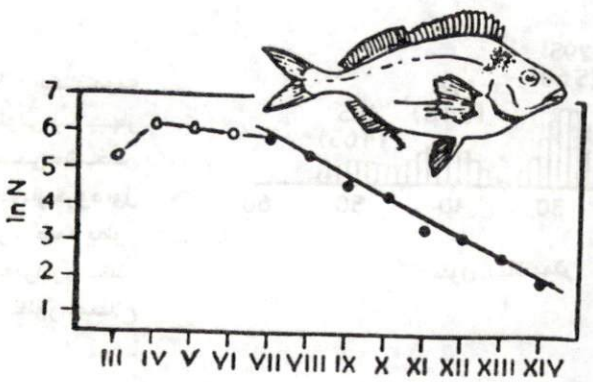
این نقطه‌ها مربوط به فراوانی ماهیهای دارای سنین کمتر هستند که بعلت آنکه کاملاً وارد ماهیگیری نشده‌اند ، در معرض مرگ و میر صیادی کمتری قرار دارند. این احتمال نیز وجود دارد که تنها بخشی از ماهیان جوانتر (با سن کمتر از ۷ سال) از نوزادگاهها وارد صیدگاه شده‌اند. از سوی دیگر ، این امکان نیز وجود دارد که ماهیهای جوانتر وارد صیدگاه شده باشند ،



شکل ۲ـ۷ : یک منحنی صید که در آن لگاریتم تعداد افراد در مقابل سن رسم شده است.

اما بخاطر کوچکی اندازه‌شان ، از درون چشمه‌های تور عبور کنند.

روشهای شرح داده شده در بالا ، براساس ترکیب سنی بودند ، اما معمولاً صید بازای واحد تلاش (CPUE) بعنوان شاخص فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین ترتیب می‌توان لگاریتم طبیعی مقادیر CPUE (تعداد بازای واحد تلاش) یک کوهورت را در طی چندین سال رسم نمود تا یک منحنی صید بدست آید. اما انجام این روش ، علاوه بر اطلاعات CPUE ، به معلوم بودن ترکیب سنی نیز نیاز دارد. منابع خطا در این روش می‌توانند مهاجرت ماهیها و تغییر در قابلیت صید آنها باشند. اگر افراد جمعیت بتدریج از صیدگاه خارج شوند ، کاهش CPUE هم در اثر مرگ و میر خواهد بود و هم بعلت مهاجرت آنها . بهمین ترتیب ، چنانچه قابلیت صید در فصول مختلف تغییر نماید ، در این صورت ، تغییرات CPUE در زمانهای مختلف را نمی‌توان به تنهایی به مرگ و میر نسبت داد.



شکل ۲ـ۸ : یک منحنی صید برای گونه *Nemadactylus macropterus*

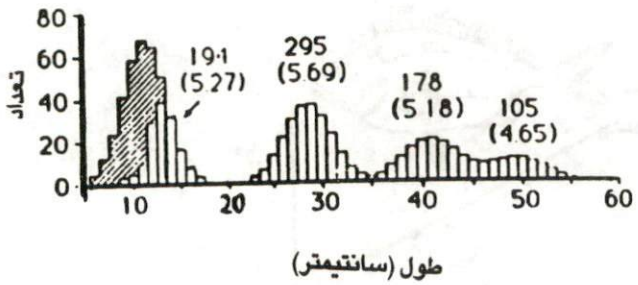
منحنی صید طولی [1]

روشهایی که تاکنون برای محاسبه مرگ و میر شرح داده شدند ، همگی براساس ترکیب سنی بودند ، اما در برخی موارد می‌توان با در دست داشتن فراوانی‌های طولی ، به چگونگی ترکیب سنی پی برد. در شکل ۲ـ۹ چهار گروه طولی قابل تشخیص هستند و چنانچه این گروههای طولی مربوط به بازسازی‌های سالانه باشند ، هر یک از آنها نمایانگر یک گروه‌سنی [2] می‌باشند. بدین ترتیب تعداد افراد موجود در هر گروه سنی را می‌توان شمارش نمود و لگاریتم طبیعی آنها را برای منحنی صید رسم نمود که شیب آن تخمینی از Z بدست خواهد داد.

چنانچه در این حالت از اطلاعات طولی بدست آمده از صید تجارتی استفاده شده باشد ، ممکن است گروههای جوانتر هنوز بطور کامل وارد صیدگاه نشده باشند ، یا کاملاً نسبت به

1- Length-based catch curve

2- Year-class



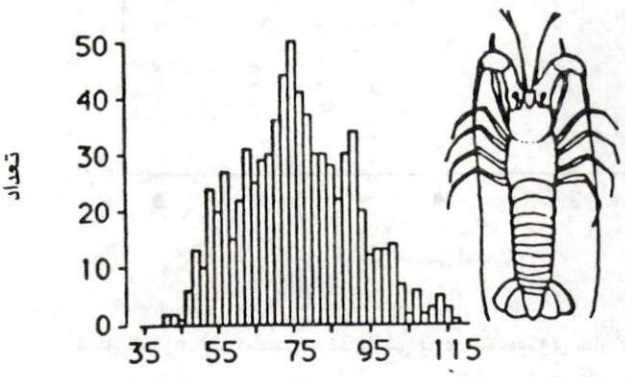
شکل ۲ـ۹ : یک نمونه فراوانی طولی با چهار گروه سنی مشخص (بخش سایه‌دار گروه اول توسط ابزار صید بطور کامل نمونه‌برداری نشده و به این منظور اصلاح شده است).

ابزار صید آسیب‌پذیر نباشند ، که در این صورت نمی‌توان از این نقطه‌ها برای رسم خط همبستگی استفاده نمود. بدین ترتیب منحنی صیدی که از نقطه‌های باقیمانده عبور می‌نماید ، شیبی برابر ۰/۵۲ خواهد داشت که به معنی ضریب مرگ و میر لحظه‌ای ۰/۵۲ در سال می‌باشد که در حدود نرخ مرگ و میر ۴۰٪ در سال خواهد بود.

استفاده از این روش برای رسم منحنی صید (با در دست داشتن اطلاعات فراوانی طولی) تنها در صورتی امکان‌پذیر است که گروههای سنی مختلف ، از یکدیگر قابل تفکیک باشند. در اغلب اطلاعات فراوانی طولی (برخلاف آنچه که در شکل ۲ـ۹ نشان داده شده است) ، تمایز گروههای سنی مختلف از یکدیگر براحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد ، خصوصاً در گونه‌هایی با عمر طولانی و ضریب رشد اندک ، که این دو خصوصیت موجب می‌شود گروههای سنی در فراوانی‌های طولی ، همپوشانی زیادی با یکدیگر داشته باشند. در این صورت می‌توان فراوانی‌های طولی را بوسیله منحنی صید طولی ، به فراوانی سنی تبدیل نمود. برای مثال ، شاه‌میگوی خاردار که فراوانی طولی آن در شکل ۲ـ۱۰ نشان داده شده است ، طول عمری حدود ۷ سال دارد که این مسئله تبدیل فراوانی طولی را به فراوانی سنی مشکل می‌سازد.

با این حال ، با وجود اطلاعاتی در مورد این گونه می‌توان فراوانی‌های طولی را توسط منحنی صید طولی ، به فراوانی سنی تبدیل نمود.

یک منحنی صید طولی شامل رسم $L_n\left(\frac{F}{dt}\right)$ در مقابل t می‌باشد که در آن ، F تعداد افراد موجود در هر گروه سنی بوده و t سن نسبی است. مقدار dt زمانی است که بطول می‌انجامد تا



شکل ۲ـ۱۰ : فراوانی طولی شاه‌میگوی خاردار در سواحل استرالیا

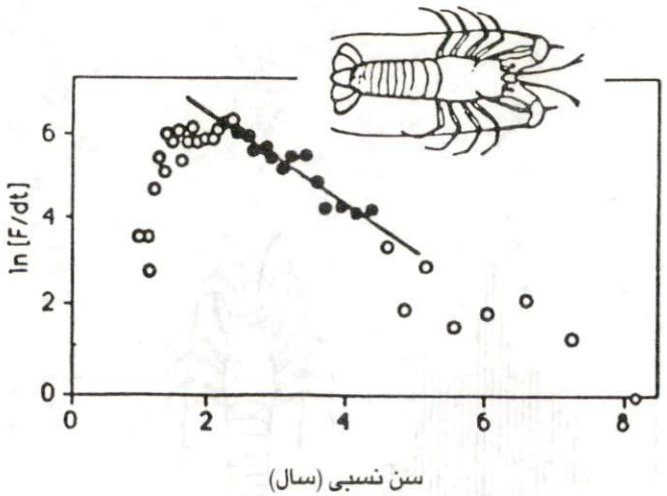
افراد رشد نموده و یک گروه طولی را پشت سر بگذارند. باید توجه داشت که مقدار dt می‌تواند دربرگیرنده این مفهوم باشد که با بزرگتر شدن جانور ، رشد آهنگ کندتری پیدا می‌کند و گروههای طولی بالاتر ، شامل گروههای سنی بیشتری هستند.

بدین ترتیب ، همانگونه که گفته شد ، با استفاده از اطلاعات فراوانی‌های طولی و تغییر سن در ابتدا و انتهای گروه طولی ، می‌توان لگاریتم طبیعی فراوانی افراد ، تقسیم بر تغییر سن $(\ln [\frac{F_{t1,t2}}{dt}])$ را در مقابل میانگین سن رسم نمود تا یک منحنی صید طولی بدست آید و سپس یک خط همبستگی از میان نقاط عبور داده می‌شود (شکل۲ـ۱۱).

معادله‌های بورتون و هالت [1]

با بهره‌برداری از ذخایر یک گونه ، ماهیان بزرگتر از جمعیت خارج می‌شوند (تا هنگامی که بازسازی مختل نشده باشد) ، و ماهیهای کوچکتر بطور مداوم به بخش قابل بهره‌برداری

1- Beverton & Holt equations



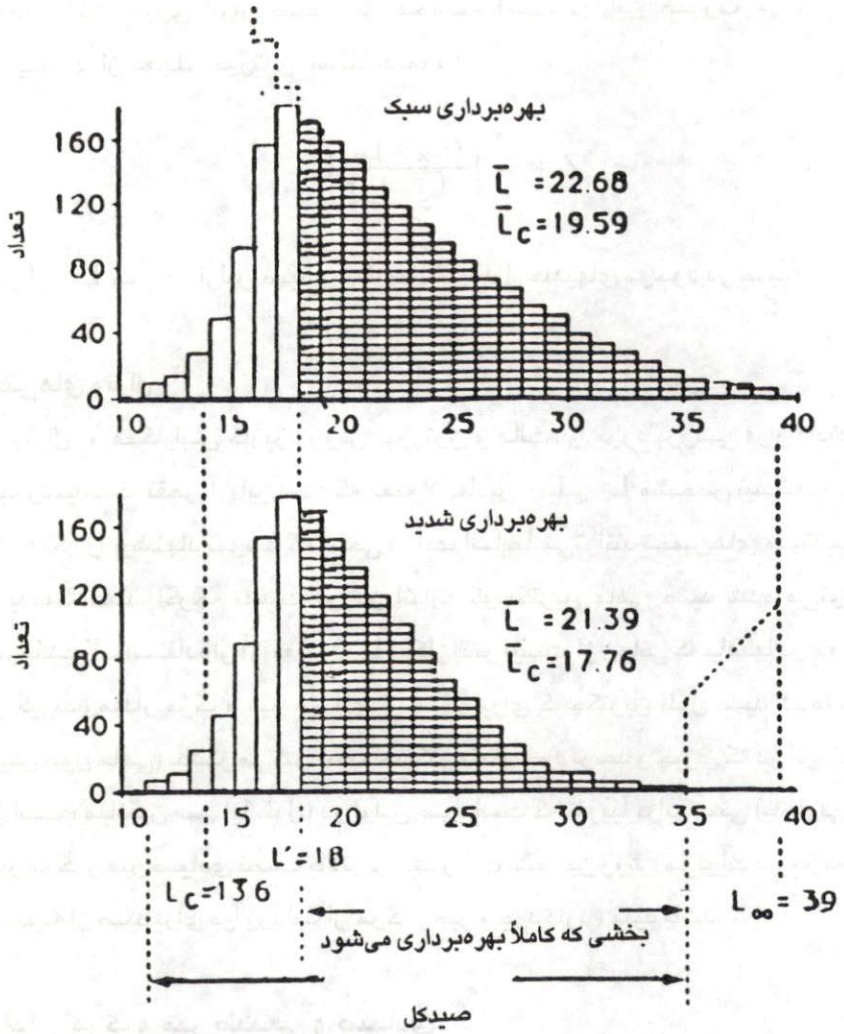
شکل ۲ـ۱۱ : یک منحنی صید طولی برای شاه‌میگوی خار دار . اطلاعات مورد استفاده در همبستگی ، با دایره‌های توپر نشان داده شده‌اند و شیب خط رسم شده ، مرگ و میر کل ۱ در سال را نشان می‌دهد.

جمعیت افزوده می‌شوند. این جریان موجب کاهش میانگین طولی ماهیان صید شده می‌شود . شکل ۲ـ۱۲ دو پراکنش طولی را نشان می‌دهد که یکی مربوط به ذخیره‌ای است که مورد بهره‌برداری شدید قرار ندارد ، و دیگری شدیداً مورد بهره‌برداری است. متوسط طول ماهیهای صید شده (میله‌های سایه‌دار) در ذخیره اول بالاتر از ذخیره دوم است که بشدت تحت استحصال قرار دارد.

بورتون و هالت ، وجود رابطه زیر را میان مرگ و میر کل (Z) و طول متوسط پیشنهاد نمودند:

$$Z = K\left[\frac{(L_\infty - \bar{L})}{(\bar{L} - L')}\right]$$

که در آن L طول متوسط ماهیهایی است که طولی برابر L' یا بیشتر از آن دارند و L' حد پایینی اولین گروه طولی است که کاملاً در برابر ابزار صید آسیب‌پذیر است. چنانچه این مقدار



شکل ۲ـ۱۲ : فراوانی‌های طولی ذخیره‌ای که مورد بهره‌برداری سبک قرار گرفته و ذخیره‌ای که شدیداً تحت بهره‌برداری است.

(L') مشخص نباشد ، می‌توان از میانگین طول در اولین صید یا L_c [1] استفاده نمود که از مطالعه انتخاب‌پذیری ابزار صید قابل محاسبه است. در این صورت می‌توان از شکل تغییریافته‌ای از معادله «بورتون» استفاده نمود :

$$Z = K\left[\frac{(L_\infty - L_c)}{(\bar{L}_c - L_c)}\right]$$

که در آن L_c طول در اولین صید و $\bar{L}_c$ میانگین طول ماهیهای موجود در صید است.

منحنی‌های وترال [2]

«وترال» و همکارانش کاربرد روش «بورتون و هالت» را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که نقص آن این است که معمولاً مقادیر L_∞ و L_c مشخص نیستند. آنها تعدادی روش دیگر را پیشنهاد نمودند که برخی از آنها اساساً می‌توانند تخمین‌های مستقیمی از L_∞ نیز بدست دهند. اگرچه بدست آوردن اندازه کوچکترین ماهی صید شده می‌تواند نسبتاً آسان‌باشد ، اما استفاده از آن بعنوان L_c امکان‌پذیر نیست. از زمانی که ماهیها در معرض صید قرار گیرند ، مقدار مرگ و میر صیادی از صفر (برای کوچکترین طول صید شده) بتدریج (با افزایش طول ماهی) بیشتر می‌شود تا به حداکثر مقدار خود برسد و چیزی که در این روش مورد نیاز است ، میانگین سن (یا طول) در اولین صید است که تقریباً برابر سنی (یا طولی) است که مقدار مرگ و میر صیادی نصف بالاترین مقدار آن باشد. این روش می‌تواند در مواقعی که تنها یک نمونه از صید برای برآورد میزان مرگ و میر وجود دارد ، مفید باشد.

۲ـ۶ـ۱ : مرگ و میر طبیعی و صیادی

تخمین مرگ و میر کل می‌تواند اطلاعاتی در مورد نحوه تغییرهای جمعیت بدست دهد ، اما نمی‌تواند اطلاعات چندانی در خصوص آثار صیادی بر آن بدست دهد ، مگر آنکه بدانیم چه بخشی از مرگ و میر کل در اثر مرگ و میر صیادی ، و چه بخشی از آن حاصل مرگ و میر طبیعی است. بهرحال می‌توان با استفاده از روشهایی ، مرگ و میر صیادی و طبیعی را برآورد

1- Mean length at First capture

2- Wetheral plots

نمود (با اینکه ممکن است برآوردهای مرگ و میر طبیعی کمتر قابل اطمینان باشند)، یا می‌توان تغییر مرگ و میر کل را بنحوی با تغییر میزان تلاش مربوط نمود (که بنظر می‌رسد روش اخیر متداول‌تر باشد). می‌توان نوشت:

$$Z = F + M = qf + M$$

q ضریب قابلیت صید، f تلاش صیادی، M مرگ و میر طبیعی و F مرگ و میر صیادی است. چنانچه برای دو مقطع زمانی مقادیر بالا مشخص باشند، می‌توان نوشت:

$$Z_1 = qf_1 + M$$

$$Z_2 = qf_2 + M$$

با در دست داشتن دو معادله بالا، می‌توان دو مقدار q و M را بدست آورد:

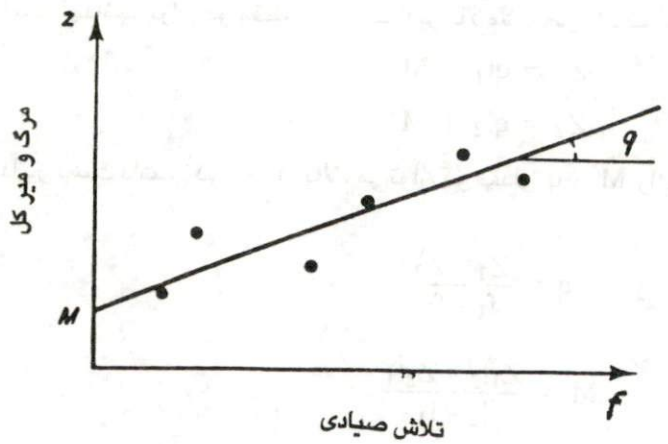
$$q = \frac{Z_1 - Z_2}{f_1 - f_2}$$

$$M = \frac{Z_1 f_2 - Z_2 f_1}{f_2 - f_1}$$

رابطه میان مرگ و میر کل، طبیعی و صیادی با تلاش، حالتی از معادله یک خط مستقیم است و می‌توان در آن Z را بصورت خطی با f مرتبط دانست (شکل ۲ـ۱۳). بنابراین می‌توان مقادیر مختلف Z را در سطوح مختلف f رسم نمود و بهترین خط مستقیم را از میان آنها عبور داد، یا مستقیماً رابطه همبستگی آنها را محاسبه نمود. در هر حال، شیب خط بدست آمده برابر با ضریب قابلیت صید (q) و محل تلاقی آن با محور عمودی، برابر مرگ و میر طبیعی (M) خواهد بود. اما در استفاده از این تخمین‌ها باید کاملاً محتاط بود زیرا در بسیاری از موارد، تلاش صیادی را نمی‌توان براحتی برآورد نمود که این مسئله می‌تواند موجب تخمین بیش از اندازه M شود.

تجزیه تحلیل مجازی جمعیت و مرگ و میر

در روش تجزیه تحلیل مجازی جمعیت و تجزیه تحلیل کوهورت، از تعداد افراد صید شده توسط ناوگان تجارتی برای تخمین مرگ و میر صیادی و تعداد افراد یک کوهورت استفاده می‌شود. منحنی صید نیز با استفاده از اصل کاهش تعداد افراد دو گروه سنی (یا کوهورت) مجاور رسم می‌شود. همچنین می‌توان سرنوشت یک گروه سنی یا را در سالها یا مقاطع مختلف

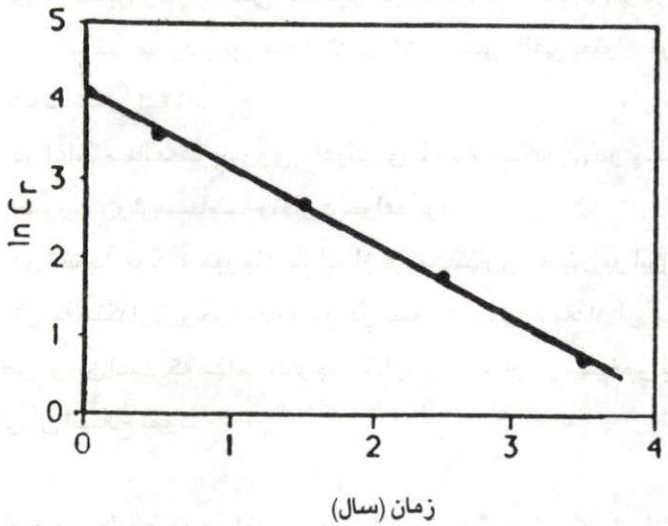


شکل ۲ـ۱۳ : جداسازی مرگ و میر صیادی و طبیعی با رسم میزان مرگ و میر کل در مقابل تلاش صیادی

زمانی دنبال نمود. در این روش ، مشکل‌های ناشی از نوسان‌های بازسازی تأثیری ندارند. با استفاده از معادله زیر می‌توان تعداد افراد باقیمانده در پایان سال که برای سال بعد زنده می‌مانند را تخمین زد :

$$N_{t+1} = N_t \exp [- (F_t + M)] \Delta t$$

بنابراین ، تعداد افرادی که می‌میرند ، برابر $N_t (1 - \exp [-Z] \Delta t)$ خواهد بود و صید برداشت شده نیز نسبتی از جمعیت است که توسط صیادی خارج می‌شود. اگرچه محاسبه‌های مربوطه کمی پیچیده هستند ، اما استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای موجب سهولت انجام آنها شده و با استفاده از این نرم‌افزارها می‌توان از آخرین سال به اطلاعاتی در مورد سالهای گذشته دست یافت. اطلاعات ورودی موردنیاز عبارتند از M ، تخمین اولیه‌ای از F و تعداد افراد صید شده در هر سال . تجزیه تحلیل مجازی جمعیت و تجزیه تحلیل کوهورت می‌توانند تخمین‌های معقولی از مرگ و میر صیادی بدهند ، البته تا زمانی که ذخیره بطور جدی تحت بهره‌برداری باشد (یعنی



شکل ۲ـ۱۴ : لگاریتم طبیعی میزان بازگشت علامتها در طول زمان (که شیب آن ۰/۱۶ می‌باشد).

F بزرگتر از M باشد). تخمین‌های بدست آمده از F ، برای گروههای جوانتر بطور نسبی به مقدار F مورد استفاده و در ابتدای محاسبه وابسته نیستند ، اما مسئله این است که معمولاً تخمین‌های مربوط به ماهیهای مسن‌تر هستند که موردنیاز فوری برای اهداف مدیریتی هستند.

علامتگذاری : در برخی مواقع می‌توان از اطلاعات بدست آمده از علامتگذاری ماهیها برای تخمین میزان بقاء و مرگ و میر استفاده نمود. البته استفاده از این نوع اطلاعات برای مطالعه رشد و مهاجرت بمراتب سهل‌تر می‌باشد. عواملی که می‌توانند بر اعتبار تخمین‌های مرگ و میر از این روش مؤثر باشند ، عبارتند از مرگ و میر اضافی در اثر عملیات علامتگذاری و آثار بلندمدت‌تر علامتهای مورد استفاده بر رفتار ماهیان پس از رهاسازی آنها. ساده‌ترین حالت ، علامتگذاری گسترده تعداد زیادی ماهی و رهاسازی آنها به داخل جمعیت مورد مطالعه می‌باشد. اگر مرگ و میر ثابت باقی بماند ، کاهش تعداد ماهی علامت‌داری که بازیابی می‌شوند ، از مدل‌نمایی پیروی می‌کند. بعبارت دیگر ، میزان بقاء از معادله $N_t = N_0 \exp [-Zt]$

برای ماهیهای علامت‌دار نیز صادق خواهد بود. با استفاده از معادله‌های ریاضی مربوطه می‌توان رابطه تعداد افراد بازیابی شده و زمان را بدست آورد و رسم نمود که به شکل خطی بوده و بدین صورت توجیه می‌شود که لگاریتم طبیعی تعداد افراد بازیابی شده به ازای هر واحد تلاش در مقابل زمان ، خطی مستقیم خواهد بود که شیب آن برابر ضریب مرگ و میر طبیعی است. در برخی موارد و نیز محل تلاقی آن با محور افقی بعنوان مرگ و میر صیادی بکار برده می‌شود (شکل ۲ـ۱۴).

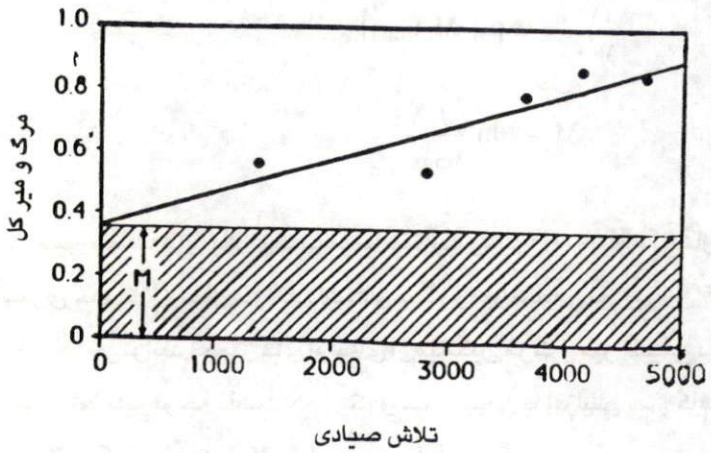
در اغلب مطالعه‌ها بر روی ماهیگیری‌ها ، علامت‌گذاری در چند نوبت انجام می‌گیرد که در این صورت روش محاسبه متفاوت خواهد بود.

در تخمین مرگ و میر با استفاده از علامت‌گذاری ، فرض بر این است که مرگ و میر اضافی در اثر علامتگذاری وجود ندارد ، یا در صورت وجود ، مقدار آن معلوم و معین است. همچنین فرض بر این است که مهاجرت وجود ندارد و یا مقدار آن مشخص بوده و می‌توان محاسبه‌ها را برای آن اصلاح نمود.

مرگ و میر طبیعی : در اغلب موارد ، تخمین مرگ و میر کل آسانتر از تخمین اجزاء آن ، یعنی مرگ و میر صیادی و طبیعی است. در مورد ذخایر بکر (دست‌نخورده) می‌توان با استفاده از گشت‌های تحقیقاتی ، مرگ و میر طبیعی را برآورد نمود. در جمعیتی که مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد و میزان صید در سطوح مختلف تلاش صیادی ، و تخمین‌های سالانه از مرگ و میر کل نیز موجود است ، مرگ و میر طبیعی را می‌توان با روابط $Z = F + M$ و $F = qf$ و در دست داشتن ضریب قابلیت صید و تلاش صیادی ، محاسبه نمود. بعبارت دیگر ، رابطه میان مرگ و میر کل و تلاش صیادی ، از نوع خطی است که در آن M محل تلاقی خط با محور عمودی خواهد بود (شکل ۲ـ۱۵).

این احتمال نیز وجود دارد که مرگ و میر طبیعی علاوه بر عوامل محیطی ، به الگوی زندگی ماهیها نیز بستگی داشته باشد. «پائولی» از تجزیه تحلیل اطلاعات تعداد زیادی از گونه‌ها ، رابطه‌ای ریاضی میان مرگ و میر طبیعی ، ضرایب معادله رشد فون‌برتالانفی (L_∞ , K) و دمای متوسط سالانه سطوح آب (T) بدست آورد که می‌توان با استفاده از آن ، تخمین اولیه‌ای از M بدست آورد :

$$\ln [M] = -۰/۰۱۵۲ - ۰/۲۷۹ \ln [L_\infty] + ۰/۶۵۴۳ \ln [K] + ۰/۴۶۳ \ln [T]$$



شکل ۲ـ۱۵ : رابطه میان مرگ و میر کل و تلاش صیادی. میزان M از محل تلاقی منحنی با محور عمودی بدست می‌آید. ضریب قابلیت صید ۰/۰۰۰۱ است.

یک تخمین کلی دیگر را می‌توان از طریق تعیین مرگ و میر طبیعی مورد نیاز برای به صفررساندن تعداد ماهیهای موجود در یک کوهورت در طول دوره زندگی‌اش ، بدست آورد. پیرترین افراد یک ذخیره بهره‌برداری نشده ، اغلب طولی در حدود ۹۵٪ طول بی‌نهایت (L_∞) دارند. اگر متوسط حداکثر طول عمر (t_{max}) برابر زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۹۵٪ مقدار L_∞ باشد ، با استفاده از معادله رشد فون‌برتالانفی می‌توان نوشت :

$$t_{max} = \left(\frac{-۱}{K}\right) \ln \left[\frac{۱ - (۰/۹۵\, L_\infty)}{L_\infty}\right]$$

یا تقریباً :

$$t_{max} = \frac{۳}{K}$$

میزان بقاء در یک جمعیت بهره‌برداری نشده در پایان عمر برابر :

$$\frac{N_t}{N_0} = \exp\left[-M\, t_{max}\right]$$

خواهد بود.

در این رابطه N_0 تعداد اولیه ماهیها در کوهورت و N_t تعداد ماهیهای باقیمانده در انتهای طول عمر آنها است. اگر N_t حدود ۱ درصد تعداد اولیه باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{۱}{۱۰۰} = \exp\,[-M\ t_{max}]$$

$$M = -\ln \frac{۰/۰۱}{t_{max}}$$

طبق معادله‌های بالا، یک ماهی با ضریب رشد $K = ۰/۴$ در سال و $L_\infty = ۴۵$ cm، طول عمری حدود ۷/۵ سال خواهد داشت و مرگ و میر طبیعی تقریبی آن ۰/۶ در سال خواهد بود. این روش‌ها می‌توانند تخمین‌های اولیه‌ای از میانگین مرگ و میر طبیعی در طول دوره زندگی بدست دهند، اما باید توجه داشت که مرگ و میر طبیعی با افزایش سن کاهش می‌یابد، زیرا ماهیهای بزرگتر، کمتر طعمه شکارچیان طبیعی قرار می‌گیرند.

۲ـ۷ : الگوهای زندگی

شاخص‌های زیستی که تاکنون شرح داده شدند را می‌توان تنها بعنوان بخشی از الگوی زندگی یک گونه محسوب نمود. بوجود آمدن یک الگوی خاص زندگی، شامل میزان رشد، مرگ و میر و الگوهای تولیدمثلی، همگی به مجموعه‌های پیچیده‌ای از عوامل انتخابی بستگی دارند که از سوی محیط اطراف اعمال می‌شوند. تعداد هر جمعیت متأثر از رشد، بازسازی و مرگ و میر می‌باشد که خود تحت تأثیر عوامل وابسته و مستقل از تراکم هستند. عوامل وابسته به تراکم عبارتند از آنهایی که مربوط به تراکم جمعیت بوده و شامل رقابت برای غذا و فضا و همچنین میزان حمله شکارچیان طبیعی و انگل‌ها می‌باشند. عوامل مستقل از تراکم ربطی به تراکم جمعیت نداشته و برخی از آنها عبارتند از نوسان دمای آب، طوفانها، جریانهای مختلف آبی و دیگر خصوصیات فیزیکی محیط.

در یک محیط پایدار یا قابل پیش‌بینی، گونه‌ها بیشتر تحت تأثیر عوامل وابسته به تراکم هستند و اندازه ذخایر در طول زمان می‌تواند نسبتاً ثابت باشد. در محیط‌های ناپایدار، عوامل مستقل از تراکم نیز می‌توانند موجب نوسان اندازه ذخایر در طول زمان شوند. هر گونه تغییر در شرایط مطلوب موردنیاز یک گونه، موجب کاهش تعداد جمعیت آن خواهد شد و بهبود

شرایط محیطی می‌تواند پس از مدتی ، موجب افزایش جمعیت شود.

بنظر می‌رسد ذخایر بسیاری از ماهیها در سطحی پایین‌تر از ظرفیت طبیعی محیط پیرامون آنها باشد. بازسازی‌های بزرگ می‌توانند گاهی موجب ایجاد کوهورت‌های بزرگ در بسیاری از ماهیگیری‌های تجارتی شوند. بخش اعظم صید برخی گونه‌های دارای عمر طولانی ، اغلب به یک یا دو گروه سنی غالب بستگی دارد که بتدریج با گذشت زمان و در طول چند سال ، در ترکیب جمعیت و صید دیده می‌شوند. وجود این گروههای سنی قوی که در ذخایر بالغ به مدت چند سال دیده می‌شوند ، نشان می‌دهد که این تولید اضافی در ظرفیت محیط قرار دارد. اولین تلاشها برای مرتبط نمودن دوره زندگی یک گونه با ماهیت فیزیکی و زیستی محیط اطراف ، توسعه مفاهیم r و k توسط «مک‌آرتور و ویلسون» (۱۹۶۷) ارائه شدند. در بررسی آنها ، r میزان تمایل یک جمعیت برای افزایش تعداد است ، و k ظرفیت حمل محیطی یا حداکثر تعدادی است که نیازهای آنها توسط محیط برآورده می‌شود. چنانچه گونه‌ای در یک محیط ناپایدار زندگی کند که شانس بقاء افراد آن غیرقابل پیش‌بینی باشد ، تکامل در جهت بلوغ زودرس و وقوع یک تخمریزی ناگهانی با شدت زیاد[1] پیش می‌رود. در این صورت ، تخمریزی زودهنگام ، علیرغم شانس اندک بقاء می‌تواند تضمین‌کننده موفقیت گونه موردنظر باشد و در چنین حالتی ، توانایی گونه موردنظر از جنبه تولیدمثل ، موفقیت‌آمیز خوانده می‌شود. در چنین گونه‌ای احتمالاً رشد سریع بوده ، مرگ و میر اغلب بالا و وابسته به تراکم ، و دوره زندگی کوتاه می‌باشد. در گونه‌ای که در یک محیط پایدارتر زندگی می‌کند ، توانایی تولیدمثل در چندین نوبت [2] و یک دوره زندگی طولانی‌تر می‌تواند موفق‌ترین سیاست باشد. بنابراین بطورکلی موفقیت در تولیدمثل ، برآیندی است از انرژی و منابع اختصاص داده شده برای تولیدمثل ، بقاء و رشد مولدین.

