مدیریت پایدار اقتصاد شیلات سواحل چابهار در ایران:تحلیل تجربی از کاربرد برنامه ریزی پویا

پریسا سرگلزایی نظامی [۱*]، سید مهدی حسینی [۲]

۱*- کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، گرایش اقتصاد اسلامی، دانشگاه پیام نور زاهدان

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان

۳- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد رشته مهندسی اقتصاد کشاورزی گرایش تولید و مدیریت واحدها-دانشگاه سیستان و بلوچستان-زاهدان-ایران

ایمیل نویسنده مسئول: nazame@gmail.com

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۳۰

چکیده

تعادل بین تأمین خواسته های نسل فعلی و اتی از اهداف برنامه ریزان اقتصاد منابع طبیعی می‌باشد چرا که بهره برداری از منابع طبیعی می‌بایستی بگونه ای باشد که برای نسل‌های آتی حفظ گردند. لازمه این امر توجه بیش از پیش به مدیریت پایدار منابع طبیعی کشور می‌باشد. در این راستا استفاده از تکنیک برنامه ریزی پویا جهت تعیین مقادیر بهینه برداشت و مدیریت صحیح منابع در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، لازمه‌ی تحقق اهداف مذکور بوده و در یاری رساندن به بهره‌برداران نقش مهمی را ایفا می‌کند. بنابراین در این پژوهش پس از ارائه روشی برای برآورد ارزش خالص حاصل از برداشت منابع به طرح مدلی پویا جهت بهینه‌سازی مقادیر برداشت شیلات در منطقه استان س وب در سال ۹۹-۱۴۰۰ پرداخته شد. به همین منظور، مدلی پویا جهت برداشت بهینه از منابع شیلات با استفاده روش ضریب لاگرانژ برآورد شد. پس از بهینه‌سازی میزان مقادیر برداشت از منبع، مجموع ارزش منافع کنونی خالص به کمک مدل برنامه‌ریزی پویا در حدود ۲۲/۷۵ میلیون دلار برآورد شد که حاکی از افزایش ارزش منافع کنونی به میزان ۷/٤٦ میلیون دلار نسبت به حالت فعلی است. در پایان نیز استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی پویا به علت انعطاف‌پذیری آن‌ها و قابلیت محاسبه داده‌های سری زمانی در جهت تخصیص منابع طبیعی تجدیدپذیر طی دوره‌های متوالی برداشت از منابع توصیه می‌شود. استفاده از این مدل‌ها علاوه بر تعیین برنامه مناسب و زمان‌بندی شده برای برداشت از منابعی طبیعی تجدیدپذیر، سبب حفظ و پایداری این منابع در بلندمدت می‌شود.

کلمات کلیدی

" برنامه‌ریزی پویا "، " پایداری منابع طبیعی "، " روش ضریب لاگرانژ "، " شیلات

۱- مقدمه

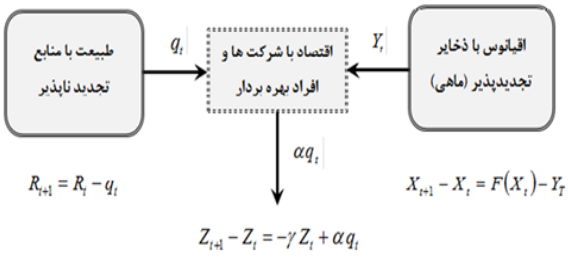
احتیاج روزافزون به منابع طبیعی تجدیدشونده امری مسلم و حفاظت از آن امری مهم و بسیار جدی است، چرا که با نابودی منابع طبیعی هر کشور، نیستی، نابودی و فقر گریبان گیر انسان‌ها خواهد شد(سعیدی گراغانی و همکاران۱۳۹۳)، منابع طبیعی به گروهی از دارایی¬های بلند¬مدت اطلاق می¬شود که در طبیعت وجود داشته و نظیر دارایی¬های عملیاتی، دارای ویژگی منافع آتی است. این منابع غالباً به عنوان دارایی¬های تحلیل¬رونده خوانده می¬شوند که به طور فیزیکی در فرایند تولید مورد استفاده قرار می¬گیرند. استخراج یا بهره¬برداری از منابع طبیعی موجب تغییر فیزیکی آن¬ها شده و به نسبت بهره‌برداری ارزش آن¬ها را می¬کاهد. از نمونه¬های بارز آن می¬توان مواردی مانند جنگل¬ها، شیلات و منابعی نظیر نفت و گاز طبیعی و انواع ذخایر معادن (طلا، نقره ، زغال سنگ و ...) را نام برد(سعیدی گراغانی و همکاران۱۳۹٤). در مدیریت نوین از منابع طبیعی، اعتقاد بر این است که نظارت و پایش بر خلاف مدیریت سنتی منابع، با هدف استفاده دراز¬مدت منطقی و پایدار از منابع همگام است. برای دست یابی به چنین هدف بلند¬مدت و پایداری، لازم است ارکان مدیریت همه سونگر، احتیاط آمیز و مشارکتی باشد و در نهایت باعث گردد که این اهداف به طور روز افزونی به سوی توسعه پایدار گام بردارند. از انجایی که بخش شیلات یکی از بخش‌های مهم اقتصادی است که در تأمین درآمد و اشتغال مردم ساحلی کشور نقش به‌سزایی دارد. به منظور حفظ پایداری منابع آبزی و دسترسی به اهداف متعدد اقتصادی، بیولوژیکی، اجتماعی و برنامه‌ریزی در منابع آبزی، امری اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد(رزاعت کیش و بادام فیروز، ۱۳۹۷).یکی از اهداف مهم در مدیریت شیلات حفظ روند صید و برداشت از منابع آبزیان و سطوح پایداری صید است. به منظور سنجش میزان دستیابی به اهداف در فرایند توسعه پایدار باید از یکسری از شاخص‌ها استفاده شود. مدیریت شیلات برای توسعه پایدار یک فعالیت چند بعدی بوده که می‌بایست در حوزه وسیعی بررسی شود که این موضوع نیازمند اطلاعات و داده‌ها، یا شاخص‌هایی به جز میزان

