اقتصادکشاورزی و توسعه، سال هفدهم، شماره ٦٦، تابستان۱۳۸۸

تحلیل اقتصادی بهره‌برداری بهینه از جنگلهای شمال (سری ۱۶ حوزه شفارود)

دکتر رحمن خوش اخلاق*، دکتر مهدی نفر**، دکتر علیمراد شریفی**،
دکتر حمید متین‌خواه***، کامبخش فرحمند****

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۸

چکیده

منابع طبیعی در دنیای کنونی به مثابه ثروت و سرمایه‌های ارزشمندی است که حفظ و نگهداری آن باید هدف اساسی فعالیتهای انسان قرار گیرد. بسیاری از اندیشمندان با تأکید بر جایگاه و اهمیت بهبود شرایط و کارکردهای بوم‌نظام‌های زمینی در بهزیستی انسان، حفاظت و استفاده پایدار از منابع طبیعی را شرط دستیابی به توسعه پایدار می‌دانند. با این رویکرد، در مقاله حاضر سری ۱۶ حوزه جنگلی شفارود در گیلان در سالهای ۸۵ و ۸۶ مطالعه شده و با بررسی قطعات ۳۲ گانه این سری و تعیین دقیق رویش حجمی سالانه آنها و نیز استفاده از مدل

* دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه اصفهان e-mail: farahmand_kam @ yahoo.com
** استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه اصفهان
*** استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
**** دانشجوی دوره دکترای اقتصاد دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول)

رگرسیون ساده و چندمتغیره، امکان تخمین تابع رشد بیولوژیک سری مذکور فراهم آمده است. سپس تابع بهره‌برداری براورد شده و با تقاطع تابع رشد و تابع بهره‌برداری، امکان بررسی بهینه تعادلی در شرایط ایستا در ساختارهای رقابتی و انحصار فراهم آمده است.

نتایج این بررسی رشد متوسط ۹/۹ مترمکعب در هکتار را برای سری مذکور نشان داده است. همچنین مشخص شد بهره‌برداری به شکل کنترل شده یا انحصاری با توجه به مقادیر موجودی سرپا، میزان بهره‌برداری و فعالیت منطقی در جهت بهره‌برداری، مناسبترین شکل اداره جنگل است.

طبقه‌بندی JEL: Q23

کلید واژه‌ها:

تابع رشد بیولوژیک، تابع بهره‌برداری، بهینه‌یابی

مقدمه

در هر نوع برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری از جنگل، آگاهی از میزان دقیق رویش امری بدیهی است، چرا که یکی از متغیرهای مهم جهت محاسبه امکان برداشت سالانه، مقدار رویش یا درصد رویش جنگل است. با علم به‌اینکه مفهوم بهره‌برداری از جنگل نیز از متغیرهایی خاص تبعیت می‌کند، بنابراین با تعیین دقیق این متغیرها و به دنبال آن کشف رابطه یا روابط حاکم بر بهره‌برداری می‌توان محصول دو کارکرد طبیعی (رشد بیولوژیک) و مصنوعی (بهره‌برداری از جنگل) را با هم درهم آمیخت و مقادیر بهینه موجودی سرپا، فعالیت و بهره‌برداری را در یک نقطه یا مقطع خاص از زمان نشان داد. استفاده از شیوه مذکور اهمیتی فراوان دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

- فهم صحیح ارزشهای قابل اِسناد به منابع و خدمات بوم نظامی جنگلهای شمال کشور
- امکان‌پذیر شدن فهم آثار سرمایه‌گذاری‌های انجام شده و یا در حال انجام روی کارکردهای بوم نظامی جنگل

- براورد خسارتهای واقعی وارد بر منابع جنگلی به منظور طراحی رژیمهای مسئولیت‌پذیر در قبال تخریب منابع تحت مالکیتهای عمومی

- بازنگری در حسابهای ملی از نظر منابع جنگلی

مطالعات خارجی فراوان و داخلی اندکی درباره تعیین تابع رشد و مدیریت بهینه بهره‌برداری از جنگل انجام شده است که به برخی از آنها به اختصار اشاره می‌شود.