بهرحال ، با توجه به عوامل مختلف و پیچیده‌ای که در تعیین الگوی زندگی یک گونه و موفقیت آن از نظر بقاء مؤثر می‌باشند ، یک نظریه بوم‌شناختی به تنهایی و بطور همزمان نمی‌تواند الگوی زندگی تمامی گونه‌ها را توصیف نماید. با این حال ، در بسیاری از موارد مفاهیمی از قبیل r و k می‌توانند در تشریح الگوی زندگی احتمالی یک گونه مفید باشند. ذخایر شیلاتی را نیز می‌توان بعنوان مصداقی از گونه‌هایی که در بالا به آنها اشاره شد ، در نظر گرفت. گونه‌های تشکیل‌دهنده ذخایر ماهیگیری‌ها را می‌توان بسته به جایگاه آنها تقسیم‌بندی نمود

1- Semelparity

2- Iteroparity

(البته نمی‌توان برای این تقسیم‌بندی مرزهایی قطعی قائل شد). این ذخایر می‌توانند از گونه‌هایی با مرگ و میر طبیعی و ظرفیت تولیدمثلی بالا، تا گونه‌هایی با مرگ و میر و ظرفیت تولیدمثلی اندک متغیر باشند. گونه‌های کوتاه عمر با هماوری بالا شامل میگوها، اسکوئیدها و کلوپئوئیدها بوده و گونه‌هایی با عمر طولانی و هماوری پایین شامل کوسه‌ها و بسیاری ماهیان متعلق به آبهای عمیق هستند.

گونه‌های کوتاه‌عمر و دارای قدرت هماوری بالا قادرند در صورت مساعد بودن شرایط محیطی، نوزادان زیادی تولید نمایند که ساردین‌ها و تولید بالای آنها در آبهای فراچاهنده که وقوع آنها همیشگی نیست، نمونه‌ای از این گونه‌ها هستند. میگوهای خانواده پنائیده نیز که با استفاده از شرایط مناسب موقتی در نوزادگاهها می‌توانند تولیدمثل موفقی داشته باشند، در این دسته قرار می‌گیرند.

میزان بازسازی در چنین گونه‌هایی دارای نوسان‌های بزرگی می‌باشد که این مسئله موجب می‌شود تا اندازه ذخایر آنها در سالهای مختلف متفاوت باشد. بنابراین در این گونه‌ها، رابطه بازسازی و اندازه ذخیره معمولاً ضعیف می‌باشد و شرایط محیطی بیش از عوامل صیادی بر ذخایر آنها مؤثر است. چنانچه گونه‌های کوتاه‌عمر با قدرت هماوری بالا در معرض صید بی‌رویه قرار گیرند، میزان بازسازی حتی در سطوح پایین ذخیره نیز ممکن است بالا باقی بماند. با این حال، از آنجا که بازسازی تحت‌تأثیر عوامل محیطی است، ممکن است کاهش قدرت بازسازی در اثر تنزل میزان ذخیره غیرقابل تشخیص بوده و منجر به اختلال در بازسازی و به خطر افتادن جمعیت گردد. از سوی دیگر، گونه‌های طولانی عمری که دارای قدرت هماوری اندک هستند، تعداد نوزادانی اندک اما ثابت دارند که شانس بقاء آنها نسبتاً بالا است. برای مثال، ماهیهایی که در آبهای عمیق زندگی می‌کنند، دارای محیط ثابت‌تری هستند و ماهیگیری‌هایی که به چنین گونه‌هایی وابسته‌اند، رفتار قابل پیش‌بینی‌تری داشته و میزان صید آنها در سالهای مختلف دچار نوسان کمتری می‌شود. در این گونه‌ها رابطه قوی‌تری میان اندازه ذخیره و بازسازی وجود دارد و اگر این گونه‌ها در معرض صید بی‌رویه قرار گیرند، بازسازی و میزان صید بتدریج و طی چندین سال کاهش می‌یابد.

اتخاذ یک سیاست تولیدمثلی تنها در سطح گونه مطرح می‌باشد. در سطح یک اجتماع از جانداران زنده انواع و تعداد گونه‌ها در یک منطقه خاص به شرایط محیطی وابسته است. در محیط‌های مستعد با تولید بالا، تعداد گونه‌ها و تنوع آنها زیاد می‌باشد، در حالیکه در محیط‌های سخت و نامساعد، تنها تعداد اندکی از گونه‌ها وجود دارند که دارای سازگاری‌های ویژه‌ای

هستند.

تعداد و تنوع گونه‌ای در یک ناحیه ، با عرض جغرافیایی نیز مرتبط است. معمولاً یک شیب (گرادیان) از آبهای نواحی گرمسیر با تعداد گونه‌های زیاد (تنوع بالا) اما با جمعیت‌های کوچک (فراوانی کم) ، بطرف آبهای معتدل با تنوع کمتر و فراوانی بیشتر مشاهده می‌شود. برای مثال صخره‌های مرجانی دارای تنوع گونه‌ای بالا با فراوانی‌های اندک هستند ، در حالیکه زیستگاههای مشابه در آبهای معتدل (صخره‌های سنگی) عکس آنها هستند.

پراکنش و تراکم گونه‌های دریایی ، آثار مهمی بر توسعه ماهیگیری‌ها داشته است. اغلب ماهیگیری‌های بزرگ جهان وابسته به گونه‌هایی هستند که در آبهای نسبتاً سرد سواحل و نواحی فراچاهنده (با قدرت تولید بالا) زندگی می‌کنند. از سوی دیگر در آبهای نواحی گرمسیر با صیدهای کمتر و تنوع بسیار بالاتر ، مواجه هستیم و این مسئله بنوبه خود مدیریت ماهیگیری‌های مناطق گرمسیر را کمی مشکل‌تر نموده است.

سطح محصول قابل برداشت از یک ذخیره ، به الگوی زندگی گونه هدف و خصوصیات محیطی آن بستگی دارد. در ماهیگیری‌هایی که گونه هدف دارای عمر طولانی بوده و محیط پایدارتر است ، میزان برداشت در سالهای مختلف نسبتاً ثابت است ، در حالیکه مقدار برداشت گونه‌های کوتاه‌عمری که در شرایط ناپایدار زیست می‌نمایند ، کاملاً متغیر است.

۸ـ۲ : تجزیه تحلیل مجازی جمعیت [۱]

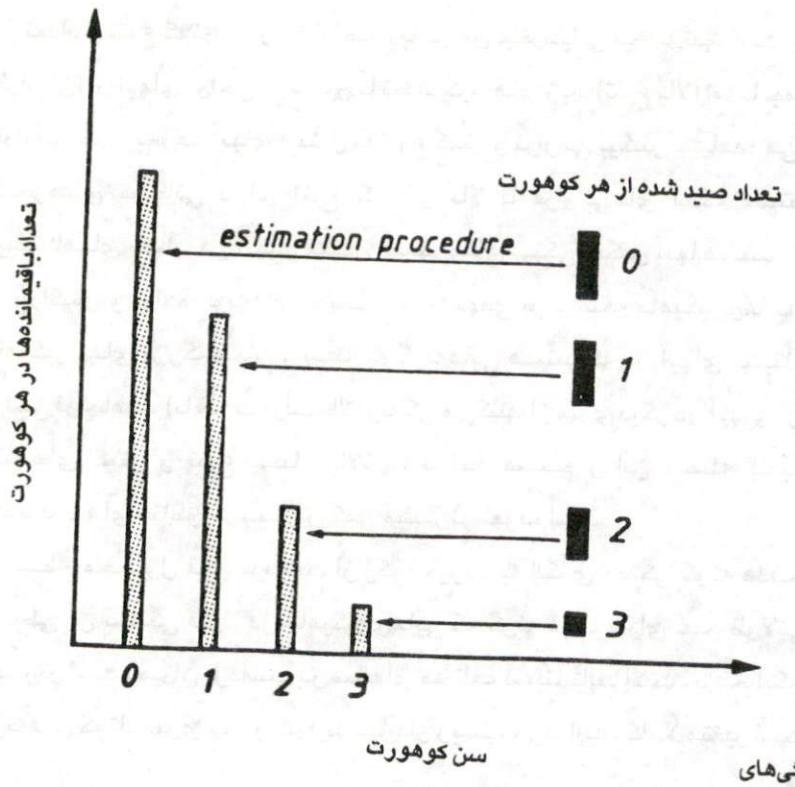
معمول‌ترین روشهایی که امروزه در ارزیابی ذخایر آبهای نواحی معتدل بکار می‌روند ، براساس اطلاعات سنی [۲] بنا شده‌اند که اغلب بنام روشهای سنی نیز شناخته می‌شوند.

در روش VPA براساس صید انجام گرفته (در گذشته) ، فراوانی ذخیره (در همان زمان) برآورد می‌شود. هنگامیکه اندازه ذخیره مشخص شد ، انتخاب‌پذیری و تغییر قابلیت صید در طول زمان نیز قابل محاسبه خواهد بود. از تخمین‌های مربوط به اندازه ذخیره که شامل برآورد میزان بازسازی در هر سال نیز هستند ، می‌توان برای تجزیه تحلیل ذخیره و بازسازی استفاده نمود. روش VPA که با نام تجزیه و تحلیل کوهورت [۳] نیز شناخته می‌شود ، یکی از قوی‌ترین

1- Virtual Population Analysis (VPA)

2- Catch-at-age

3- Cohort Analysis



شکل ۱۶-۲ : ویژگی‌های اساسی روش VPA

روشهای موجود برای تحلیل اطلاعات ماهیگیری‌ها می‌باشد. این روش هسته اصلی بسیاری از مدلهایی است که در آنها از اطلاعات سنی استفاده می‌گردد.

در روش تجزیه تحلیل مجازی جمعیت ، تعداد ماهیهای زنده در هر کوهورت در هر یک از سالهای گذشته محاسبه می‌شود و هر کوهورت بصورت مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش VPA براساس رابطه ساده زیر برای هر کوهورت بنا شده است :

(مرگ‌ومیر طبیعی سال‌جاری) -(صیدسال‌جاری) - (تعداد زنده در آغاز سال‌جاری) = (تعداد زنده در آغاز سال جدید)

باید توجه داشت که بازسازی در این رابطه گنجانده نشده ، زیرا تنها یک کوهورت در نظر گرفته شده است. اگر تعداد اولیه ماهیان در هر کوهورت و همچنین مرگ و میر طبیعی معلوم

بود ، امکان استفاده از این رابطه برای محاسبه تعداد ماهیان زنده مانده در آغاز هر سال وجود داشت ، اما متأسفانه بندرت این تعداد اولیه معلوم است و در حقیقت یکی از نتایجی که از انجام روش تجزیه و تحلیل کوهورت انتظار می‌رود ، همین مقدار است. اما آیا هیچگاه می‌توان تعداد ماهیان زنده در هر مرحله از زندگی یک ذخیره را در دست داشت ؟ پاسخ مثبت است . در اغلب ذخایر بهره‌برداری شده می‌توان بطور منطقی فرض نمود که در ذخیره هیچ ماهی مسن‌تر از پیرترین ماهی صید شده وجود ندارد. البته چنانچه ابزار مورد استفاده برای صید دارای انتخاب‌پذیری بوده و ماهیان مسن‌تر (و شاید بزرگتر) بتوانند از آن اجتناب نمایند ، این فرض صحیح نخواهد بود. بطورکلی ، و خصوصاً در مورد ذخیره‌هایی که بشدت مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند ، آنقدر تعداد ماهیان مسن‌تر از پیرترین ماهی صید شده اندک است که می‌توان عملاً از آنها چشم‌پوشی نمود. بدین ترتیب معادله قبلی را می‌توان بصورت زیر نوشت :

(مرگ‌ومیر طبیعی سال‌جاری) ـ(صیدسال‌جاری) ـ (تعداد زنده در آغاز سال‌جدید) = (تعداد زنده در آغاز سال‌جاری)

اگر بخواهیم تعداد ماهیها را در آغاز یکی از سنین پایانی عمر آنها بدانیم ، و همچنین ضریب مرگ و میر طبیعی نیز معلوم باشد ، می‌توان با استفاده از این رابطه و شروع از یکی از سنین بالا و انجام محاسبه‌های پس‌رو (سنین کمتر) ، این اطلاعات را بدست آورد.

VPA یا تجزیه و تحلیل کوهورت در ابتدا براساس اطلاعات روشهای سنی بنا شد ، اما در سالهای اخیر روشهای مشابه دیگری که براساس اطلاعات طولی هستند نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. روشهای اخیر در مورد ماهیگیری‌های نواحی گرمسیر اهمیت خاصی دارند. بعلاوه ، روش چند گونه‌ای VPA[1] نیز اخیراً ارائه شده است. یکی از اطلاعات مورد نیاز روش VPA ، تعداد ماهی صید شده است. ماهیان صید و تخلیه شده باید از تمامی گروههای سنی (برای انواع وابسته به سن) یا تمامی گروههای طولی (برای انواعی که وابسته به طول هستند) باشند. تعداد کل ماهیان صید شده را می‌توان با تعمیم فراوانی سنی یا طولی نمونه‌های تصادفی برداشت شده از صید نمونه ، به کل صید محاسبه نمود و پیش از آنکه بتوان تجزیه و تحلیل را آغاز نمود باید جداولی شامل تعداد کل ماهیان صید شده (براساس سن یا طول) در سال یا در ماه آماده شده باشند. تجزیه و تحلیل مجازی جمعیت اساساً عبارتست از تجزیه و تحلیل صید تجارتی ،

1- Multispecies VPA

همراه با اطلاعاتی در خصوص سهم هر کوهورت در آن، که معمولاً از طریق نمونه‌برداری از صید تجارتی و تعیین سن ماهیان انجام می‌گیرد. واژه مجازی [1] به این علت مورد استفاده قرار گرفته که «جمعیت مجازی» که مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، جمعیت حقیقی نبوده و تنها بخشی از آن است که دیده می‌شود. بعبارت دیگر، هسته این روش، عبارتست از تجزیه و تحلیل بخشی از جمعیت که دیده (یا صید) می‌شود، به منظور محاسبه تعداد جمعیتی که می‌بایست در آب وجود داشته باشد تا چنین صیدی از آن بدست آید (شکل ۲ـ۱۶). تعداد کل افراد صید شده از یک کوهورت در تمام طول دوره زندگی آن کوهورت، اولین تخمینی است که از تعداد افراد اولیه کوهورت موردنظر (که وارد ماهیگیری شده‌اند) وجود دارد. اما این تخمین کمتر از تعداد واقعی خواهد بود، زیرا بخشی از افراد این کوهورت در اثر عوامل طبیعی مرده‌اند. اگر میزان مرگ و میر طبیعی (M) معلوم باشد، می‌توان با انجام محاسبه‌های پس‌رو، تعداد ماهیانی از کوهورت مورد نظر که در ابتدای هر سال زنده بوده‌اند، و سرانجام تعداد افراد بازسازی‌کننده ذخیره را تعیین نمود. بعلاوه، در همین حین نیز می‌توان مقادیر مربوطه به ضریب مرگ و میر صیادی را محاسبه نمود، زیرا تعداد افراد صید شده و تعداد افراد زنده در هر زمان مشخص شده است. بدین ترتیب، VPA از دیدگاه تاریخی به بررسی جمعیت می‌پردازد و یکی از فواید روش VPA این است که هنگامی که تاریخچه فوق مشخص شد، انجام پیش‌بینی‌هایی از آینده نیز ساده‌تر خواهد بود (مسئله‌ای که از نظر محققین شیلاتی بسیار با اهمیت است). در جدول ۲ـ۲ نمونه‌ای از اطلاعات موردنیاز برای انجام روش VPA آورده شده است.

با استفاده از اطلاعاتی همانند اطلاعات جدول ۲ـ۲ و استفاده از معادله‌های مربوطه به محاسبه تعداد افراد جمعیت، با درنظر گرفتن ضرایب مرگ و میر (طبیعی و صیادی) که ذکر آنها از حوصله متن حاضر خارج است، می‌توان جدولی همانند جدول ۲ـ۳ بدست آورد. امکان انجام تجزیه و تحلیل مجازی جمعیت در بسیاری از نرم‌افزارهای رایانه‌ای پیش‌بینی شده، که با استفاده از آنها محاسبه‌های مربوطه با سهولت بیشتری انجام می‌شوند.

1- Virtual

جدول ۲ـ۲ : اطلاعات مورد استفاده برای تجزیه تحلیل کوهورت (تعداد افراد صید شده از کروههای سنی مختلف در سالهای مختلف).

	سال y سن t	۱۹۷۴	۱۹۷۵	۱۹۷۶	۱۹۷۷	۱۹۷۸	۱۹۷۹	۱۹۸۰	میانگین ۱۹۷۴ـ۸۰
		مقدار صید شده بین سن t و t+1							
استفاده نشده	۰	۵۹۹	۲۳۹	۴۲۴	۶۶۴	۶۸۵	۴۷۸	۳۳۰	۴۸۸
	۱	۶۷۸	۸۶۰	۴۳۱	۱۰۰۳	۴۱۸	۶۰۷	۲۸۸	۶۱۲
	۲	۱۰۹۷	۳۹۰	۱۰۷۱	۵۳۲	۳۳۵	۴۶۴	۳۲۳	۶۰۱
مورداستفاده برای تجزیه و تحلیل		۲۷۵	۲۹۸	۱۵۹	۲۶۹	۲۰۳	۲۱۱	۲۴۳	۲۳۷
	۳	۴۰	۵۴	۷۵	۳۲	۶۹	۸۶	۸۰	۶۲
	۴	۶	۹	۱۳	۱۸	۸	۲۵	۳۱	۱۵/۷
	۵	۱	۸	۳	۵	۵	۳	۸	۳/۷
	۶	(۶)	(۰)	(۱)	(۰)	(۱)	(۱)	(۱)	۱/۴
	۷+								
	Z	۱/۸۸	۱/۲۶	۱/۳۶	۱/۲۵	۱/۳۳	۱/۴۰	۱/۱۲	۱/۲۸

جدول ۲ـ۳ : نتایج VPA برای یک گونه فرضی

گروه سنی (t)	سال (y)	تعداد صید شده در هر سال C(y,t,t+1)	مرگ و میر صیادی در هر سال F(y,t,t+1)	تعداد باقیمانده در اول ژانویه هر سال N(y,t)
۰	۱۹۷۴	۵۹۹	۰/۱۶	۴۳۹۰
۱	۱۹۷۵	۸۶۰	۰/۳۷	۳۰۵۴
۲	۱۹۷۶	۱۰۷۱	۱/۱۱	۱۷۲۹
۳	۱۹۷۷	۲۶۹	۰/۹۹	۴۶۵
۴	۱۹۷۸	۶۹	۰/۷۶	۱۴۲
۵	۱۹۷۹	۲۵	۰/۷۰	۵۴/۴
۶	۱۹۸۰	۸	۰/۵۰*)	۲۲/۲

*) قبلاً معلوم فرض شده است.

۲ـ۹ : برهم‌کنش‌های گونه‌ای [1]

ضعف ارزیابی ذخایر تک‌گونه‌ای : یکی از مسائلی که همواره برای محققینی که از دیدگاههای وسیع‌تر و بوم‌شناختی به ماهیگیری‌ها و ارزیابی‌های معمول آنها می‌نگرند مطرح می‌باشد، این است که دانشمندان شیلاتی در اغلب موارد به بررسی سرنوشت تنها یک گونه می‌پردازند و با در دست داشتن اطلاعات مربوط به یک گونه (میزان صید ، CPUE ، ترکیب سنی و غیره) تجزیه تحلیل‌های مربوطه را انجام داده و معمولاً سرنوشت گونه‌های دیگری را که با گونه موردنظر آنها مرتبط است ، در نظر نمی‌گیرند (برای مثال ، نوع غذا ، صیادان طبیعی و رقبای آن). یکی از روشهای سنتی ارزیابی ذخایر تک گونه‌ای (مدلهای تولید مازاد) ، ماهیتاً برهم‌کنش بین‌گونه‌ای را مدنظر قرار می‌دهد. برای مثال اگر تغییرهای مشاهده شده در CPUE میگوی سواحل کویت با تغییرهای تلاش صیادی ارتباط داده شوند ، نباید صرفاً آثار مستقیم صیادی را در نظر گرفت ، بلکه تمامی آثار غیرمستقیم ناشی از عوامل دیگر مانند نوسان‌های میزان غذای موجود و غیره را نیز ، باید مدنظر قرار داد.

برهم‌کنش‌های بین گونه‌ای در صورتی دارای شدیدترین آثار خواهند بود که طول عمر گونه‌های موردنظر (گونه هدف و دیگر گونه‌ها) با یکدیگر اختلاف فاحش داشته باشد. تمامی صاحبنظران در ارزیابی ذخایر مایلند برهم‌کنش‌های بین گونه‌ای را مدنظر داشته باشند و درک اینکه گونه موردنظر چه جایگاهی در زیست‌بوم خود دارد ، باید یکی از اهداف هر کار ارزیابی ذخایر باشد ، اما بهرحال جزء اهداف اصلی یا فوری محسوب نمی‌شود. توجه بیش از حد به مسائل گسترده‌تر بوم‌شناختی می‌تواند بسادگی موجب کم‌توجهی به آثار صیادی بر ذخایر هدف شود (چه یک گونه و چه چند گونه) و نتیجه این جابجایی ، ضعف توصیه‌های ارائه شده در مورد سیاستهای صیادی (توسعه یا مدیریت آن) خواهد بود. از لحاظ تاریخی ، تجزیه و تحلیل‌ها و توصیه‌های ارائه شده براساس دیدگاههای تک‌گونه‌ای ، در مورد ماهیگیری‌هایی که اساساً تک‌گونه‌ای هستند ، نسبتاً موفقیت‌آمیز بوده‌اند. در مواردی که توصیه‌های ضعیف ارائه شده است ، علت آن ناکافی بودن اطلاعات یا ضعف تحلیل‌های انجام شده بوده تا در نظر گرفته نشدن مسائل بوم‌شناختی مربوطه .

با افزایش تعداد گونه‌های بهره‌برداری شده در ماهیگیری‌های امروزی مسائل بالا نیز تا

1- Species Interactions

حدی متحول شده‌اند و این خطر وجود دارد که تحلیل‌ها و توصیه‌هایی که فقط براساس دیدگاه تک‌گونه‌ای هستند، از برخی از جنبه‌های مهم ناقص بوده و موجب کسب نتایج منحرف کننده در مورد سیاست‌های مختلف پیشنهادی شوند. تغییرهای سطح بهره‌برداری از گونه‌های هدف می‌تواند آثاری بر گونه‌های دیگر داشته باشد و بسته به نوع وابستگی گونه‌های مختلف به یکدیگر، می‌تواند دارای عواقب عملی مهمی باشد. برای مثال افزایش استفاده از تورهای کفروب برای صید میگو می‌تواند موجب کاهش صید گونه‌های ماهی بزرگتر شود زیرا میزان صید ماهیان جوانتر افزایش می‌یابد. در برخی موارد نیز این آثار می‌تواند مثبت باشند. برای مثال این احتمال وجود دارد که صید بالای آنچوی در سواحل کالیفرنیا (حتی در حد صید بی‌رویه) بصورت تک‌گونه‌ای ممکن است بعلت اثر آن در افزایش ذخایر ساردین مفید باشد.

یک علت دیگر برای اینکه تحلیل‌های تک‌گونه‌ای ممکن است منجر به نتایج منحرف‌کننده شوند، تغییر علاقه صیادان و انتخاب گونه هدف دیگر می‌باشد. در این صورت اطلاعاتی که معمولاً جمع‌آوری می‌شوند (اطلاعات CPUE) چندان قابل اطمینان نخواهد بود، زیرا برای ماهیگیران بعنوان گونه هدف مطرح نبوده و در این حال نمی‌توان از اطلاعات CPUE بعنوان شاخصی از فراوانی استفاده نمود. بعلاوه، صید گونه‌های دیگر نیز می‌تواند از ماهیگیری‌های دیگری تأثیر بپذیرند. برای مثال بدون در نظر گرفتن ماهیان جوانی که بعنوان صید ضمنی در تورهای کفروب بدام می‌افتند، نمی‌توان توصیه‌های مؤثری برای مدیریت ماهیگیری Croaker یا Snapper ارائه نمود.

بنابراین، چنین برهم‌کنش‌های بین گونه‌ای می‌توانند موجب تفاوتهای عمیقی در نوع سیاستهای مطلوب برای ماهیگیری‌ها شوند و کسانی که مسئولیت ارزیابی ذخایر بر عهده آنان است، باید چنین جنبه‌هایی را نیز مدنظر داشته باشند. با این حال، اینکه از نظر عملی و در جریان تحلیل‌ها چگونه باید برهم‌کنش‌های بین گونه‌ای را لحاظ نمود، هنوز چندان مشخص نیست.

صید ضمنی: ساده‌ترین شکل تأثیر متقابل صید گونه‌های مختلف بر یکدیگر، از نوع فنی است. صیادانی که تنها یک گونه هدف را مدنظر دارند، ممکن است گونه‌های دیگری را نیز بصورت اتفاقی صید نمایند. صیدهای ضمنی می‌توانند در برخی موارد بخش مهمی از صید کل را به خود اختصاص دهند. مهمترین نمونه این حالت، صید میگو در نواحی گرمسیر (خصوصاً میگوهای پنائیده) است. در برخی از این ماهیگیری‌ها (برای مثال خلیج مکزیک)، میگوها (حداقل در برخی مکانها و در بعضی مواقع) تنها اندکی بیش از ده درصد صید را به خود اختصاص

می‌دهند و بخش اعظم صید را ماهیانی از گونه‌های مختلف و با اندازه‌های متفاوت تشکیل می‌دهد. در برخی موارد این ماهیان می‌توانند ماهیهای جوانی باشند که بالقوه قابلیت رشد و رسیدن به اندازه‌های با ارزش اقتصادی را دارند. به همین علت صید میگو می‌تواند آثار اجتناب‌ناپذیری بر ماهیگیری‌هایی داشته باشد که گونه هدف آنها بصورت ضمنی در تورهای میگوگیر صید می‌شوند. بروز چنین تداخل‌هایی می‌تواند باعث ایجاد تضادهایی در کار ماهیگیران نیز شود. گونه‌ای که برای یک ماهیگیری صید ضمنی محسوب می‌شود و اهمیت چندانی ندارد ، برای یک ماهیگیری دیگر حیاتی بوده و چنانچه محل تخلیه صید این دو ماهیگیری متفاوت باشد ، موجب بروز ناهماهنگی‌هایی نیز می‌شود. یکی از راه‌حل‌های این مشکل‌ها ، اصلاح فنی ابزار صید برای کاهش صید ضمنی است.

با این حال ، صید ضمنی در همه موارد نیز قابل چشم‌پوشی نیست. در یکی از ماهیگیری‌هایی که در نزدیکی قطب شمال جریان دارد و هدف اصلی آن صید ماهی کاد است ، مقدار زیادی ماهی ***haddock*** کوچکتر نیز صید می‌شود. چشمه‌های تور مورد استفاده در این ماهیگیری ، عموماً بسیار کوچکتر از مقدار لازم برای صید گونه هدف (کاد) بود و معرفی چشمه‌های بزرگتر به این ماهیگیری موجب بروز مشکلات زیاد در پذیرش آن شد ، چرا که در این مورد ، گونه‌های صید ضمنی نیز برای ماهیگیران دارای اهمیت بود.

راه‌حل چنین مشکل‌هایی نسبتاً ساده است. در مطالعه پویایی جمعیت یک گونه باید تمامی صید آن (توسط ابزار و روشهای مختلف در ماهیگیری‌های متفاوت) در نظر گرفته و بررسی شود. بعلاوه ، در ارزیابی و برآورد تغییرهای اعمال شده بر روی یک ماهیگیری (از قبیل افزایش تلاش صیادی یا تغییر چشمه تور مورد استفاده) ، آثار مربوطه باید در مورد تمامی گونه‌های صید شده در ماهیگیری موردنظر بررسی شوند.

برخی از مدلهای مورد استفاده در ارزیابی ذخایر ، برهم‌کنش‌های زیستی میان گونه‌های مختلف را در نظر می‌گیرند که این امر در اغلب موارد موجب پیچیده‌تر شدن محاسبه‌های مربوطه می‌شود.

۲ـ۱۰ : حساسیت و حدود اطمینان

زمانی که یکی از روشهای شرح داده شده در بخشهای قبلی برای تخمین یکی از ضرایب (مانند $\frac{Z}{K}$=۱/۷) مورد استفاده قرار می‌گیرند ، مطمئناً مقدار محاسبه شده دقیقاً برابر مقدار حقیقی نخواهد بود. برای مثال در این مورد ، ضریب فوق می‌تواند ۱/۶۸ یا ۱/۶۹۹۵ بوده و یا اگر

اطلاعات ورودی کیفیت خوبی نداشته باشند ، برابر ۰/۹ یا ۲/۵ باشد. در دست داشتن مقادیر حقیقی ضرایب در برخی موارد از اهمیت زیادی برخوردار است.

در چنین مواردی باید این نکته را مدنظر داشت که بعلت امکان وجود اختلاف در کیفیت و دقت داده‌های ورودی ، تخمین بدست آمده می‌تواند با مقدار واقعی کم و بیش متفاوت باشد. در بهترین شرایط ، اگر روش مورد استفاده ، روش آماری ساده‌ای باشد ، می‌توان حدود اطمینان را برای بهترین تخمین بدست آورد. برای مثال اگر بخواهیم میانگین طول ماهیان موجود در یک نمونه را محاسبه نماییم ، می‌توان براحتی حدود انحراف از معیار را برای تخمین بدست آمده از میانگین محاسبه نمود ، اما متأسفانه اغلب روشهای موجود ، این چنین ساده نیستند و در مورد آنها امکان انجام محاسبه‌هایی مانند حدود اطمینان امکان‌پذیر نمی‌باشد.

برای مثال در روش ELEFAN برای تخمین شاخص‌های رشد ، یک جدول امتیاز (نسبت $\frac{ESP}{ASP}$) بدست می‌آید که نشاندهنده این است که هر یک از منحنی‌های رشد (رسم شده با مجموعه‌ای از شاخص‌های رشد) تا چه حد به فراوانی‌های طولی بازسازی شده منطبق هستند. اما چیزی که ELEFAN به ما نمی‌گوید این است که اگر از ضرایب حقیقی استفاده شود ، آیا نسبت $\frac{ESP}{ASP}$ بدست آمده بالاتر خواهد بود یا پایین‌تر ؟ برای مثال اگر بالاترین نسبت $\frac{ESP}{ASP}$ برابر ۰/۶۷ و مربوط به K =۰/۴۲ و L_∞=۵۴ باشد ، و با K= ۰/۵ و L_∞ = ۴۸ نسبت فوق برابر ۰/۵۳ باشد ، می‌توان گفت که مجموعه اول بهتر از دومی است ، اما نمی‌توان گفت که اشتباه است و در سطح ۹۵٪ حدود اطمینان می‌توان آنرا مردود شمرد.

علاوه بر عدم قطعیت ایجاد شده در اثر کیفیت اطلاعات ورودی که در شرایط مطلوب می‌توان آنرا بصورت حدود اطمینان محاسبه نموده ، دو عامل مهم دیگر نیز می‌توانند دخیل باشند که عبارتند از استفاده از مدلها و ضرایب ورودی نادرست ، که در هر دو صورت ، تخمین‌های بدست آمده با مقادیر واقعی مطابقت نخواهند داشت. تعیین میزان عدم قطعیت ایجاد شده در اثر این عوامل چندان ساده نبوده و در اغلب موارد ، می‌تواند بزرگتر از اشتباه تصادفی ایجاد شده در اثر نادرست بودن داده‌های ورودی باشد. نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل‌های ارزیابی ذخایر ، معمولاً تنها بصورت یک عدد ذکر می‌شوند (مثلاً K = ۰/۴۲۶ یا Z = ۱/۳۴) و تلاشی برای تعیین میزان دقت آنها صورت نمی‌گیرد. بدین ترتیب این مسئله می‌تواند موجب برداشتهایی نادرست از نتایج تحلیل‌ها شود. در برخی موارد می‌توان این مسئله را توجیه نمود: «برای مثال اگر محدوده‌ای از میزان کل صید قابل برداشت (TAC) ارائه شود ، مدیران همواره

مقادیر بالاتر را مورد استفاده قرار خواهند داد» ، که البته این توجیه تنها تا حدودی می‌تواند صحیح باشد. در کوتاه‌مدت ، ارائه یک رقم می‌تواند مسائل را ساده‌تر نشان دهد ، اما در درازمدت بهتر است تا مدیران از عدم قطعیت‌های موجود در توصیه‌های علمی ارائه شده آگاه شوند . بهرحال هر گونه تخمین ارائه شده باید با نوعی معیار از میزان دقت آن همراه باشد.

آثار وجود خطاهای احتمالی در مدل و درست نبودن فرضیه‌های آن را گاهی می‌توان با بکارگیری مدلهای دقیق‌تر و دارای فرضیه‌های کمتر ، یا با انجام شبیه‌سازی از میان برد. شبیه‌سازی به معنی پیاده نمودن روشها بر روی داده‌های فرضی و غیرواقعی می‌باشد. برای مثال ، استفاده از فراوانی‌های طولی که ضرایب رشد معلوم دارند. بر همین اساس «روزنبرگ و بدینگتون» (۱۹۸۸) [۱] نتایج ELEFAN I و «بسون» و همکارانش (۱۹۸۸) [۲] نتایج روش SLCA و روش Projection Matrix را مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج بدست آمده ، بنظر می‌رسد که تخمین‌هایی که از K و L_∞ از این روشها بدست می‌آیند اغلب تا حدی اریب هستند. چنانچه در هنگام شروع محاسبه‌ها و بکارگیری روشها ، تخمین اولیه کلی از این ضرایب وجود داشته باشد ، میزان اریب بودن نتایج حداقل خواهد بود. از سوی دیگر روشهای مختلف نیز بطور یکسان قابل اطمینان نیستند. برای مثال ، روش SLCA و روش Projection Matrix عملکرد بهتری دارند و بعلاوه ، روش دوم به نوسان‌های زیاد طول در سن نیز حساس نیست (البته روش ELEFAN نیز اکنون تا حدی اصلاح شده است). بهرحال نکته مهم این است که همواره امکان اریب بودن نتایج وجود دارد.

مسئله اشتباه بودن ضرایب ورودی تا حدی ساده‌تر است. بررسی‌های کامل در مورد حساسیت برآوردهای مختلف نسبت به وجود خطا در ضرایب ورودی نیازمند بکارگیری روشهای نسبتاً پیچیده ریاضی است که پرداختن به آنها لزوم چندانی ندارد. تمامی آنچه که لازم است ، تکرار محاسبه‌ها با مقادیر ورودی و ضرایب متفاوت است (مثلاً مقادیر K ، M و L_∞ متفاوت در تجزیه و تحلیل کوهورت). بدین ترتیب می‌توان میزان حساسیت مدل را نسبت به هر یک از ضرایب بصورت جداگانه بررسی نمود.

نکته‌ای که باید در بررسی نتایج محاسبه حساسیت یا استفاده از نتایج تعیین حساسیت روشهای مختلف (مثلاً درصد تغییر نتایج برآوردها در اثر ۱٪ تغییر ضریب ورودی) در نظر

1- Rosenberg & Beddington

2- Basson et al.