ذخایر ماهی و فعالیت صیادی است (Wang et al.,
(۲۰۱٤ وجود اهداف متعدد محیطزیستی، اقتصادی و اجتماعی در شیلات که مورد توجه گروه‌های خاصی هستند از عمده‌ترین موانع ایجاد و توافق در مورد حد بهینه صید در شیلات بوده است. در این زمینه مطالعاتی کمی به منظور ارزیابی ذخایر و تعیین حد بهینه صید صورت پذیرفته است.سید اخلاقی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌های با بررسی عوامل موثر بر تخریب منابع طبیعی در استان اردبیل به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین عوامل تخریب مراتع در این استان مربوط به مسایل مرتبط با دام و دامداری از قبیل افزایش تعداد دام، افزایش تعداد دامدار، چرای زودرس، چرای سنگین و رقابت در چرا می‌باشد. سعیدی گراغانی و همکاران(۱۳۹٤) در مطالعه ای به بررسی عوامل موثر بر تخریب مراتع از دیدگاه بهره برداران و کارشناسان منابع طبیعی در شهرستان عنبرآباد استان کرمان پرداختند. نتایج نشان داد که کارشناسان منابع طبیعی برخلاف دیدگاه بهره برداران، دو گویه سیستم‌های چرای سنتی و دام بیش از حد را از عوامل اصلی تخریب مراتع منطقه می‌دانند. بهره برداران نیز برخلاف نظرات کارشناسان، رقابت در بهره برداری را یکی از عوامل اصلی تخریب مراتع منطقه می‌دانند.رزاعت کیش و بادام فیروز (۱۳۹۷) در مطالعه ای به ارزیابی اقتصادی-محیط زیستی صید ماهی در سواحل استان هرمزگان پرداختند که نتایج تجربی نشان داد که در سواحل دریای عمان از نظر بیولوژیکی و اقتصادی، در طی دوره مورد مطالعه صید، بیش از حد صورت پذیرفته است و این به معنای آن است که باید با برنامه‌ریزی، تلاش صیادی و تعداد ناوگان، متناسب با شرایط محیطی و اقتصادی تغییر یابد و به میزان ۱۱ درصد به منظور رسیدن به سطح تعادل کاهش یابد. همچنین برای رسیدن به سطح تلاش تعادل اقتصادی باید تلاش صیادی ۲۲ درصد کاهش یابد .
Knapp & Franklin (۲۰۱۹) با استفاده از مدل برنامه¬ریزی پویای تصادفی به بررسی اقتصادی استفاده¬ی تلفیقی از منابع آب سطحی و زیر¬زمینی پرداختند. اثر اقتصادی تخلیه سفره¬های آب زیر¬زمینی اوگلالا در تگزاس را با استفاده از مدل بهینه¬سازی پویا مورد بررسی قرار دادند. Wu et al., (۲۰۲۳) با بهره¬گیری از روش بهینه‌سازی پویا به بررسی مدیریت منابع آب آبیاری در چین پرداختند (Wang et al., ۲۰۱٤)
به بررسی تابع تولید با استفاده از تابع مازاد تولید در منطقه شرق اقیانوس آرام پرداختند که گزینه‌های مدیریتی را در این روش مورد ارزیابی قرار دادند. طبق نتایج باید با برنامه‌ریزی میزان صید و تلاش صیادی را در منطقه با توجه به سطوح پایداری تنظیم نمود و تلاش صیادی را با توجه به حد بهینه صید کاهش داد.
Szuwalski & Punt (۲۰۱۲) مقادیر حد بهینه برداشت در سطوح پایدار و حد بهینه برداشت در سطوح اقتصادی را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق از داده‌های تجربی و تخمین تابع مازاد تولید استفاده شده است. طبق نتایج با توجه به هزینه‌های موجود و درآمدهای پیش‌بینی شده تخمین زده می‌شود Mardles et al . (۲۰۰٤) با استفاده از روش برنامه ریزی، چندین هدف در رابطه با اختصاص منابع در شیلات دریای شمال شناسایی و بررسی کردند. در این مدل رابطه‌ی بین اهداف بلند مدت و کوتاه مدت در دریای شمال مورد بررسی قرار گرفت. از جمله این اهداف حداکثر کردن سود در کوتاه مدت و بلند مدت، حداقل کردن انحرافات و حفظ ثبات نسبی و اشتغال می‌باشد. از آنجایی که اولین قدم برای دستیابی به توسعه پایدار و مدیریت خردمندانه بر منابع شیلات، شناخت اجزاء و سازوکار آن است، نقش فرآیندهای علمی، به ویژه طرح مدل¬های اقتصادی و برنامه¬ریزی در جهت بهبود این شناخت و گسترش راهکارهای اجرایی در خصوص حفظ و پایداری از این منابع روشن می¬گردد. از جمله این مدل¬های برنامه‌ریزی که برای بهینه¬سازی منابع مورد استفاده قرار می¬گیرند، مدل¬های برنامه¬ریزی پویا هستند. در واقع، مدل برنامه¬ریزی پویا یکی از قوی-ترین روش¬های بهینه‌سازی منابع می¬باشد که اولین بار در سال ۱۹۵۷ توسط بلمن ارائه گردید. این روش قابلیت بهینه¬سازی پروسه¬های تصمیم¬گیری چند مرحله‌ای و حل مسائل استوکاستیک و غیر¬خطی را دارد (Borhani daryan, and Ahmadi. ۲۰۰۸). در این مطالعه برداشت آبزیان در سواحل استان سیستان و بلوچستان ارزیابی و میزان برداشت بهینه و کارا از منابع شیلات در سواحل این منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌ها و اطلاعات از سالنامه آماری شیلات ایران بخش استان سیستان و بلوچستان در سال ۹۹-۱٤۰۰ مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به مطالعات انجام گرفته در بحث برداشت بهینه شیلات از مدل بهینه¬سازی پویا داخل کشور کار نشد و در تحقیقات خارجی خیلی کم به این موضوع پرداخته شده است که بی توجهی به اهمیت این موضوع می‌تواند امنیت غذایی منطقه مورد مطالعه و کشور مورد خطر قرار دهد.
مبانی اقتصاد منابع طبیعی اقتصاد منابع طبیعی به دنبال راهی است که منابع کمیاب در طبیعت را بین فرصت‌های موجود، به گونه‌ای تخصیص دهد که حداکثر سوددهی از آن‌ها حاصل شود. ضمن اینکه، برای تأمین نیازهای نسل-های آینده نیز پایدار باقی بماند (Hart wick and

Lowlier ۱۹۹۸). منابع موجود در این شاخه از علم اقتصاد به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند: ۱- منابع تجدیدشونده یا قابل بازگشت: این گونه منابع (مانند شیلات، جنگل و ...) باید دارای نرخ رشدی باشند که بتوانند در مقیاس زمانی بلندمدت از لحاظ اقتصادی احیا شوند و بازده برنامه‌ای حاصل از آن‌ها بر اساس بازه زمانی معین و مدیریت صحیح معنادار شود. ۲- منابع تجدید-ناپذیر یا غیر قابل بازگشت: این گونه منابع (مانند سوخت‌های فسیلی، نفت، گاز و ...) پس از استفاده، با تشکیل دوباره جایگزین نمی‌شوند و طبیعت قادر به پر-کردن جای خالی آن‌ها نیست و یا سرعت تشکیل و جایگزین شدن آن‌ها، چنان آهسته است که تأثیر چندانی بر مقدار این منابع ندارد. به همین دلیل پایداری و حفظ آن‌ها جهت استفاده نسل‌های آتی نیاز به مدیریت صحیح دارد (Terrell and Johnson ۱۹۹۹). مهم‌ترین مسئله‌ای که در اقتصاد منابع طبیعی مورد بررسی و تحلیل قرار می-گیرد، تعیین مقادیری از منابع طبیعی است که بایستی برای رفع نیازهای فعلی بشر بهره‌برداری شده و مورد استفاده قرار گیرد. برای تعیین بهترین مقدار تخصیص منابع موجود در طبیعت در طول زمان، می‌توان از رویکرد مسأله بهینه‌سازی پویا[۱] استفاده کرد. آنچه که در این رویکرد حائز اهمیت است، حداکثر ساختن معیار یا شاخص ارزش اقتصادی خالص در افق زمانی آینده، مشروط به پویایی منبع برداشت شده و سایر محدودیت‌ها می‌باشد (Clark,۲۰۱۰).

۲- روش انجام تحقیق

یکی از مهم¬ترین ابزارها و راهکارهای مدیریتی که می¬تواند در پایداری منابع طبیعی نقش سازنده¬ای داشته باشد، بهره‌گیری از مدل¬های پیشرفته اقتصادی است. بدین منظور، در این پژوهش پس از ارائه روشی برای برآورد ارزش خالص حاصل از برداشت منابع به طرح مدلی پویا جهت بهینه¬سازی مقادیر برداشت پرداخته شد. روش ضریب لاگرانژ نیز به عنوان راهکاری دیگر در این پژوهش مطرح گردید. این روش برای بهینه¬سازی منابعی که برداشت آن¬ها در بلند¬مدت صورت می¬گیرد، کاربرد اساسی دارد.نرخ بهینه برداشت و ساختار تخصیص بهینه منابع نرخ بهینه برداشت، نرخی است که براساس آن میزان برداشت از منابع طبیعی تجدیدپذیر تعیین می-گردد، به نحوی که در دوره زمانی مقرر هیچ‌گونه اختلالی در ذخایر موجود حاصل نشود. این نرخ ممکن است در یک مسیر زمانی به صفر نیز برسد (Hyde, ۲۰۱۳). گاهی ممکن است به دلیل نامساعد بودن شرایط، مدیریت بر یک منبع ذخیره ماهی به شکلی غیرمعقول و نامناسب انجام گیرد و ذخیره جانبی کمتر از آن چیزی که بهینه به نظر می‌رسد، باشد. در این حالت نرخ بهینه برداشت صفر، ممکن است بهترین تصمیم باشد تا اینکه ذخیره منبع به اندازه‌ای برسد که نرخ بهینه برداشت مثبت شود. بنابراین برای یک منبع ذخیره ماهی ممکن است شرایطی حاصل شود که عدم برداشت از آن (در زمانی که نرخ رشد کمتر از مقدار بهینه است) تأثیر سازنده و مثبتی روی میزان ذخیره منبع داشته باشد (Laxminarayan and Herrmann, ۲۰۱۵). با توجه به میزان برداشتی که بر-اساس نرخ بهینه از منابع موجود صورت می‌گیرد، می‌توان زمینه یا ساختار تخصیص بهینه منابع طبیعی را به صورت شکل ۱ نشان داد:



شکل ۱- ساختار تخصیص بهینه منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در محیط‌زیست

در شکل ۱، X_t ذخیره ماهی در سال t، $F(X_t)$ تابع رشد خالص، R_t موجودی منبع تجدیدشونده در زمان t، q_t نرخ تولید از منبع تولیدشونده در زمان t، Y_t برداشت ماهی در سال t، Z_t موجودی ضایعات انباشته شده، αq_t جریان ضایعات از q_t و γ نرخ تجزیه ضایعات می‌باشد. مقادیر ضرایب α و β نیز بین صفر و یک تغییر می‌کند ($0 \le \alpha \le 1$) و ($0 \le \gamma \le 1$). در سمت راست شکل ۱، اقیانوسی وجود دارد که به عنوان منبع ذخیره ماهی در نظرگرفته شده است. مقدار ذخیره در زمان شروع برداشت با متغیر X_t نشان داده شده و واحد آن متریک- تن است. میزان یا سطح رشد خالص در هر دوره برابر با $F(X_t)$ می‌باشد و به مقدار ذخیره ماهی وابسته است. مقدار ذخیره ماهی در هر دوره به ظرفیت حمل زیستی[۲] محدود شده است. این مقدار با K نشان داده شده و رابطه $0 \le X_t \le K$ همواره برقرار است. با افزایش میزان ذخیره

[۱]- Dynamic Optimization

[۲]- Environmental carrying capacity

ماهی، X_t از سطح پایین‌تر به سطحی بالاتر تغییر می‌کند و $F(X_t)$ افزایش می‌یابد. این افزایش تا جایی ادامه پیدا می‌کند که به حداکثر عملکرد پایدار برسد (Punt and Szuwalski, ۲۰۱۲). زمانی که ظرفیت حمل زیستی (K) به سمت حداکثر عملکرد پایدار ($X_{\max}$) حرکت نماید و رشد خالص در منبع ذخیره ماهی قبل از برداشت اتفاق افتد، آنگاه میزان تغییر در ذخیره ماهی از دوره t تا $t+1$ به کمک رابطه زیر محاسبه می شود:

$$X_{t+1} - X_t = F(X_t) - Y_t \qquad (۱)$$

با توجه به معادله فوق، در صورتی که میزان برداشت بیشتر از رشد خالص باشد ($Y_t \succ F(X_t)$) با ادامه روند برداشت، میزان ذخیره ماهی کاهش می‌یابد. در این حالت $X_{t+1} - X_t \prec 0$ خواهد شد. با ادامه روند برداشت، نرخ رشد به میزان Max خود می‌رسد. این در حالی است که ادامه برداشت سبب کاهش ذخیره ماهی خواهد شد. به لحاظ اقتصادی در طول دوره زمانی t، برداشت یا صید از ذخایر ماهی تا جایی صورت می‌گیرد که برای بنگاه‌ها و افراد منافع خالص ایجاد نماید. پس از هر مرحله عمل برداشت، مقداری ذخیره منبع شیلاتی به صورت موجودی انبار برای دوره‌های آتی باقی می‌ماند که در این حالت می‌توان آن را با X_{t+1} یا X_{t+n} نشان داد. ذخیره آتی باقی مانده، منفعتی را برای اقتصاد در پی دارد، چرا که زمینه را برای رشد آبزیان در آینده فراهم می‌کند. بنابراین، ایجاد ذخیره‌های بیشتر، هزینه برداشت از ذخایر را در آینده کاهش می‌دهد (Clark, ۲۰۱۰).برآورد ارزش کنونی منافع خالص حاصل از منابع طبیعی‌ارزش کنونی منافع خالص (NPV) در علم اقتصاد، یکی از روش‌های استاندارد ارزیابی طرح‌های اقتصادی است. در این روش، جریان نقدینگی درآمدها و هزینه‌ها بر پایه زمان وقوع درآمد یا هزینه، به نرخ روز تنزیل می‌شود. به این ترتیب در جریان نقدینگی، ارزش زمان انجام هزینه یا به دست‌آمدن درآمد لحاظ می‌گردد. ارزش خالص فعلی در اقتصاد منابع طبیعی برای برآورد ارزش کنونی حاصل از برداشت منابع به کار گرفته می‌شود. این شاخص با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\rho,(NPV) = \frac{R_t}{(1+i)^t} \qquad (۲)$$

در رابطه فوق، R_t مقدار کمی درآمد یا هزینه در سال t بر اساس جریان نقدینگی، t زمان انجام هزینه یا واقع شدن درآمد و i نرخ بهره (حاصل‌ضرب نرخ سود، نرخ ریسک و نرخ تورم قابل پیش‌بینی) می‌باشد (۸). حال اگر N_t پرداختی باشد که در سال t صورت گیرد و $t = 0, 1, 2, \ldots\ldots, T$ باشد، $t = 0$ به عنوان سال جاری یا دوره جاری و $t = T$ سال آخر یا دوره آخر برداشت در نظرگرفته شود، آنگاه ارزش کنونی چنین پرداخت‌هایی را می‌توان با جمع کلیه پرداخت‌ها در هر دوره به صورت زیر محاسبه کرد:

(۳)

$$N = \sum_{t=0}^{T} \rho N_t \quad , \quad N = \frac{A}{\delta} \quad , \quad \delta \succ 0 \quad , \quad 0 \prec \rho \prec 1$$

$$V(T) = A\left[1+\frac{\delta}{m}\right]^{mt} = A\left[\left(1+\frac{\delta}{m}\right)^{\frac{m}{\delta}}\right]^{\delta T} = A\left[\left(1+\frac{1}{n}\right)^{n}\right]^{\delta T} \quad , \quad n = \frac{m}{\delta} \qquad (٤)$$

با توجه به رابطه (٤)، $V(T)$ ارزش کنونی وعده داده شده (ارزش انتظاری) برای پرداخت در زمان $t = T$ می‌باشد (Clark, ۲۰۱۰).

مدل برنامه ریزی پویا و بهینه‌سازی میزان برداشت از منابع شیلات در صورتی که شاخص فیزیکی x_t میزان موجودی یا ذخیره یک منبع طبیعی تجدیدشونده و y_t مقدار برداشت یا استحصال از منبع مورد نظر باشد، آنگاه سطح برداشت منبع بر حسب واحدهای موجودی یا ذخیره منبع اندازه‌گیری می‌شود. در این حالت پویایی منبع را می‌توان با در نظرگرفتن مشتق مرتبه اول به صورت زیر نشان داد:

$$x_{t+1} - x_t = f(x_t) - y_t \qquad (۵)$$

در رابطه فوق، $f(x_t)$ بیانگر تابع رشد خالص برای منبع می‌باشد و تغییر رشد خالص از دوره t به دوره $t+1$ تابعی از فراوانی منبع در دوره t است (Tietenberg ۱۹۹۶). منافع خالصی را که از فراوانی و برداشت منبع در دوره $t = T$ حاصل می‌شود، می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$\pi_t = \pi(x_t, y_t) \qquad (٦)$$

منافع خالص حاصل از برداشت به دو عامل x_t (ذخیره یا موجودی منبع) و y_t (میزان برداشت از منبع) بستگی دارد. هر چقدر که سطوح برداشت بالاتر رود و میزان برداشت افزایش یابد، منافع خالص حاصل از برداشت نیز افزایش می‌یابد. اما، موجودی منبع برای دوره آتی با کاهش مواجه خواهد شد. با این وصف، استراتژی‌های مختلف برداشت (مثلاً y_{1t} و y_{2t}) ارزش کنونی منافع خالص متفاوتی خواهند داشت. چرا که میزان برداشت و ذخیره باقی مانده در هر استراتژی کمتر و یا بیشتر از استراتژی دیگر خواهد بود. با فرض ثابت بودن نرخ تنزیل می‌توان ارزش کنونی منافع خالص استراتژی‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه نمود. با توجه به مطالب مذکور برای دو استراتژی برداشت y_{1t} و y_{2t} خواهیم داشت:

$$y_{1t} \rightarrow \sum_{t=0}^{T} \rho^t \pi\left(x_{1t}, y_{1t}\right) \quad (۷)$$

$$y_{2t} \rightarrow \sum_{t=0}^{T} \rho^t \pi\left(x_{2t}, y_{2t}\right) \quad (۸)$$