هول(Hool,1966) مدیریت ریسک در تصمیم‌گیری‌های جنگلداری را مطرح کرد. وی برای نخستین بار یک چارچوب مارکوفی را برای تحلیل مدیریت جنگلهای همسال به کار گرفت. او همچنین برنامه‌هایی را تعیین کرد که می‌توانستند ارزش تولید شده در یک دوره زمانی محدود را حداکثر کنند.

لمبرسکی و جانسن (Lembersky&Johnson, 1975) ساختار قیمت در جنگلهای حفاظتی را بررسی کردند. رویکرد آنها به انجام سرمایه‌گذاری بهینه تولید چوب در شرایط عدم اطمینان قیمت و رشد منجر گردید.

لوماندر (Lohmander, 1987) مسئله مدیریت بهینه در جنگلداری را در شرایط تأثیر پدیده‌های تصادفی مورد مطالعه قرار داد. وی به طور مشخص به بررسی فرایند قیمت تصادفی و رشد تصادفی پرداخت.

کایا و بن گیورنو (Kaya & Buongiorno,1987) بهره‌برداری اقتصادی جنگلهای ناهمسال شمال را در شرایط ریسک مورد بررسی قرار دادند. رویکرد آنها سیاستهای بخصوصی از بهره‌برداری را در شرایط عدم اطمینان قیمتها و رشد موجودی سرپا پیشنهاد می‌کرد. آنها از ماتریس احتمال انتقال که مبین تغییرات قیمت و رشد تصادفی است، استفاده کردند.

هایت (Haight, 1990) بازخورد سیاست نازک کردن در اداره جنگلهای ناهمسال را به همراه قیمتهای تصادفی مورد بررسی قرار داد.

پیرس (Pearce,1999) در بررسی خود، ارزش جنگل را به اجزای ارزش مستقیم، غیرمستقیم، اختیاری، وجودی و میراثی تفکیک کرد و به این ترتیب، بین ارزش استفادهٔ مستقیم و غیرمستقیم از جنگلها تمایز قائل شد. از نظر وی فقط یکی از این محصولات (چوب) در بازار قابل مبادله است و سایر محصولات دارای آثار جانبی تولید سودمند هستند و لذا در بازار قابل ارزش‌گذاری نیستند. پیرس ۸ نوع طرح جنگلکاری ارائه کرد و در هر طرح ارزش حال خالص اقتصادی را با توجه به حداکثر و حداقل زمین محاسبه نمود.

بن گیورنو (Buongiorno, 2001) تعمیمی از فرمول فوستمن را برای جنگلها با قیمت و رشد تصادفی به همراه یک مدل فرایند تصمیم‌گیری مارکوفی ارائه داد.

رلین و دیگران (Rolin & et al., 2005) مدیریت راهبرد جنگلهای ناهمسال در فرانسه را با رشد قیمت تصادفی بررسی کردند.

جینگ و همکارانش (Jingjing & et al., 2005) در مطالعه‌ای به تخمین و بررسی کاربرد مدل تولید و رشد برای جنگلهای ناهمسال در کالیفرنیا پرداخته‌اند. در این مطالعه آنها با استفاده از داده‌های ۲۰۵ پلات، مدل رشد برای جنگلهای ناهمسال و مختلط کالیفرنیا را به دست دادند. این مدل علاوه بر اینکه به پیش بینی تعداد درختان سخت چوب و نرم در طبقات قطری ۱۹- براساس معادلات نرخهای رشد قطری- می‌پردازد، پیش‌بینی غیراریب داری از تعداد مورد انتظار درختان را با استفاده از طبقات قطری و گروه گونه‌های ۸ تا ۱۲ سال بر روی ۲۸ پلات معتبر - که در تخمین مدل به کار گرفته نشده‌اند – به دست می‌دهد. نتایج این پیش‌بینی با دانش مربوط به بهره‌برداری در این تیپ جنگلی انطباق دارد. مواردی که تحقیقات پیشگفته را از جهات روش تحقیق و نتایج از بررسی صورت گرفته در این تحقیق متمایز می‌کنند عبارتند از: ۱. بخشی از تحقیقات پیشگفته به شیوه پویا به موضوع مورد بحث پرداخته و در شرایط ریسک و عدم قطعیت آن را مورد توجه قرار داده‌اند. ۲. ابزارهایی که در مدل پویا مورد استفاده قرار می‌گیرد (مانند روشهای ماتریسی و تئوری کنترل) در مدل ایستا به کار نمی‌روند. همچنین محدوده بررسی در این تحقیق به لحاظ وسعت بسیار کمتر از آن چیزی