داشت ، این است که تمامی ضرایب با دقت یکسان برآورد نمی‌شوند. البته همواره عواملی که بر روی دقت نتایج نهایی یعنی راه‌کارهای ارائه شده به مدیران ، مؤثر هستند ، از اهمیت بیشتری برخوردارند. در بسیاری موارد ، برخی از مقادیر میانی به ضرایب ورودی حساسیت زیادی دارند ، اما این مسئله اثر چندانی بر نتایج نهایی نخواهد داشت.

یک روش خوب برای بررسی نوسان‌های تصادفی در اطلاعات ورودی که به روشهای ریاضی پیچیده نیز نیاز ندارد ، روش Jack-knife است. فرض کنید داده‌های ورودی شامل مجموعه‌ای n تایی از اطلاعات است (برای مثال n نمونه ترکیب طولی) . در این روش هر بار یکی از مجموعه‌های اطلاعات حذف شده و محاسبه‌ها انجام می‌شوند. بررسی نتایج بدست آمده می‌تواند نشان دهد که برآوردهای نهایی به کدامیک از نمونه‌ها حساسیت بیشتری دارد. بنظر می‌رسد مدل فوق را بتوان برای اغلب روشها بکار برد ، خصوصاً روشهایی مانند ELEFAN که با تعداد محدود نمونه سروکار دارند.

اگرچه با گسترش کاربرد رایانه‌ها ، تجزیه و تحلیل‌ها همیشه دارای نتایجی نیز خواهند بود بنظر می‌رسد این نتایج همیشه معنی‌دار نباشند ، مگر آنکه شواهد دیگری نیز وجود داشته باشد. مثلاً در مورد برازاندن منحنی‌های رشد ، بررسی چشمی نحوه برازش منحنی رشد به نماهای موجود در نمونه‌های فراوانی طولی ، پیش از انجام محاسبه‌ها توسط رایانه مفید خواهد بود.

فصل سوم

مدلهای ارزیابی ذخایر

۱ـ۳ : تولید بازای بازسازی [1]

در بخش‌های قبلی چگونگی محاسبه ضرایب اصلی یک جمعیت در حال بهره‌برداری شرح داده شد. در این بخش یکی از راههای اصلی استفاده از این تخمین‌ها برای ارائه توصیه‌های مناسب به سیاست‌گذاران در مورد آثار کوتاه و بلندمدت انواع سیاستهای اتخاذ شده ،توضیح داده می‌شود. در این بخش بیشتر بر روی دو متغیر که می‌توان آنها را مستقیماً تغییر داد ، تأکید خواهد شد که عبارتند از تلاش صیادی (که از روی مرگ و میر صیادی تعیین می‌شود) و نحوه صید گروههای مختلف طولی (که توسط سن یا طول در اولین صید ـ t_c ـ تعیین می‌شود).

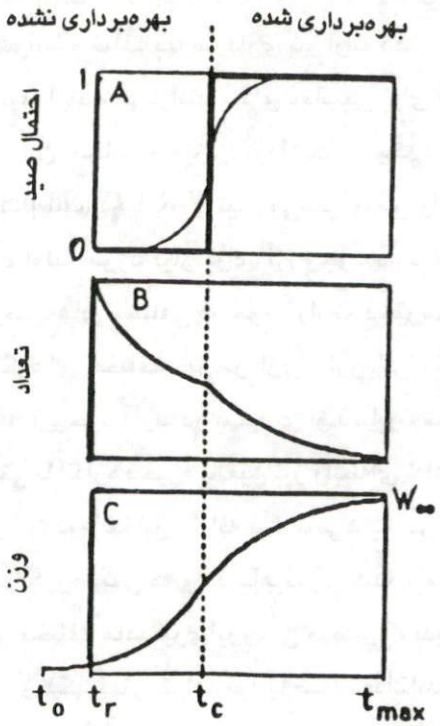
این نکته را باید در نظر داشت که هر ذخیره ، بخشی از یک سامانه طبیعی پیچیده است و بنابراین نمی‌توان با قطعیت در خصوص آثار انواع سیاستهای اتخاذ شده اظهارنظر نمود. بدین ترتیب محققین و کسانی که از نتایج پژوهشهای آنها استفاده می‌کنند باید بپذیرند که ارزیابی دقیق آثار بلندمدت هر نوع سیاست اتخاذ شده ، بسیار مشکل می‌باشد. یک نمونه خوب از این مسئله ، سرنوشت یک گروه سنی پس از ورود به ماهیگیری است. بسیاری از علل و عوامل عدم قطعیت ، از قبیل اثر اندازه ذخیره بالغین یا عوامل محیطی بر میزان بازسازی ، قبلاً اثر خود را اعمال نموده‌اند. بعلاوه ، در دوران قبل از ورود به ذخیره قابل صید ، میزان رشد و مرگ و میر نیز ممکن است متغیر باشد ، اما پس از بازسازی ، این دو عامل نوسان نسبتاً زیادی ندارند. هنگامی که برآوردهای منطقی از میزان رشد و مرگ و میر بدست آمد ، فرآیند محاسبه میزان برداشت برای سطح معینی از بازسازی نسبتاً ساده خواهد بود و نیاز چندانی به فرض‌های دیگر ندارد. بدین ترتیب محققین می‌توانند برای پرسش‌هایی از قبیل «چه الگویی موجب بالاترین

1- Yeild-Per-Recruit

میزان صید از گروه سنی که وارد ماهیگیری می‌شوند ، خواهد شد» پاسخ‌های روشنی ارائه دهند. آنها همچنین قادر خواهند بود اطلاعات دیگری از قبیل میزان تولید تخم از یک گروه سنی خاص در شرایط مختلف بهره‌برداری نیز ارائه دهند. این پاسخ‌ها علاوه بر اینکه خود از اهمیت زیادی برخوردارند ، می‌توانند مبنای مناسبی برای ارائه توصیه‌ها در مورد بهره‌برداری نیز باشند. بنابراین محاسبه میزان برداشت از یک سطح مشخص از بازسازی (که بعنوان Yield-per-Recruit یا Y/R بیان می‌شود) ، می‌تواند بخش اصلی ارزیابی هر ذخیره‌ای باشد که اطلاعات اولیه مورد نیاز برای آن وجود دارد. هنگامی که این محاسبه‌ها انجام شدند ، می‌توان فرضیه‌های مختلفی در مورد رابطه ذخیره و بازسازی[1] ارائه نمود تا بتوان از آثار بلندمدت الگوهای مختلف بهره‌برداری ، ارزیابی دقیقی بعمل آورد. دلائل دیگری نیز برای محاسبه Y/R وجود دارد. در بسیاری از ذخایر ، میزان بازسازی بسیار متغیر است و بنظر می‌رسد حتی با اندازه ذخیره بالغین نیز رابطه‌ای نداشته و بیشتر توسط عوامل محیطی تعیین شود. برای این نوع ذخایر ، ارائه پیش‌بینی‌هایی در مورد مقادیر صید در آینده‌ای دورتر از حداکثر عمر گروه سنی که وارد ماهیگیری شده ، امکان‌پذیر نیست. در مدلهای Y/R تفاوت سیاستهای مختلف ماهیگیری بررسی می‌شود ، بدین ترتیب که صید تعداد زیادی ماهی در مراحل اولیه زندگی بهتر خواهد بود یا صید تعداد اندکی ماهی در مراحل انتهایی دوره زندگی . در مدل اصلی Y/R «بورتون و هالت» (۱۹۵۷) ، وابستگی صید به میزان رشد ، سن در اولین صید و مرگ و میر صیادی شرح داده شده است. انتخاب‌پذیری ابزار صید از نوع تیغه‌ای فرض می‌شود که بدین ترتیب می‌توان فرض نمود پس از عبور از مرز سن در اولین صید (L_C) ، تمامی ماهیانی که با ابزار صید برخورد می‌کنند ، احتمال صید (P) مشابه دارند. بعلاوه ، مرگ و میر طبیعی (M) پس از سن بازسازی (t_r) ثابت فرض می‌شود ، بطوریکه تعداد افراد ذخیره (N) بصورت تابعی از یک منحنی بقاء دو مرحله‌ای کاهش می‌یابد (شکل ۱-۳). وزن ماهیها نیز طبق معادله فون‌برتالانفی پیش‌بینی می‌شود.

در این مدل ، ساختار ذخیره ثابت فرض می‌شود. بعبارت دیگر ، صید کل در هر سال از تمامی گروههای سنی ، مساوی صید بعمل آمده از یک کوهورت در تمامی دوره زندگی‌اش فرض می‌شود. برداشت (وزن صید) از یک گروه سنی از زمانی که به سن اولین صید (t_c) می‌رسند ، تا حداکثر سن (t_{max}) ، تابعی است از مرگ و میر صیادی (F) ، تعداد ماهیان

1- {Stock-Recruitment Relationship}



شکل ۱ـ۳ : فرضیه‌های مدل Y/R که بصورت تصویری نشان داده شده‌اند : (A) مدل تیغه‌ای انتخاب‌پذیری ، (B) مرگ و میر طبیعی پس از سن بازسازی ثابت فرض می‌شود و (C) وزن که از معادله رشد فون‌برتالانفی تخمین زده می‌شود.

موجود (N) و وزن متوسط (W) آنها :

$$Y = \int F_t N_t W_t d_t$$

بجای هر یک از اجزاء معادله بالا می‌توان جمله‌های دیگری بکار برد :

تعداد در سن بازسازی $N_{t_r} = R$

تعداد در سن در اولین صید $N_{t_c} = R \exp\left[-M (t_c - t_r)\right]$

تعداد در هر سن (پس از سن در اولین صید) $N_t = N_{t_c} \exp\left[-(M + F)(t_0 - t_c)\right]$

با استفاده از معادله‌های بالا می‌توان تعداد افراد بازسازی شده را که تا سن t زنده می‌مانند ،

محاسبه نمود. سپس با استفاده از معادله وزنی رشد فون‌برتالانفی و جایگزینی در معادله‌های بالا، رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\frac{Y}{R} = \left(FW \exp\left[-M\,(t_c - t_r)\right]\right) \sum_{n=0}^{3} \left(\frac{U_n \exp[-nK(t_r - t_0)]}{(Z + nK)}\right)$$

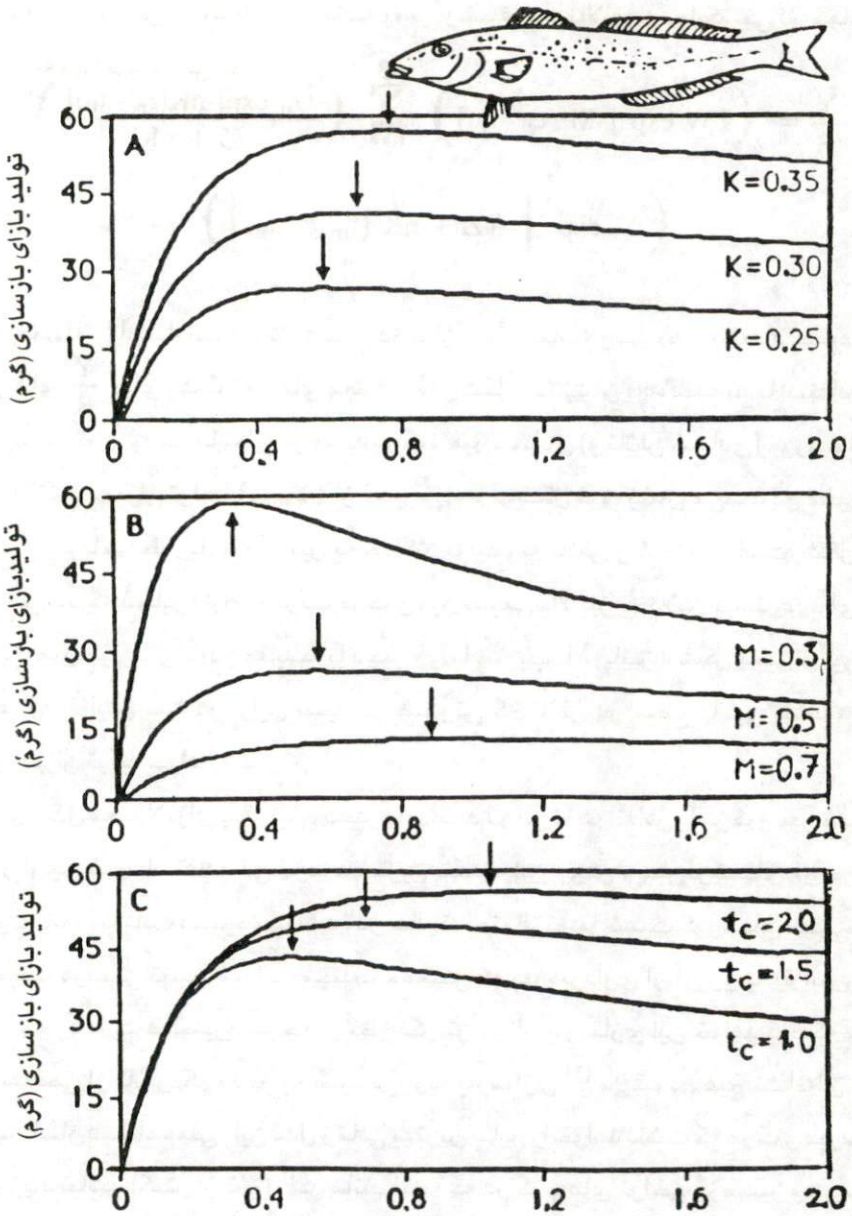
$$\left(1 - \exp\left[-(Z + nK)(t_{max} - t_c)\right]\right)$$

در این معادله U عبارتست ازثابت جمع در توان سوم معادله رشد، و n تعداد جمع‌ها است. منحنی‌های $\frac{Y}{R}$ برای یک گونه آبهای معتدل [1] در شکل ۲ـ۳ نشان داده شده‌اند. با استفاده از این منحنی‌ها می‌توان به مسایل کلی در مورد مرگ و میر صیادی (و تلاش صیادی) مورد نیاز برای نیل به بالاترین میزان تولید (Y_{max}) از ذخیره پی برد. شکل فوق نشان می‌دهد در ذخیره‌ای با ضریب رشد بالا (K زیاد) برای نیل به حداکثر تولید، به تلاش زیادی نیاز است. شکل میانی نشان می‌دهد که ذخایر دارای ضریب مرگ و میر طبیعی بالا نیز به تلاش بیشتری برای کسب بالاترین صید نیاز دارند (در مقایسه با ذخیره‌ای با ضریب M پایین). شکل پایین‌تر نیز نشان می‌دهد که افزایش سن در اولین صید در صورتی که تلاش در سطح بالایی باشد، موجب افزایش میزان تولید خواهد شد.

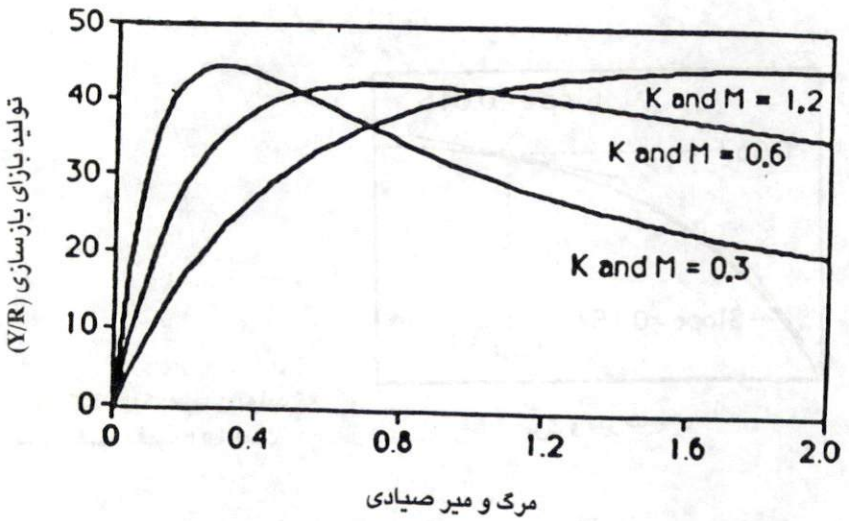
از این مدل معمولاً برای پیش‌بینی تغییرهای صید در اثر تغییر تلاش یا مرگ و میر صیادی و سن در اولین صید استفاده می‌شود. مهمترین ضعف این روش، پیش‌فرضهای آن در مورد وضعیت پایدار یا ثابت ذخیره می‌باشد، در حالیکه احتمال تغییر نسبت گروههای سنی مختلف در جمعیت، و حتی تغییر ضرایب مختلف جمعیتی که بهره‌برداری از آن رو به افزایش است، همواره وجود دارد. همچنین، نتیجه در نظر نگرفتن میزان بازسازی این خواهد بود که مدل در مورد سطحی از تلاش که منجر به صید بی‌رویه بازسازی [2] می‌شود، هیچ نشانه‌ای بدست نخواهد داد. از دیدگاه عملی، این مدل زمانی بهترین نتایج را خواهد داشت که مرگ و میر طبیعی چندان زیاد نباشد (کمتر از ۰/۵). اگر مانند آنچه که در گونه‌های نواحی گرمسیر وجود دارد، ضرایب مرگ و میر بالا باشند، ممکن است منحنی‌های Y/R در محدوده معنی‌داری از مرگ و میر صیادی به حداکثر نرسند (شکل ۳ـ۳). در گونه‌های کوتاه عمر با ضرایب مرگ و میر بالا،

1- *Sillaginoides punctatus*

2- Recruitment overfishing



شکل ۲ـ۳ : منحنی‌های Y/R ایجاد شده برای یک گونه ماهی در آبهای معتدل.
پیکان‌ها حداکثر میزان Y/R در هر مورد نشان می‌دهند.



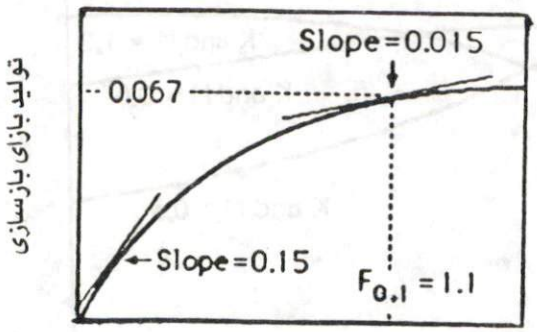
شکل ۳-۳ : منحنی‌های Y/R با ضرایب M و K مختلف.

نتایج مدل Y/R می‌توانند کاملاً گمراه‌کننده باشند و اغلب می‌توان آنها را به این شکل تفسیر نمود که برای دستیابی به حداکثر تولید ، به مرگ و میر صیادی بسیار بالا (و حتی گاهی‌بی‌نهایت) نیاز است.

در بسیاری از گونه‌های کوتاه‌عمر ، فرض ثابت بودن میزان بازسازی ممکن است صادق نباشد و در سطوح بالای مرگ و میر صیادی ، احتمال کاهش میزان بازسازی وجود دارد. چنانچه متوسط طول در اولین صید کمتر از متوسط طول بلوغ جنسی باشد ، توده زنده مولد به ازای هر فرد بازسازی شده ، در سطوح بالای مرگ و میر صیادی به صفر نزدیک می‌شود (علیرغم پیش‌بینی مقادیر بالا برای Y/R). مرز بحرانی برای توده زنده اغلب گونه‌ها دقیقاً مشخص نیست ، اما می‌تواند حدود ۲۰ تا ۵۰ درصد توده زندهٔ ذخیره دست‌نخورده[1] فرض شود.

در مواردی که نمودار منحنی Y/R صعودی بوده یا با یک خط افقی مجانب باشد ، حداکثر

1- Virgin stock

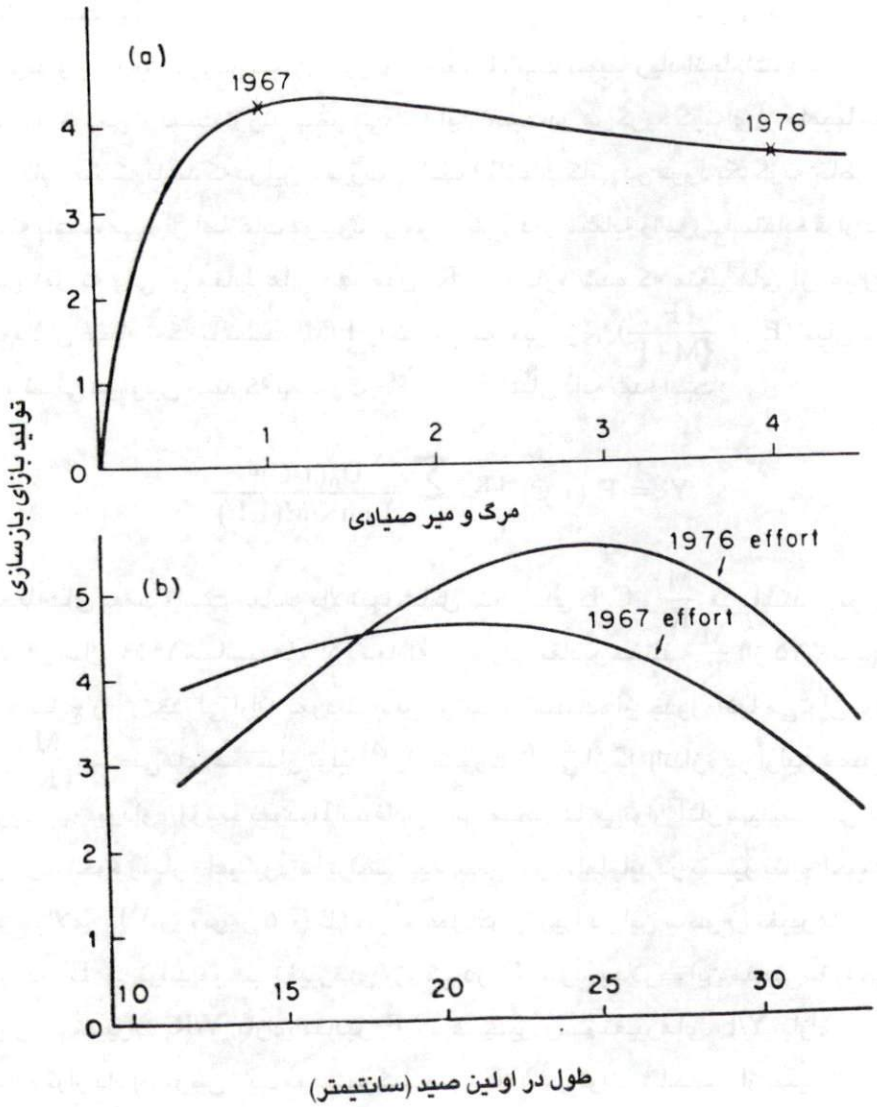


شکل ۳ـ۴ : یک منحنی تولید که نشان‌دهنده مفهوم $F_{0.1}$ است.

مرگ و میر صیادی مطلوب در سطحی درنظر گرفته می‌شود که افزایش یک واحد در مرگ و میر صیادی (F) ، موجب افزایش صیدی در حدود یک دهم صید ناشی از F اولیه شود. بعبارت دیگر ، سطح مطلوب F در نقطه‌ای خواهد بود که شیب منحنی تولید ، یک دهم شیب در سطوح‌پایین F است . نحوه محاسبه این مقدار که بنام $F_{0.1}$ شناخته می‌شود ، در شکل ۳ـ۴ نشان داده شده است . در بسیاری از ماهیگیری‌ها ، حداکثر صید مجاز برحسب این مقدار تعیین می‌شود که محتاطانه‌تر از F_{max} است.

برای انجام محاسبه‌های مدل Y/R چندین نرم‌افزار رایانه‌ای طراحی شده‌اند. با اینکه‌معادله‌های مربوط به این مدل شامل ضرایب متعددی (از قبیل W_∞) هستند ، نقش آنها تنها بعنوان ضرایب ثابت اهمیت دارد و از آنجا که در مدل Y/R اساساً با تغییرها یا مقادیر نسبی در سطوح مختلف مرگ و میر صیادی یا طول در اولین صید سروکار داریم ، این ضرایب ثابت تأثیر چندانی نخواهند داشت.

روش Y/R را می‌توان جدای از ضرایب ثابت آن ، عمدتاً توسط سه متغیر توصیف نمود که یکی از آنها از ویژگیهای ماهیها بوده و دو متغیر دیگر ، از ویژگیهای ماهیگیری هستند. متغیر اول نسبت ضریب رشد (K) به مرگ و میر طبیعی (M) است که نشان‌دهنده شانس ماهی در تکمیل دوره زندگی خود پیش از فرارسیدن مرگ طبیعی است ، و دو متغیر دیگر عبارتند از مرگ



شکل ۳ـ۵ : منحنی‌های Y/R برای یک گونه ماهی در خلیج تایلند . منحنی (a) تولید را برحسب مرگ و میر صیادی نشان می‌دهد و (b) تولید را بعنوان تابعی از طول اولین صید (یا اندازه چشمه) نشان می‌دهد.

و میر صیادی و طول در اولین صید.

اگر نسبت M/K بزرگ باشد، تعداد زیادی ماهی قبل از کامل نمودن دوره رشد خود می‌میرند و بنابراین باید در سنین پایین‌تر، صید با شدت نسبتاً زیاد انجام شود تا ماهیها در اثرعوامل طبیعی از دست نروند. بنظر می‌رسد این نسبت در هر گروه گونه‌ای از ماهیها مقداری نسبتاً ثابت داشته باشد که در این صورت چنانچه اطلاعات کافی در مورد یک گونه خاص وجود نداشته باشد، می‌توان اطلاعات موجود در مورد گونه‌های مشابه را مورد استفاده قرار داد.

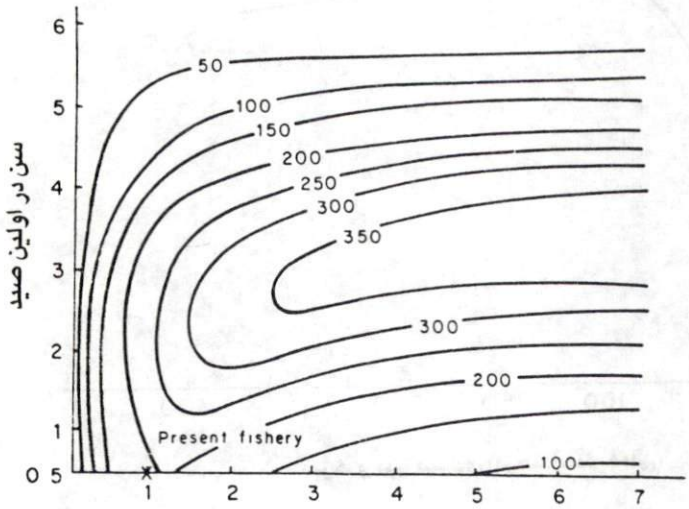
در زیر به یکی از معادله‌های مهم مدل Y/R اشاره شده که متغیرهای آن عبارتند از سطح‌تلاش صیادی که با نسبت F/M یا ضریب بهره‌برداری $(E = \frac{F}{M+F})$ بیان شده، و اندازه نسبی در اولین صید که بصورت $C = \frac{L_c}{L_\infty}$ نشان داده شده است:

$$Y' = E\,(1-C)^{M/K} \sum \frac{U_n(1-C)^n}{1+nK/M(1-E)}$$

جمله‌های سمت راست معادله بالا تنها شامل متغیرهای C, E و $\frac{M}{K}$ می‌باشند. «بورتون و هالت» در سال ۱۹۵۹ محاسبه‌های این معادله را به ازای مقادیر مختلف $\frac{M}{K}$ (از ۰/۲۵ تا ۵) انجام داده و نتایج را در جدولی ارائه نمودند. بدین ترتیب با استفاده از جدول آنها می‌توان برای هر مقدار $\frac{M}{K}$، منحنی‌های هم‌مقدار تولید[1] را بصورت تابعی از C (اندازه در اولین صید) و E (ضریب بهره‌برداری) رسم نمود. با استفاده از این منحنی‌ها می‌توان آثار سیاست‌های مختلف را بر روی نحوه رفتار ماهیگیری‌ها براحتی پیش‌بینی نمود، اما باید در تفسیر نتایج احتمالی در سطوح بالای E (بزرگتر از ۰/۵) با احتیاط عمل کرد، زیرا در این سطوح، تغییرهایی بسیار جزیی در E می‌تواند موجب تغییرهای بزرگی در F شود. بعلاوه، این منحنی‌ها را می‌توان برای رسم تغییرات Y/R بازای مقادیر F، و همچنین رسم تغییرهای Y/F بازای F مورد استفاده قرار داد (با فرض ثابت بودن مرگ و میر، Y/F می‌تواند شاخصی از صید بازای واحد تلاش باشد).

با این روش، برای مثال، می‌توان مقدار Y/R را بعنوان تابعی از مرگ و میر صیادی رسم نمود (و سن در اولین صید را ثابت فرض کرد)، یا اینکه می‌توان آنرا با ثابت فرض نمودن F، بصورت تابعی از t_c رسم نمود. در حالت اخیر، چنانچه تغییر t_c با تغییر چشمه‌های تور

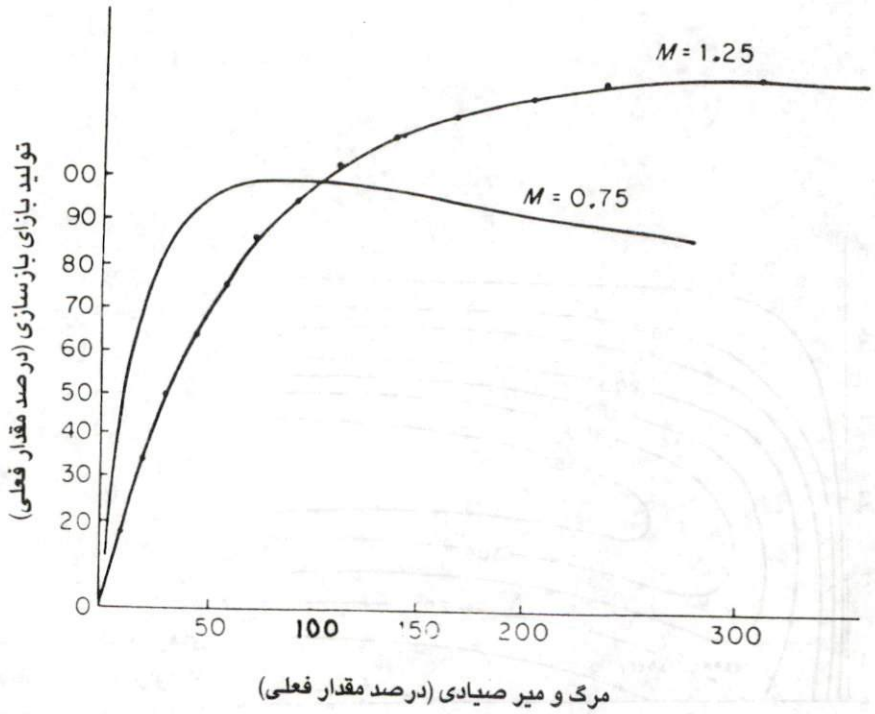
1- Yield-isolepth diagrams



شکل ۳ـ۶ : منحنی‌های هم‌مقدار تولید. هر یک از منحنی‌ها، میزان Y/R ثابت را بعنوان تابعی از مرگ و میر صیادی و سن در اولین صید نشان می‌دهند.

امکان‌پذیر باشد، می‌توان بر روی محور افقی، مقادیر چشمه تور مربوط به هر t_c را رسم نمود (شکل ۳ـ۵).

اما شکل ۳ـ۵ بهرحال تمامی داستان را نشان نمی‌دهد ، خصوصاً در مواردی که آثار همزمان تغییر در F و t_c انتظار می‌رود. برای مثال ، افزایش چشمه تور می‌تواند موجب کم‌اهمیت شدن نسبی کاهش تلاش صیادی در ذخیره‌ای شود که بشدت از آن بهره‌برداری می‌شود. از سوی دیگر ، در ذخیره‌ای که بطور نسبتاً شدید مورد بهره‌برداری قرار دارد ، در صورت افزایش تلاش (مثلاً در اثر افزایش سرمایه‌گذاری) ، ممکن است بزرگتر شدن چشمه‌های

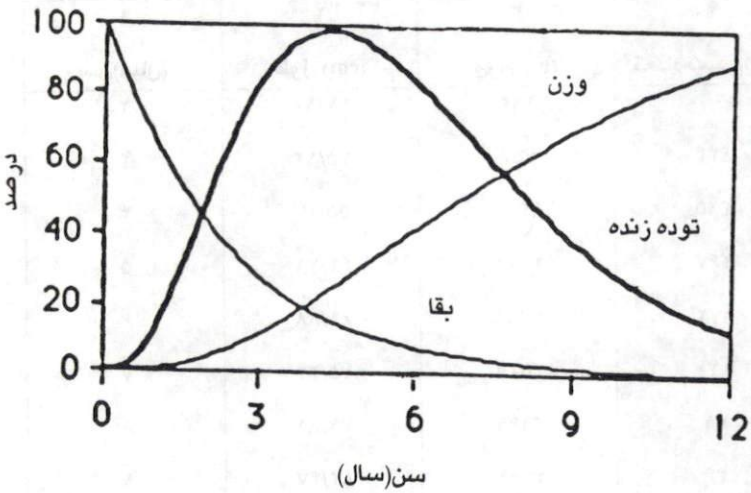


شکل ۳ـ۷ : منحنی‌های Y/R برحسب درصد مقدار فعلی که بعنوان تابعی از مرگ و میر صیادی رسم شده‌اند
(L_∞ = ۵۱ ، K = ۰/۲۵ ، l_c = ۱۷ و Z = ۲)

تور مطلوب‌تر باشد. در چنین مواردی ، منحنی‌های هم‌ارزش [1] می‌توانند تغییرات Y/R را بصورت تابعی از t_c و F بخوبی نشان دهند (شکل ۳ـ۶). در این منحنی‌ها سطوح فعلی تلاش باید مشخص باشند.

نقطه‌ضعف چنین منحنی‌هایی این است که تنها در صورتی قادر به ارائه پیش‌بینی‌های خوب‌هستند که تخمین‌های دقیقی از ضرایب مربوطه (M ، F و غیره) وجود داشته باشد که معمولاً چنین نیست. در این صورت ، برای مثال ، اثر واقعی ده درصد افزایش تلاش بر Y/R

1- Isolepth



شکل ۳ـ۸ : تعداد نسبی افراد باقیمانده ، رشد وزنی هر یک از افراد و توده زنده کوهورت که در مقابل سن رسم شده‌اند.