با توجه به روابط ارائه شده (۷) و (۸)، نیاز است مشخص شود که ارزش کنونی منافع خالص کدام یک از دو استراتژی بیشتر از دیگری است. در صورت وجود استراتژی‌های مختلف در بهره‌برداری از منابع، همیشه بهترین استراتژی بر دیگر استراتژی‌ها غالب می‌شود و مورد گزینش بهره‌برداران قرار می‌گیرد. در بین کلیه استراتژی‌های برداشت، استراتژی‌ای بهترین است که تحت شرایط محیطی ثابت بتواند با عوامل و محدودیت-های موجود، ارزش کنونی منافع خالص حاصل از استحصال را به حداکثر مقدار ممکن برساند. بنابراین، می‌توان فرم ریاضی مدل برنامه‌ریزی پویا را جهت بهینه-سازی برداشت منابع به صورت زیر نشان داد:

$$Max\ \pi_t = \sum_{t=0}^{T} \rho^t \pi\left(x_t, y_t\right) + \rho \overline{\pi}\left(x_{t+1}, f\left(x_{t+1}\right)\right)/\delta \quad (۹)$$

$$S.to: \quad x_{t+1} - x_t = f(x_t) - y_t \quad x_t \geq o \quad x_0 \quad Given \quad (۱۰)$$

در مدل برنامه‌ریزی فوق، تابع هدف شامل حداکثرکردن ارزش کنونی منافع خالص حاصل از برداشت می‌باشد. این تابع، پویایی را برای دوره زمانی $t = t_0$ (سال شروع برداشت) تا $t = T$ (سال پایان برداشت) نشان می‌دهد و با توجه به قیدها و محدودیت‌هایی که در قسمت $S.to$ مشخص شده، ارزش کنونی منافع خالص را حداکثر می-نماید. اولین محدودیت شامل یک معادله دیفرانسیل می-باشد که از مشتق مرتبه اول حاصل می‌شود. محدودیت دوم بیانگر غیرمنفی بودن ذخایر می‌باشد. محدودیت سوم نیز بیانگر آن است که میزان ذخیره یک منبع قبل از برداشت در سال اول، مقدار ثابت و مشخصی را دارا می‌باشد (Clark, ۲۰۱۰).روش ضریب لاگرانژ[۱] و برآورد مقادیر بهینه برداشت گاهی در اقتصاد منابع طبیعی برای اندازه‌گیری میزان تأثیر عوامل محیطی و غیرمحیطی نیاز به حداکثرسازی برخی از معیارهای اقتصادی (مشروط به پویایی منابع) است. برای چنین مواردی می‌توان از مسأله بهینه‌سازی پویا استفاده کرد. در این راستا، روش ضریب لاگرانژ تکنیک مناسبی برای حل مسائل بهینه‌سازی در دوره‌های متوالی می‌باشد. اغلب این روش در حل مسائل ایستا بکار گرفته می‌شود. اما، می‌توان آن را برای حل مسائلی که در چند دوره جریان دارند تعمیم داد (Punt and Szuwalski, ۲۰۱۲) روش ضریب لاگرانژ با معرفی متغیر جدیدی به نام λ_t بیان می‌گردد. مقدار ذخیره منبع x_t در این روش تابعی از ضریب لاگرانژ λ_t و ذخیره منبع در دوره یا سال آتی x_{t+1} تابعی از ضریب لاگرانژ λ_{t+1} می‌باشد. متغیر λ قیمت سایه‌ای نیز خوانده می شود و تفسیر اقتصادی معناداری دارد. این متغیر ارزش نهایی یک واحد اضافی در ذخیره منبع (x_t) را در دوره t نشان می‌دهد. با در نظرگرفتن رابطه مشتق مرتبه اول می‌توان تابع لاگرانژ را به صورت زیر نشان داد:

$$L = \sum_{t=0}^{T} \rho^t \left\{ \pi\left(x_t, y_t\right) + \rho^{t+1} \lambda_{t+1} \left[x_t + f\left(x_t\right) - y_t - x_{t+1} \right] \right\} \quad (۱۱)$$

همان‌طوری که در بالا اشاره شد ارزش یک واحد اضافی x_{t+1} در دوره $t+1$ ، برابر با λ_{t+1} است. این ارزش در هر دوره با ρ تنزیل می‌شود. عبارت داخل $\{\}$ (کروشه) در تابع هدف فوق بیانگر مجموع منافع خالص در دوره t و یا ارزش تنزیل شده ذخیره منبع در دوره $t+1$ است. گام بعدی پس از تشکیل تابع لاگرانژ، گرفتن مشتق‌های مرتبه

[۲]- Lagrange multiplier method

اول و قراردادن آن‌ها برابر با صفر است. با حل معادلات حاصل‌شده، مقادیر اولیه x_t، y_t و λ_t به دست می‌آید (Clark, ۲۰۱۰).

$$\frac{dl}{dy_t} = \rho^t \left\{ \frac{d\pi(0)}{dy_t} - \rho \lambda_{t+1} \right\} = 0 \quad (۱۲)$$

$$\frac{dl}{dx_t} = \rho^t \left\{ \frac{d\pi(0)}{dx_t} - \rho \lambda_{t+1} \left[1 + f'(0) \right] \right\} = 0 \quad (۱۳)$$

$$\frac{dl}{d\left[\rho \lambda_{t+1}\right]} = \rho^t \left[x_t + f(x_t) - y_t - x_{t+1} \right] = 0 \quad (۱۴)$$

مشتق‌گیری مرتبه اول از تابع لاگرانژ نسبت به هر یک از متغیرها، سیستم معادلات بی‌اندازه و بزرگی را نتیجه می‌دهد که شامل متغیرهای مجهول زیادی می‌باشد. این گونه مسائل شامل یک مرحله گذار می‌باشند که با رسیدن به این مرحله، معادلات از حالت پویایی خارج شده و تبدیل به حالت ایستا می‌گردند. پس از مشتق‌گیری تابع لاگرانژ نسبت به متغیرهای x_t، y_t و $\rho\lambda_{t+1}$ و قراردادن آن‌ها برابر با صفر، مجموعه جواب‌های بهینه برای متغیرهای موجود در حالت ایستا به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$X_{t+1} = X_t = X^* \quad (۱۵)$$

$$Y_{t+1} = Y_t = Y^* \quad (۱۶)$$

$$\lambda_{t+1} = \lambda_t = \lambda^* \quad (۱۷)$$

با توجه به متوالی بودن دوره‌های برداشت می‌توان تابع منافع خالص نسبت به y_t را به صورت زیر تعریف کرد:

$$\pi(Y_t) = aY_t - \left(\frac{b}{2}\right) Y_t^2 \quad (۱۸)$$

با توجه به رابطه بالا و تعریف تابع رشد خالص ($F(x) = rx\left[1 - \frac{x}{k}\right]$) می‌توان مقادیر بهینه در حالت ایستا را برای پایداری منبع طبیعی تجدیدشونده با کمک روابط زیر محاسبه نمود:

$$X^* = \frac{k(r-\delta)}{2r} \quad (۱۹)$$

$$Y^* = \frac{k(r^2-\delta^2)}{4r} \quad (۲۰)$$

$$\lambda^* = (1+\delta)\left[\frac{a - bk(r^2-\delta^2)}{4r}\right] \quad (۲۱)$$

در روابط فوق δ نرخ تنزیل، k نرخ بازگشت سرمایه و r نرخ ذخیره منبع تجدیدشونده می‌باشد. مقادیر محاسبه‌شده برای X^*، Y^* و λ^* پس از حل معادلات فوق به عنوان مجموعه جواب‌های بهینه در حالت ایستا می‌باشند. (Punt and Szuwalski, ۲۰۱۲).