است که در سایر بررسیها مشاهده می‌گردد. به بیان دیگر مزیت روش مورد استفاده در این تحقیق امکان استفاده از آن در سطحی محدود از جنگل، در حد یک سری و تعمیم آن به کل حوزه جنگلی است. محمدی و لوماندر (Mohammadi & Lohmander, 2006) در بررسی مدیریت بهینه جنگلهای ناهمسال شمال ایران به تخمین تابع رشد جنگل خیرودکنار اقدام کردند. محدودیت مشاهدات به کار رفته در کار افراد مذکور صحت تابع رشد را مورد تردید قرار می‌دهد.

ازمیان‌کارهای‌اندکی که در داخل صورت گرفته است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

حشمت الواعظین (۱۳۷۵) در مطالعه برنامه‌ریزی اقتصادی بهره‌برداری از جنگلهای شمال، با بررسی داده‌های حدود ۳۰٪ از طرحهای جنگلداری شمال، به دلایل واگذاری بهره‌برداری درختان نشانه‌گذاری شده توسط شرکتهای بهره‌برداری به پیمانکاران چوب پرداخت و مقایسه کارایی مدیریتهای دولتی، خصوصی، تعاونی و پیمانکاری را برای انتخاب بهترین گزینه مدیریت و بهره‌برداری از جنگلهای شمال انجام داد. نتایج بررسی وی نشان می‌دهد که مدیریت خصوصی از مدیریت تعاونی و دولتی کارایی بالاتری دارد ولی از مدیریت پیمانی با معیار ارزش خالص فعلی بیش از ۳۰٪ و با معیار نرخ بازده داخلی سرمایه بیش از ۶۲٪، کارایی کمتری دارد.

مطالعه سعید (۱۳۸۰) در زمینه نقش جنگلها در اقتصاد ملی ایران منجر به تعیین و بررسی نهایی محاسبه بهره مالکانه در ایران، تعیین وضعیت اشتغال طرحهای جنگلداری، تبیین وضعیت سرمایه‌گذاری در جنگلهای شمال، بررسی شاخصهای کلان اقتصادی جنگلهای شمال، تبیین وضعیت آشفتهٔ بازار فراورده‌های جنگل و سرانجام، ارائه مجموعه‌ای از داده‌های حسابداری شرکتهای بهره‌برداری شده است.

پناهی (۱۳۸۵) ناآگاهی از ارزش واقعی جنگل را مرکز توجه خویش قرار داد و با استفاده از مباحثی که در دو بخش مبانی ارزش منابع و تعیین قیمت کالاها و خدمات بوم نظامی در جنگلهای خزری طرح کرد، به تبیین و ترسیم کاستیهای پیشگفته پرداخت. ارزش پولی

تولیدات چوبی و همچنین براورد پولی خدمات مربوط به حفاظت خاک، براورد تنظیم جریان آب و خدمات مربوط به ترسیب کربن محوریت کار را تشکیل می‌دهند.