دقیقاً برآورد نخواهد شد. بنابراین توصیه‌های ارائه شده با استفاده از این منحنی‌ها باید شامل تمامی حالتهای ناشی از تغییر ضرایب نیز باشند. معمولاً هنگامی که امکان تعیین سن وجود داشته باشد ، شاخص‌های رشد را می‌توان با دقت قابل قبولی برآورد نمود. تخمین t_c نیز در صورت وجود نمونه‌های کافی از صید تجارتی ، امکان‌پذیر خواهد بود. در این صورت ، اشکال‌های موجود در رابطه با تخمین‌ها ، اغلب در مورد مقادیر مرگ و میر مطرح هستند ، خصوصاً در تفکیک مرگ و میر صیادی و طبیعی . وجود نمونه‌های خوبی از ترکیب سنی می‌تواند تخمین‌های خوبی از مرگ و میر ارائه دهند ، اما معمولاً اطلاعات دیگری نیز مورد نیاز هستند (از قبیل اطلاعات مربوط به دوره‌هایی که تلاش متغیر بوده ، نتایج حاصل از علامتگذاری ماهیها و غیره) تا بتوان F و M را جداگانه برآورد نمود. بدین ترتیب ، نتایج محاسبه‌های Y/R باید در سطوح مختلف M ارائه شوند (شکل ۳ـ۷).

جدول ۳ـ۱ : طول ، وزن تعداد نسبی و توده زنده ماهی کاد در سنین مختلف در یک ماهیگیری فرضی

۱	۲	۳	۴	۵
سن(سال)	طول (cm)	وزن (g)	تعداد نسبی (N)	توده زنده (kg)
۲	۳۲/۹۷	۲۹۴	۱۰۰۰	۲۹۴
۳	۴۵/۱۲	۷۵۳	۶۴۴	۴۸۵
۴	۵۵/۰۷	۱۳۶۹	۴۱۵	۵۶۸
۵	۶۳/۲۱	۲۰۷۱	۲۶۷	۵۵۳
۶	۶۹/۸۸	۲۷۹۸	۱۷۲	۴۸۱
۷	۷۵/۳۴	۳۵۰۷	۱۱۱	۳۸۹
۸	۷۹/۸۱	۴۱۶۹	۷۱	۲۹۶
۹	۸۳/۴۷	۴۷۶۹	۴۶	۲۱۹
۱۰	۸۰/۴۷	۵۳۰۲	۳۰	۱۵۹
۱۱	۸۸/۰۲	۵۷۶۵	۱۹	۱۱۰
۱۲	۹۰/۹۳	۶۱۶۵	۱۲	۷۴

۳ـ۲ : مدلهای توده زنده[۱]

یکی از ساده‌ترین راههای تشخیص صید بی‌رویه رشد [۲] ، مطالعه آثار رشد و مرگ و میر بر توده زنده یک کوهورت در طول زمان است. پس از بازسازی (و ورود به ماهیگیری) ، وزن هر یک از ماهیان افزایش می‌یابد (در اثر رشد) ، اما در اثر مرگ و میر ، تعداد افراد کاهش می‌یابد (شکل ۳ـ۸) . بدین ترتیب وزن توده زنده کل هر کوهورت با گذشت زمان افزایش می‌یابد تا به یک مقدار حداکثر برسد.

مثال زیر براساس اطلاعات موجود در مورد یک گونه ماهی دریای بالتیک قرار گرفته که

1- Biomass Models

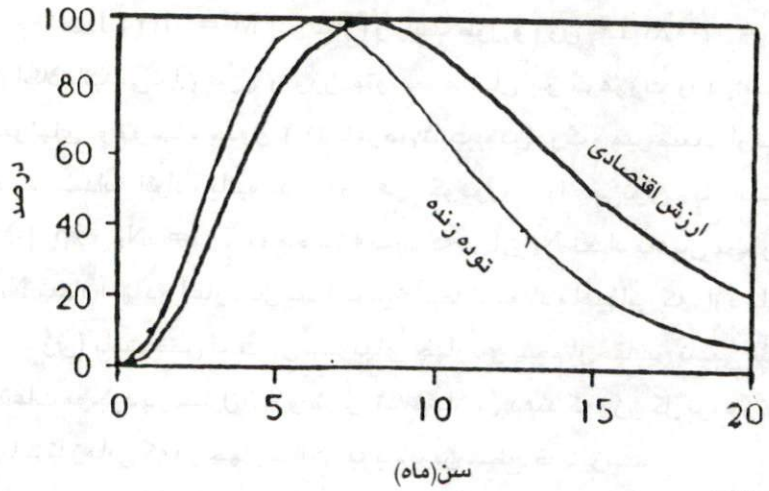
2- Growth overfishing

ضرایب جمعیتی آن (جمع‌آوری شده از منابع مختلف) عبارتند از K=۰/۲ در سال ، L_∞=۱۰۰ cm ، M = ۰/۴۴ (در سال) و رابطه طول و وزن $W = ۰/۰۰۸۲ L^3$. با استفاده از این اطلاعات می‌توان طول و وزن متوسط ماهیان هر کوهورت را در سال محاسبه نمود (ستونهای دوم و سوم جدول ۳ـ۱). با فرض ثابت بودن مرگ و میر طبیعی از سال دوم زندگی به بعد ، تعداد افراد باقیمانده در هر کوهورت را می‌توان با استفاده از معادله $N_{t+1} = N_t \exp [-M_t]$ محاسبه نمود که در آن N_t تعداد ماهیان موجود در آغاز سال و N_{t+1} تعداد آنها در آغاز سال بعد است. از آنجا که تعداد ماهیهایی که وارد ماهیگیری می‌شوند (بازسازی) نامشخص است در ستونهای چهارم و پنجم از مقادیر نسبی استفاده شده است. اطلاعات موجود در جدول ۳ـ۱ و شکل ۳ـ۸ نشان می‌دهند که وزن کل توده زنده بتدریج افزایش می‌یابد تا زمانی که در چهار سالگی به بالاترین سطح خود برسد.

اگرچه با استفاده از مدل بالا می‌توان سنی که بالاترین میزان صید از یک گونه را بدست خواهد داد ، مشخص نمود ، اما وضعیت همیشه به این شکل نیست و از آنجا که در مدل مزبور تنها یک کوهورت درنظر گرفته شده ، استفاده از آن محدودیتهایی دارد زیرا در اغلب موارد ، ذخایر ماهیها در طبیعت شامل چندین گروه سنی هستند. بهترین موارد استفاده از این مدل در گونه‌های کوتاه‌عمر مانند برخی از سخت‌پوستان و شگ‌ماهیان[1] است که در آن ماهیگیری عمدتاً براساس یک گروه سنی منفرد می‌باشد. در مورد چنین آبزیانی می‌توان جدولی مانند جدول ۳ـ۱ ارائه نمود. یکی از مقادیری که گنجاندن آن در چنین جداولی توصیه می‌شود ارزش اقتصادی است که معمولاً در گروههای سنی مختلف متفاوت است (خصوصاً در انواع میگوها). در این صورت با توجه به اولویت‌های موجود می‌توان مناسب‌ترین سیاست را اتخاذ نمود. اطلاعاتی از این دست را می‌توان برای پیش‌بینی میزان افزایش تولید (وزنی) یا ارزش صید نیز مورد استفاده قرار داد (شکل ۳ـ۹). صید بخش اعظم ذخیره پیش از رسیدن به اندازه‌های قابل قبول (از نظر ارزش اقتصادی) ، یکی از نمونه‌های صید بی‌رویه رشد است.

این مدل هیچگونه اطلاعاتی در خصوص زمان و شدت تلاش مورد نیاز برای دستیابی به بالاترین سطح تولید بدست نمی‌دهد. بعبارت دیگر ، مشخص نمی‌کند که چند ماه قبل از رسیدن به حداکثر توده زنده باید فصل صید را آغاز نمود و یا سطح تلاش صیادی باید چه مقدار باشد. اما با درنظر گرفتن ستونی برای مرگ و میر صیادی و انجام محاسبه‌های مربوطه می‌توان تا

1- *Clupeids*



شکل ۳ـ۹ : توده زنده و ارزش نسبی که بصورت درصد مقادیر حداکثر در مقابل سن برای میگوی موزی رسم شده‌اند.

حدی به این اطلاعات نیز دست یافت. از این مدل می‌توان علاوه بر ذخایر بهره‌برداری نشده ، در مورد ذخایر بهره‌برداری شده نیز استفاده نمود.

بهترین راه برای رسم جدولهایی مانند جدول ۳ـ۲ ، استفاده از صفحه گسترده‌های[1] رایانه‌ای است که می‌توان در آنها مقادیر مختلف متغیرها را براحتی و بسرعت تغییر داد (برای مثال ضریب بهره‌برداری). برای مثال می‌توان تلاش را ۵۰ درصد افزایش داد (که طبیعتاً موجب افزایش ضریب مرگ و میر صیادی خواهد شد) و تغییرهای صورت گرفته را مورد بررسی قرار داد . از آنجا که در این روش برخی از مقادیر نسبی هستند ، تغییرها بصورت درصد قابل ارائه خواهند بود. یکی از نتایج بدست آمده از چنین جداولی بدین ترتیب خواهد بود : افزایش پنجاه درصدی تلاش صید موجب خواهد شد تعداد باقیمانده در انتهای فصل صید ۷۴ درصد کاهش ، وزن صید در حدود ۹ درصد افزایش و ارزش صید حدود ۳ درصد افزایش یابد. در این مورد ، بسیاری، از مدیران از چنین افزایش اندکی در ارزش صید چندان راضی نخواهند بود ، خصوصاً

1- Spreadsheets

اگر هزینه ناشی از افزایش پنجاه درصدی تلاش نیز درنظر گرفته شود. در چنین جدولهایی می‌توان ستونهای مربوط به هزینه‌های عملیات صیادی و سود حاصله را نیز به محاسبه‌ها اضافه نمود.

همچنین با استفاده از این مدل می‌توان عواقب یا فواید اعمال ممنوعیت‌های صید یا به تعویق انداختن زمان آغاز صید را نیز مورد بررسی قرار داد (در هنگام ممنوع بودن صید می‌توان F را برابر صفر فرض نمود). همانگونه که گفته شد، مدلهای بالا تنها می‌توانند نتایجی نسبی را ارائه دهند، مگر آنکه بتوان با استفاده از تجزیه تحلیل کوهورت، سطح دقیق بازسازی را محاسبه نمود و تعداد واقعی افراد را بکار برد که در این صورت صید واقعی نیز محاسبه خواهد شد.

۳ـ۳ : مدل پیش‌بینی «تامپسون و بل»[۱]

از مدل «تامپسون و بل» برای پیش‌بینی آثار تغییر میزان تلاش صیادی بر صید (یا تولید) استفاده می‌شود. تفاوت اساسی این مدل با تجزیه تحلیل مجازی جمعیت (VPA) و تجزیه تحلیل کوهورت این است که در این دو روش، تعداد (یا مقدار) ماهیانی که می‌بایست در دریا وجود داشته باشند تا صید فعلی انجام گیرد، تخمین زده می‌شود. بعلاوه، در این روشها (VPA و تجزیه تحلیل کوهورت) میزان تلاش صیادی اعمال شده بر روی هر گروه سنی یا طولی برای دستیابی به صید فعلی، برآورد می‌شود. بنابراین، مدلهای VPA و تجزیه تحلیل کوهورت، مدلهای تاریخی یا گذشته‌گرا[۲] محسوب می‌شوند، در حالیکه مدل «تامپسون و بل»، یک مدل پیش‌بینی[۳] است.

مدل «تامپسون و بل» از دو مرحله تشکیل شده است : **(الف)** کسب اطلاعات ضروری و ورودی‌ها، و **(ب)** محاسبه میزان خروجی که شامل پیش‌بینی مقادیر صید آینده، توده زنده و ارزش صید. مهمترین اطلاعات ورودی عبارتند از آرایه‌ای از F (مرگ و میر صیادی) در سنین مختلف[۴]. اساساً استفاده از هر آرایه‌ای از F در این روش امکانپذیر است، اما با هر نوع آرایه

1- Thompson & Bell Model

2- Retrospective

3- Predictive

4- F-at-age-array

جدول ۳-۲ : مدل توده زنده و ارزش یک ماهیگیری بهره‌برداری شده (میکوی موزی)

۱ ماه	۲ F	۳ طول (mm)	۴ وزن (g)	۵ تعداد کوهورت N_t	۶ تعداد مرده	۷ تعدادصید شده (C_t)	۸ وزن صید (kg)	۹ قیمت واحد	۱۰ ارزش صید
۴	۰/۳۰	۲۱/۸۸	۸/۳۸	۱۰۰۰/۰۰	۴۵۱/۱۹	۲۲۵/۵۹	۱/۸۹	۳/۰۰	۵/۶۷
۵	۰/۳۰	۲۵/۱۰	۱۲/۶۵	۵۴۸/۸۱	۲۴۷/۶۲	۱۲۳/۸۱	۱/۵۷	۳/۳۰	۵/۱۷
۶	۰/۳۰	۲۷/۸۷	۱۷/۳۲	۳۰۱/۱۹	۱۳۵/۹۰	۶۷/۹۵	۱/۱۸	۳/۶۲	۴/۲۷
۷	۰/۳۰	۳۰/۲۶	۲۲/۱۶	۱۶۵/۳۰	۷۴/۵۸	۳۷/۲۹	۰/۸۳	۴/۰۰	۳/۳۰
۸	۰/۳۰	۳۲/۳۱	۲۶/۹۹	۹۰/۷۲	۴۰/۹۳	۲۰/۴۷	۰/۵۵	۴/۴۲	۲/۴۳
۹	۰/۳۰	۳۴/۰۸	۳۱/۶۶	۴۹/۷۹	۲۲/۴۶	۱۱/۲۳	۰/۳۶	۴/۷۸	۱/۷۲
۱۰	۰/۳۰	۳۵/۶۰	۳۶/۱۰	۲۷/۳۲	۱۲/۳۳	۶/۱۶	۰/۲۲	۵/۳۶	۱/۱۸
۱۱	۰/۳۰	۳۶/۹۱	۴۰/۲۳	۱۵/۰۰	۶/۷۷	۳/۳۸	۰/۱۴	۵/۸۵	۰/۸۲
۱۲	۰/۳۰	۳۸/۰۴	۴۴/۰۲	۸/۲۳	۳/۷۱	۱/۸۶	۰/۰۸	۶/۳۸	۰/۵۱

F نمی‌توان نتایج سازگار با شرایط طبیعی بدست آورد. بنابراین معمولاً استفاده از آرایه‌ای حاصل از مدلهای تاریخی (VPA یا تجزیه تحلیل کوهورت) توصیه شده است. با این حال می‌توان آرایه F را از منابع موجود دیگر نیز اقتباس نمود.

ورودی مهم دیگر برای این مدل ، تعداد افراد بازسازی شده [1] است که این را نیز می‌توان از نتایج دو روش فوق استخراج نمود. البته به این ورودی برای محاسبه مقادیر مطلق (صید یا توده زنده) نیاز است و چنانچه مقدار واقعی آن مشخص نباشد ، باز هم می‌توان مدل «تامپسون و بل» را برای ارائه نتایج نسبی بکار برد (مثلاً بصورت زیر : بازای هر یک هزار فرد بازسازی شده).

علاوه بر این ، مدل مزبور به یک آرایه وزن در سن [2] نیز نیاز دارد که عبارتست از وزن متوسط هر ماهی در هر گروه سنی. برای تجزیه تحلیلهای اقتصادی نیز ارزش (یا قیمت) ماهی

1- Recruits

2- Weight-at-age array

متوسط هر ماهی در هر گروه سنی. برای تجزیه تحلیلهای اقتصادی نیز ارزش (یا قیمت) ماهی در هر گروه سنی مورد نیاز است (برای مدل «تامپسون و بل» طولی نیز همین اطلاعات ، اما براساس گروههای طولی مورد نیاز هستند). خروجی این مدل شامل پیش‌بینی تعداد افراد صید شده ، تعداد کل مرگ و میر ، میزان تولید (یا صید) ، میانگین توده زنده و ارزش در هر گروه سنی است . مقادیر F جدید را می‌توان با ضرب آرایه F اصلی در یک ضریب خاص (که معمولاً X نامیده می‌شود) بدست آورد. با انجام تعدادی محاسبه برای هر یک از مقادیر X (یا ضریب F) می‌توان منحنی‌هایی رسم نمود که بخوبی آثار تغییرهای آنرا بر میزان صید ، میانگین توده زنده و ارزش صید نشان دهند.

مدل «تامپسون و بل» روش بسیار خوبی برای نشان دادن آثار اتخاذ سیاستهای مدیریتی مانند تغییر در حداقل چشمه تور ، کاهش یا افزایش تلاش صیادی یا فصول ممنوعیت بر میزان صید ، توده زنده و ارزش صید به شمار می‌رود . در این مدل بعلت حجم بالای محاسبه‌ها ، استفاده از رایانه ضروری است.

یکی از جنبه‌های مهم مدل «تامپسون و بل» این است که ارزش اقتصادی صید را نیز می‌توان در آن منظور نمود. این خصوصیت موجب شده تا روش مزبور برای ارائه مدلهای زیستی - اقتصادی [1] نیز مورد استفاده قرار گیرد. در جدول ۳-۳ نمونه‌ای از اطلاعات ورودی و خروجی مورد نیاز برای استفاده از مدل «تامپسون و بل» ارائه شده است. اطلاعات مزبور ، مربوط به میگوی ببری کویت *(Penaeus semisulcatus)* هستند. در ستونهای A تا E این جدول اطلاعات ورودی آورده شده‌اند. ضریب مرگ و میر صیادی از اطلاعات صید و برآوردهای F نمی‌توان نتایج سازگار با شرایط طبیعی بدست آورد. بنابراین معمولاً استفاده از آرایه‌ای مربوطه به توده زنده ، از روش مساحت جاروب شده استخراج شده‌اند.

جدول ۳-۴ نمونه‌ای از خروجی مدل «تامپسون و بل» را نشان می‌دهد. آرایه F که در ستون D جدول ۳-۳ ارائه شده بود ، آرایه F مرجع بود که با ضرب آن در ضریب X می‌توان به آرایه جدید دست یافت.

بدین ترتیب می‌توان مشاهده نمود که چنانچه تلاش ، مثلاً ۲۰ درصد افزایش یابد ، میزان صید کل ، میانگین توده زنده و ارزش کل صید به چه صورت تغییر خواهند یافت. در جدول بالا ، ضریب X=۱ نمایانگر سطح فعلی تلاش صیادی است. مقادیر موجود در جدول در شکل ۳-۱۰

1- Bio-economic

جدول ۳-۳ اطلاعات ورودی و خروجی برای مدل تامپسون و بل که از صید میگو در کویت بدست آمده‌اند (برای تمام سفیر ۳=M فرض شده است) جدول ۱۰۶-۱ صفحه ۲۳۷ از کتاب اسپارره

اطلاعات ورودی						اطلاعات خروجی					
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
سن به ماه (t)	وزن متوسط (gr)	قیمت به ازای هر کیلو	مرگ و میر صیادی در سال (F)	مرگ و میر کل در سال (Z)	تعداد جمعیت (N)	تعداد مرگ و میر	صید به تعداد ($C_{(t)}$)	صید به گرم $Y_{(t)}$	میانگین توده زنده به گرم (B)	ارزش کل
$Tr = 1$	۵۷	۰۷۳	۱/۲۰	۴۲۰	۱۰۰۰۰	۲۹۵/۳	۱۴۴	۳۸۱	۳۸۰۹	۳۵۱
۲	۹۳	۰۹۳	۱/۳۲	۴۳۲	۷۰۴۷	۲۱۳/۰	۶۵/۱	۶۰۵	۵۵۰۴	۵۶۳
۳	۱۳۰	۱/۲۰	۱/۳۲	۴۳۲	۴۹۱۶	۱۴۸/۶	۴۵/۴	۵۹۰	۵۳۶۷	۷۰۸
۴	۱۷۶	۱۰۴۵	۱/۴۴	۴۴۴	۳۴۳۰	۱۰۶/۱	۳۴/۴	۶۰۶	۵۰۴۶	۸۷۹
۵	۲۲۰	۱/۷۰	۱/۹۲	۴۹۲	۲۳۶۹	۷۹/۷	۳۱/۱	۶۸۲	۴۲۷۶	۱۱۶۳
۶	۲۶۱	۱/۹۰	۱/۲۰	۴۲۰	۱۵۷۲	۴۶/۴	۱۳/۳	۳۶۶	۳۴۶۳	۶۵۸
۷	۳۰۳	۲۰۰۸	۱۰۵۶	۴/۵۶	۱۱۰/۸	۳۵/۰	۱۲/۰	۳۶۳	۲۷۹۳	۷۵۵
۸	۳۳۸	۲/۱۴	۱/۲۰	۴۲۰	۷۵۸	۲۲/۴	۶۴	۲۱۶	۲۱۶۱	۴۶۲
۹	۳۷۰	۲۱۸	۱/۲۰	۴۲۰	۵۳۴	۱۵۸	۴۵	۱۶۷	۱۶۲۷	۲۶۳
۱۰	۴۰۳	۲۲۳	۱/۸۰	۴۸۰	۳۱۶	۱۲/۴	۴۷	۱۸۷	۱۲۵۰	۲۱۸
۱۱	۴۳۱	۲۲۴	۲۷۶	۵۷۶	۲۵۲	۹۶	۲۶	۱۹۹	۸۴۳	۲۴۵
۱۲	۴۴۷	۲/۲۷	۲۵۲	۵۵۲	۱۵۶	۵۸	۲۶	۱۱۷	۵۵۹	۲۶۱
۱۳	-	-	-	-	۹۹	-	-	-	-	-
					مجموع			۴۵۶۱	۳۷۷۵۸	۷۰۳۱

۵ ۳۱۴۶ / ۱۲ ۳۷۷۵۸ = میانگین توده زنده

جدول ۳-۴ : مقادیر مختلف تولید، ارزش آن و توده زنده در سطوح مختلف F

ضریب F(X)	صید کل	میانگین کل توده زنده	ارزش کل
		۵۳۸۲	
۰/۴	۲۵۴۹	۴۲۷۱	۴۲۰۹
۰/۸	۴۰۵۵	۳۴۶۶	۶۳۶۹
۱/۰	۴۵۶۱ *)	۳۱۴۶ *)	۷۰۳۱ *)
۱/۲	۴۹۵۴	۲۸۷۰	۷۴۶۵
۱/۵	۵۳۸۳	۲۵۲۲	۷۸۴۲
۲/۰	۵۸۱۴	۲۰۷۵	۸۰۲۵
۳/۰	۶۱۳۸	۱۴۹۷	۷۶۸۳

بصورت منحنی ارائه شده‌اند. باید توجه داشت که منحنی ارزش دارای قله است ، در حالیکه منحنی میزان صید ممکن است چنین نباشد. شکل از جهتی ، نمایانگر تضاد موجود میان تمایل به نیل به حداکثر صید وزنی و کسب حداکثر بازده اقتصادی است . بعلاوه ، باید این نکته را نیز مدنظر قرار داد که افزایش تلاش صیادی موجب می‌شود صید بازای واحد تلاش (برای هر یک از صیادان) آنقدر کاهش یابد که فرآیند ماهیگیری بازده کافی نداشته باشد.

مدل «تامپسون و بل» را می‌توان برای پیش‌بینی نوسانهای حاصل از تغییر تلاش صیادی ناوگانهای صیادی مختلف (سنتی یا صنعتی) و یا آثار احتمالی تغییر چشمه تور نیز مورد استفاده قرار داد. امروزه مدل «تامپسون و بل» برای پیش‌بینی میزان صید و برقراری سهمیه صید در شمال‌شرقی اقیانوس اطلس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مدل «تامپسون و بل» طولی ـ در این شکل از مدل ، اطلاعات ورودی از تجزیه و تحلیل کوهورت براساس طول [۱] بدست می‌آیند که شامل مرگ و میر صیادی گروههای طولی مختلف ، آرایه F در طول[۲] ، تعداد ماهیان در کوچکترین گروه طولی ، ضریب رشد (K) هستند. بعلاوه ، ضرائب رابطه طول و وزن (یا وزن متوسط در هر گروه طولی) و متوسط قیمت هر گروه طولی نیز موردنیاز می‌باشند. نوع خروجی نیز مشابه نوع سنی آن می‌باشد.

۳ـ۴ : مدلهای تولید مازاد [۳]

مدلهای تولید مازاد که در برخی منابع مدلهای پویایی توده زنده[۴] یا مدلهای تولید [۵] نیز نامیده شده‌اند ، ساده‌ترین مدلهای ارزیابی ذخایر هستند که معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از ویژگیهای مهم این مدلها (برای مثال مدل «شیفر» که بعداً شرح داده خواهد شد) این است که در آنها پویایی‌شناسی ذخیره براساس توده زنده آن مورد بررسی قرار می‌گیرد (بجای بررسی تعداد افراد در گروههای سنی مختلف).

از نظر تاریخی ، استفاده از این مدلها سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد و مدیریت بسیاری از

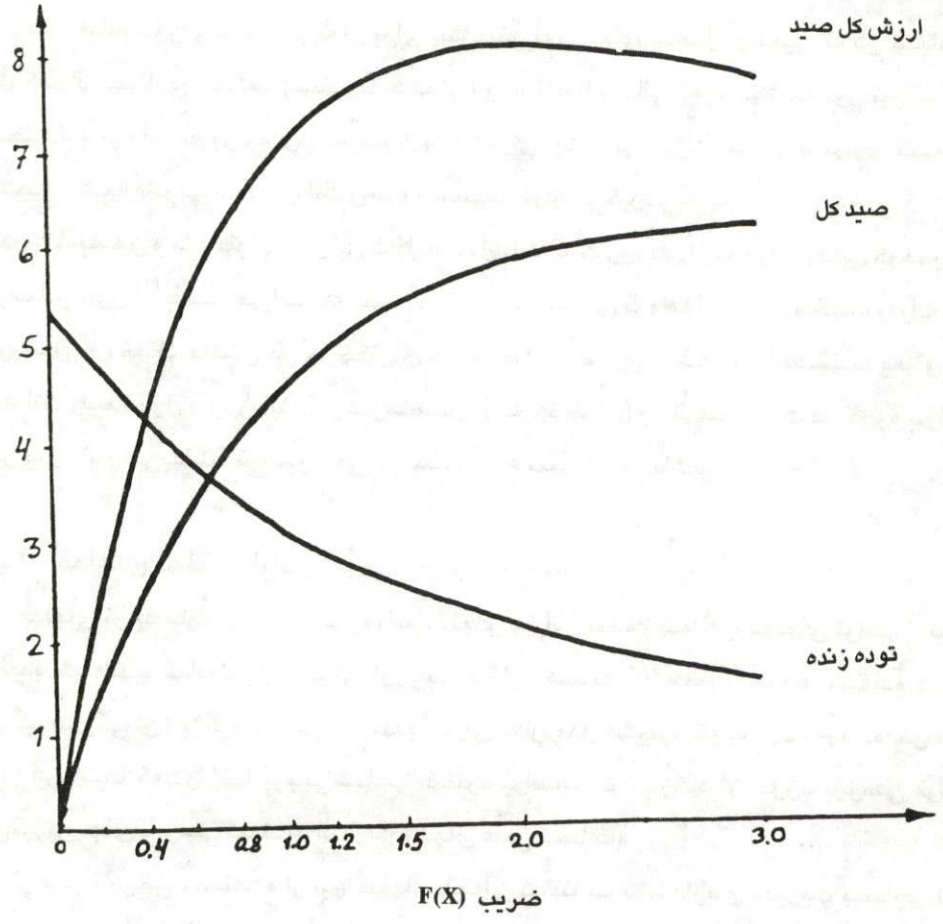
1- Length-based cohort Analysis

2- F-at-Length arry

3- Surplus Production

4- Biomass Dynamic Models

5- Production Models



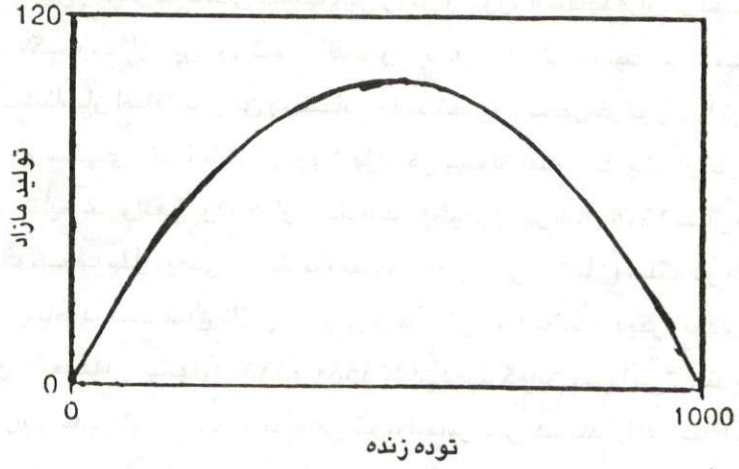
شکل ۳ـ۱۰ : میزان تولید ، توده زنده و ارزش تولید بازای هر یک هزار میگو که با مدل پیش‌بینی «تامپسون و بل» محاسبه شده‌اند.

ماهیگیری‌ها با این روش انجام گرفته است ، خصوصاً بسیاری از سازمانهای مرتبط با مدیریت تون ماهیان و دیگر گونه‌های ماهیها ، این روش را مورد استفاده قرار می‌دهند. برخلاف استفاده نسبتاً گسترده از این روشها ، همواره نوعی بدبینی نسبت به آنها وجود داشته و زیست‌شناسان استفاده از این روشهایی مانند تجزیه و تحلیل کوهورت را ترجیح داده‌اند. با این حال ، در سالهای اخیر اعتبار این روشها اندکی بهبود یافته است. یکی از علل عدم اعتماد به این مدلها ، نتایج غیرواقعی بوده که ارائه داده‌اند. «هیلبورن» در سال ۱۹۷۹ نشان داد که این موارد نه به علت ضعف مدل (یعنی در نظرنگرفتن ساختار سنی و زمان) ، بلکه در اثر ضعف اطلاعات (عدم ارتباط درست میان تلاش صیادی و فراوانی ، و اطلاعات دیگر) بوده است. «لودویگ» و «والترز» بعدها در سالهای ۱۹۸۵ و ۱۹۸۹ نشان دادند که این مدلها می‌توانند برآوردهای بهتری از ضرایب مدیریتی نسبت به مدلهایی که براساس سن هستند ارائه دهند (حتی در صورتیکه شاخص‌های مهمی مانند رشد و قابلیت صید نیز مشخص و معلوم باشند). از آنجا که معمولاً تعیین سن تعداد زیادی نمونه ، خصوصاً در نواحی گرمسیر ، امکان‌پذیر نیست ، استفاده از روشهایی که براساس سن هستند معمولاً عملی نیست. بعلاوه ، در اغلب ماهیگیری‌ها (و خصوصاً در نواحی گرمسیر) ، صید شامل چندین گونه بوده و جمع‌آوری اطلاعات صید به تفکیک گونه اگر غیرممکن نباشد ، بسیار مشکل است. از سوی دیگر در این نوع ماهیگیری‌ها اعمال مدیریت تک‌گونه‌ای نیز بسیار مشکل خواهد بود. در چنین وضعیتی در نظر گرفتن کل سامانه بعنوان یک مجموعه پویا [1] آسان‌تر از تلاش برای درک پویایی‌شناسی جمعیت تک تک گونه‌ها خواهد بود.

همچنین در اغلب مواردی که مدل‌های کامل سنی و مدلهای تولیدی همزمان بر روی یک ماهیگیری اعمال شده‌اند ، هر دو نتایج مشابهی داشته‌اند. بدین ترتیب با آنکه مدلهای پویایی توده زنده از دقت و اهمیت کمتری در میان دیگر روشهای ارزیابی ذخایر برخوردارند. هنوز هم یکی از روشهای مهم محسوب می‌شوند و هر زیست‌شناس شیلاتی باید از توانایی‌ها و محدودیت‌های آنها مطلع باشد.

مفهوم تولید مازاد : تغییرات توده زنده یک جمعیت در زمانهای مختلف را می‌توان (با نادیده گرفتن مهاجرت) بطور ساده چنین خلاصه نمود :

1- Dynamic pool



شکل ۳ـ۱۱ : رابطه مورد انتظار میان تولید مازاد و توده زنده ، در مدل «شیفر»

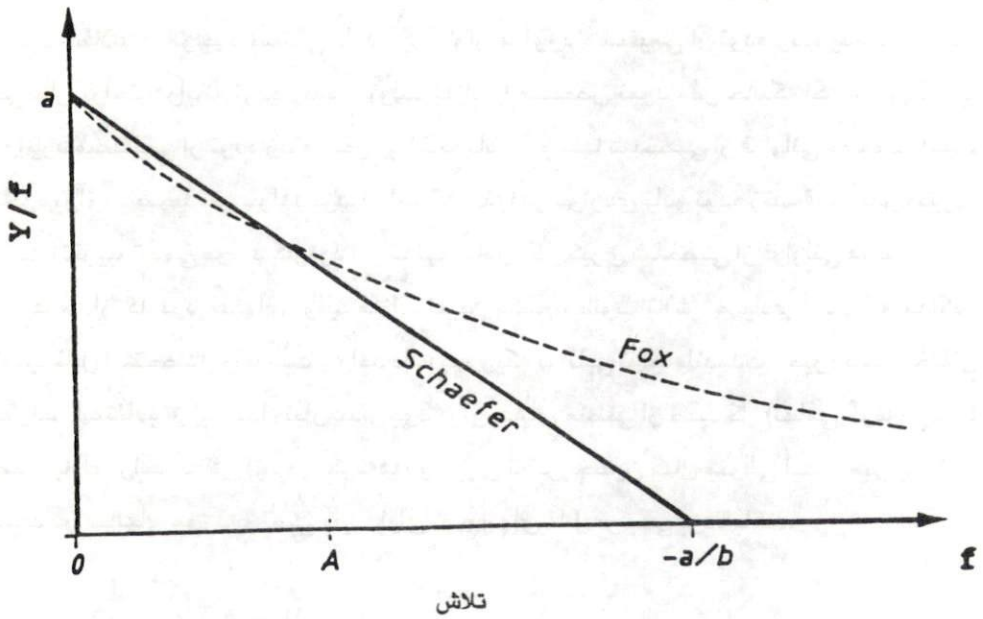
مرگ و میر طبیعی ـ صید ـ رشد + بازسازی + آخرین توده زنده = توده زنده جدید

دو منبع افزایش جمعیت عبارتند از ورود افراد جدید (بازسازی) و افزایش وزن افراد موجود در جمعیت (رشد). صید و مرگ و میر دو عاملی هستند که موجب کاهش جمعیت می‌شوند. در صورتیکه صید وجود نداشته باشد ، و چنانچه بازسازی و رشد را بر روی هم «تولید» فرض کنیم ، معادله بالا بصورت زیر خواهد بود :

مرگ و میر طبیعی ـ تولید + آخرین توده زنده = توده زنده جدید

اگر تولید بیشتر از مرگ و میر طبیعی باشد ، جمعیت افزایش و اگر کمتر از آن باشد ، جمعیت کاهش می‌یابد. واژه «تولید مازاد»[1] معمولاً به اختلاف میزان تولید و مرگ و میر طبیعی

1- Surplus production



شکل ۳ـ۱۲ : منحنی‌های بدست آمده با مدل‌های «شیفر» و «فاکس»

اطلاق‌می‌شود. بعبارت دیگر ، تولید مازاد عبارتست از میزان افزایش توده زنده در غیاب ماهیگیری ، یا مقدار صید قابل برداشت ، بطوریکه توده زنده ثابت باقی بماند.