۳- نتایج

جدول ۱، مقادیر مربوط به ضرایب و پارامترهای مورد استفاده در مدل برنامه‌ریزی ارایه شده را در حالت پایه نشان می‌دهد:

جدول ۱- مقادیر مربوط به ضرایب و پارامترهای مورد استفاده در مدل بهینه‌سازی پویا در حالت پایه

نرخ برگشت سرمایه Rate of return investment (k)	نرخ تنزیل Discount rate (δ)	نرخ ذخیره منبع تجدیدشونده Rate of store renewable resource (r)	a	b	ρ
۱	۰/۰۸	۰/٦	۱۰	۱	۰/۹۲۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲ نیز بیانگر درصد تغییرات مربوط به منبع تجدید-شونده شیلات طی ۱۰ دوره متوالی می‌باشد. در واقع، این جدول درصد میزان برداشت و ذخیره ماهی و همچنین ارزش منافع خالص حاصل از برداشت را برای منبع تجدیدشونده در طی ۱۰ دوره متوالی در منطقه چهابهار نشان می‌دهد:

جدول ۲- درصد میزان ذخیره و برداشت ماهی و ارزش منافع خالص حاصل از برداشت طی ۱۰ دوره در منطقه چهابهار

دوره برداشت Time harvest (t)	درصد میزان ذخیره Percentage of amount storage (x_t)	درصد میزان برداشت Percentage of amount of harvest (y_t)	ارزش منافع خالص (میلیون دلار) Net present value (NPV)
۰	۰/ ۲۰	۰/۰۰	۰/٤۹۸
۱	۰/۳۰	۰/۰۰	۰/٤۷۵
۲	۰/٤۱	۰/۰۵	۰/٤۵۲
۳	۰/۵۱	۰/۰۵	۰/٤۳۰
٤	۰/۵٤	۰/۰۵	۰/٤۱۰
۵	۰/۵۷	۰/۰۵	۰/۳۹۰
٦	۰/۵۹	۰/۰۵	۰/۳۷۲
۷	۰/٦۱	۰/۰۵	۰/۳۵٤
۸	۰/٦۳	۰/۰۵	۰/۳۳۷
۹	۰/۷۲	۰/۰۵	۰/۳۲۱
۱۰	۰/۷۷	۰/۰۰	۱۱/۲۵
-	-	-	$\sum NPV$ = ۱۵/۱۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲ درصد میزان ذخیره منبع و برداشت از آن را برای حالتی نشان می‌دهد که بهره‌بردار یا مالک منبع در دوره اول برای افزایش ذخیره هیچ برداشتی را انجام نمی‌دهد. اما، در دوره‌های بعدی با نسبتی ثابت (۰/۰۵) از منبع برداشت می‌کند. با توجه به جدول ۲ میزان برداشت از منبع تجدیدشونده در دوره اول و دوم (به علت عدم صرفه اقتصادی و کم بودن ذخایر) صفر می‌باشد. در این حالت، هیچ برداشتی از منبع صورت نمی‌گیرد. به علت عدم برداشت از منبع، ارزش کنونی منافع خالص نیز در دوره اول و دوم صفر می‌باشد. میزان ذخیره منبع با گذشت دوره‌های متوالی روند فزاینده‌ای را طی می‌کند. ارزش منافع خالص از t=۰ تا دوره t= ۹ یک سیر نزولی را دنبال می‌کند. در دوره آخر به علت برداشت کامل از منبع، ارزش کنونی منافع خالص، بیشترین میزان را شامل می‌شود. مجموع تغییر در ارزش منافع خالص در این حالت برابر با ۱۵/۲۹ است.

جدول ۳ این مقادیر بهینه برداشت و ذخیره منبع تجدید-پذیر که دست‌یابی به حداکثر ارزش منافع خالص را برای بهره‌برداران امکان‌پذیر می‌کند را به وضوح نشان می‌دهد. با توجه به این جدول ، مشاهده می‌شود که مقادیر بهینه مربوط به برداشت منبع تجدیدپذیر با گذر زمان روند صعودی دارد. مجموع ارزش کنونی منافع خالص پس از حل مدل برنامه‌ریزی پویا در حدود ۲۲/۷۵ میلیون دلار می‌باشد که در مقایسه با حالت فعلی ۷/٤٦ درصد افزایش یافته است. پس از حل مدل ارائه شده همان‌گونه که در جدول ۳ دیده می‌شود، تغییرات ارزش منافع خالص ابتدا با روندی افزایشی و سپس با روندی کاهشی صورت گرفته است. بالاترین سطح NPV نیز مربوط به سال یا دوره آخر برداشت ماهی از منبع است. علت این امر آن است که در دوره آخر، کل موجودی منبع برداشت شده و به فروش می‌رسد. به عبارت دیگر، در دوره آخر به علت برداشت و فروش کل ماهی موجود در منبع، نیازی به ذخیره بخشی از آن برای دوره آتی نیست.

جدول شماره ۳- مقادیر بهینه برداشت و ذخیره منبع پس از حل مدل برنامه‌ریزی پویا

دوره برداشت Time harvest (t)	درصد میزان ذخیره Percentage of storage (x_t)	درصد میزان برداشت Percentage of harvest (y_t)	ارزش منافع خالص (میلیون دلار) Net present value
۰	۰/ ۲۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۱	۰/۲۸	۰/۰۰	۰/۰۰
۲	۰/۳۸	۰/۰۵۵	۰/۵۰
۳	۰/٤٤	۰/۱۱۷	۱/۰۱
٤	۰/٤٤	۰/۱۲۳	۱/۰۱
۵	۰/٤٤	۰/۱۲۲	۰/۹۵
٦	۰/٤۵	۰/۱۲۳	۰/۹۱
۷	۰/٤۵	۰/۱۲۳	۰/۸۷
۸	۰/٤۵	۰/۱۲٤	۰/۸۳
۹	۰/٤۵	۰/۱۲٤	۰/۷۹
۱۰	۰/٤٤	۰/۰۰	۱۵/۸۵
-	-	-	$\sum NPV$ = ۲۲/۷۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به طور کلی نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی پویا نشان می‌دهد که با تخصیص بهینه مقادیر برداشت، علاوه بر حفظ و پایداری منابع تجدیدپذیر در بلندمدت، ارزش کنونی منافع خالص نیز افزایش می‌یابد. با توجه به جدول ۱ می‌توان مقادیر بهینه برداشت و ذخیره منبع تجدید-شونده را در حالت ایستا به صورت زیر محاسبه نمود:

$$X^* = \frac{k(r-\delta)}{2r} \rightarrow X^* = \frac{(0/6-0/05)}{2\times 0/6} = 0/45$$

$$Y^* = \frac{k(r^2-\delta^2)}{4r} \rightarrow Y^* = \frac{(0/36\times 0/0025)}{4\times 0/6} = 0/123$$

$$\lambda^* = (1+\delta)\left[\frac{a-bk(r^2-\delta^2)}{4}\right] \rightarrow \lambda^* = (1+0/05)\left[\frac{10-(0/36-0/0025)}{4}\right] = 10/37$$

جدول ۳ نشان می‌دهد که مقادیر بهینه برداشت در دوره t_2 تا t_9 تمایل به سمت مقدار برداشت در حالت ایستا (۰/۱۲٤) دارند. همچنین، مقادیر بهینه محاسبه شده برای ذخیره منبع در دوره t_2 تا t_9 به میزان آن در سطح ایستا (۰/٤٥) تمایل پیدا می‌کند.اثر تغییرات کاهنده نرخ تنزیل بر ارزش منافع کنونی خالص (NPV)جدول ٤، ارزش منافع کنونی خالص برداشت ماهی از منبع شیلات را طی ۱۰ دوره متوالی در اثر تغییرات کاهنده نرخ تنزیل و فزاینده در سه سطح ۰/۰۲، ۰/۰۳ ، ۰/۰٤، ۰/۰۸، ۰/۰۹ و ۰/۱۰ درصد نشان می‌دهد:

جدول ٤- تغییرات ارزش منافع کنونی خالص برداشت ماهی در سطح نرخ‌های تنزیل کاهنده و فزاینده