نتایج این پژوهش نشان داد که مدیریت اقتصادی جنگلهای شمال ایران مبتلا به کاستیهای فراوانی است که از آن جمله می‌توان به مواردی چون فقدان طبقه‌بندی اصولی برای حسابداری و حسابرسی شرکتهای بهره‌برداری، عدم دسترسی به آمار دقیق سالانه و کمی شمار گروه‌های مجرب برای بررسی اقتصادی سالانه شرکتهای بهره‌برداری اشاره کرد.

تحقیقات‌صورت‌گرفته‌درداخل‌گرچه به لحاظ موضوعی با عنوان تحقیق مشابهت دارند، امابه‌لحاظ‌اسلوب‌و روش کار با بررسی حاضر که عمدتاً ماهیت ریاضی دارد، متفاوت می‌باشند.

با توجه به مطالب پیشگفته اهداف اساسی تحقیق حاظر عبارتند از: الف) تعیین مقدار رویش حجمی سالانه سری ۱۶ حوزه شفارود و تبیین چگونگی آن و ب) تعیین رژیم حقوقی درستی که بتواند مناسبترین بهره‌برداری را به دست دهد.

روش تحقیق

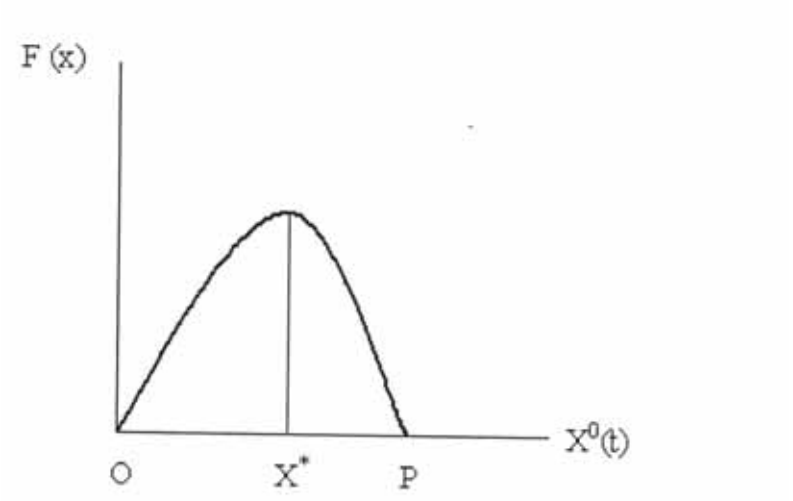
با توجه به اینکه جنگلها مانند ماهیها جزء منابع تجدیدپذیر می‌باشند، به نظر می‌رسد با استفاده از مدل مورد استفاده در ماهیها بتوان روند تغییرات بیولوژیکی جنگلها را تحلیل نمود. به این منظور سری مشخصی از جنگل را مفروض گرفته و فرض می‌گردد بین حجم در هکتار موجودی سرپای جنگل با مقدار رویش آن ارتباط برقرار است. هر چقدر موجودی سرپای ابتدای جنگل بیشتر باشد، میزان رویش آن بیشتر می‌شود تا جایی که با ازدیاد حجم موجودی سرپا در نقطه‌ای مشخص، مقدار رویش به مقدار بیشینه خود می‌رسد و از این به بعد افزایش در حجم سبب کاهش رویش می‌شود تا حدی که می‌تواند مقدار آن به صفر برسد(Neher,1991). اگر به اندازه رشد دوره‌ای، برداشت از جنگل صورت گیرد، موجودی جنگل دست نخورده باقی می‌ماند، اگر میزان برداشت بیشتر شود، از حجم موجودی سر پای جنگل کاسته می‌شود و تخریب جنگل اتفاق می‌افتد.

در مدلی که ارائه خواهد شد، بهره‌برداری بهینه از جنگل به شکل ایستا (ایستاتیک) در دو حالت: الف) دسترسی آزاد به جنگل و ب) در شرایط کنترل شده یا انحصاری، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف) دسترسی آزاد به جنگل

در این حالت ابتدا فرض می‌شود که هزینه‌ای برای استفاده‌کنندگان از جنگل وجود ندارد. اگر x(t) موجودی یا حجم سرپای جنگل در هکتار در زمان t باشد، رشد لحظه‌ای از رابطه$F(X)=X^0(t)$ به دست می‌آید. در این جا F(x) تغییرات درموجودی سر پای جنگل را نشان می‌دهد.