شکل ۳ـ۱۱ بطور ساده رابطه میان توده زنده و تولید مازاد را نشان می‌دهد. در اغلب دیدگاههای موجود در مورد پویایی‌شناسی جمعیت‌ها ، عقیده بر این است که در سطوح پایین توده زنده ، تولید مازاد اندکی وجود دارد ، زیرا تعداد افراد موجود در جمعیت برای رشد و تولیدمثل اندک می‌باشد ، و در سطوح بالای توده زنده نیز تولید مازاد مجدداً کاهش می‌یابد زیرا سرعت رشد کمتر و مرگ و میر بالاتر بوده و بازسازی با محدودیت مواجه می‌شود.

البته چنین دیدگاهی در مورد پویایی شناسی جمعیت‌ها ، ساده انگاشتن بیش از حد وضعیت خواهد بود زیرا از تمامی پیچیدگی‌های ساختار سنی ، ساختار مکانی و عوامل دیگر چشم‌پوشی می‌شود و جمعیت تنها توسط یک عدد توصیف خواهد شد : توده زنده. با این حال ، از این روش مکرراً در ماهیگیری‌ها استفاده شده است ، خصوصاً در مواردی که جمع‌آوری

اطلاعات سنی امکان‌پذیر نیست.

استفاده از مدلهای تولید مازاد در راستای اعمال مدیریت بر ماهیگیری‌ها ، تا حد زیادی به ماهیت اطلاعات موجود بستگی دارد. اگر بتوان برآورد مستقیمی از توده زنده بدست آورد ، می‌توان براحتی رابطه توده زنده و تولید مازاد را مشخص نمود ، در حالیکه اگر امکان کسب برآورد مستقیمی از توده زنده وجود نداشته باشد ، و تنها شاخصی از فراوانی موجود باشد ، نحوه برآورد پیچیده‌تر خواهد بود. از آنجا که تنها در مواردی نادر توده زنده قابل اندازه‌گیری است ، تقریباً تمامی موارد کاربرد این مدلها شامل بکارگیری شاخصی از فراوانی هستند.

هدف از کاربرد مدلهای تولید مازاد، تعیین سطح مطلوب تلاش صیادی است که حداکثر تولید قابل استحصال را بدست خواهد داد ، بطوریکه توانایی تولید بلندمدت ذخیره دچار اختلال نگردد . استفاده از این مدل نیازمند وجود برآوردهای منطقی از صید کل (تمامی گونه‌ها) و یا صید بازای واحد تلاش (تمامی گونه‌ها) و میزان تلاش چندین سال متوالی است. میزان تلاش صید در سالهای مورد بررسی باید دارای نوسانهای قابل توجهی بوده باشد.

مدل «شیفر» و مدل «فاکس»[1]

ساده‌ترین رابطه میان صید بازای واحد تلاش $(\frac{y}{f})$ و تلاش (f) مدل خطی زیر است که در سال ۱۹۵۴ توسط شیفر ارائه شد (شکل ۳ـ۱۲) :

$$\frac{y}{f} = a+bf \quad (f \leqslant -\frac{a}{b})$$

این معادله با نام مدل «شیفر» شناخته می‌شود. چنانچه با افزایش میزان تلاش ، صید بازای واحد تلاش کاهش یابد ، شیب (b) منفی خواهد بود. محل تلاقی (a) برابر با مقدار $\frac{y}{f}$ است ، درست پس از آنکه اولین شناور صید از ذخیره آغاز می‌نماید . از آنجا که ارائه یک مقدار منفی برای صید بازای واحد تلاش بی‌معنی است ، این مدل تنها برای مقادیری از تلاش که کوچکتر یا مساوی $\frac{a}{b}$ هستند ، صادق خواهد بود.

مدل مشابه دیگری نیز توسط فاکس در سال ۱۹۷۰ ارائه شد. در این مدل ، رابطه $\frac{y}{f}$ با f در حالت عادی خطی نیست ، ولی اگر لگاریتم مقادیر $\frac{y}{f}$ مورد استفاده قرار گیرند ، رابطه به نوع خطی تبدیل می‌شود :

$$\ln (\frac{y}{f}) = c+df$$

1- Schaefer & Fox Models

معادله فوق بنام مدل «فاکس» شناخته می‌شود که بصورت زیر نوشته می‌شود :

$$\frac{y}{f} = \exp(c+df)$$

در هر دو مدل فرض این است که با افزایش تلاش ، مقدار $\frac{y}{f}$ کاهش می‌یابد ولی اختلاف آنها در این است که در مدل «شیفر» ، در سطح معینی از تلاش ، $\frac{y}{f}$ برابر صفر می‌شود (هنگامی که $f=-\frac{a}{b}$ باشد) ، در حالیکه در مدل «فاکس» برای تمام مقادیر f ، مقدار $\frac{y}{f}$ بزرگتر از صفر است. این اختلاف را می‌توان در شکل بالا بخوبی مشاهده نمود. همانگونه که قبلاً نیز گفته شد ، $CPUE=qB$ و از آنجا که $\frac{y}{f}$ نیز همان صید بازای واحد تلاش (CPUE) است ، می‌توان نوشت :

$$\frac{y}{f} = qB = a+bf$$

$$\frac{y}{f} = qB = \exp(c+df)$$

(B توده زنده و q ضریب قابلیت صید است).

یکی دیگر از ویژگی‌های اصلی دو مدل فوق که در شکل نیز مشهود می‌باشد ، این است که با افزایش تدریجی میزان تلاش از صفر (تا نقطه A) ، دو روش نتایج تقریباً یکسانی دارند ، اما بعد از نقطه A اختلاف آنها بیشتر می‌شود. بنابراین اختلاف هر یک از دو مدل تنها در سطوح بالای تلاش اهمیت خواهد داشت ، اما با این حال نمی‌توان هیچیک از آنها را بر دیگری ارجح دانست. بهرحال می‌توان مدلی را که در هر مورد خاص نتایج بهتری ارائه می‌دهد ، یا انطباق بهتری با اطلاعات موجود دارد ، انتخاب نمود.

برای محاسبه میزان تلاش لازم برای دستیابی به حداکثر صید پایدار (f_{MSY}) در مدل «شیفر» خواهیم داشت :

$$f_{MSY} = ۰/۵ \frac{a}{b}$$

و میزان MSY نیز خواهد بود :

$$MSY = -۰/۲۵ \frac{a^۲}{b}$$

در مدل «فاکس» نیز ، دو مقدار بالا بدین ترتیب محاسبه می‌شوند :

$$f_{MSY} = -\frac{۱}{d}$$

$$MSY = -(\frac{۱}{d}) \times \exp(c - ۱)$$

۳ـ۵ : روشهای تخلیه‌ای [1]

اصول روشهای تخلیه‌ای برای تخمین فراوانی ذخیره را می‌توان توسط مثال زیر بهتر درک نمود. فرض کنید در یک صید آزمایشی، CPUE اولیه برابر ۵۰ ماهی در ساعت باشد و پس از صید ۳۰۰۰ ماهی، CPUE به ۳۰ ماهی در ساعت کاهش یابد (یعنی ۴۰ درصد تنزل یابد). از آنجا که برداشت ۳۰۰۰ ماهی موجب کاهش ۴۰ درصدی CPUE شده است، صید ۷۵۰۰ ماهی موجب کاهش صد درصدی CPUE خواهد شد. بعبارت دیگر، نقطه‌ای که CPUE و ذخیره به صفر برسند، از آنجا که صید کل ذخیره به معنی صید تمام جمعیت است، برآورد اولیه تعداد جمعیت قابل برداشت در حدود ۷۵۰۰ عدد خواهد بود. تخمینی که بدین ترتیب از جمعیت بدست آید، تا زمانی CPUE متناسب با اندازه ذخیره باشد و در مدت نسبتاً کوتاهی کاهش یافته باشد که بتوان در این مدت از بازسازی، مهاجرت و مرگ و میر صرفنظر نمود، مقدار معقولی

جدول ۳ـ۵ : تلاش، صید، CPUE، صید تجمعی و صید تجمعی اصلاح شده برای مدل تخلیه‌ای.

۱ زمان (هفته)	۲ تلاش (ساعت)	۳ تعداد صیدشده	۴ CPUE	۵ ΣC	۶ اصلاح شده ΣC
۱	۱۷۰/۶	۶۰	۰/۳۵	۰	۳۰/۰
۲	۴۵۳/۸	۲۷۴	۰/۶۰	۶۰	۱۹۷/۰
۳	۵۱۳/۴	۲۴۰	۰/۴۷	۳۳۴	۴۵۴/۰
۴	۷۱۴/۴	۲۴۴	۰/۳۴	۵۷۴	۶۹۶/۰
۵	۶۷۹/۱	۳۰۱	۰/۴۴	۸۱۸	۹۶۸/۵
۶	۴۱۹/۹	۱۵۱	۰/۳۶	۱۱۱۹	۱۱۹۴/۵
۷	۴۷۰/۳	۱۲۷	۰/۲۷	۱۲۷۰	۱۳۳۳/۵
۸	۳۱۸/۴	۹۰	۰/۲۸	۱۳۹۷	۱۴۴۲/۰
۹	۱۳۶/۸	۳۱	۰/۲۳	۱۴۸۷	۱۵۰۲/۵
۱۰	۱۷۷/۶	۷	۰/۰۴	۱۵۱۸	۱۵۲۱/۵

1- Depletion Methods

خواهد بود. بعبارت دیگر، این روش شامل صید بی‌رویه [۱] یک جمعیت مجزا از ماهیان است. پس از انجام صید، تعداد (N_t) موجود در زمان t برابر خواهد بود با تعداد جمعیت اولیه (N_∞) منهای صید تجمعی (ΣC_t) تا زمان t:

$$N_t = N_\infty - \Sigma C_t$$

از سوی دیگر می‌دانیم که در هر زمان:

$$CPUE_t = qN_t$$

ترکیب دو معادله بالا، معادله زیر را بدست خواهد داد:

$$CPUE_t = qN_\infty - q\Sigma C_t$$

با استفاده از معادله بالا می‌توان تغییر $CPUE_t$ را در مقابل صید تجمعی رسم نمود که بصورت یک خط مستقیم است. در این صورت، با استفاده از خط بدست آمده، که بنام منحنی «لزلی»[۲] شناخته می‌شود، می‌توان ضریب قابلیت صید (q) را که برابر شیب این خط است، محاسبه نمود. برآورد اندازه ذخیره اولیه (N_∞) که نقطه تلاقی خط رسم شده با محور افقی است، را می‌توان با تقسیم نقطه تقاطع (qN_∞) بر شیب خط (q) بدست آورد. مدلهای «لزلی» و «دیلوری»[۳] بارها برای تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده از صید یک ذخیره بسته[۴] مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

تنها اختلاف این دو مدل در این است که در مدل «دیلوری»، از لگاریتم CPUE در رسم خط استفاده می‌شود.

بهترین وضعیت برای انجام این روش، زمانی است که یک گونه در یک منطقه کوچک مجزا زندگی می‌کند. چنین شرایطی در مواردی پیش می‌آیند که یک گونه غیر مهاجر در خلیج‌های کوچکی در امتداد خط ساحلی زندگی می‌کند. در برخی موارد نیز می‌توان شرایط انجام را بصورت مصنوعی فراهم نمود. برای مثال، اگر گونه مورد نظر در منطقه‌ای نسبتاً وسیع پراکنده باشد، می‌توان بخشی از منطقه را با یک تور چشمه ریز محصور نمود و عملیات صید را انجام داد.

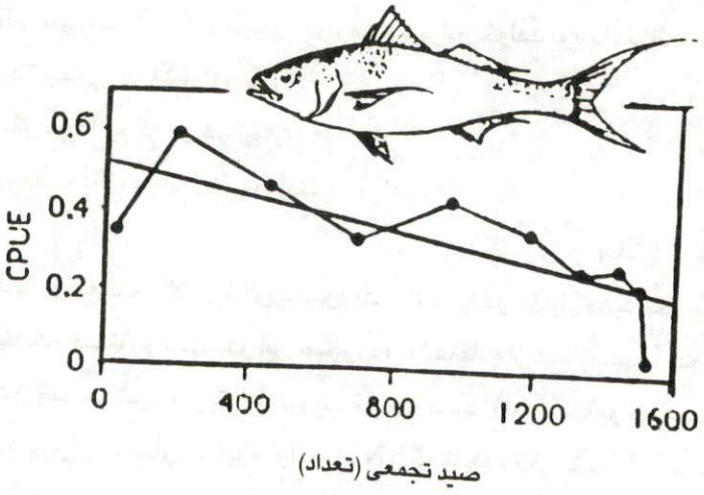
در جدول ۳-۵ نمونه‌ای از اطلاعات مورد استفاده برای انجام این روش نشان داده شده که مربوط به گونه‌ای از سرخوماهیان اقیانوس آرام جنوبی است.

1- Overfishing

2- Leslie plot

3- Delury

4- Closed stock



شکل ۳ـ۱۳ : رابطه میان CPUE و صید تجمعی اصلاح شده.

در شکل ۳ـ۱۳ منحنی رسم شده با استفاده از اطلاعات جدول ۳ـ۵ با روش «لزلی» نشان داده شده است. اندازه ذخیره (N_∞) با تقسیم محل تلاقی (a) بر شیب خط (b) بدست خواهد آمد.

ضریب قابلیت صید در این حالت برابر خواهد بود با مقدار مثبت شیب خط : (b)-

$$N = -[\frac{a}{b}] \quad \text{و} \quad q = -(b)$$

ضریب قابلیت صید تنها برای منطقه مورد بررسی صادق خواهد بود (در این مورد ، ۱۱/۷ کیلومتر مربع) و بدین معنی است که اعمال یک واحد تلاش صیادی موجب صید (در این مثال) ۰/۰۰۰۲ از جمعیت کل منطقه مورد بررسی خواهد شد. این مقدار را می‌توان برای واحد سطح منطقه نیز محاسبه نمود که مقدار بزرگتری خواهد بود :

$q = ۰/۰۰۰۲ \times ۱۱/۷ = ۰/۰۰۲۳$ در هر کیلومترمربع

بعبارت دیگر ، در هر کیلومترمربع از منطقه تحت بررسی ، اعمال یک واحد تلاش صیادی موجب صید کسری از جمعیت موجود ، برابر ۰/۰۰۲۳ آن ، خواهد شد. چنانچه مقدار اولیه CPUE در ذخیره‌ای در همسایگی منطقه مورد نظر ، با سطحی برابر A کیلومترمربع در دست باشد ، می‌توان تعداد کل ماهیها ($\hat{N}_\infty$) را با استفاده از ضریب قابلیت صید در هر کیلومترمربع ،

محاسبه نمود :

$$N_{\infty} = A \times \frac{CPUE}{q}$$

یکی از مهمترین مسائل در انجام روشهای تخلیه‌ای این است که تلاش صیادی باید به اندازه‌ای باشد که بتواند در کوتاه‌مدت موجب کاهش فراوانی ذخیره مورد نظر (در منطقه تحت بررسی) شود. در بسیاری موارد ، تلاش برای کاربرد این روش با شکست روبرو شده است ، زیرا یا تلاش صیادی بکار رفته بسیار اندک بوده ، یا منطقه انتخاب شده آنقدر بزرگ بوده که امکان کاهش CPUE در کوتاه‌مدت وجود نداشته است. اگر ضریب قابلیت صید بدرستی تخمین زده نشود و CPUE مستقیماً با اندازه ذخیره تناسب نداشته باشد ، روشهای تخلیه‌ای ممکن است برآوردهای درستی از ضریب قابلیت صید و اندازه ذخیره ارائه ندهند. بهرحال در این روش همواره باید ماهیت ضریب قابلیت صید و نحوه تغییر آن را که می‌تواند به عوامل مختلفی بستگی داشته باشد ، در نظر داشت . همین مسئله در مورد CPUE نیز صادق است.

۳ـ۶ : معادله «گولاند» [1]

حالتی را در نظر بگیرید که در مورد ذخیره ، اطلاعات بسیار اندکی وجود دارد و سری‌های زمانی از اطلاعات صید و تلاش در دست نیستند ، اما تخمین‌هایی از توده زنده کل و مرگ و میر طبیعی موجود می‌باشد. تاکنون معادله‌های تجربی متعددی با هدف ارائه تخمین‌های اولیه کلی از MSY بوجود آمده‌اند که کاربردهای زیادی نیز دارند. یکی از اولین معادله‌ها از این نوع ، توسط «گولاند» در سال ۱۹۷۱ ارائه شد که بعدها توسط محققین دیگر نیز تکمیل شد . «گولاند» برای محاسبه حداکثر صید قابل برداشت ، معادله زیر را ارائه نمود. $MSY = ۰/۵ \times M \times B_{۷}$ که در آن $B_{۷}$ توده زنده بکر (بهره‌برداری نشده) و M ضریب مرگ و میر طبیعی است. این معادله در مورد ذخیره‌هایی که تحت بهره‌برداری جدی نبوده و اطلاعات اندکی در مورد آنها وجود دارد ، مورد استفاده قرار گرفته است . مقدار $B_{۷}$ را می‌توان معمولاً با روش مساحت جاروب شده بدست آورد و برای M اغلب می‌توان از مقدار محاسبه شده برای گونه‌های مشابه استفاده نمود. از آنجا که در معادله «گولاند» به مقدار توده زنده دست‌نخورده نیاز است ، این معادله عملاً تنها برای ذخایر بهره‌برداری نشده کاربرد دارد. برای معادله «گولاند» هیچ توجیه علمی وجود ندارد ، اما فرضیه‌های زیر که توسط «تیورین» (۱۹۶۲) و «آلورسون و پریرا»

1- Gulland's Formula

(۱۹۶۹) ارائه شدند، منطقی بنظر می‌رسند:

۱ـ MSY باید به توده زنده دست‌نخورده (B_v) بستگی داشته باشد.

۲ـ ضریب M بالا نشان‌دهنده بالا بودن تولید است.

۳ـ اگر در سطح بهره‌برداری مطلوب توده زنده برابر B_v ۰/۵ و F=M باشد، معادله «گولاند» صادق خواهد بود.

برخی از محققین نیز معادله «گولاند» را مورد انتقاد قرار داده‌اند. «کدی و سیرکپ» در سال ۱۹۸۳ نشان دادند که فرض سوم (F=M) در بسیاری از موارد نمی‌تواند صحیح باشد، خصوصاً در ذخایر گونه‌هایی که توسط آبزیان دیگر شکار می‌شوند (مانند میگوها). براساس مطالعات شبیه‌سازی، «یدینگتون و کوک» (۱۹۸۳) دریافتند که معادله «گولاند» عموماً MSY را دو تا سه برابر بیشتر برآورد می‌کند. بنابراین استفاده از ضریب ۰/۲ بجای ۰/۵ شاید بتواند تخمین‌های بهتری (و بنابراین کمتر) از MSY بدست دهد.

۳ـ۷ : معادله «کادیما» [1]

«کادیما» در سال ۱۹۷۷ یک شکل کلی از معادله «گولاند» را برای ذخایری که مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند و اطلاعات اندکی در مورد ذخایر آنها وجود دارد، ارائه نمود. معادله وی به این شکل بود:

$$MSY = ۰/۵ \times Z \times \overline{B}$$

که در آن، $\overline{B}$ میانگین توده زنده (سالانه) است و Z مرگ و میر کل است. از آنجا که $Z=F+M$ و $Y=F\times\overline{B}$ است، «کادیما» در صورت فقدان اطلاعاتی در خصوص Z، معادله زیر را پیشنهاد نمود:

$$MSY = ۰/۵ \times (Y+M\times\overline{B})$$

که در آن Y صید کل در سال و $\overline{B}$ میانگین توده زنده در آن سال است.

از آنجا که اغلب ذخایر کفزی مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند، از این معادله مکرراً در مورد ماهیگیری‌هایی که اطلاعات زمانی صید و تلاش برای آنها وجود ندارد، استفاده شده است. در این صورت وجود تخمین یا تخمین‌هایی از توده زنده (مثلاً با روش مساحت جاروب شده) ضروری است.

1- Cadima's Formula

فصل چهارم

ارزیابی وضعیت ماهیگیری‌ها

هدف ارزیابی ذخایر ، روشن نمودن وضعیت منابع (یا ذخیره‌ها) و تعیین سطحی از بهره‌برداری است که بتواند تولید پایدار را تضمین نماید. برآوردهایی که از ذخایر ارائه می‌شوند ، به همراه مسایل محیطی ، اقتصادی ، اجتماعی و سیاسی ، برای ارائه راه‌کارهای مدیریتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. پس از ارزیابی وضعیت یک ذخیره (یا ماهیگیری) یک برنامه مداوم و پیوسته برای زیرنظر داشتن وضعیت ضروری است که می‌تواند شامل جمع‌آوری اطلاعاتی از قبیل میزان صید و تلاش صیادی باشد تا بدین وسیله بتوان از کارآیی سیاستهای مدیریتی اتخاذ شده اطمینان حاصل نمود.

در مورد ذخیره‌ای که تحت بهره‌برداری است ، ارزیابی‌ها شامل تعیین وضعیت فعلی ذخیره و سطح بهره‌برداری از آن هستند. در صورت وجود اطلاعات کامل و دقیق در مورد ماهیگیری ، و در صورت معلوم بودن ضرایب جمعیتی ، می‌توان با استفاده از مدلهایی که قبلاً شرح داده شدند ، حداکثر صید قابل برداشت پایدار را تعیین نمود. اما در مورد ذخیره‌ای که در حال حاضر تحت بهره‌برداری قرار ندارد ، عموماً استفاده از این مدلها امکان‌پذیر نیست ، خصوصاً مدلهایی مانند تولید مازاد که استفاده از آنها به وجود اطلاعات صید و تلاش صیادی در سالهای متمادی بستگی دارد.

با این مقدمه می‌توان یک فرآیند سه مرحله‌ای را در بهره‌برداری از ذخایر شیلاتی ارائه نمود: (۱) انجام برآوردهای اولیه ، (۲) توسعه ماهیگیری ، (۳) ارزیابی مجدد وضعیت ذخیره . سه مرحله گفته شده می‌توانند به ترتیب بالا نباشند و در وضعیت آرمانی ، ماهیگیری باید از زمان آغاز توسعه خود تحت نظر قرار گیرند.

اگرچه اغلب روشهایی که در اینجا شرح داده خواهند شد برای ارزیابی وضعیت ذخیره‌های بهره‌برداری نشده ارائه شده‌اند ، اساساً در مورد ذخایری که تحت بهره‌برداری قرار دارند و

اطلاعات اندکی در مورد آنها وجود دارد نیز قابل تعمیم هستند. اصولاً ارزیابی ذخایر بهره‌برداری نشده شامل انجام صید آزمایشی توسط صیادان حرفه‌ای (تجاری) و همچنین گشت‌های تحقیقاتی است که توسط محققین هدایت می‌شوند. شاید بهترین حالت ، انجام گشت‌هایی با کمک صیادان باتجربه که طراحی آنها توسط دانشمندان صورت می‌گیرد ، باشد. اینکه انجام برآوردهای اولیه (انجام مرحله اول) منجر به توسعه ماهیگیری شود یا خیر ، به پاسخهایی بستگی دارد که برای پرسش‌های زیر ارائه می‌شود. بخش اول هر یک از این پرسشها به صیادان مربوط می‌شود و بخش تکمیلی به پاسخهایی از سوی صاحبنظران ارزیابی ذخایر نیاز دارد :

(۱) آیا میزان صید (براساس گشت‌های مقدماتی) به اندازه‌ای است که توسعه اقتصادی ماهیگیری را توجیه نماید ؟

(۲) آیا قیمت فروش محصول (بازای هر کیلوگرم) که به صیادان پرداخت می‌شود به اندازه‌ای هست که بتواند هزینه‌های صید را بپوشاند و انگیزه‌ای برای دریا رفتن باشد ؟ اگر چنین است در چه سطحی از بهره‌برداری ، ماهیگیری سودآور خواهد بود؟

جنبه‌های اقتصادی ماهیگیری‌های جدید ، عموماً به مقدار کافی مورد توجه قرار نمی‌گیرند. شاید به این علت که اغلب گشت‌های تحقیقاتی توسط زیست‌شناسان طراحی می‌شوند. در برخی موارد ، ارزیابی اولیه از وضعیت ماهیگیری ، مستلزم انجام یک گشت کوتاه دریایی است که می‌تواند جنبه‌های اساسی مانند میزان صید و سودآوری اقتصادی را روشن نماید. بعلاوه ، برای پی بردن به نوسانات احتمالی میزان صید در فصول مختلف ، انجام گشت‌های تحقیقاتی حداقل به مدت یکسال ضروری است. بنا به دلایل ذکر شده ، می‌توان بطورکلی پیشنهاد نمود که ابتدا یک گشت اولیه در مقیاس کوچک انجام گیرد. چنانچه در هر مرحله ، نتایج امیدوارکننده نباشد ، می‌توان ادامه کار را بسرعت متوقف نمود و از تحمیل شدن هزینه‌های سنگین یک گشت در مقیاس وسیع‌تر اجتناب نمود.

برای ارائه پاسخ مناسب به پرسش‌های مطرح شده ، انواع مختلفی از اطلاعات موردنیاز هستند که عبارتند از ترکیب گونه‌ای ، پراکنش و فراوانی آنها ، اطلاعات زیستی ، محیطی و اقتصادی. بخش اعظم این اطلاعات را می‌توان از گشت‌های تحقیقاتی که در آغاز بهره‌برداری از ذخیره انجام می‌شود ، بدست آورد. از آنجا که در شرایط فعلی جهانی ، ذخایر بهره‌برداری نشده بندرت یافت می‌شوند ، در متن حاضر سعی خواهد شد تا بیشتر به جنبه‌های مربوط به

پایش[1] ماهیگیری‌ها پرداخته شود.

۴-۱ : پایش ماهیگیری‌ها

پس از مرحله ارزیابی و توسعه یک ماهیگیری ، یک سامانه ساده برای جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز است تا «سلامتی» ماهیگیری همواره زیرنظر باشد و بعلاوه ، بتوان از کارآیی راه‌کارهای مدیریتی اتخاذ شده نیز اطمینان حاصل نمود. اطلاعات صید و تلاش ، اطلاعات اساسی هستند که جمع‌آوری آنها بسیار ضروری است و می‌توان با جمع‌آوری اطلاعات فراوانی طولی آنان را تکمیل نمود. اگرچه مقادیر صید سالیانه بسته به نوع گونه هدف کم و بیش دچار نوسان می‌شوند ، وجود یک روند نزولی در مقادیر صید می‌تواند نشان‌دهنده صید بی‌رویه باشد. کاهش میانگین طولی ماهیان صید شده نیز می‌تواند نشان‌دهنده وضعیت مشابهی باشد.

برای پایش تلاش صیادی ، نوع شناورها ، ابزار و روشهای صیادی مورد استفاده در ماهیگیری باید همواره مورد بررسی قرار گیرند و همواره اطلاعات مربوط به آخرین تغییرهای اعمال شده در ابزار و روشها در دست باشند. برای مثال ، بهبود تدریجی روشهای صید می‌تواند موجب افزایش کارآیی و بنابراین افزایش تلاش واقعی صیادی شود. در اغلب موارد ، افرادی که تماس واقعی با مسایل صیادی ندارند ، نمی‌توانند این تغییرهای تدریجی را درک نمایند و به همین علت وجود یک سامانه پایش مناسب ، به ارتباط نزدیک و منظم با ماهیگیران بستگی دارد. از نقطه‌نظر اقتصادی نیز هزینه‌های صیادی و ارزش صید باید بطور مداوم دنبال شوند. تشخیص بموقع روندهای موجود ، از قبیل افزایش هزینه‌های صیادی یا کاهش ارزش صید نشان‌دهنده لزوم اصلاح سیاستهای مدیریتی هستند تا سودآوری ماهیگیری حفظ شود. برخی از مسائلی که در مورد جمع‌آوری اطلاعات فراوانی طولی و صید و تلاش در سامانه‌های پایش مطرح هستند ، در زیر شرح داده شده‌اند.

۴-۲ : ثبت اطلاعات فراوانی طولی

اطلاعات فراوانی طولی در صورتی مفید خواهند بود که پراکنش طولی نمونه‌های بررسی شده ، کاملاً مشابه جمعیت مورد مطالعه باشد. چنانچه اطلاعات فراوانی طولی وابسته به صید

1- Monitoring

تجاری باشند (اندازه‌گیری در عرشه شناورهای صیادی یا در بازار) ممکن است این شرط صادق نباشد زیرا برخی از اندازه‌های خاص ماهیها ممکن است بیشتر در معرض صید توسط ابزار صیادی باشند یا این احتمال وجود دارد که صیادان بیشتر در مناطقی به صید بپردازند که ماهیان بزرگتری یافت می‌شوند. حتی در چنین حالتی، زمانیکه نمونه‌هایی از تمامی گروههای طولی جمعیت در صید یافت شوند، امکان برآورد شاخص‌های رشد جمعیت از نمونه‌های اریب[1] فراوانی طولی وجود دارد. با این حال، چون تعداد افراد موجود در هر گروه طولی در نمونه‌های بررسی شده، تناسبی با تعداد واقعی آنها در جمعیت ندارد، محاسبه ضرایب مرگ و میر از آنها قابل اطمینان نخواهد بود.

۴ـ۳ : ثبت اطلاعات صید و تلاش

اطلاعاتی که وابسته به صید تجارتی نباشند، اغلب توسط انجام گشت‌های دریایی بدست آمده و بنابراین اطلاعاتی گران خواهند بود. اطلاعات بدست آمده از گشت‌های دریایی، نسبت به صید تجارتی، حوزه جغرافیایی وسیع‌تری از منطقه پراکنش ذخیره موردنظر را تحت پوشش قرار می‌دهند. در اغلب موارد از اطلاعات CPUE می‌توان بعنوان شاخصی از فراوانی ذخیره استفاده نمود. اطلاعات وابسته به ماهیگیری که از عملیات صید تجارتی و بررسی بازار بدست می‌آیند معمولاً با هزینه کمتری بدست آمده و معقول‌تر هستند. بعلاوه، از این طریق نمونه‌هایی کافی نیز جمع‌آوری می‌شوند. در ماهیگیری‌های تجارتی صیادان می‌توانند فرمهای مخصوصی را که حاوی اطلاعات موردنیاز محققین است تکمیل نمایند. طراحی چنین فرمهایی دارای اهمیت خاصی می‌باشد. از یک سو محققین مایلند تمامی اطلاعات ممکنه را جمع‌آوری و ثبت نمایند و از سوی دیگر، صیادان تمایل چندانی به صرف وقت برای تکمیل این فرمها ندارند. اغلب صیادان حاضر نیستند فرمهایی را تکمیل کنند که بسیار پیچیده و حاوی جزئیات زیادی باشند. اما از نظر محققین وجود مقدار کمی اطلاعات دقیق بهتر از مقدار زیادی اطلاعات نه چندان دقیق است.

اطلاعات صید معمولاً در دفترچه‌هایی که در اختیار صیادان قرار می‌گیرد، بصورت روزانه ثبت می‌شوند و برای هر روز صیادی یک برگ فرم در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند حاوی نقشه ساده‌ای (به همراه نقاط مرجع) از منطقه صید باشد تا صیادان، محل صید خود را بر روی

1- Biased

آن علامتگذاری نمایند. هر فرم می‌تواند شامل : تاریخ ، نام صیاد ، محل و عمق صیدگاه ، نوع ابزار صید مورد استفاده ، ترکیب صید و تلاش بکار برده شده در هر روز صیادی باشد. فرمها معمولاً در دو نسخه تکمیل می‌شوند که یک نسخه برای مسئولین ماهیگیری ارسال می‌شود و نسخه دیگر نزد ماهیگیران باقی می‌ماند.

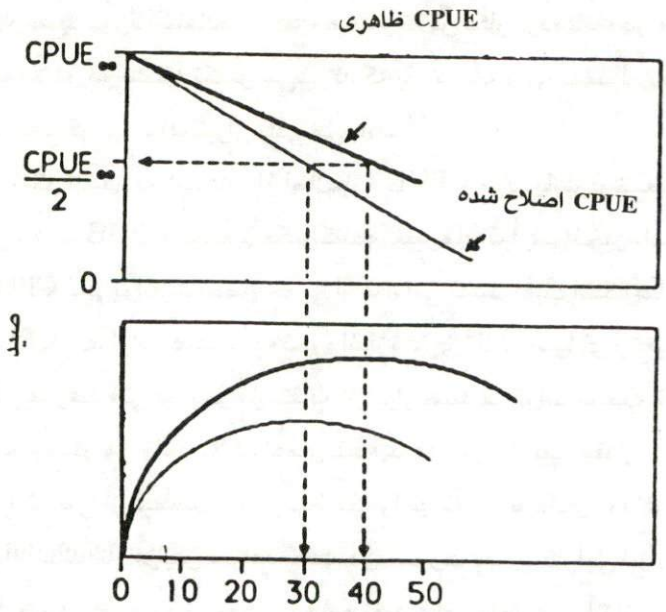
تفکر اصلی در استفاده از اطلاعات CPUE برای پایش وضعیت ماهیگیری‌ها این است که تغییرهای CPUE دقیقاً منعکس‌کننده تغییرهای فراوانی ذخیره است ، اما در بسیاری از موارد CPUE نمی‌تواند شاخص خوبی از فراوانی باشد. اغلب اشکال‌های موجود در مرتبط نمودن CPUE با فراوانی ذخیره ، به نحوه اندازه‌گیری تلاش صیادی و تغییر تدریجی آن بازمی‌گردند. یک پیشرفت فنی در نحوه استفاده از ابزار صید می‌تواند موجب افزایش کارآیی آن و بنابراین صید بیشتر هر واحد تلاش اعمال شده گردد. بدین ترتیب مقدار CPUE افزایش خواهد یافت زیرا نسبتی از جمعیت که توسط یک واحد تلاش صیادی برداشت می‌شود (قابلیت صید یا catchability) افزایش خواهد یافت. در صورت بهبود کارآیی ابزار صید ، تغییرهای CPUE ثبت شده ، بطور دقیق انعکاس‌دهنده تغییرهای حاصله در اندازه جمعیت نخواهند بود. در این صورت ممکن است کاهش میزان CPUE بسیار کندتر از کاهش واقعی جمعیت صورت گیرد. نتایج استفاده از شاخص‌های ضعیف فراوانی در ارزیابی ذخایر را می‌توان با بررسی وضعیت یک ماهیگیری فرضی که تعداد شناورهای آن طی یک دوره پنج ساله بتدریج افزایش یافته‌اند ، نشان داد (جدول ۴ـ۱) .