دوره برداشت harvest time	ارزش منافع خالص کنونی برحسب میلیون دلار Net present value						ارزش منافع خالص کنونی برحسب میلیون دلار Net present value					
	نرخ تنزیل ۰/۰۲ درصد		نرخ تنزیل ۰/۰۳ درصد		نرخ تنزیل ۰/۰٤ درصد		نرخ تنزیل ۰/۰۸درصد		نرخ تنزیل ۰/۰۹ درصد		نرخ تنزیل ۰/۱۰ درصد	
	discount ٪۰.۰۲	Rate	discount ٪۰.۰۳	Rate	discount ٪۰.۰٤	Rate	discount ٪۰.۰۸	Rate	discount ٪۰.۰۹	Rate	discount ٪۰.۱۰	Rate
۰	۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰	
۱	۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰	
۲	۰/۵۳		۰/۵۲		۰/۵۱		۰/٤۷		۰/٤٦		۰/٤٥	
۳	۱/۱۰		۱/۰۷		۱/۰٤		۰/۹۳		۰/۹۰		۰/۸۸	
٤	۱/۱٤		۱/۰۹		۱/۰۵		۰/۹۰		۰/۸۷		۰/۸٤	
۵	۱/۱۱		۱/۰۵		۱/۰۰		۰/۸۳		۰/۷۹		۰/۷٦	
٦	۱/۰۹		۱/۰۲		۰/۹۷		۰/۷۷		۰/۷۲		۰/٦۹	
۷	۱/۰۷		۰/۹۹		۰/۹۳		۰/۷۲		۰/٦۷		۰/٦۳	
۸	۱/۰۵		۰/۹۷		۰/۹۰		۰/٦۷		۰/٦۲		۰/۵۷	
۹	۱/۰۳		۰/۹٤		۰/۸۷		۰/٦۹		۰/۵۷		۰/۵۲	
۱۰	۵۱/٤۵		۳۱/٤۲		۲۱/٦۰		۷/٦۹		٦/۲۹		۵/۲۲	
مجموع	۵۹/۵۷		۳۹/۰۹		۲۸/۸۷		۱۳/۵۹		۱۱/۹۱		۱۰/۵۷	

ماخذ: یافته های تحقیق

نتایج جدول ٤ حاکی از آن است که با کاهش نرخ تنزیل از ۰/۰۵ به ۰/۰۲ میزان ارزش حال کنونی از ۲۲/۷۵ به ۵۹/۵٦ میلیون دلار تغییر می‌کند. در واقع با کاهش ۰/۰۳ درصدی نرخ تنزیل در طی ۱۰ دوره متوالی پرورش ماهی، میزان ارزش کنونی منافع خالص منبع شیلات ۳٦/۸۱ میلیون دلار افزایش می‌یابد. روند فزاینده‌ی ارزش منافع کنونی خالص برای تغییر سطح نرخ تنزیل از ۰/۰۵ درصد به ۰/۰۳ و ۰/۰٤ درصد نیز در جدول ٤ مشاهده می‌شود. نتایج این جدول نشان می‌دهد که تغییرات کاهنده نرخ تنزیل سبب افزایش ارزش حال خالص طی ۱۰ دوره پرورش ماهی شده است.همچنین نتایج جدول فوق نشان می دهد که با افزایش نرخ تنزیل از ۰/۰۵ به ۰/۱۰، مجموع ارزش منافع کنونی خالص از ۲۲/۷۵ به ۱۰/۵٦ میلیون دلار تغییر می‌کند. در واقع با افزایش ۰/۰۵ درصدی نرخ تنزیل در طی ۱۰ دوره متوالی پرورش ماهی، مجموع ارزش کنونی منافع خالص منبع شیلات ۱۲/۱۹ میلیون دلار کاهش می‌یابد. روند کاهشی ارزش منافع کنونی خالص برای تغییر سطح نرخ تنزیل از ۰/۰۵ به ۰/۰۸ و ۰/۰۹ درصد نیز در جدول ۵ مشاهده می‌شود. نتایج این جدول به طور کلی نشان می‌دهد که تغییرات فزاینده نرخ تنزیل سبب کاهش ارزش حال خالص طی ۱۰ دوره پرورش ماهی شده است. اثر تغییرات نرخ برگشت سرمایه بر میزان ذخیره منبع شیلات طی دوره-های برداشت و ارزش منافع کنونی خالص نرخ برگشت سرمایه شاخصی است که میزان پیشرفت یا عدم پیشرفت منبع شیلات را طی دوره‌های برداشت متوالی از منبع نشان می‌دهد. این نرخ در اثر تغییرات میزان ذخیره منبع متغیر می‌باشد و افزایش یا کاهش آن بر موجودی منبع اثر می‌گذارد. جدول ۵، میزان تغییرات ذخیره منبع شیلات را در اثر افزایش (۳ و ۵ درصد) و کاهش (۰/۹ و ۰/۷ درصد) نرخ برگشت سرمایه نسبت به حالت پایه به وضوح نشان می‌دهد:

جدول ۵- اثر تغییرات نرخ برگشت سرمایه بر میزان ذخیره منبع شیلات طی دوره های برداشت و ارزش منافع کنونی خالص در منطقه چابهار

درصد تغییرات ارزش منافع کنونی خالص (میلیون دلار) Percentage change of net present value				درصد تغییرات ذخیره منبع شیلات طی دوره های برداشت Percentage change storage of fishery resource in harvest periods			
کاهش نرخ برگشت سرمایه decrease rate return of capital		افزایش نرخ برگشت سرمایه Increase rate return of capital		کاهش نرخ برگشت سرمایه decrease rate return of capital		افزایش نرخ برگشت سرمایه Increase rate return of capital	
۰/۷ درصد	۰/۹ درصد	۵ درصد	۳ درصد	۰/۷ درصد	۰/۹ درصد	۵ درصد	۳ درصد	دوره برداشت
۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۲۰.۰۰	۲۰	۲۰	۲۰	۰
۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۲۷.۰۰	۲۸	۲۹	۲۹	۱
۳۶.۰۰	۳۶.۰۰	۳۶.۰۰	۳۶.۰۰	۳۵.۰۰	۳۷	۴۳	۴۳	۲
۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۳۸.۰۰	۴۳	۵۸	۵۵	۳
۴۳.۰۰	۴۳.۰۰	۴۳.۰۰	۴۳.۰۰	۳۶.۰۰	۴۳	۷۱	۶۶	۴
۹۵.۰۰	۹۵.۰۰	۹۵.۰۰	۹۵.۰۰	۳۲.۰۰	۴۱	۹۰	۷۹	۵
۹۰.۰۰	۹۰.۰۰	۹۰.۰۰	۹۰.۰۰	۲۸.۰۰	۴۰	۱۴۱	۹۶	۶
۸۷.۰۰	۸۷.۰۰	۸۷.۰۰	۸۷.۰۰	۲۴.۰۰	۳۸	۳۴۲	۱۷۱	۷
۸۳.۰۰	۸۳.۰۰	۸۳.۰۰	۸۳.۰۰	۱۴.۰۰	۳۷	۵۶۴	۳۴۲	۸
۷۹.۰۰	۷۹.۰۰	۷۹.۰۰	۷۹.۰۰	۱.۰۰	۳۵	۶۵۹	۵۵۳	۹
۶۵.۰۰	۶۲.۰۰	۷۳.۰۰	۷۴.۰۰	۰/۰۰	۳۴	۷۶۰	۶۷۰	۱۰
۵۷۹.۰۰	۵۷۶	۵۸۷	۵۸۸	۲۵۵	۳۹۶	۲۷۷۷	۲۱۲۴	مجموع

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به این جدول، افزایش ۵ درصدی نرخ برگشت سرمایه سبب افزایش ذخیره منبع از سطح پایه۰/۲۰ به ۰/۲۹ درصد در سال دوم برداشت و همچنین سبب افزایش ذخیره منبع از ۵/۵۳ به ۲/۸۲ درصد در سال پایانی برداشت می‌شود. با توجه به جدول ٦، کاهش نرخ برگشت سرمایه به میزان ۰/۷ درصد سبب کاهش ذخیره منبع از ۰/۲۸ به ۰/۲۷ درصد در سال دوم و همچنین سبب تهی شدن منبع (صفر شدن میزان ذخیره) در سال پایانی می‌شود.همچنین، میزان تغییرات ارزش منافع کنونی خالص برداشت ماهی از منبع شیلات را در اثر افزایش (۳ و ۵ درصد) و کاهش (۰/۹ و ۰/۷ درصد) نرخ برگشت سرمایه نسبت به حالت پایه نشان می‌دهد. مجموع ارزش منافع کنونی خالص در حالت پایه (k=۱) به میزان ۲۲/۷۵ میلیون دلار می‌باشدکه با افزایش ۵ درصدی نرخ برگشت سرمایه منبع شیلات، به میزان ۸۳/۷٤ میلیون دلار افزایش می‌یابد. در واقع افزایش ۵ درصدی نرخ بازگشت سرمایه، مجموع ارزش منافع کنونی خالص حاصل از برداشت منبع شیلات را به میزان ۳/۷ درصد افزایش می‌دهد. با کاهش نرخ بازگشت سرمایه به میزان ۰/۷ درصد، مجموع ارزش منافع کنونی خالص به میزان ۱۱/۵۵ میلیون دلار کاهش می‌یابد.