در این مثال هر شناور سالانه یک هزار ساعت کفروبی دارد و مقدار متوسط صید بازای هر ساعت استفاده از تور کفروب در ستون چهارم نشان داده شده است. کاهش این صید ظاهری با خط توپر شکل نشان داده شده است.

با استفاده از یک مدل تولید مازاد معمولی ، نیل به حداکثر صید قابل برداشت (MSY) زمانی امکان‌پذیر خواهد بود که CPUE به حدود نصف مقدار اولیه کاهش یابد که در این مورد برابر تلاش صیادی (f_{MSY}) در حدود ۴۰ شناور صیادی است (شکل ۴ـ۱).

اگر تلاش صیادی هر ساله در اثر اصلاح روشهای جدید ده درصد بیشتر افزایش یابد ، مقادیر CPUE ظاهری [1] بخوبی نمی‌تواند شاخصی از فراوانی ذخیره باشد. در اثر افزایش تدریجی کارآیی ابزار صید ، سطح CPUE نسبتاً بالا می‌مانند و سرعت کاهش آن بسیار کمتر

1- Apparent CPUE



شکل ۴-۱ : رابطه (الف) CPUE با تلاش صیادی و (ب) میزان صید با تلاش صیادی براساس تلاش ظاهری و تلاش مؤثر.

جدول ۴-۱ : تعداد شناورها، صید ظاهری و میزان صید (CPUE) اصلاح‌شده در هر شناور

۱ سال	۲ تعداد شناورها	۳ تلاش ظاهری (h)	۴ CPUE ظاهری (t/h)	۵ CPUE اصلاح‌شده (t/h)
۱۹۸۹	۱	۱۰۰۰	۰/۸۰	۰/۸۰
۱۹۹۰	۱۰	۱۰۰۰۰	۰/۷۵	۰/۶۸
۱۹۹۱	۲۰	۲۰۰۰۰	۰/۶۴	۰/۵۳
۱۹۹۲	۳۰	۳۰۰۰۰	۰/۵۲	۰/۴۰
۱۹۹۳	۴۰	۴۰۰۰۰	۰/۴۰	۰/۲۹

از سرعت تنزل فراوانی ذخیره خواهد بود. برای مشخص نمودن میزان کاهش فراوانی ذخیره ، مقادیر CPUE ظاهری باید اصلاح شده و مقدار افزایش کارآیی ابزار و روشهای صیادی در آن‌منظور شوند. مقادیر اصلاح شده CPUE (ستون پنجم جدول ۴ـ۱). سرعت کاهش فراوانی ذخیره را بهتر از مقادیر CPUE اصلاح نشده نشان می‌دهند. شکل ۴ـ۱ نشان می‌دهد که چنانچه افزایش کارآیی روشها و ابزار صیادی در نظر گرفته نشود ، CPUE بسیار آهسته‌تر از اندازه ذخیره کاهش پیدا می‌کند. در مواردی که CPUE براساس تلاش ظاهری (یا اصلاح نشده) محاسبه می‌شود ، حداکثر صید قابل برداشت و تلاش صیادی موردنیاز برای رسیدن به آن ، بیش از مقدار واقعی برآورد می‌شوند.

واحد تلاش صیادی

تلاش صیادی را می‌توان با واحدهای مختلف اندازه‌گیری نمود. در بسیاری از موارد تنها امکان ثبت تلاش با واحدهای کلی وجود دارد ، در حالیکه در برخی موارد می‌توان از واحدهای دقیق‌تر نیز استفاده نمود. عموماً ثبت تعداد شناورهایی که به صید می‌پردازند ، بسیار ساده‌تر از ثبت مجموع ساعاتی است که عملاً عملیات صیادی انجام گرفته است. انتخاب واحدهای کلی برای تلاش ممکن است تشخیص تغییرهای میزان تلاش را در سطوح پایین‌تر ، غیرممکن سازد. برای مثال اگر واحد تلاش در یک ماهیگیری توسط قلاب ، مجموع تعداد سفرهای دریایی در سال در نظر گرفته شود ، تشخیص این مسئله که در طی چندین سال ، صیادان در هر سفر روزهای بیشتری را به صید پرداخته‌اند ، امکان‌پذیر نخواهد بود. در این صورت اگر CPUE بصورت صید در هر سفر محاسبه شود ، امکان تشخیص کاهش واقعی صید ، حتی در صورت کاهش صید در هر ساعت صید و فراوانی ذخیره ، وجود نخواهد داشت.

تغییرهای تلاش صیادی مؤثر

در مراحل اولیه توسعه ماهیگیری‌ها ، صیادان بتدریج اطلاعاتی در خصوص بهترین روشهای صیادی بدست می‌آورند. نتیجه این فرآیند ، افزایش میزان تلاش مؤثر خواهد بود ، حتی اگر تلاش ظاهری ثابت باقی بماند (مثلاً مجموع مدت عملیات صید) . بدین ترتیب با اینکه فراوانی ذخیره مورد بهره‌برداری حتی تا حدی کاهش یافته ، ولی CPUE ثبت شده افزایش خواهد یافت.

حتی در ماهیگیری‌های توسعه یافته نیز همواره ابزار و روشهای جدیدی معرفی می‌شوند.

این تغییرها ممکن است ناگهانی باشند (مانند ورود GPS در دوره‌ای کوتاه به ماهیگیری‌ها) یا اینکه بتدریج و در مدت زمانی طولانی‌تر رخ دهند. تشخیص تغییرهای ناگهانی و شدید در روشها نسبتاً آسان‌تر از تغییرهایی است که به کندی صورت می‌گیرند ، خصوصاً برای مدیرانی که تماس واقعی و عملی با صیادان نداشته باشند. در چنین مواردی ، با اینکه تلاش مؤثر افزایش یافته ، تلاش ظاهری ثابت باقی می‌ماند. بعبارت دیگر ، با افزایش تلاش مؤثر ، ماهیان بیشتری بازای هر واحد تلاش ظاهری صید می‌شوند و در این صورت CPUE نتایج گمراه‌کننده‌ای خواهد داشت و نشان‌دهنده فراوانی بالای ذخیره (یا حتی افزایش فراوانی ذخیره) خواهد بود ، در حالیکه ذخیره در اصل کاهش یافته است. چنانچه تلاش صیادی با تعداد شناورها سنجیده شود و بتدریج کارآیی شناورها افزایش یابد ، در این مورد نیز نتایج CPUE به تنهایی گمراه‌کننده خواهند بود.

۴ـ۴ : قدرت صید [1]

واحدهای تشکیل‌دهنده یک ناوگان صیادی همگی دارای توانایی یکسانی برای صید ماهی نیستند و هر یک از آنها قدرت صید متفاوتی دارد. اگر امکان ثبت صید هر شناور وجود داشته باشد ، می‌توان تلاش را استاندارد نمود تا تفاوت قدرت صید شناورها را نیز در نظر گرفت. در مواقعی که تمامی ناوگان صیادی بطور همزمان در یک صیدگاه در حال صید است می‌توان با مقایسه فعالیت شناورها با میانگین ناوگان صیادی ، به این مسئله پی برد. اگر میانگین صید ناوگان ۵۰ کیلوگرم در ساعت باشد ، شناوری که بطور متوسط ۶۰ کیلوگرم در ساعت صید می‌کند ، ۲۰ درصد کارآیی بیشتری دارد یا قدرت صید آن برابر ۱/۲ است. بنابراین هر ساعت کفروبی این شناور باید با ضریب ۱/۲ اصلاح شود تا به تلاش استاندارد تبدیل شود.

در نظر نگرفتن قدرت صید متفاوت شناورها موجب کسب نتایج منحرف‌کننده‌ای خواهد شد. حالتی را در یک ناوگان کوچک کفروب در نظر بگیرید که تلاش آن بصورت ساعت صید ثبت می‌شود . بدون در نظر گرفتن تفاوت قدرت صید شناورها طوفانی شدن هوا موجب می‌شود تا شناورهای کوچکتر که کارآیی کمتری دارند ، کمتر عازم دریا شوند و بدین ترتیب صید بر واحد تلاش (برای سال موردنظر) افزایش خواهد داشت که علت آن افزایش فراوانی ذخیره نیست.

1- Fishing Power

۴ـ۵ : آثار مکانی [۱]

پراکنش مکانی ذخیره و تلاش صیادی نیز موجب می‌شود تا در برخی مواقع نتوان CPUE را بعنوان شاخص مناسبی از فراوانی کلی ذخیره مورد استفاده قرار داد. یک ماهیگیری در حال توسعه شاه‌میگو را در نظر بگیرید که در آن از قفس برای صید استفاده می‌شود. در مراحل اولیه ، صیادان قفس‌های خود را در محلهایی که نزدیک‌تر و در دسترس بیشتر هستند قرار می‌دهند. با کاهش میزان صید ، صیادان بتدریج قفس‌های خود را در نواحی دورتری قرار می‌دهند تا صید آنها کاهش نیابد. در این صورت ، با آنکه ذخایر ساحلی افت شدید دارند ، CPUE همچنان بالا می‌ماند زیرا صیادان رفته رفته به نواحی دورتر از ساحل که ذخایر بهره‌برداری نشده در آن قرار دارند ، متمایل می‌شوند. چنانچه ناظرین و محققین تغییر رفتار ماهیگیران را در نظر نگیرند ، ممکن است تا زمانی که CPUE شروع به کاهش شدید ننماید ، متوجه این تغییرها نشوند. بالعکس ، اگر تنها بخشی از ذخیره مورد بهره‌برداری قرار گیرد ، CPUE بشدت افت می‌کند ، در حالیکه فراوانی ذخیره (در کل منطقه پراکنش آن) همچنان بالا است.

در مورد ذخایر متحرک یا گونه‌های سطح‌زی[۲] ، آثار مکانی کمتر از گونه‌های ساکن یا کم‌تحرک خواهد بود. در یک ذخیره مهاجر ، صید بی‌رویه در یک منطقه ، توسط پراکندگی مجدد در اثر مهاجرت جبران می‌شود و CPUE کل در این موارد شاخص خوبی از فراوانی است. استفاده از CPUE بعنوان شاخصی از فراوانی برای گونه‌هایی که رفتار تجمعی[۳] دارند یا گونه‌های کفزی مانند خیارهای دریایی مشکل می‌باشد. در این موارد ، میزان صید یک صیاد می‌تواند از صفر تا مقادیر بالایی باشد که به مهارت و شانس وی بستگی دارد. اگر آثار مکانی در یک ماهیگیری مهم باشند ، اطلاعات تلاش و صید باید به تفکیک در مناطق مختلف ناحیه پراکندگی یک گونه ثبت شوند.

۴ـ۶ : ماهیگیری‌های چند گونه‌ای

در ماهیگیری‌های چند گونه‌ای ، اگر تلاش صیادی بصورت کلی یا مجموع تلاش صیادی

1- Spatial effects

2- Pelagic

3- Schooling fish

ثبت شود و ماهیگیران قادر باشند گونه هدف خود را تغییر دهند ، مشکل‌هایی بروز خواهد نمود. یک ماهیگیری کفروب را در نظر بگیرید که برای مثال ، دو گونه A و B را صید می‌نماید و تلاش صیادی بصورت مجموع ساعتهای کفروبی ثبت می‌شود. اگر گونه A ، توسط صیادان ترجیح داده شود ، اما قیمت فروش آن کاهش یابد ، ممکن است ماهیگیران هدف خود را به گونه B تغییر دهند. اگر تعداد ساعتهای کفروبی ثابت باقی بماند ، CPUE گونه A بشدت کاهش می‌یابد ، در حالیکه فراوانی آن تغییری نمی‌کند. در چنین موردی اگر این مسئله بدقت در نظر گرفته نشود ، می‌تواند بعنوان فاجعه‌ای برای گونه A در نظر گرفته شود. از سوی دیگر ، گونه B که CPUE آن افزایش می‌یابد ، ممکن است گونه‌ای باشد که در حقیقت در معرض خطر است. یکی از راههای تشخیص «تغییر گونه هدف» و اطمینان از اینکه CPUE شاخص خوبی از فراوانی است (در ماهیگیری‌های چندگونه‌ای) این است که صیادان تلاش صیادی را بصورت تفکیک شده ثبت نمایند (در فرمهای ثبت اطلاعات صید).

۴ـ۷ : ماهیگیری‌های چندابزاری [1]

در برخی از ماهیگیری‌ها ، خصوصاً در نواحی گرمسیر ، چند نوع ابزار صید مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جنبه نظری ، امکان استاندارد کردن تلاش ابزار صیادی مختلف وجود دارد. اگر ابزار صید در یک منطقه مشابه مورد استفاده قرار گیرند ، میانگین صید هر گونه را می‌توان برای مقایسه کارآیی نسبی هر نوع از آنها مورد استفاده قرار داد. پس از استاندارد نمودن ابزار مختلف ، می‌توان اطلاعات CPUE آنها را با یکدیگر مقایسه نمود. اگر در بخشهای مختلف منطقه پراکنش یک گونه ، از ابزار مختلفی استفاده شود و استاندارد نمودن نیز امکان‌پذیر نباشد هر بخش از ذخیره را باید بطور جداگانه مورد بررسی قرار داد.

ماهیگیری‌های تفریحی و غذایی

در بسیاری از نواحی ساحلی ، صید یک ذخیره ، توسط ماهیگیری تجاری و غیرتجاری انجام می‌شود که نوع غیرتجاری شامل ماهیگیری تفریحی است. ماهیگیرانی که برای تفریح به صید می‌پردازند ، برای نوع فعالیت خود ارزش بیشتری قائلند تا میزان صید ، و اغلب برای انجام اندکی صید ، مقدار زیادی پول و وقت خود را هزینه می‌کنند. در برخی از جوامع ممکن است

1- Multigear

ماهیگیری تفریحی دارای ارزش جامعه‌شناختی و اقتصادی بیشتری نسبت به ماهیگیری‌های تجاری باشد. اگرچه ممکن است برآورد کمّی فواید جامعه‌شناختی ماهیگیری تفریحی چندان ساده نباشد، ولی جذب گردشگران و عواید فروش ابزار صید و طعمه، برخی از فواید اقتصادی این نوع ماهیگیرها هستند.

حتی اگر ماهیگیران تفریحی محدود به استفاده از ابزاری با کارایی نسبتاً اندک باشند، تعداد آنها ممکن است به حدی زیاد باشد که بخش قابل توجهی از ذخیره را برداشت نمایند. در برخی از کشورهای غیر صنعتی، ماهیگیری غذایی (صید ماهی برای مصرف غذایی و نه فروش آن) می‌تواند صیدی چند برابر ماهیگیری‌های تجاری داشته باشد و برخلاف میزان صید و وسعت آن، این نوع ماهیگیری اغلب بطور ضعیف پایش می‌شود. بدین ترتیب برای محاسبه مقدار قابل برداشت از یک ذخیره [1] ممکن است این نوع ماهیگیری در نظر گرفته نشود.

در ماهیگیری‌های تفریحی و غذایی معمولاً افراد زیادی با استفاده از ابزار متنوع، به صید در ناحیه جغرافیایی وسیعی می‌پردازند و بعلت این ویژگی‌ها ارزیابی و پایش این نوع ماهیگیری‌ها نیازمند منابع زیاد انسانی و مالی می‌باشد. یکی از راههای پایش صید غیرتجاری، استفاده از افراد آموزش‌دیده برای انجام مصاحبه با صیادان است. یکی از راههای انجام بررسی‌ها، برای مثال، می‌تواند در اسکله‌هایی باشد که ماهیگیران تفریحی صید خود را تخلیه می‌نمایند. در این نوع بررسی‌ها، مصاحبه‌کنندگان به نوع صید دسترسی مستقیم دارند و می‌توانند نوع ابزار صیادی، زمان صرف شده و وزن صید را تعیین نمایند. یک راه دیگر، بررسی نمونه‌ای از صیادان است که با آنها مصاحبه شده و نتایج آن در پرسشنامه‌ها ثبت می‌شود.

بررسی ماهیگیری‌های تفریحی و غذایی همانگونه که گفته شد، نیاز به منابع نسبتاً زیادی دارد. یکی از راههایی که به منابع کمتری نیاز دارد، توزیع دفترچه‌های صید در میان ماهیگیران داوطلب است. یکی از مشکلات این روش این است که اغلب ماهیگیرانی که مهارت بیشتری دارند برای همکاری داوطلب می‌شوند و این مسئله ممکن است موجب اریب شدن نتایج شود.

روش دیگری که توسط سازمان خواروبار جهانی (FAO) در یکی از مجمع‌الجزایر اقیانوس آرام (Western Samoa) اجرا شد، استفاده از دانش‌آموزان دبیرستانی برای ثبت میزان صید ماهیگیری غذایی خانواده خود بود.

1- Total Allowable Catch

۴ـ۸ : زمان

زمان یکی از متغیرهایی است که باید برای تجزیه تحلیل قدرت صید در نظر گرفته شود. عموماً یک شناور بخش زیادی از وقت خود را صرف فعالیتهای دیگری به جز آماده‌سازی تور یا قرار دادن قلابها در آب می‌نماید. زمان کل صیادی هر شناور را می‌توان به چند بخش تقسیم نمود:

زمان صید + زمان فراورش ماهی + زمان آماده‌سازی ابزار + زمان جستجو + زمان سفر = زمان کل

زمان سفر مدت زمانی است که شناور در راه صیدگاه است یا از آن بازمی‌گردد. شناورهایی که می‌توانند با سرعت بیشتری بطرف صیدگاه حرکت نمایند ، می‌توانند از وقت خود بهره بیشتری ببرند.

زمان جستجو ، بخش اعظم زمان مصرفی شناورهای صیادی را به خود اختصاص می‌دهد. چنانچه شناوری بتواند با سرعت بیشتری جستجو را انجام دهد یا از کارایی بیشتری برخوردار باشد ، می‌تواند قدرت صید خود را افزایش دهد.

آماده‌سازی تورها یا ابزار صید دارای کارآیی بیشتر و کاهش احتمال بکارگیری ابزار صید ناقص می‌تواند موجب افزایش کارآیی شناور شود.

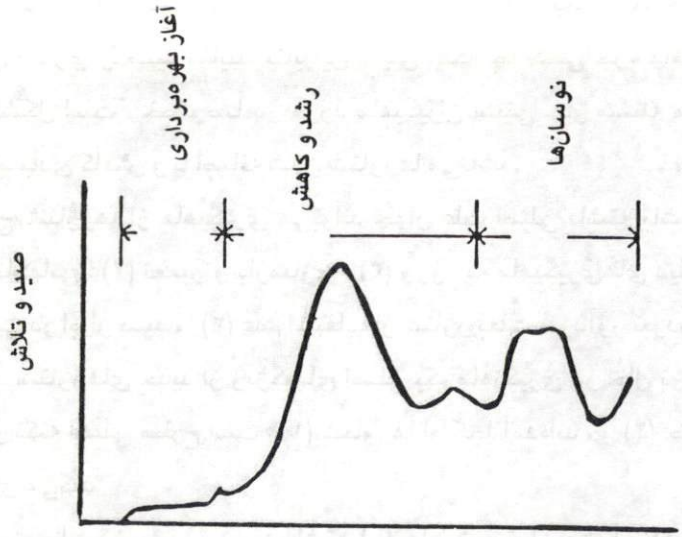
هنگامی که ماهی‌های صید شده بر عرشه شناور تخلیه می‌شوند ، باید مراحل عمل‌آوری آنها انجام شده و در انبار قرار گیرند . اگر این زمان نسبتاً طولانی باشد ، می‌تواند موجب محدود شدن قدرت صید شود.

۴ـ۹ : الگوی توسعه ماهیگیری‌ها

یک مرحله کلیدی در هر سامانه پویا ، بررسی رفتار موقت آن در زمانی است که فاصله زیادی تا رسیدن به وضعیت پایدار یا تعادل دارد. تغییرهای ماهیگیری‌ها در مرحله توسعه آنها یک منبع کلیدی از اطلاعات در مورد پویایی‌شناسی ذخیره و ماهیگیران است.

توسعه اقتصادی یک ماهیگیری دارای سه مرحله است : (۱) شروع ماهیگیری با عملیات اکتشافی و انگیزه‌های خاص ، (۲) رشد و سپس برهم‌خوردن تعادل زیستی ـ اقتصادی [1] و (۳)

1- Bioeconomic



شکل ۴ـ۲ : الگوی عمومی برای توسعه ماهیگیری‌ها.

چرخه‌های بعدی که شامل نوسانهای مختلف است (شکل ۴ـ۲). هر یک از این مراحل خود شامل عوامل و فرآیندهای مختلفی هستند.

رفتار ناوگان صیادی

بطورکلی رفتار ماهیگیران را می‌توان به چهار بخش تقسیم نمود : (۱) عوامل تعیین‌کننده اندازه ناوگان (میزان سرمایه‌گذاری و خروج سرمایه) ، (۲) عوامل تعیین‌کننده محل و زمان صید ، (۳) عوامل تعیین‌کننده قدرت صید و (۴) تعیین‌کننده میزان صید دور ریخته شده.

چهار عامل اصلی فوق تعیین‌کننده چارچوب رفتار صیادان هستند. هدف از چنین‌تحلیل‌هایی ، درک نحوه پاسخ ماهیگیران به تغییر شرایط اقتصادی زیستی و مقررات صیادی می‌باشد.

سرمایه‌گذاری و رشد ـ اولین مرحله در درک چگونگی عملکرد یک ماهیگیری تعیین تعداد شناورهای آن است. در برخی موارد که شناورها تک‌منظوره هستند ، این کار نسبتاً ساده است. برخی ماهیگیری‌ها از این نظر بسیار پیچیده‌تر هستند و ماهیگیران ممکن است از یک نوع ابزار

صید و شناور برای صید چندین گونه استفاده کنند ، یا با ایجاد تغییرهای جزیی در ابزار ، گونه‌های دیگری را صید نمایند. بنابراین تعیین اینکه چه کسی جزء ماهیگیری است یا خیر بسیار مشکل است ، خصوصاً در مورد ماهیگیران سنتی . دو مسئله مهم در تعیین اندازه ناوگان صیادی کاهش و یا اضافه شدن شناورها می‌باشد.

خروج شناورها از ماهیگیری می‌تواند چهار علت اصلی داشته باشد: (۱) غرق شدن و حوادث ناگهانی ، (۲) تعمیر و بازسازی ، (۳) ورود به ماهیگیری‌های دیگر ، احتمالاً با انجام تغییرهایی در ابزار صید و (۴) عدم استفاده از شناور بعلت سودآور نبودن ماهیگیری .

ورود شناورهای جدید از ویژگیهای اصلی یک ماهیگیری در حال توسعه است و در این رابطه دو نکته اصلی مطرح است : (۱) شناورها از کجا آمده‌اند ، و (۲) چه کسی آنها را وارد ماهیگیری می‌کند.

بهترین حالت قضیه ، در دست داشتن اطلاعات ثبت تمامی شناورهای ماهیگیری ، سن و منشأ آنها است . از این اطلاعات می‌توان برای بررسی ارتباط میان تعداد کشتی‌های ساخته شده و میزان صید یا سودآوری ، استفاده نمود.

در این فصل سعی بر این بوده تا روشهایی برای ارزیابی وضعیت و توانایی‌های منابع دریایی ارائه شوند. گشت‌های بررسی وضعیت ذخایر باید بدقت طراحی شوند تا اطلاعات مربوط به مناطق وسیعی را جمع‌آوری نمایند. برآوردهایی از مقادیر صید پیش‌بینی شده ، سطحی از استحصال که پایداری ماهیگیری را تضمین می‌نماید و اطلاعات مربوط به هزینه‌ها و قیمت فروش محصولات ، همگی از اطلاعاتی هستند که امکان ارائه ارزیابی منطقی در مورد پایداری و تداوم زیستی و اقتصادی ماهیگیری را فراهم می‌سازند. حتی انجام گشت‌های تحقیقاتی کوچک نیز می‌توانند در پیش‌بینی مقادیر صید مفید باشند. وجود اطلاعاتی در مورد پراکنش عمقی و سطح پراکنش گونه‌های هدف نیز می‌توانند درتخمین اندازه منابع بهره‌برداری شده مفید باشند.

با در دست داشتن اطلاعاتی در مورد میزان استحصال پایدار ،قیمت محصولات و هزینه‌های صیادی ، مدیران ماهیگیری‌ها قادر خواهند بود تا به سلامت یا نحوه عملکرد ماهیگیری پی ببرند. تجزیه و تحلیل اقتصادی ماهیگیری‌های تجارتی برای اجتناب از سرمایه‌گذاری بیش از حد بر روی ماهیگیری‌ها ضروری است ، خصوصاً در صورتی که هزینه‌های انجام صید بالا بوده و ذخایر موجود تنها کفاف تعداد اندکی شناور صیادی را بدهند.

فصل ۵

اصول مدیریت

۵ـ۱ : سیاستهای برداشت

در یک ماهیگیری سالم ، تمامی دست‌اندرکاران (ماهیگیران ، زیست‌شناسان و مدیران) باید بخوبی و بوضوح سیاست‌های برداشت از ماهیگیری را درک نمایند. یک سیاست برداشت عبارتست از طرحی که چگونگی و میزان صید را در سالهای مختلف تعیین می‌کند که طبیعتاً به اندازه ذخیره ، شرایط اقتصادی یا اجتماعی ماهیگیری ، وضعیت ذخایر دیگر و شاید عدم قطعیت اطلاعات زیستی موجود بستگی خواهد داشت.

بسیاری از ذخایر کانادا در اقیانوس اطلس به میزان ثابتی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. این سیاست‌های بهره‌برداری ثابت در بسیاری موارد دیگر نیز اتخاذ شده‌اند و استفاده از آنها کاملاً معمول شده است (کفشک شرق اقیانوس آرام و *herring* در بریتیش کلمبیای کانادا). بسیاری از ذخایر آزاد ماهیان در اقیانوس آرام [۱] براساس میزان فرار[۲] مدیریت می‌شوند که براساس آن مدیران سعی می‌کنند میزان صید هر سال را به نوعی تنظیم کنند که تعداد ماهیانی که برای تخم‌ریزی به رودخانه‌ها بازمی‌گردند ثابت باشد. نوع دیگری از سیاست‌های برداشت شامل انجام صید ثابت یا سهیمه ثابت صید در سال می‌باشد. در صید آبالون[۳] در تاسمانیای استرالیا ، صیادان برای سالهای متمادی مجاز به برداشت ۲۸ تن صید در سال بودند.

سیاست برداشت مجموعه‌ای از قوانین سالانه نیست ، بلکه طرحی است که باید باندازه کافی در مقابل نوسانهای زیستی که از ذخیره انتظار می‌روند ، انعطاف داشته باشد. بنابراین یک

1- Pacific Salmon

2- Escapement

3- Abalone

سیاست برداشت که بخوبی طراحی شده باشد ، نباید در اثر ورود گروههای سنی ضعیف یا خیلی خوب نیاز به اصلاح داشته باشد. روشهای موردنیاز برای اجرای سیاستها باید برای هر سال تنظیم شوند. اگر سیاست موجود بهره‌برداری ثابت براساس ارزیابی ذخایر و تعیین میزان صید قابل برداشت سالانه[1] باشد (کسر ثابتی از ذخایر برآورد شده) ، در این صورت TAC باید برای هر سال تعیین شود و روشهای پایش و اجرای مقررات در هر سال بسته به طول زمانی که صیادان برای دستیابی به TAC به فعالیت می‌پردازند ، تغییر خواهند نمود.

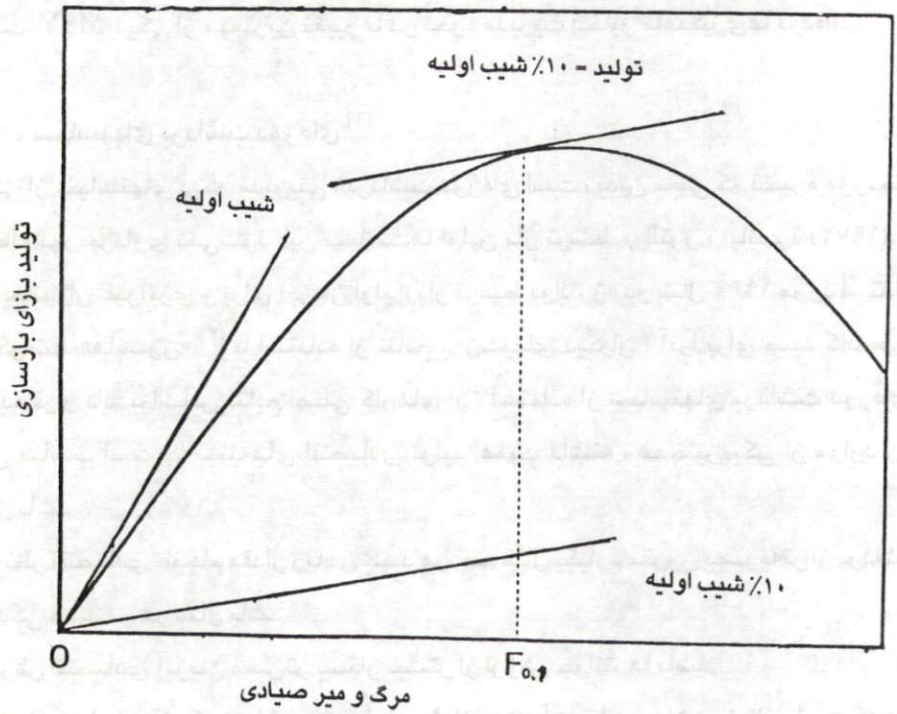
هر قدر ماهیگیری پایدارتر و قابل پیش‌بینی‌تر باشد ، عمر سیاستهای برداشت از آن نیز ، طولانی‌تر خواهد بود. پیشنهاد یک سیاست برداشت برای یک ماهیگیری تازه توسعه‌یافته بسیار مشکل است و شاید هر سال یا هر دو سال یکبار نیاز به تغییر و اصلاح داشته باشد ، در حالیکه یک ماهیگیری پایدار و توسعه‌یافته ، تنها هر ۵ تا ۱۰ سال یکبار نیاز به بازبینی دارد.

سیاست‌های برداشت نباید مجموعه‌ای از اهداف بصورت واژه‌هایی کلی باشند ، برای مثال اینکه «هدف ماهیگیری کسب حداکثر سود توسط ماهیگیران است ، با درنظرگرفتن محدودیت‌های زیستی» . عبارتهایی از این قبیل ، هیچ مدل خاصی را ارائه نمی‌دهند. سیاست‌های موجود باید مشخص و کمّی بوده و مقدار صید سالانه قابل برداشت را تحت شرایط مختلف مشخص نمایند. علاوه بر این سیاست برداشت باید شامل همه جنبه‌های زیستی ، اقتصادی ، اجتماعی و سیاسی نیز باشد.

۵ـ۱ـ۱ : سیاستهای $F_{0.1}$

در دهه ۱۹۸۰ تعدادی از ماهیگیری‌های مهم توسط سیاستی بنام $F_{0.1}$ مدیریت شدند. سیاست $F_{0.1}$ شامل برداشت ثابت با مرگ و میر صیادی ($F_{0.1}$) است که مقدار آن 0.1 مقدار F اولیه در منحنی Y/R است (شکل ۵ـ۱) . میزان مرگ و میر صیادی که بالاترین Y/R را بدست می‌دهد F_{max} نامیده می‌شود و هنگامی می‌توان به آن دست یافت که منحنی Y/R افقی می‌شود (و چون در این نقطه شیبی برابر صفر دارد ، گاهی به این سیاست $F_{0.0}$ نیز گفته می‌شود). میزان تولید با اتخاذ سیاست $F_{0.1}$ همواره کمی کمتر از F_{max} خواهد بود و بطورکلی دارای کارآیی کم و بیش بالاتری از نظر اقتصادی است.

1- Total Allowable catch-TAC



شکل ۵ـ۱ : محل سطح مرگ و میر $F_{0.1}$ در مدل Y/R .

محاسبه‌های مربوط به سیاست $F_{0.1}$ با روشهایی که قبلاً شرح داده شدند انجام می‌گیرند وبرای انجام آنها وزن متوسط در هر سن ، آسیب‌پذیری نسبت به ابزار صید و ضریب مرگ و میر صیادی موردنیاز هستند. استفاده از سیاست $F_{0.1}$ در ماهیگیری‌های شرق کانادا کاملاً مرسوم است. شاید مهمترین مشخصه سیاستهای $F_{0.1}$ این باشد که کاملاً فرضی هستند . بعبارت دیگر ، هیچ دلیل نظری مبنی بر اینکه تولید یک ماهیگیری با اعمال ضریب مرگ و میری

که برابر $F_{0.1}$ باشد به حداکثر می‌رسد یا در حد مطلوب خواهد بود ، وجود ندارد. در حقیقت بنظر می‌رسد $F_{0.1}$ یک مقدار قراردادی است که در اغلب موارد عملکرد خوبی داشته است.

مقبولیت سیاستهای $F_{0.1}$ تا حدی به این علت است که در ذخایر اغلب ماهیان ، استفاده از نوعی ضریب بهره‌برداری ثابت مفید بوده و نوعی پایداری ایجاد می‌کند که می‌تواند سودمند باشد. سیاستهای $F_{0.1}$ امروزه مقبولیت بیشتری دارند ، چرا که استفاده از آنها در ماهیگیری‌های مختلف ، موفقیت‌آمیز بوده است. سیاستهای $F_{0.1}$ پس از اعمال گسترده سیاست MSY ، یکی از مهمترین تغییرها در نحوه مدیریت ذخایر ماهیگیری‌ها بوده‌اند.

۵ـ۱ـ۲ : سیاستهای برداشت دوره‌ای [۱]

یکی از سیاستهای دیگر مدیریتی ، برداشت دوره‌ای است ، بدین معنی که ذخیره موردنظر هر ساله بهره‌برداری نمی‌شود. این سیاست‌ها اولین بار توسط «والترز و باندی» (۱۹۷۲) در مورد جانوران غیرآبزی و برای آبزیان اولین بار توسط «والترز» در سال ۱۹۶۹ مورد استفاده قرار گرفتند. «هانسون» [۲] با استفاده از نتایج بررسیهای دیگران ، آنرا برای صید کاد مورد استفاده قرار داد. براساس نتایج اصلی کارهای او ، استفاده از سیاستهای برداشت دوره‌ای ، زمانی مناسب است که جنبه‌های اقتصادی تولید اهمیت داشته ، همچنین یکی از موارد زیر صادق باشد :

۱ـ از نظر اقتصادی ، انجام مقدار زیادی صید هر چند سال یکبار ، مقرون بصرفه‌تر از برداشت اندکی صید در هر سال باشد.

۲ـ ارزش اقتصادی آبزیان مسن‌تر بسیار بیشتر از ارزش جوانترها باشد.

یکی از شرایط دیگر که برداشت دوره‌ای می‌تواند برای آن مناسب باشد ، زمانی است که هیچ راهی برای اجتناب از صید ماهیهایی که بسیار کوچکتر از حداقل اندازه مجاز هستند ، نباشد. برای مثال در برخی از ماهیگیری‌های صدف خوراکی ، به هیچوجه نمی‌توان بطور انتخابی صدفهای بزرگتر را صید نمود (زیرا حفرات آنها از نظر صیادان یکسان بنظر می‌رسند) و فرآیند صید موجب کشته شدن صدفهای کوچکتر یا در معرض صید قرار گرفتن آنها توسط شکارچیان طبیعی می‌شود. در چنین مواردی بهترین کار می‌تواند تقسیم‌بندی صیدگاه به چند

1- Periodic harvest

2- Hannesson,1975

منطقه و انجام دو سال یکبار صید در هر منطقه باشد. بدین ترتیب تولید هر بخش بدون ایجاد نوسانهای شدید اقتصادی در درآمد صیادان ، به حداکثر می‌رسد. در عمل ، سیاستهای برداشت دوره‌ای بندرت از سوی سازمانهای مسئول انتخاب می‌شوند ، ولی می‌توان در مواردی که نوعی انتخاب و کنترل فردی وجود دارد ، آنها را بیشتر مورد استفاده قرار داد. برای مثال در ماهیگیری‌های تجارتی که شامل غواصی هستند (برای صید صدفهای خوراکی) ، صیادان معمولاً تلاش چرخشی داشته و بصورت دوره‌ای به بسترهای متفاوت سرکشی می‌نمایند. انواعی از کشتاب‌ورزی نیز به همین ترتیب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. صیادان سنتی با سرکشی دوره‌ای به صیدگاهها یا بسترهای مختلف ، به ذخیره فرصت بازسازی را در فواصل دروه‌های سرکشی می‌دهند.

بنظر می‌رسد صید دوره‌ای بصورت طبیعی در شرایطی که افراد معدودی درگیر صید هستند یا تنها یک صاحب اصلی وجود دارد (مانند مزرعه‌های پرورش ماهی آزاد یا صدف خوراکی) بکار گرفته می‌شود. برداشت دوره‌ای موجب افزایش نوسان در برداشت سالهای مختلف می‌شود و بنابراین در مواردی که بهره‌برداران به صید وابستگی زیادی دارند ، مناسب بنظر نمی‌رسد ، مگر اینکه مقیاس مکانی بخشهای مختلف ، بسیار کوچکتر از مقیاس مکانی تحت پوشش بهره‌برداران باشد.

۵-۱-۳ : سیاستهای وابسته به جنس [1]

معمولاً جنسهای مختلف در سطوح مختلفی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند که ممکن است در اثر اختلاف در رشد ، آسیب‌پذیری اندازه‌های مختلف افراد نسبت به ابزار صید یا بطورکلی‌تر نحوه عملکرد ابزار صید در بدام انداختن جنسهای خاص باشد. در بسیاری از ماهیگیری‌های تفریحی ، ماده‌های بارور پس از صید رها می‌شوند و یا فک‌های نری که دارای حرمسرا هستند صید نمی‌شوند. قوانین صید نهنگ‌ها اغلب صید ماده‌های دارای نوزاد را ممنوع کرده‌اند. بطورکلی برداشت وابسته به جنس نسبتاً گسترده است و اساس نظری این مسئله این است که سهم ماده‌ها در بازسازی موفقیت‌آمیز ذخیره‌ها بیشتر است ، اگرچه از جنبه‌های ظاهری زیست‌شناختی ، اطلاعات چندانی برای توجیه این نظریه وجود ندارد.

اتخاذ این نوع سیاستها به وجود مدلی دقیق از رابطه میان تعداد مولدین نر و ماده با موفقیت

1- Sex - specific

بازسازی ذخیره در مراحل بعدی نیاز دارد. البته در این زمینه چند مدل نظری وجود دارند ، که تاکنون در طراحی سیاستهای مدیریتی عملاً مورد استفاده قرار نگرفته‌اند. بعلاوه ، دلائلی نیز وجود دارند که می‌توان هر گونه ادعای سطحی مبنی بر اینکه زیادتر بودن تعداد ماده‌ها موجب افزایش تعداد افراد بازسازی شده می‌شود را رد نمود. برای مثال ، بسیاری از بزرگترین ماهیگیری‌های خرچنگ در جهان براساس صید نرها بنا شده‌اند اما بنظر می‌رسد برهم‌کنش‌های رفتاری میان نرها و نرها ـ ماده‌ها بسیار پیچیده باشند و شواهدی از چگونگی اثر بر هم خوردن نسبت جنسی طبیعی بر رفتار هم‌نوع‌خواری [۱] ، الگوی جفت‌گیری یا پوست‌اندازی و رشد ماده‌ها در دست نمی‌باشد.

۵ـ۱ـ۴ : سیاستهای محدودیت طول [۲]

نوع دیگری از سیاستها ، تعیین حداقل اندازه مجاز برای صید ، بیش از اندازه‌ای است که ماده‌ها شروع به تولیدمثل می‌نمایند ، با اتخاذ این سیاست می‌توان از وجود گروهی از ماده‌هایی که در معرض صید قرار ندارند ، اطمینان حاصل نمود. این روش‌ها بصورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند و تداوم برخی از آنها علیرغم اعمال تلاش صیادی بسیار زیاد نشان می‌دهد که می‌توانند سیاستهای موفقی باشند. البته اتخاذ این نوع سیاستها به وجود ابزار صید بسیار انتخابی وابسته است ، مانند صید با قفس که می‌توان افراد زیر اندازه مجاز را با حداقل مرگ و میر به دریا بازگرداند.

برای مثال در بسیاری از ماهیگیری‌های شاه‌میگوی صخره‌ای استرالیا ، اندازه مجاز بصورتی انتخاب شده که ماده‌ها قبل از رسیدن به آن دو یا سه سال تولیدمثل نمایند. در این مورد مدل Y/R نشان داده که با صید افراد کوچکتر ، تولید بیشتر خواهد بود ، اما مدیران ترجیح داده‌اند که محافظه‌کارتر باشند و با تعیین حداقل اندازه مجاز بالاتر ، از ذخایر مولد محافظت نمایند.

در بسیاری از ماهیگیری‌های تفریحی ، وجود قانون حداقل اندازه جزء جدایی‌ناپذیر آنها است ، خصوصاً در مواردی که مهمترین منبع بازسازی ذخیره از کارگاههای تکثیر مصنوعی تأمین می‌شود. این ماهیگیری‌ها اغلب دارای محدودیت‌های فصلی و ابزاری نیز هستند ، زیرا از

1- Cannibalism

2- Size - limit

گذشته مرسوم بوده‌اند و تاکنون کسی تجزیه و تحلیل واقعی برای بررسی حداقل اندازه‌های مختلف انجام نداده، اما از آنجا که سامانه بخوبی کار می‌کند، مدیران ترجیح داده‌اند آنرا تغییر ندهند. با این حال، عدم وجود چنین بررسیهایی، می‌تواند منجر به بروز آثار پیش‌بینی نشده‌ای گردد. در بسیاری از ماهیگیری‌ها نیز علاوه بر حداقل اندازه، یک اندازه حداکثر مجاز نیز برقرار شده تا علاوه بر ماهیان جوان، از افراد بالغ بزرگتر نیز محافظت بعمل آید. در برخی ماهیگیری‌ها نیز قوانین کاملاً متفاوتی وجود و ماهیان موجود در محدوده اندازه‌ای میانی باید رها شوند. بهرحال بنظر می‌رسد هر یک از انواع سیاستهای بالا تحت شرایط مختلف زیستی و اقتصادی ـ اجتماعی مختلف، در شرایط متفاوت بتوانند مؤثر باشند.

۵ـ۲ : سیاستهای برداشت و جنبه‌های اقتصادی

تا اینجا جنبه‌های زیستی سیاستهای برداشت در نظر گرفته شدند که در آنها میزان تولید مهمترین خروجی در نظر گرفته می‌شود، اما ماهیگیری‌ها علاوه بر ماهی شامل ماهیگیران نیز هستند و ارزیابی سیاست‌های مختلف برداشت حتماً باید شامل آثار آنها بر ماهیگیران نیز باشد و در این زمینه، شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی را نیز نباید از یاد برد. در این میان، در نظر گرفتن هزینه‌های سیاستهای مختلف برداشت از اهمیت خاصی برخوردار است که می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

هزینه‌های ثابت که عموماً متناسب هستند با اندازه ناوگان و شامل استهلاک، بیمه و سود سرمایه‌گذاری می‌باشند.

هزینه‌های متغیر شامل هزینه سوخت، دستمزد، خوراک و تعمیر و نگهداری بوده و معمولاً متناسب هستند با تلاش صیادی یا میزان صید (در صورتی که پرداخت دستمزدها براساس صید انجام شده باشد).

هزینه‌های مدیریتی که شامل هزینه‌های ثابت (دستمزدها) و هزینه‌های متغیر (اجاره شناور) سازمانی هستند که مدیریت ماهیگیری را برعهده دارد. علاوه بر این، میزان عواید نیز (که در ساده‌ترین حالت برابر است با حاصلضرب قیمت در وزن صید) باید درنظر گرفته شود. در برخی از ماهیگیری‌ها قیمت فروش ماهی بستگی زیادی به وزن متوسط یا اندازه ماهی و ابزار مورد استفاده برای صید آن دارد. برای مثال یک تُن زردباله صید شده با رشته قلاب که جهت

تولید ساشیمی [1] به فروش می‌رسد ، ارزشی حدود ۱۰ برابر همان ماهی دارد که توسط تور پیاله‌ای صید شده و جهت تولید کنسرو بفروش می‌رسد. در حقیقت اختلاف قیمت در اثر ابزار صید بکار رفته ، اندازه و عوامل دیگر تقریباً در تمامی ماهیگیری‌ها وجود دارد و باید در مقایسه آثار سیاست‌های مختلف برداشت نیز درنظر گرفته شود.

۵ـ۳ : روشهای برداشت

یک سیاست برداشت بدون ارائه راه‌کارهایی در مورد نحوه اعمال آنها ، هیچگونه ارزشی نخواهد داشت. معمولاً اتخاذ تصمیم در مورد مثلاً ثابت نگاهداشتن میزان مرگ و میر ساده است ، اما مهمتر از آن ، تصمیم در مورد نحوه اجرای آن است. از لحاظ نظری تصمیم به حفظ یک ذخیره مولد ثابت نسبتاً ساده است اما پایش آن و اعمال مدیریت سالانه برای نیل به این هدف است که ممکن است بسیار پرهزینه باشد. در این قسمت سعی خواهد شد تا مزیت‌های برخی از روشهای عملی برداشت و رابطه آنها با سیاستهای موردنظر مورد بررسی قرار گیرد.

روشهای مختلف برداشت که معمولاً در ماهیگیری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند در زیر نام برده شده‌اند :

* محدودیتهای ابزاری (اندازه چشمه و طول تورها ، اندازه قفس ، شناورها و غیره)
* طول فصل صید
* تعداد ابزار صید (تعداد قفس‌ها ، تعداد شناورها و غیره)
* محدودیت تلاش صید (کنترل تعداد سفرها)
* سهمیه صید سالانه (برای تمامی ناوگان یا هر یک از شناورها)
* محدودیت اندازه ماهیهای صید شده

در اغلب ماهیگیری‌ها تعدادی از روشهای بالا بکار گرفته می‌شوند. تنها تعداد بسیار معدودی از ماهیگیری‌ها وجود دارند که در آنها هیچگونه محدودیتی در ابزار صید وجود ندارد. از نظر تاریخی ، طول فصل صید معمول‌ترین روش بکار برده شده است ، اما در اغلب موارد کوتاه و کوتاه‌تر کردن فصل صید نمی‌تواند موجب کاهش صید شود. اخیراً بمنظور کاهش مرگ و میر صیادی در ذخایری که تحت بهره‌برداری شدید قرار دارند ، مدیران تمایل بیشتری به محدود نمودن تعداد ابزار صید و تعیین سهمیه صید (در اغلب موارد هر دو با هم) نشان

1- Sashimi

می‌دهند. البته تمایلی نیز در جهت تعیین سهمیه صید سالانه وجود دارد زیرا اعمال محدودیت برای تعداد ابزار صید در بیشتر موارد موجب کاهش فشار صید نمی‌شود.

چگونگی رفتار ماهیگیران نیز یکی از عوامل کارآیی روش اتخاذ شده می‌باشد. برای مثال، بسیاری از مدیران با پیش‌فرضی نادرست گمان می‌کنند که کاهش ۳۰ درصدی طول فصل صید موجب ۳۰ درصد کاهش مرگ و میر صیادی می‌شود. در حالیکه این روش حتی در صورت مؤثر بودن، تنها اثر بسیار اندکی بر مرگ و میر صیادی دارد زیرا در این حالت صیادان در فصل مجاز به صید بیشتری (نسبت به قبل) می‌پردازند. نمونه بسیار حاد این مسئله را می‌توان در صید کفشک [1] اقیانوس آرام دید که فشار صیدی که قبلاً در طی ۶ ماه اعمال می‌شد امروزه در تنها دو روز (یعنی تمام فصل صید) اعمال می‌گردد. اما با وجود تعدد روشهای اجرایی مختلف، چگونه می‌توان یک سیاست اجرایی معین را محقق نمود؟ پاسخ این است که روش انتخاب شده تا حد زیادی به ماهیت ماهیگیری (ساختار فیزیکی و زمانی آن) بستگی داشته و نیازمند شناخت ویژگیهای آن می‌باشد. بعنوان نمونه، ماهیگیری را در نظر بگیرید که سیاست $F_{0.1}$ برای آن مورد استفاده قرار گرفته و مدیران بدنبال راهی برای نیل به میزان بهره‌برداری مطلوب هستند. یک راه معمول این است که با استفاده از روش تجزیه و تحلیل صید در سن، اندازه فعلی ذخیره را بدست آورد و سپس برای بدست آوردن مقدار مجاز قابل برداشت، آنرا در ضریب بهره‌برداری موردنظر برای هر سال ضرب نمود، چنانچه میزان توده زنده ۷۰۰۰۰۰ تن برآورد شود و ضریب بهره‌برداری مطلوب ۱۲٪ باشد، میزان کل صید قابل برداشت (TAC) ۸۴۰۰۰ تن خواهد بود. این مسئله بسیار ساده و قابل درک است، اما رقم ۷۰۰۰۰۰ تن برای توده زنده تنها یک تخمین است و می‌تواند دارای خطای قابل توجهی نیز باشد. بعلاوه، میزان صید واقعی نیز ممکن است بالاتر از حداکثر میزان تعیین شده باشد.

با درنظر گرفتن احتمال بروز خطا در برآوردها، چنانچه توده زنده بیش از میزان واقعی برآورد شود، میزان TAC نیز بسیار بیشتر از حد واقعی خواهد بود که می‌تواند آثار بلندمدتی بر اندازه ذخیره در آینده داشته باشد. اگر برآورد توده زنده بسیار مشکل باشد و احتمال صید بی‌رویه نیز وجود داشته باشد، بهتر است روشی ساده‌تر، شامل ثابت نمودن طول فصل صید یا ثابت گرفتن تلاش صید بکار برده شود، زیرا این روشها حداقل موجب ثابت نگاهداشتن میزان برداشت خواهند شد، مگر آنکه با کاهش ذخیره، قابلیت صید افت شدیدی یابد. برای

1- Halibut

جدول ۵ـ۱ : مزیت نسبی روشها و سیاستها ، هنگامی که اندازه ذخیره نامشخص باشد.

سیاست	روش		
	TAC	محدودیت زمانی	محدودیت تلاش
ـ فرار ثابت (Fixed escapement)	بدترین	بهترین	متوسط
ـ میزان برداشت ثابت	بدترین	متوسط	بهترین
ـ سهمیه	بهترین	بدترین	متوسط

جدول ۵ـ۲ : آثار عدم قطعیت در اندازه ذخیره ، قابلیت صید و تلاش بر روشهای مختلف

اثر عدم قطعیت در برآورد	اثر عدم قطعیت بد		
	TAC	محدودیت زمانی	محدودیت تلاش
ـ اندازه ذخیره	ذخیره بیشتر برداشت بیشتر	ذخیره کمتر برداشت کمتر	میزان برداشت‌ثابت
ـ قابلیت صید	هیچ	قابلیت صیدبیشتر میزان برداشت‌بالاتر	قابلیت صیدبیشتر میزان برداشت بالاتر
ـ تلاش	هیچ	تلاش بیشتر میزان برداشت‌بالاتر	هیچ

مثال رفتار احتمالی ماهیگیران در صورت ثابت بودن طول فصل صید و وجود صید انواعی دیگر یا فرصتهای شغلی دیگر را در نظربگیرید. از جنبه‌های نظری ، ثابت بودن طول فصل صید موجب ثابت ماندن تلاش صیادی و مرگ و میر صیادی می‌شود ، اما چنین چیزی بندرت امکان دارد. اگر فراوانی ذخیره کم باشد یا قیمت پایین باشد و یا قابلیت صید اندک باشد ، صیادان احتمالاً به انواع دیگر صید یا حرفه‌های دیگری جلب می‌شوند و مرگ و میر واقعی صیادی کمتر از معمول خواهد بود. اما چنانچه فراوانی ذخیره بطور غیرمعمولی بالا باشد یا قیمت فروش

خوب باشد، ماهیگیران تمایل به صید بیشتری داشته و میزان بهره‌برداری بیش از انتظارخواهد بود. در چنین وضعیتی، یک رابطه مطلوب میان ضریب بهره‌برداری واقعی و اندازه ذخیره وجود خواهد داشت: اگر فراوانی ذخیره بالا باشد، بیشتر مورد بهره‌برداری قرار خواهد گرفت که درست نقطه مقابل چیزی است که با استفاده از TAC بدست می‌آید.

جدول ۵ـ۱ رابطه کلی میان سیاست موردنظر و روشهای اتخاذ شده هنگامی که فقط در مورد اندازه ذخیره عدم قطعیت وجود دارد، را نشان می‌دهد. اما متأسفانه علاوه بر اندازه ذخیره، در مورد قابلیت صید و تلاش مورد انتظار نیز اطمینان چندانی وجود ندارد. چنانچه اندازه ذخیره مشخص باشد، روش TAC بهتر از اعمال محدودیت در فصل یا تلاش صید خواهد بود (صرفنظر از سیاستی که اتخاذ می‌شود).

در جدول ۵ـ۲ آثار وجود عدم قطعیت در مورد اندازه ذخیره، قابلیت صید و تلاش مورد انتظار بر روشهای مختلف برداشت نشان داده شده است. هنگامی که اندازه ذخیره بخوبی مشخص باشد، صید تا سقف TAC روشی مؤثر برای همه سیاستها می‌باشد. در صورتی که قابلیت صید کاملاً مشخص باشد، اعمال محدودیت تلاش بسیار مؤثر می‌باشد. هنگامی که تلاش بخوبی معین شده باشد، توصیه یک روش خاص بسیار مشکل است زیرا در این وضعیت انتخاب روش مناسب وابسته به میزان عدم قطعیت در مورد اندازه ذخیره و قابلیت صید است. در ماهیگیری‌های واقعی، اندازه ذخیره، قابلیت صید و تلاش مورد انتظار، همگی نامشخص هستند. در این وضعیت، انتخاب روش مناسب به عدم قطعیت نسبی در هر یک از کمّیّتهای فوق بستگی دارد و شبیه‌سازی می‌تواند برای مقایسه روشهای مختلف مفید واقع شود.

۵ـ۴ : اجرا

روشهای برداشت مختلف دارای سطوح متفاوتی از نیازها، هزینه‌ها و قابلیت اطمینان اجرایی هستند. اعمال سهمیه صید سالانه (TAC) بیش از روشهای دیگر نیازمند اطلاعات بوده و اجرای آن گرانتر از روشهای دیگر است. در این روش میزان کل صید را می‌توان از طریق نمونه‌برداری و با استفاده از ضرب نمودن صید متوسط در تعداد کل شناورهای ورودی محاسبه نمود. همچنین تعداد شناورهای موجود در دریا و میزان صیدی که در اختیار دارند نیز برآورد می‌شود و هنگامیکه مجموع دو مقدار فوق برابر با TAC شود، صید ممنوع می‌شود. برنامه تخمین میزان صید نیاز به وجود سازمان بندری و انجام نمونه‌برداری دقیق دارد که این امر می‌تواند مستلزم هزینه بالایی باشد.

خطای روش TAC می‌تواند ناشی از هر یک از بخشهای فوق باشد. احتمال گزارش نادرست میزان صید یا تصادفی نبودن عملیات نمونه‌برداری وجود دارد و همچنین، ممکن است صید متوسط شناورهایی که در دریا هستند نیز کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی باشد. چنانچه تعداد شناورها یا مراکز تخلیه صید بسیار زیاد باشد، منابع خطا و هزینه‌های اجرا بسیار بالا خواهند بود.

اجرای محدودیت تلاش آسانتر است، اگرچه در این روش نیز پایش مشابهی در مورد تلاش صیادی اجرا می‌شود (شناورهای موجود در دریا، شناورهای تخلیه شده و غیره)، محدودیت تلاش نیازی به نمونه‌برداری از صید تخلیه‌شده ندارد. بنابراین اجرای این روش هزینه و منابع خطای کمتری دارد. اعمال محدودیت فصل صید از روشهای قبلی آسانتر است زیرا تنها به اعمال مؤثر فصل صید بستگی دارد. این خصوصیت باعث گستردگی استفاده از آن در سراسر جهان شده است. در برخی موارد، از این روش به همراه پایش کلی تلاش صید برای مقابله با تغییرهای غیرمنتظره در زمان‌بندی و سطح فشار صید در هنگام فصل آزادی صید استفاده می‌شود.

در بعضی از موارد می‌توان با استفاده از ویژگیهای زیستی الگوی مهاجرت به همراه فصول صید زمانی ـ مکانی، به میزان بهره‌برداری نسبتاً دقیقی دست یافت. برای مثال در بخشی از ماهیگیری آزاد اقیانوس آرام، مدتهای زیادی است که صید چند روز در هفته ممنوع بوده و محدودیت‌هایی در وسعت صیدگاهها وجود دارد تا اطمینان حاصل شود که بخشی از ماهیها جهت تخم‌ریزی، از صید شدن در امان می‌مانند. در مورد ماهیها و بی‌مهرگانی که دارای مهاجرتهای فصلی یا رشدی هستند، می‌توان با اعمال ممنوعیت‌های مکانی و زمانی، افراد جوانتر (در نوزادگاهها) و بالغ‌ها را تحت محافظت قرار داد. با این حال، روشهایی که براساس محدودیت‌های مکانی ـ زمانی براساس جابجایی‌های جانوران هستند، بعلت متغیر بودن شرایط محیطی که عامل مهاجرت یا پراکنش هستند، نتایج مختلفی به بار می‌آورند. به همین علت این گونه روشها باید با عملیات پایش و اقدامات ضروری در صورت بروز فوریت‌های خاص، پشتیبانی شوند.

مهمترین مسئله‌ای که در مورد سیاستها و روشهای برداشت وجود دارد این است که بخوبی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند. در اغلب موارد امکان انجام مقایسه‌های دقیق میان سیاستهای مختلف وجود ندارد و هیچگونه اطلاعاتی نیز در مورد رابطه میان نحوه اجرا و عملکرد مورد انتظار از سیاستها در دست نمی‌باشد. سیاستی که تنها در صورت تعیین دقیق

اندازه ذخیره و کنترل دقیق میزان تلاش موفق است ، راه‌کاری خطرناک خواهد بود و باید در پی سیاستهایی بود که نه تنها نسبت به عدم قطعیت‌های زیستی ، بلکه به مشکلات عملی اجرا نیز حساسیت چندانی نداشته باشند. بدین ترتیب هیچگاه نمی‌توان گفت چه سیاستهایی بهترین هستند ، زیرا اهداف و روشهای بالقوه برای کنترل ماهیگیری‌ها چنان متنوع و گسترده‌اند که نمی‌توان هیچگونه حکم کلی در این زمینه صادر نمود. با این حال بنظر می‌رسد سیاستهای «اندازه ذخیره ثابت» ، علیرغم وجود جنبه‌های نظری متعددی که مطلوب بودن آنها را نشان می‌دهند ، ندرتاً مناسب بوده‌اند. ظاهراً در این زمینه ، نوسان‌های موجود ، اهمیت هم‌سنگ با میزان صید متوسط دارند و این فرضیه‌ها که میزان MSY دقیقاً مشخص است و پویایی‌شناسی جمعیت کاملاً شناخته شده است تقریباً هیچگاه صادق نیستند . بنظر می‌رسد سیاست $F_{0.1}$ بتواند جایگزین مناسبی برای سیاست ذخیره ثابت باشد ، با این حال نباید میزان $F_{0.1}$ را کورکورانه پذیرفت و مقایسه سیاستهای مختلف برای فرضیه‌های مختلف زیستی ضروری است .

سیاستهای برداشت دوره‌ای وابسته به جنس و اندازه‌ای ، احتمالاً کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند ، در حالیکه می‌توانند راه‌کارهایی قوی بوده ، و در صورت مناسب بودن شرایط زیستی و اقتصادی ، سیاستهای عالی باشند.

۵ـ۵ : بهینه‌سازی [1]

روشهای بهینه‌سازی برای یافتن بهترین طرح ، در صورت مشخص بودن : (۱) هدف کمّی معین ، (۲) مدل پویایی‌شناسی جمعیت موردنظر ، و (۳) انواع اقدام‌های مدیریتی ممکن ، مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک نمونه از مسائل بهینه‌سازی که در ماهیگیری‌ها مطرح است ، محاسبه اندازه چشمه تور و تلاش صیادی است ، بنحوی که بتوان حداکثر تولید (زیستی یا اقتصادی) را بدست آورد. نتایج یک روش بهینه‌سازی را نمی‌توان بعنوان توصیه‌های مدیریتی محسوب نمود بلکه باید از آنها برای طراحی سیاستهای مدیریتی استفاده نمود. چنانچه این روش بخوبی مورد استفاده قرار گیرد ، می‌تواند برای پیشنهاد انواع سیاستهای مدیریتی مختلف که قبلاً در نظر گرفته نمی‌شدند ، مورد استفاده قرار گیرد. در اینجا چند روش بهینه‌سازی شرح داده می‌شوند .

1- Optimization

تعادل یا پس‌نورد ؟

بهینه‌سازی مجموعه‌ای از دستورالعملها در مورد نوع اقدام‌های ممکن بدست می‌دهد که می‌توانند به شکل یک سیاست تعادلی غیر وابسته به وضعیت ذخیره ، و یا وابسته به ذخیره بصورت پس‌نورد باشند. راه‌حل حالت تعادلی برای مسئله چشمه تور ـ مرگ و میر صیادی شامل توصیه یک چشمه و مرگ و میر برای تمامی اندازه‌های ممکن ذخیره خواهد بود که روش Y/R بطور سنتی چنین راه‌حلی را ارائه می‌نماید. اما در حالت پس‌نورد ، چشمه تور و مرگ و میر بصورت تابعی از اندازه ذخیره ارائه خواهند شد. در این حالت ممکن است یکی از سیاستهای مناسب برای به حداکثر رساندن صید ، این باشد که هنگامی که ذخیره کوچک است ، هیچ صیدی صورت نگیرد. شناخته‌شده‌ترین سیاست پس‌نوردی که از روش بهینه‌سازی بدست می‌آید سیاست ثابت نگاهداشتن ذخیره یا فرار ثابت[1] است که در زمانی که انداه ذخیره کمتر از یک سطح مشخص است ، برداشت را متوقف می‌نماید و در صورتی که ذخیره بیشتر از این حداقل باشد ، اجازه برداشت تمامی مقدار مازاد را می‌دهد.

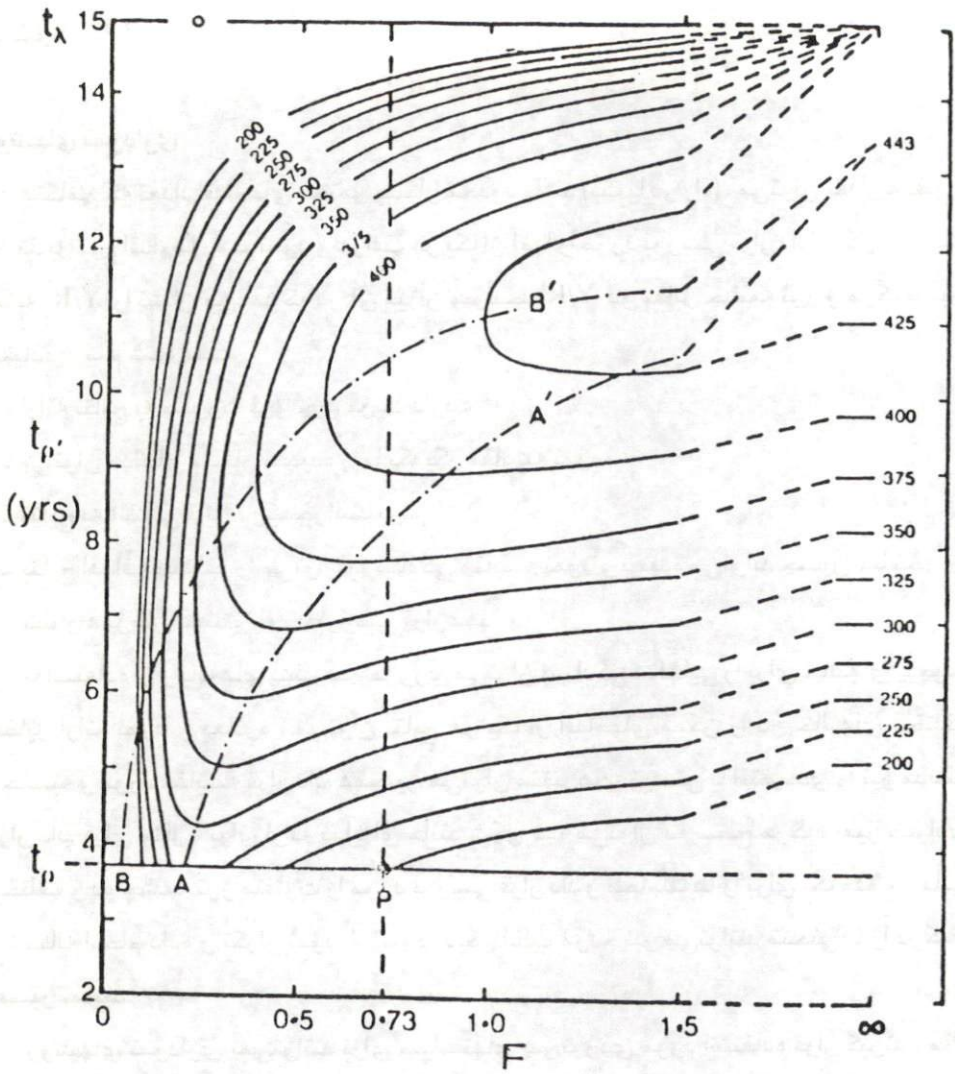
انجام محاسبه‌های سیاستهای تعادلی بسیار ساده‌تر از سیاستهای پس‌نورد می‌باشند. زیرا حالتهای مختلف را در شرایط مختلف ذخیره درنظر نمی‌گیرند ، اما بعلت ماهیت بسیار متغیر عوامل زیستی ، اقتصادی و اجتماعی ماهیگیری‌ها ، سیاستهای تعادلی دارای کاستی‌های زیادی هستند.

روشهای تحلیلی

دقیق‌ترین روش برای تعیین بهترین سیاست صید ، استفاده از تحلیل‌های ریاضی است که تا قبل از ورود رایانه‌ها به عرصه ارزیابی ذخایر ، تنها روش قابل استفاده نیز بودند. برای سیاستهای تعادلی با روشهای تحلیلی می‌توان در مورد مطلوب‌ترین ترکیب اقدامات موردنیاز برای نیل به اهداف موردنظر تصمیم‌گیری نمود که این کار از طریق بررسی نتایج هر یک از اقدامات محتمل انجام می‌شود. نتیجه‌ای که از تحلیل‌های ریاضی بدست می‌آید ، معمولاً بشکل معادله‌ای است که به محاسبه‌های عددی نیاز دارد.

اما راه‌حل‌های تحلیلی برای سیاستهای پس‌نوردی بسیار پیچیده هستند . روشهای تحلیلی تنها قادر به کمک در شرایطی هستند که اندازه ذخیره را بتوان تنها با یک عدد مشخص نمود و

1- Fixed escapement



شکل ۵ـ۲ : منحنی‌های Y/R که میزان متوسط تولید بازای بازسازی را در سطوح مختلف مرگ و میر صیادی و سن ورود به ماهیگیری نشان می‌دهند.

بعلاوه ، پویایی جمعیت نیز دقیقاً مشخص و معین باشد. مسائلی شامل ساختارهای پیچیده سنی ، وجود بیش از یک ذخیره ، میزان درآمد و اندازه ذخیره ، هیچ راه‌حل تحلیلی ندارند. بنظر می‌رسد روشهای تحلیلی نتوانند ابزاری مفید برای افراد درگیر با ارزیابی و مدیریت ماهیگیری‌ها باشند و اغلب مسائل بهینه‌سازی امروزه با روشهای عددی و نموداری ارائه

می‌شوند.

روشهای نموداری

هنگامی که تعداد اقدام‌های محتمل بسیار محدود باشد (یک یا دو راه)، می‌توان مقدار هدف را در مقابل نوع اقدام‌ها رسم نمود و عواقب هر یک از آنها را مورد بررسی قرار داد. شکل ۵ـ۲ یک نمایه Y/R را نشان می‌دهد که در آن میزان متوسط Y/R در مقابل چشمه تور و مرگ و میر صیادی رسم شده است.

ارائه نتایج به صورت فوق چند مزیت دارد:

۱ـ می‌توان مدلهای بسیار پیچیده را با یکدیگر مقایسه نمود.