٤- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مدیریت پایدار اقتصاد شیلات سواحل چابهار در ایرانبا استفاده از روش برنامه ریزی پویا می‌باشد. مراحل اصلی امروزه بهره‌برداری از منابع طبیعی به علت رشد سریع جمعیت و برطرف نمودن نیازهای اساسی بشر در حال رشد و توسعه است. این رشد به گونه‌ای است که علاوه بر توسعه فن‌آوری تولید و برداشت از منابع شیلات در سطح وسیع، به پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی فعالیت‌ها نیز تأکید دارد. با توجه به آسیب-پذیر بودن منابع شیلات کشور نیاز است که بهره‌برداری از آن‌ها برای رفع نیازهای موجود، به شکلی صورت گیرد که این منابع برای نسل‌های آینده نیز پایدار باقی بمانند. دستیابی به این هدف نیازمند مدیریتی مقتدر در بهره-برداری از منابع موجود در طبیعت می‌باشد. در این راستا، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی پویا جهت تعیین مقادیر بهینه برداشت و مدیریت صحیح منابع در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، لازمه‌ی تحقق اهداف مذکور بوده و در یاری‌رساندن به بهره‌برداران نقش مهمی را ایفا می‌کند. در پژوهش حاضر مدلی جهت تعیین مقادیر بهینه برداشت منابع شیلات در دوره‌های زمانی آتی ارائه شد. این مدل با توجه به تغییرات نرخ تنزیل در دوره‌های مختلف زمانی قادر به تخصیص منابع می‌باشد، به نحوی که در تمامی

دوره‌ها حداکثر سود و منافع خالص حاصل شود. به طور کلی، کاربرد مدل‌های برنامه‌ریزی پویا در زمینه استحصال منابع، علاوه بر بهینه‌سازی میزان برداشت در سال‌های متوالی و حصول حداکثر منافع برداشتی از منابع، سبب کاهش سرعت تهی شدن ذخایر خواهد شد و به حفظ و پایداری منابع کمک شایانی خواهد نمود.نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان ذخیره یک منبع شیلات تحت تأثیر عواملی نظیر میزان ذخیره، میزان برداشت از منبع، نرخ تنزیل، نرخ برگشت سرمایه و نرخ ذخیره منبع تجدیدشونده قرار دارد. مدیریت صحیح هر یک از عوامل مذکور در حفظ و پایداری منابع شیلات نقش مهمی را ایفا می‌کند. با توجه به جدول ۲، برداشت ماهی از منبع شیلات طی ۱۰ دوره با نرخ ثابتی در حدود ۰/۰۵ درصد و از سال دوم به بعد شروع می‌شود. مجموع ارزش منافع خالص در این حالت برابر با ۱۵/۲۹ میلیون دلار می‌باشد. درحالی که پس از بکارگیری مدل برنامه‌ریزی پویا مقادیر برداشت ماهی از منبع به صورت بهینه از ۰/۰۵۵ تا ۰/۱۲٤ تخصیص داده می‌شود (جدول ۳). پس از بهینه‌سازی میزان مقادیر برداشت از منبع، مجموع ارزش منافع کنونی خالص به کمک مدل برنامه‌ریزی پویا در حدود ۲۲/۷۵ میلیون دلار برآورد شد که حاکی از افزایش ارزش منافع کنونی به میزان ۷/٤٦ میلیون دلار نسبت به حالت فعلی است. نتایج جداول ٤ و ٥ نشان داد که ارزش کنونی منافع خالص (NPV) حاصل از برداشت ماهی طی ۱۰ دوره متوالی با افزایش نرخ تنزیل کاهش و با کاهش نرخ تنزیل افزایش یافته است. به عبارت دیگر، رابطه تغییرات ارزش کنونی منافع خالص و نرخ تنزیل غیرمستقیم یا معکوس می‌باشد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که با افزایش و کاهش نرخ بازگشت سرمایه، میزان ذخیره منبع نیز افزایش و کاهش می‌یابد. این امر حاکی از وجود رابطه‌ای مستقیم و همسو بین تغییرات نرخ بازگشت سرمایه و میزان ذخیره ماهی طی ۱۰ دوره متوالی است. نتایج نیز نشان داد که رابطه‌ای غیرمستقیم بین نرخ بازگشت سرمایه و تغییرات ارزش منافع کنونی خالص حاصل از برداشت ماهی طی ۱۰ دوره متوالی وجود دارد. در پایان نیز استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی پویا به علت انعطاف-پذیری آن‌ها و قابلیت محاسبه داده‌های سری زمانی در جهت تخصیص منابع طبیعی تجدیدپذیر طی دوره‌های متوالی برداشت از منابع توصیه می‌شود. استفاده از این مدل‌ها علاوه بر تعیین برنامه مناسب و زمان‌بندی شده برای برداشت از منابی طبیعی تجدیدپذیر، سبب حفظ و پایداری این منابع در بلندمدت می‌شود.

منابع

زراعت کیش، یعقوب. (۱۳۹۷). ارزیابی اقتصادی – زیست محیطی صید ماهی در سواحل استان هرمزگان. *پژوهش های محیط زیست*.۹(۱۸) : ٦۲-٤۹.

سیداخلاقی، سیدجعفر، انصاری، ناصر، و یوسف کلافی، سعید. (۱۳۹۱). بررسی عوامل اجتماعی اقتصادی مؤثر بر تخریب منابع طبیعی استان اردبیل از دیدگاه بهره‌برداران و کارشناسان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۱) , ۱۳۳-۱٤۸. doi: ۱۰.۲۲۰۹۲/ijrdr.۲۰۱۲.۱۰۳۰۷۵

سعیدی گراغانی، حمیدرضا، حیدری، قدرت اله، و احمدی، حمزه. (۱۳۹۳). بررسی عوامل مؤثر در تخریب مراتع از دیدگاه بهره‌برداران و کارشناسان منابع طبیعی (مطالعه موردی: مراتع قشلاقی شهرستان عنبرآباد). مجله مرتعداری، ۱(٤) , ۱۰۰-۱۱٥.

- ۱-Borhani daryan, A., and Ahmadi M. ۲۰۰۸. Ways to reduce the dimensions in dynamic programming model of optimal utilization of multiple reservoir system. JOURNAL OF CIV IL ENGINEERING ISLAMIC AZAD UNIVERSITY, ۱(۳): ٤۷-٥۹
- Brennen M.J., and Schwartz E.S. ۱۹۸٥. Evaluating natural resource investments. *Journal of Business*, ٥۸(۱):۱۳٥-۱٥۷.
- Brown G.B. ۱۹۷٤. An Optimal Program for Managing Common Property Resources with Congestion Externalities. *Journal of Political Economy*, ۸۲:۱٦۳-۱۷٤.
- Clark, C. W. (۲۰۱۰). *Mathematical bioeconomics: the mathematics of conservation* (Vol. ۹۱). John Wiley & Sons. Conrad J.M., and Clark C.W. ۱۹۸۷. Natural Resource Economics: Notes and Problems. Cambridge University Press, New York.
- Gandomkar A. ۲۰۱۱. Management of natural resources for sustainable development with emphasis on protecting forests, ۱۱th Seminar of irrigation and reduce evaporation. University of Tehran. ٤-٥ january, ۳۷

- Gittinger J. P. ۱۹۸۲. Economic Analysis of Agricultural Projects, johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Hart wick J.M., and Lowlier N.D. ۱۹۹۸. The Economics of Natural Resource Use (Second Edition), Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.
- Hyde, W. F. (۲۰۱۳). *Timber supply, land allocation, and economic efficiency*. Routledge..
- Knapp, K. C., and Franklin, B. (۲۰۱۹). Groundwater usage and management: Common
- Laxminarayan, R., & Herrmann, M. (۲۰۱۵). Biological resistance. In *Handbook on the Economics of Natural Resources* (pp. ۲۴۹-۲۷۸). Edward Elgar Publishing.
- Leonard D., and Long N.V. ۱۹۹۲. Optimal Control Theory and Static Optimization in Economics, Cambridge University Press, New York.
- Luo Y., Khan S.H., Cui Y., Zhang Z.H., and Zhu X. ۲۰۰۶. Sustainable irrigation water management in the lower Yellow River Basin: a system dynamics approach, Agricultural water management in china: proceedings of a workshop, China, page: ۱۰۱-۱۱۰.
- Mardles S., Pascoe S., and Herrevo I. ۲۰۰۴. Management objective Importance in fisheries: An Evaluation using the Analytic Hierarchy Process. Environmental Management, ۳۳(۱): ۲ -۱۱.
- Punt, A. E. & Szuwalski, C. ۲۰۱۲. How well can FMSY and BMSY be estimated using empirical measures of surplus production? Fish. Res. ۱۳۴, ۱۱۳–۱۲۴
- Pearce D.W., and Turner R. K. ۱۹۹۰. Economics of Natural Resources and the Environment. Johns Hopkins University Press, Baltimore, ۸۲-۹۶.
- Terrell B.L., and Johnson P.N. ۱۹۹۹. Economic impact of the depletion of the Ogallala aquifer: A case study of the Southern High Plains of Texas. *American Journal of Agricultural Economics*, ۸۱(۲):۱۳۰۲-۱۳۱۷.
- Tietenberg T. ۱۹۹۶. Environmental and Natural Resource Economics (Fourth Edition) Addison Wesley, Reading. Massachusetts.
- Winston W., and Albright S. ۱۹۹۷. Practical Management Science: Spread sheet Modeling and Applications, Duxbury Press, Belmont, California.
- Wang, S.-P.; Maunder, M. N. & Da Silva, A. A. ۲۰۱۴. Selectivity's distortion of the production function and its influence on management advice from surplus production models. Fish. Res. ۱۵۸, ۱۸۱–۱۹۳.
- Wu, Z., Tian, G., Xia, Q., Hu, H., & Li, J. (۲۰۲۳). Connotation, calculation and influencing factors of the water-use rights benchmark price: A case study of agricultural water use in the Ningxia Yellow River irrigation area. Agricultural Water Management, ۲۸۳, ۱۰۸۳۰۰.

Perspective Natural Resource Economics to Sustainability Country's Renewable and Non-renewable Sources (Case Study: Fishery Chabahar Area)

Parisa Sargolzaei Nizami[1*], Seyyed Mehdi Hosseini [2] Maryam Sarani[3]

۱- Master of Economic Sciences, Islamic Economics, University Payam Noor Zahedan
۲- Assistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Environmental Sciences and Agriculture, University Sistan and Baluchestan, Iran
۳- Graduate of Agricultural Economics Engineering, Production and Management Orientation, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

nazame@gmail.com

Abstract

Introduction

Since the fisheries sector is one of the important economic sectors that plays a significant role in providing income and employment for the coastal people of the country. In order to maintain the stability of aquatic resources and access to numerous economic, biological, social and planning goals in aquatic resources, it seems inevitable (Rezaat Kish and Badam Firoz, ۲۰۱۷). One of the important goals in fisheries management is to maintain the process of fishing and harvesting from Aquatic resources and sustainable fishing levels. In order to measure the achievement of goals in the process of sustainable development, a series of indicators should be used. Fisheries management for sustainable development is a multi-dimensional activity that should be investigated in a wide area that requires information and data, or indicators other than fish stocks and fishing activity (Wang et al., ۲۰۱٤). Increasing awareness by economic experts, formulating policies, principles, rules and regulations and also expression of scientific models and strategies appropriate harvested and productivity of natural resources, suitable field for the growth and development of other sectors (industry, commerce, agriculture and services) provided and will lead to a stable outlook in country.

Methodology

One of the most important management tools and solutions that can play a constructive role in the sustainability of natural resources is the use of advanced economic models. For this purpose, in this research, after presenting a method to estimate the net value of resource extraction, a dynamic model was designed to optimize the extraction values. The Lagrange coefficient method was also proposed as another solution in this research. This method is essential for optimizing resources that are harvested in the long term.

Estimating the present value of net benefits from natural resources

The present value of net benefits (NPV) in economics is one of the standard methods for evaluating economic projects. In this method, the cash flow of income and expenses is discounted to the daily rate based on the time of occurrence of income or expenses. In this way, in the cash flow, the time value of spending or earning income is included. Net present value in natural resource economics is used to estimate the present value of resource extraction .The exploitation of natural resources due to rapid population growth and meet the basic human needs of growing and developing. This growth in addition to, production technology developed and harvesting of resources in large scale, emphasis to sustainable economic and environmental activities. According to the vulnerable renewable and non-Renewable resources of countries require that exploit them, for removal existing needs in a manner to be achieved that these resources remain sustainable for coming generation. Achieving this goal requires strong leadership on utilization of existing resources in nature. In this regard, the use of dynamic models for determining optimal amount of harvest and right resource management in the short term and long time periods, necessary to proving to be true this goals and the important role in assist to farmers. For the design of the dynamic optimization model was used Lagrange multiplier method In Chabahar area of Sistan and Baluchestan province in ۲۰۲۱. Excel software was used to solve the model.

Conclusion

Today, the exploitation of natural resources is growing and developing due to the rapid growth of the population and meeting the basic human needs. This growth is in such a way that in addition to the development of the technology of production and harvesting of fishery resources on a large scale, it also emphasizes the economic and environmental sustainability of the activities. In this research presented model to determine optimal amount harvest fishery resources in future periods. This model

due to changes in discount rates in various periods of time was to be able to allocate resources in a way that in all periods have maximum profit and net benefits. And causes reduce speed to empty store resource and assist to sustainable of resource. The results showed that the storage of a fishery affected by factors such as the amount of storage, the harvest of the source, the discount rate, rate of return on investment and saving rates is a renewable source. Also the result showed that harvest fish from a fishery over ۱۰ periods with fixed-rate of about ۰,۰۵ percent, and started from the second year Total value of net benefits in this case is the equivalent of ۱۵,۲۹ million rials. While that after implementing dynamic planning model amount of fish of resource changed of ۰,۰۵ to ۰,۱۲٤. After optimization amount harvest of resource, total net present value by model dynamic planning to estimate ۲۲,۷۵ million rials that indicating increase net present value ۷,٤٦ million rials regard to present state. Also the net present value of benefits (NPV) of fish harvested during the ۱۰ consecutive periods reduced to increase discount rate and with discount rate cut has increased. In other words, the relationship between changes in the present value of net benefits and the discount rate indirect or reverse. In addition, by increasing and decreasing the rate of return on investment, increase and decrease the amount of storage. This suggests the existence of a direct relationship between changes rate of return on investment and save the fish is over ۱۰ consecutive periods. And relationship between the rate of return on investment and change of net present value of harvesting fish during ۱۰ consecutive periods.In the end, is recommended the use of dynamic programming models due to its flexibility and ability to calculate time series data in order to allocate renewable natural resources during consecutive periods harvesting of resources. The use of these models to determine the appropriate and schedule program for the harvest of natural resource renewable, cause to protection and stability this resources in long term. In the end, the use of dynamic planning models is recommended due to their flexibility and the ability to calculate time series data in order to allocate renewable natural resources during successive periods of resource extraction. The use of these models, in addition to determining a suitable and scheduled program for the extraction of renewable natural resources, causes the preservation and sustainability of these resources in the long term.

Keywords: Optimization, Dynamic programming, Lagrange multiplier methods, Sustainability natural resource, Fishery