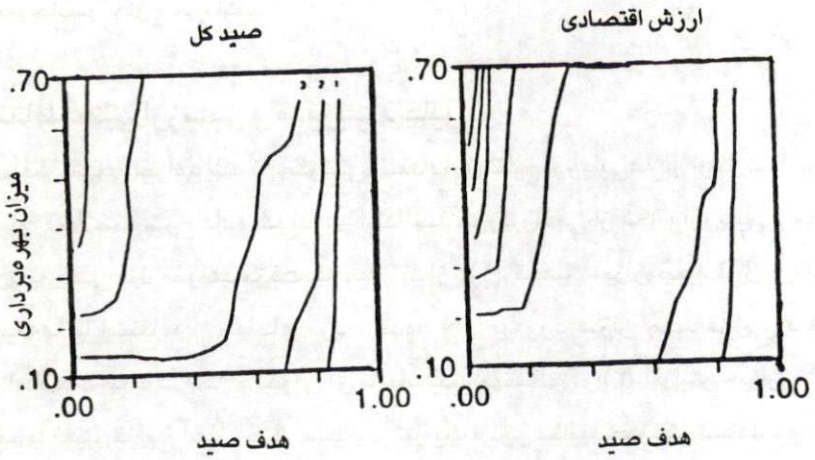
۲ـ نتایج به آسانی قابل درک خواهند بود.

۳ـ نتایج اهداف مختلف را می‌توان به سادگی مقایسه نمود و بیننده می‌تواند چندین شاخص را بطور همزمان ببیند و مورد بررسی قرار دهد.

با استفاده از رایانه‌های پیشرفته امروزی می‌توان بسادگی مدلهایی را برای حالتهای پیچیده ذخایر ارائه نمود و بعلاوه، می‌توان نتایج هر یک از اقدامهای ممکن را در حالتهای مختلف محاسبه و مورد مقایسه قرار داد. همچنین می‌توان متغیرهای زیستی یا اقتصادی را نیز مدنظر قرار داد. برای مثال، برای ارائه نمایه‌ای مانند شکل ۵ـ۲ می‌توان ده سطح مرگ و میر صیادی مختلف و ده چشمه تور متفاوت را مورد بررسی قرار داد و محاسبه‌ها را برای یک مقطع زمانی ۵۰ ساله انجام داده و تکرار نمود. از سوی دیگر اغلب مردم نیز می‌توانند منحنی‌ها را درک و تفسیر نمایند.

روشهای نموداری نمی‌توانند برای سیاستهای پس‌نوردی مورد استفاده قرار گیرند، مگر اینکه یکی از محورهای مختصات شامل ضرائبی حاوی یکی از حالتهای پس‌نوردی باشد. مثال ارائه شده در شکل ۵ـ۳ نیز در حالت تعادلی درنظر گرفته شده است و در آن اندازه ذخیره و مرگ و میر صیادی به اندازه ذخیره بستگی ندارند. اما بهرحال می‌توان از روشهای نموداری برای ارزیابی سیاستهای پس‌نوردی مختلف نیز استفاده نمود. بجای استفاده از مرگ و میر صیادی در یکی از محورها می‌توان از «اندازه ذخیره» استفاده نمود. شکل ۵ـ۳ صید متوسط یک سیاست برداشت دوره‌ای را نشان می‌دهد که در آن حداقل اندازه ذخیره و ضریب بهره‌برداری در هنگام برداشت گنجانده شده است.

همانگونه که در شکل ۵ـ۳ دیده می‌شود ارائه نموداری چند سیاست پس‌نوردبه منحنی‌های



شکل ۵ـ۳ : صید متوسط در سیاستهای برداشت دوره‌ای ، و میزان بهره‌برداری در هنگام انجام صید .

متعددی نیاز دارد. در این شکل صید کل و ارزش خالص آن (ارزش صید منهای هزینه‌های نسبی تلاش صید) که از شبیه‌سازی ۵۰ ساله یک مدل سنی بدست آمده است نشان داده شده که در آن ، ماهیها در سنین ۱ تا ۳ نسبت به ابزار صید آسیب‌پذیر می‌شوند ، اما تا ۴ سالگی رشد سریعی دارند. در این مورد ممکن است بهترین سیاست برداشت ، سیاست دوره‌ای باشد . در این مورد یک سیاست پس‌نوردی می‌تواند بدین صورت باشد : هر گاه اندازه ذخیره بیشتر از Y باشد ، برداشت با ضریب بهره‌برداری X مجاز است اما اگر اندازه ذخیره کمتر از Y باشد ، نباید برداشت صورت گیرد. در اینجا دو متغیر X و Y وجود دارد و بنابراین سیاست فوق از نوع سیاست پس‌نورد است زیرا اندازه ذخیره ، میزان بهره‌برداری را تعیین می‌کند.

مهم‌ترین محدودیت روشهای نموداری ، تعداد محورها است ، زیرا هر بار تنها می‌توان دو متغیر و ارتباط آنها را نشان داد. در صورتی که تعداد متغیرها بیشتر باشد (مثلاً محدودیت‌های اندازه‌ای در صید تجارتی و ورزشی به همراه طول فصل صید) ، باید از منحنی‌های بیشتری استفاده نمود که در این صورت مزیت مهم این روشها ، یعنی ساده‌بودن تفسیر آنها ، دیگر قابل

دستیابی نخواهد بود.

در زمینه بهینه‌سازی ، روشهای پیچیده دیگری نیز وجود دارد که ذکر تمامی آنها از حوصله متن حاضر خارج می‌باشد.

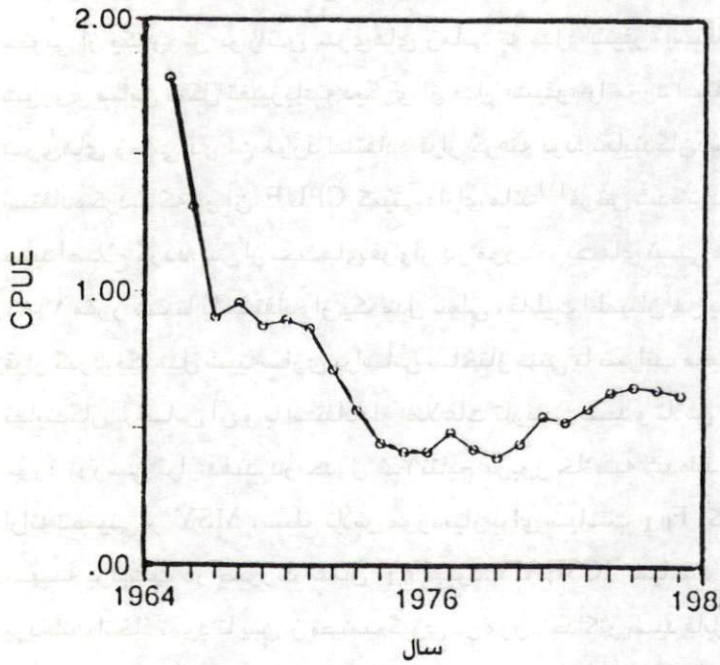
۵ـ۶ : ارتباط عملی ارزیابی و مدیریت ذخایر

در این بخش سعی خواهد شد تا چگونگی استفاده از نتایج ارزیابی‌ها در ارائه سیاست‌های مدیریتی بطور خلاصه شرح داده شوند. در ابتدا چند مورد واقعی از نحوه ارزیابی و مدیریت ذخایر مورد بررسی قرار خواهد گرفت که عبارتند از : (۱) تخمین میزان صید قابل برداشت و تعیین سهیمه‌ها با استفاده از مدلهای توده زنده ، (۲) برآورد میزان صید قابل برداشت با استفاده از اطلاعات صید در سن و اجرای آن با سیستم سهمیه‌ای ، و (۳) افزایش میزان Y/R از طریق تنظیم یا تغییر تاریخ آغاز فصل صید . در هر یک از این مثالها چگونگی استفاده و ترکیب راه‌کارهای اجرایی برای بهترین توصیه‌های مدیریتی و موارد اشتباه هر یک شرح داده خواهند شد.

مدلهای توده زنده ـ مثال : Cape Hake

تا قبل از سال ۱۹۹۰ ، کمیسیون بین‌المللی ماهیگیری جنوب شرقی اقیانوس اطلس (ICSEAF) مدیریت ذخایر ماهی Cape Hake را در سواحل آنگولا ، نامیبیا و افریقای جنوبی برعهده داشت که در اینجا عملکرد این ماهیگیری مورد بررسی قرار خواهد گرفت. خصوصیت منحصربفرد این ماهیگیری صید همزمان دو گونه *Merluccius capensis* و *M. paradoxus* است که بعلت مشکل بودن تمایز آنها از یکدیگر ، اطلاعات آنها در هم ادغام شده است. بدین ترتیب این ماهیگیری چندگونه‌ای مجموعاً بعنوان یک واحد درنظر گرفته شده است.

اطلاعات ـ شناورهای چندین کشور شامل اسپانیا ، لهستان ، آفریقای جنوبی و شوروی سابق به صید Cape Hake توسط تورهای کفروب می‌پردازند و هر یک از آنها اطلاعات صید و تلاش مربوط به خود را جمع‌آوری و ثبت می‌نماید. اطلاعات تلاش استاندارد شده ، و به دبیرخانه ICSEAF در مادرید ارسال می‌شوند. منطقه تحت مدیریت ICSEAF در ابتدا به چند ناحیه تقسیم شد که بعداً برای انجام تجزیه‌تحلیل‌ها ، برخی از آنها در یکدیگر ادغام شدند. کمیسیون از اطلاعات ناوگان اسپانیا بعنوان شاخص فراوانی استفاده می‌کرد. روند تغییرهای



شکل ۵ـ۴ : مقادیر CPUE ناوگان اسپانیا برای صید Cape hake در نواحی ۳ـ۱ و ۴ـ۱

CPUE ناوگان اسپانیا برای نواحی ۳ـ۱ و ۴ـ۱ در شکل ۵ـ۴ نشان داده شده است. روندهای CPUE موجود در ناوگان لهستان کاملاً با ناوگان اسپانیا متفاوت بود و توسط ICSEAF نادیده گرفته شد.

روشها ـ اطلاعات صید و تلاش با استفاده از مدلهای توده زنده [1] تجزیه و تحلیل شدند. نمایندگان کشورهای اسپانیا، آفریقای جنوبی و شوروی سابق هر یک استفاده از مدلها وروشهای متفاوتی برای برآوردها را پیشنهاد نمودند. پس از بحث در مورد هر یک از روشهای پیشنهادی، کمیته علمی ICSEAF اختلاف‌نظر آنها را بررسی نموده و توصیه‌هایی براساس

1- Biomass Dynamic Models

اعمال سهمیه صید ارائه نمود.

تا حدود سال ۱۹۸۷ ، تعداد زیادی از نمایندگان از مدل «فاکس» استفاده می‌کردند اما در سالهای آخر دهه هشتاد ، همگی انواعی از مدلهای توده زنده را بکار بردند. نمایندگان آفریقای جنوبی از یک روش برازاندن سری‌های زمانی به مدل «شیفر» استفاده کردند ، اما نمایندگان شوروی سابق شکل تغییریافته دیگری از مدل «شیفر» را مورد استفاده قرار دادند که باز هم سری‌های زمانی در آن مورد استفاده قرار گرفته بود. نمایندگان اسپانیایی از مدل متفاوتی استفاده کردند که در آن CPUE کمّیّتی دارای ماند [1] فرض شده بود که می‌تواند توسط تلاش صید اصلاح گردد. پس از بحث‌های فراوان در مورد مزیت‌های نسبی هر یک از روشها ، در سال ۱۹۸۹ مقرر شد تا با استفاده از یک مدل عملی ، قابلیت اطمینان هر یک از مدلها مورد بررسی قرار گیرد. یک مدل شبیه‌سازی براساس ساختار سنی با ضرائب معین طراحی شد تا هر یک از نمایندگان براساس آن و با استفاده از اطلاعات تاریخی صید و تلاش ، دقت ارزیابی‌های خود را مورد بررسی قرار دهند. در جدول ۵ـ۳ نتایج مزبور خلاصه شده‌اند ، نتیجه هر یک از روشها ارائه تخمینی از MSY ، سطح تلاش موردنیاز برای سیاست $F_{0.1}$ (که $F_{0.1}$ نامیده می‌شود) و سهیمه برداشت در صورت اعمال $F_{0.1}$ بود. ICSEAF سیاست $F_{0.1}$ را بعنوان سیاست برداشت اتخاذ نمود تا پس از تصمیم‌گیری در مورد حداکثر صید قابل برداشت (TAC) با این سیاست ، اقدامهای سیاسی برای اختصاص سهمیه هر یک از اعضاء انجام گیرند . در شکل ۵ـ۵ کل فرآیند ارزیابی و مدیریت نشان داده شده است.

خطاها ـ ICSEAF در سالهای دهه ۱۹۶۰ به منظور حفظ این ذخیره و در پی کاهش CPUE تأسیس شد که پس از تشکیل ، سهمیه‌های صید ارائه شده از سوی آن بسیار کمتر از میزان صید قبلی بود. پس از اتخاذ این سیاست ، CPUE (حداقل برای ناوگان اسپانیا) مجدداً افزایش یافت. بنابراین بنظر می‌رسد در این مورد روشهای علمی و سیاسی بکار گرفته شده واقعاً مؤثر بوده‌اند. اما این موفقیت ظاهری تماماً به این بستگی دارد که فرضیه‌های مربوط به متناسب بودن CPUE با فراوانی ، در ناوگان اسپانیا صحیح باشندو CPUE در پاسخ به کاهش صید افزایش یافته باشد ، نه در اثر فرآیندهای طبیعی . بدین ترتیب بدون در دست داشتن تخمین‌های مستقلی از فراوانی واقعاً نمی‌توان اطمینان یافت که سیاستهای ICSEAF موفقیت‌آمیز

1- Inertia

بوده‌اند.

تجزیه و تحلیل صید در سن : کفشک اقیانوس آرام [۱]

کفشک اقیانوس آرام *(Hippoglossus stenolepid)* در سواحل غربی کانادا و آمریکا بصورت مشترک و تحت پیمانی بنام کمیسیون بین‌المللی کفشک اقیانوس آرام (IPHC) مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. پس از کاهش صید در دو دهه اول قرن بیستم ، IPHC بمنظور اصلاح این مسئله تشکیل شد و از روش اعمال فصل ممنوعیت صید (پس از ۱۹۳۰) و تعیین سهمیه صید در نواحی مختلف استفاده نمود.

اطلاعات ـ داده‌های صید ، صید در سن و تلاش صیادی تجاری با تمامی جزئیات در اختیار IPHC قرار دارد و بعلاوه ، مطالعات علامتگذاری و گشت‌های تحقیقاتی بمنظور بررسی تغییر کارایی ابزار صید نیز انجام گرفته است. برای مثال ، در اوائل دهه ۱۹۸۰ ، ماهیگیران نوع قلابهای مورد استفاده در رشته قلابهای خود را تعویض نمودند و قلابهای جدید قدرت صید را تا دو برابر افزایش می‌داد. یک پایگاه اطلاعاتی کامل شامل داده‌های صید در سن و صید بازای واحد تلاش در اختیار IPHC قرار دارد که تنها شکافهای اصلی آن ، خلاءهای اتفاقی و صید گزارش نشده کفشک توسط دیگر ابزار صید می‌باشند.

روشها ـ محققین IPHC ذخایر موجود را هر ساله به سه روش برآورد می‌نمایند : (۱) تجزیه و تحلیل صید در سن با استفاده از نرم‌افزار CAGEAN ، (۲) تجزیه و تحلیل صید در سن که شامل جابجایی‌های ماهیها در نواحی مختلف IPHC است ، و (۳) تجزیه و تحلیل CPUE . بدین ترتیب IPHC با استفاده از خروجی نرم‌افزار فوق ، برآوردی از فراوانی کفشک‌ها در تمامی نواحی ارائه می‌نماید.

سیاست IPHC براساس برداشت ثابت ۳۵٪ توده زنده قابل برداشت بوده است. هنگامی که فراوانی ذخیره مشخص شد ، کمیته علمی پیشنهادهای خود را به مسئولین سیاسی دو کشور ارائه می‌دهد که معمولاً مورد قبول آنها واقع شده و سهمیه‌های خاص هر ناحیه اعمال می‌شود.

خطاها ـ یکی از مزایای روش صید در سن این است که می‌تواند بخوبی وقایع گذشته را تفسیر نماید ، اما مسئله این است که قدرت برآوردهای این روش در مورد آینده ، بخوبی قدرت آن در

1- Pacific halibut

جمع‌آوری کلیه اطلاعات صید و تلاش هر کشور

⇓

جمع‌بندی و تبادل اطلاعات میان کشورهای مختلف

⇓

تخمین نمایندگان هر کشور از میزان ذخایر موجود، MSY و $E_{0.1}$

⇓

ارائه پیشنهاد در مورد سهمیه هر کشور براساس ارزیابی‌های آنها، از سوی کمیته علمی ICSEAF

⇓

کمیسیون ICSEAF سهمیه را مشخص نموده و به ماهیگیری‌ها ابلاغ می‌نماید

⇓

صید شناورها در منطقه تا رسیدن به سقف سهمیه تعیین شده

شکل ۵ـ۵ : مراحل جمع‌آوری اطلاعات و تصمیم‌گیری برای Cape hake

جدول ۵ـ۳ : تخمین‌های ضرایب مدیریتی انجام گرفته توسط اسپانیا، شوروی سابق و آفریقای جنوبی در ناحیه ۳ـ۱ و ۴ـ۱ برای صید *Cape hake* در سال ۱۹۸۹. مقادیر MSY و $TAC_{0.1}$ به هزار تن، و $E_{0.1}$ به هزار روز تلاش شناور استاندارد بیان شده‌اند.

روش	MSY	$E_{0.1}$	$TAC_{0.1}$
آفریقای جنوبی	۲۵۷	۳۷۶	۲۵۵
اسپانیا	۳۰۱	۷۳۰	۴۰۸
شوروی سابق	۲۵۵	۴۰۹	۲۶۶

تفسیر وقایع گذشته نمی‌باشد. کارشناسان IPHC برای تخمین مرگ و میر نهایی [1] شدیداً به اطلاعات CPUE وابسته بودند ، اما اشتباه آنها (که بعداً به آن پی برده شد) این بود که یک افزایش شدید در مرگ و میر صیادی در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ وجود داشت که تا اوایل سالهای دهه ۱۹۸۰ تشخیص داده نشد در حالیکه این مرگ و میر در محاسبه‌ها مورد استفاده قرار گرفته بود. ذخیره بشدت در حال نزول بود و کاهش صید تجارتی نیز قادر نبود آنگونه که پیش‌بینی می‌شد ، کاهش ذخیره را جبران نماید. یک نقطه ضعف دیگر این است که IPHC پس از ۶۰ سال جمع‌آوری اطلاعات و مدیریت ذخیره ، هنوز نمی‌تواند عوامل تعیین‌کننده بازسازی و تولید خالص را مشخص نماید. سیاست برداشت ثابت IPHC احتمالاً باعث ایجاد یک ماهیگیری پایدار شده است و IPHC تلاشی برای تغییر آن و برداشت بیشتر نداشته است ، زیرا هنوز مشخص نیست که آیا نوسان‌های بلندمدت بازسازی در اثر عوامل وابسته به تراکم هستند یا عوامل اقیانوسی . بعلاوه ، بطور دقیق نمی‌توان گفت که آیا می‌توان در صورتی که فرضیه وابسته به تراکم بودن بازسازی صحیح باشد ، سطح بهره‌برداری را افزایش داد؟

روش Y/R : میگوهای خلیج کارپنتاریا

صید تجاری میگوهای خلیج کارپنتاریا در استرالیا از اواخر دهه ۱۹۶۰ آغاز شد و در اواسط دهه ۱۹۷۰ پرسش‌هایی در مورد امکان بهره‌برداری بیشتر از ذخایر آنها مطرح گردید و در سال ۱۹۷۷ سیاست ورود محدود به ماهیگیری در پیش گرفته شد. این ماهیگیری با دو مورد بالا متفاوت است زیرا فرض بر این قرار گرفته که وقوع صید بی‌رویه بازسازی [2] غیرمحتمل است و مدیریت و ذخیره باید براساس حداکثر بازده اقتصادی بازای هر فرد بازسازی شده مدیریت گردد.

اطلاعات ـ مهمترین منبع اطلاعاتی برای مدیریت عبارتند از نمونه‌برداری از صید تجارتی و گشت‌های تحقیقاتی . از آنجا که میگوها رفتار تجمعی شدیدی دارند ، بنظر می‌رسد CPUE متناسب با فراوانی نباشد و نمونه‌برداری‌ها عمدتاً بر بررسی اندازه و رشد میگوها متمرکز هستند تا بتوان بهترین زمان و مکان را برای صید و به حداکثر رسانیدن Y/R تعیین نمود.

روشها ـ محققین استرالیایی پیش از آغاز فصل صید (توسط تورهای کفروب) ، رشد میگوها را

1- Terminal F

2- Recruitment overfishing

مورد بررسی قرار داده و با درنظرگرفتن الگوی تلاش صیادی و داده‌های تاریخی رشد ، قادر خواهند بود با تغییر زمان آغاز فصل صید ، به حداکثر تولید بازای افراد بازسازی شده برسند. بخش اعظم صید در دو هفته اول فصل صید انجام می‌گیرد و بنابراین بهترین زمان آغاز صید ، هنگامی است که میگوها به اندازه‌ای برسند که رشد با مرگ و میر طبیعی آنها برابر باشد.

اندازه کل ناوگان در چند سال گذشته ثابت بوده و در حدود زمانی است که از سیاست ورود محدود به ماهیگیری استفاده می‌شد. بنظر نمی‌رسد اندازه ناوگان از نظر اقتصادی مناسب باشد. در عمل نیز ظاهراً آغاز صید کمی زودتر از زمانی است که مدلهای Y/R پیش‌بینی نموده‌اند.

خطاها ـ مهمترین ضعف روشهای Y/R این است که صید بی‌رویه بازسازی را در نظر نمی‌گیرند اما بنظر نمی‌رسد این مسئله در مورد میگوی خلیج کارپنتاریا صادق باشد. یکی از نقاط ضعف دیگر این روش این است که ماهیگیری مزبور از نوع چند گونه‌ای است و در آن دو گونه میگوی ببری بهمراه میگوی موزی صید می‌شود. بنظر می‌رسد صید بی‌رویه بازسازی در مورد میگوی موزی وجود داشته باشد. میزان صید و ارزش آن ، با کاهش نسبت میگوی موزی در صید ، کاهش خواهد یافت.

۵ـ۷ : چرا ارزیابی ذخایر مورد نیاز است

در بخشهای قبلی نقش ارزیابی ذخایر و اهداف مدیریت ماهیگیری‌ها بررسی شد ، چگونگی رفتار ذخایر بهره‌برداری شده و ماهیگیری‌ها مرور شد ، برخی از روشهای تخمین ضرایب برای مدلهای پویایی جمعیت‌ها شرح داده شدند و چگونگی استفاده از آنها برای ارزیابی و تنظیم سیاستهای مدیریتی تشریح گردیدند. اما تمامی این مباحث در سطح بسیار مقدماتی مطرح شدند و در مورد هر یک از این سرفصل‌ها حجم زیادی از فرضیه‌ها ، اصول و تجربیات بدست آمده در مورد آنها هنوز منتشر نشده‌اند. اما این پرسش اساسی همواره مطرح است که آیا ارزیابی ذخایر واقعاً مؤثر است و می‌توان با استفاده از اصول بیان شده ، به اهداف زیستی ، اقتصادی و اجتماعی ماهیگیری‌ها دست یافت ؟

متأسفانه موارد متعددی از نابودی ماهیگیری‌ها وجود دارند : صید نهنگ‌ها ، ساردین کالیفرنیا ، آنچوتای پرو ، شاه‌ماهی دریای شمال [1] و ذخایر دیگر ، نابوده شده یا در معرض

1- North Sea Herring

نابودی قرار دارند.

ارزیابی و مدیریت ذخایر کاری بسیار مشکل می‌باشد که عوامل زیادی موجب اختلال در آن می‌شوند.

روشهای علمی به تکرار و شاهد نیاز دارند. بهترین راه برای بررسی آثار روشهای مختلف ارزیابی و مدیریت ذخایر، مقایسه تکرارهای متفاوت و سیاستهای متنوع با موارد شاهد، همانند مقایسه لوله‌های آزمایش در آزمایشگاه است. اغلب شکست‌ها در مدیریت ماهیگیری‌های اصلی جهان نمونه‌های منحصربفرد هستند که هیچگاه نمی‌توان با اطمینان دریافت که تغییرهای مشاهده شده، آثار سیاستهای مدیریتی اعمال شده بوده‌اند یا خیر؟

بعلاوه، مدیران ماهیگیری‌ها معمولاً پاسخهای رفتاری ماهیگیران به مقررات اعمال شده را نادیده گرفته‌اند، در حالیکه ماهیگیری‌ها از دو بخش اصلی ماهیها و ماهیگیران تشکیل شده‌اند و تمرکز تلاش‌ها بر ماهیها موجب فراموش شدن جنبه دیگر شده است. برای مثال، اشتباه ارزیابی‌های بعمل آمده از ذخایر ماهی کاد در اقیانوس اطلس شمالی این بود که دانشمندان متوجه افزایش کارآیی ماهیگیران که منجر به افزایش میزان صید شده بود، نشدند و آنرا بعنوان نشانه‌ای از افزایش فراوانی قلمداد نمودند. در این مورد عدم درک صحیح رفتار متغیر ماهیگیران، به شکست سامانه ارزیابی و مدیریت منجر گردید. حتی مسائل سیاسی نیز می‌توانند بر نحوه مدیریت ذخایر مؤثر باشند. بهترین ارزیابی‌های ذخایر نیز چنانچه از سوی سیاستمداران اجرا نشوند، کاری از پیش نخواهند برد. موارد بسیاری وجود دارند که در آنها گروههای درگیر ارزیابی ذخایر، علل تغییرها را بدرستی درک ننموده‌اند و براساس آنها توصیه‌های مؤثری به مدیران ارائه داده‌اند، اما یا مورد قبول واقع نشدند، یا بسیار دیر پذرفته شده و یا آنقدر کم اثر به اجرا درآمدند که کارساز نبوده‌اند. بهترین علم‌ها نیز چنانچه در عمل به اجرا درنیایند، محکوم به شکست خواهند بود.

با وجود چنین شرایطی، بدبین بودن چندان دشوار نخواهد بود، اما باز هم جای خوش‌بینی وجود دارد. علیرغم وجود موانعی که در بالا ذکر شدند، هنوز هم امکان انجام ارزیابی و مدیریت ذخایر وجود دارد. بنظر می‌رسد پیشرفت ماهیگیری‌ها در آینده در گروه دو عامل کلی باشد: پیشرفت‌های فنی و اصلاح نگرش‌ها.

در مورد تمامی جنبه‌ها و مسائلی که در فصلهای قبلی ذکر شدند، پیشرفتهای فنی بسیاری انجام گرفته و در حال انجام هستند، اما شاید اصلاح نگرش ما به ارزیابی ذخایر مهمتر از همه این پیشرفتها باشد. برای موفقیت ارزیابی و مدیریت، باید بخوبی از محدودیت‌های آنها آگاه

بود و تلاش زیادی برای درک نحوه رفتار ماهیگیران و فائق آمدن بر موانع سیاسی توسعه بعمل آورد.

ادغام جمع‌آوری اطلاعات و توسعه ماهیگیری

یکی از موانع اصلی در دستیابی به اهداف ارزیابی ذخایر ، اغلب وجود نوعی تقابل میان ماهیگیران و مدیران است. از میان بردن چنین طرز تفکری می‌تواند یکی از قدمهای اصلی بسوی موفقیت باشد. شیوه معمول در اروپا و امریکای شمالی این بوده که به ماهیگیری‌ها اجازه توسعه و گسترش داده می‌شود ، در حالیکه مدیران در پی جمع‌آوری اطلاعات و اطمینان از صحت آنها و در نهایت ، اعمال مقررات و مجبور کردن صیادان به پذیرفتن آنها هستند. اما بنظر نمی‌رسد یافتن راه‌حلهایی برای توجیه ناهماهنگی‌ها و خلاءهای موجود در اطلاعات ، راه‌کار اساسی باشد و در عوض باید بفکر راهی برای دگرگون نمودن کیفیت داده‌های جمع‌آوری شده بود. در این نوع برخورد با ماهیگیری‌ها مدیران همواره در نقش انفعالی هستند. پاسخ مدل اروپا و امریکای شمالی به وجود چنین نقص‌هایی در سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعات ، استفاده از گشت‌های تحقیقاتی است که این روش بسیار پُرهزینه و طاقت‌فرسا بوده و حجم نمونه‌های بدست آمده نیز در مقایسه با نمونه‌هایی که می‌توانند از ماهیگیری‌های تجارتی بدست آیند ، بسیار کوچک خواهد بود.

از سوی دیگر ، ماهیت خاص ماهیگیری‌ها و سرعت زیاد توسعه و گسترش آنها ، بهمراه محدودیت‌های موجود در بکارگیری روشهای علمی واقعی (وجود تکرارها و شواهد) ، موجب شده تا تغییرهای اغلب ماهیگیری‌ها برگشت‌ناپذیر و همانند جاده‌هایی یک طرفه باشند. بعلاوه، در این سامانه‌ها چندین عامل متغیر در کنار هم عمل می‌کنند که این مسئله تفسیر چگونگی وقایع و علل آنها را باز هم مشکل‌تر می‌سازد بدون وجود هیچ طرح آزمایشی ، تکرارهای کافی و نمونه‌های شاهد ، هیچ دانشمندی ، حتی با استفاده از پیشرفته‌ترین روشهای آماری و تحلیلی نیز نمی‌تواند پاسخ علمی و قابل قبولی ارائه دهد. بدین ترتیب در دیدگاههای جاری ارزیابی ذخایر ، نمی‌توان انتظار مسائل کاملاً علمی را داشت.

بنظر می‌رسد تنها راه‌حل این مسئله استفاده از ماهیگیران و بکارگیری سامانه‌های مدیریت مشارکتی برای ماهیگیری‌ها باشد. با این دیدگاه می‌توان بر موانع متعددی از جمع‌آوری اطلاعات و کیفیت آنها گرفته تا نحوه اجرای سیاستهای مدیریتی ، فائق آمد.

۵ـ۸ : آنچه که باید بخاطر سپرد

تا اینجا روشهای مختلفی در زمینه‌های گوناگون مطرح شدند و توصیه‌های مختلفی نیز در مورد آنها ارائه گردید، اما شاید بتوان چکیده همه آنها را در پنج نکته زیر خلاصه نمود:

* هیچگاه نمی‌توان نحوه پاسخ ذخیره به بهره‌برداری را پیش‌بینی نمود. بهترین شانس این است که بتوان موردی مشابه یا تجربه‌ای با ذخایر مشابه، یا نحوه رفتاری مشابه ذخیره موردنظر در گذشته یافت. بهیچوجه نمی‌توان بدون عبور از MSY، مقدار آن را پیش‌بینی نمود و بهترین راه‌حل این است که خطرها و فواید سیاستهای مدیریتی مختلف را مورد سنجش قرار دارد.

* ذخایر بسیار معدودی امکان برداشت ثابت و پایدار را دارند اما همواره باید در انتظار نوسان‌ها و دوره‌های مختلف بود. در همه ماهیگیری‌ها باید میان صید پایدار و پذیرش وجود نوسان در صید، یکی را انتخاب نمود و باید در مورد اینکه کدامیک بعنوان هدف مدیریت مهمترند، تصمیم‌گیری کرد.

* میان صید کل و سهم صید هر یک از واحدهای صیادی، نوعی تعادل برقرار است. اگر هدف افزایش صید کل باشد، باید کم بودن سهم صید واحدهای ماهیگیری را پذیرفت. اگر مدیری مقدار MSY را بخواهد، باید ابتدا مقدار CPUE موردنظرش را بداند.

* مهمترین محدودیت مدیریت مؤثر، ناتوانی در تغییر مرگ و میر صیادی است. اغلب فجایع هنگامی رخ داده‌اند که امکان کاهش بموقع فشار صید (پس از تشخیص آن) وجود نداشته است. برای حل این مشکل شناخت دقیق ماهیگیران و ابزار صید آنها ضروری است.

* ارائه نتایج به مدیران، بصورت جداولی که فرضیه‌های مختلف زیستی و راه‌حلهای ممکن را نشان می‌دهند بسیار نامناسب است. خروجی ارزیابی ذخایر نباید به شکل تعیین و توصیه میزان سهمیه‌ها یا تلاش صیادی باشد، بلکه باید بصورت ارائه عواقب زیستی مختلف سیاستهای احتمالی باشند، زیرا کسانی که کارهای ارزیابی ذخایر را انجام می‌دهند، ممکن است بخوبی قادر به برآورد عواقب و خطرهای نسبی اجرای سیاستهای مدیریتی مختلف نباشند.

واژه‌نامه

Back calculation	محاسبه‌پس‌رو
Catch-at-age	صید در سن
Catch per Unit Effort	صید بازای واحد تلاش
Catchability	قابلیت صید
Cannibalism	همنوع‌خواری
Clupeids	شگ‌ماهیان
Correlation	همبستگی
Depletion methods	روشهای تخلیه‌ای
Distribution	پراکنش، توزیع
Ecology	بوم‌شناسی
Ecosystem	زیست‌بوم
Ecologic	بوم‌شناختی
Feedback	پس‌نورد
Fishery	ماهیگیری
Fitting	برازش
Habitat	زیستگاه
Ideal	آرمانی
Interaction	برهم‌کنش
Knife-adge	تیغه‌ای
Lobster	شاه‌میگو
Long line	رشته‌قلاب
Logbook	کتابچه یا دفترچه صید
Morphology	ریخت‌شناسی
Morphologic	ریخت‌شناختی
Morphometry	ریخت‌سنجی
Monitoring	پایش
Mode	نما
Overlap	همپوشانی
Otolith	سنگ‌گوش
Pelagic	سطح‌زی
Purse seine	تور پیاله‌ای
Population Dynamic	پویایی‌شناسی جمعیت
Recruitment	بازسازی
Swept area	مساحت جاروب‌شده
Selectivity	انتخاب‌پذیری
Strategy	سیاستهای بلندمدت
System	سامانه
Tagging	علامتگذاری
Tracking	ردیابی
Trawl net	تور کفروب
Tropical	گرمسیر
Uncertainity	عدم قطعیت
Unit stock	ذخیره واحد
Upwelling	فراجوشی، فراچاهنده
Validation	تعیین اعتبار
Virtual Population Analysis	تجزیه‌و تحلیل مجازی جمعیت
Yield-per-recruit	تولید بازای بازسازی

منابع

- Gulland, J.A. 1983 Fish Stock Assesment, John Wiley & Sons

- Gulland, J.A. and Rosenberg, A.A. 1992 A review of length based approaches to fish stocks, FAO Fisheries Technical Paper No.323, Rome, FAO.1992

- Hilborn, R. and Walters, C.J. 1992 Quantitative Fisheries Stock Assesment, Chapman and Hull, New York

- King, M. 1995 Fisheries Biology, Assesment and Management, Fishing News Books

- Sparre, P. and Venema, S.C. 1992 Introduction to tropical fish stock assesment, part 1, manual, FAO Fisheries Technical Papar No.306.1, Rev.1, Rome, FAO.