منحنی تغییرات تابع در نمودار ۱ نشان داده شده است.

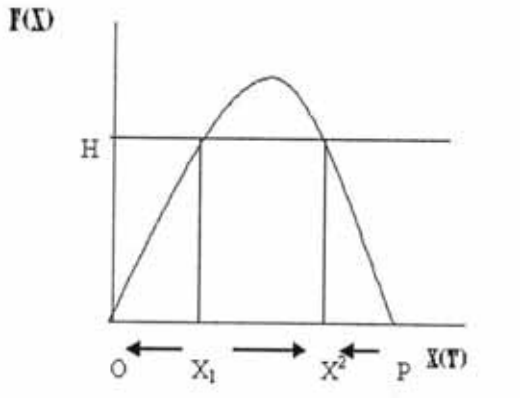


نمودار ۱. تغییر در موجودی سرپای جنگل

با توجه به این نمودار، حجم موجودی سرپای جنگل ابتدا سریعاً رشد می‌کند تا حدی که به نقطه بیشینه X* می‌رسد، سپس کاهش می‌یابد و به نقطه P می‌رسد که در این نقطه میزان رشد برابر صفر می‌گردد. چنین فرایندی موجب پیدایش یک تعادل بیولوژیکی ماندگار در منبع می‌گردد که زیست‌شناس‌ها پیوسته بر آن تأکید می‌کنند (چابکرو، ۱۳۷۴، ۲۲).

ب) شرایط کنترل شده یا انحصاری

با حفظ فرض سابق (نبود هزینه)، بهره‌برداری (H)بر مدل افزوده می‌شود. در اینجا سه وضعیت می‌توان تصور کرد: نخست اینکه میزان بهره‌برداری بیش از ماکزیمم رشد جنگل باشد که در این صورت با استمرار آن توده جنگلی تدریجاً تخریب می‌گردد. دوم اینکه میزان بهره‌برداری برابر ماکزیمم رویش جنگل باشد که در این صورت حجم موجودی سر پای جنگل به مقدار p کاهش می‌یابد. رشد خالص در این حالت به بیشترین مقدار خود رسیده است. حالت اخیر به نظر می‌رسد از نگاه متخصصان منابع طبیعی بهترین حالت باشد، اما از جهت اقتصادی قطعاً نقطه بهینه نخواهد بود به خصوص اگر هزینه بهره‌برداری نیز دخالت داده شود. و سرانجام سوم اینکه اگر میزان بهره‌برداری به سطحی پایینتر از ماکزیمم تابع رشد برسد (نمودار ۲)، میزان حجم موجودی سر پا در هکتار از نقطه p به نقاط x_1 و x_2 کاهش می‌یابد. ولی سئوال اساسی این است که نقطه پایدار کدام است؟ اگر نقطه تعادل اولیه p در نظر گرفته شود می‌توان ملاحظه کرد که مقدار بهره‌برداری بیشتر از مقدار رشد است و در نتیجه حرکت به سمت نقطه X_2 اتفاق می‌افتد. در نقاط پایینتر از X_2 به سبب فزونی رشد از مقدار بهره‌برداری، حرکت به سمت X_2 اتفاق می‌افتد. به این ترتیب به نظر می‌رسد که نقطه X_2 نقطه تعادل پایدار باشد. در نقاط پایینتر از X_1 مقدار بهره‌برداری بیشتر از مقدار رشد است و در نتیجه تخریب جنگل قطعی است. برای مقادیر بیشتر از X_1 نیز به سبب فزونی رشد از مقدار بهره‌برداری، حرکت به سمت X_2 اتفاق می‌افتد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نقطه X_1 نقطه تعادل پایدار نمی‌باشد.

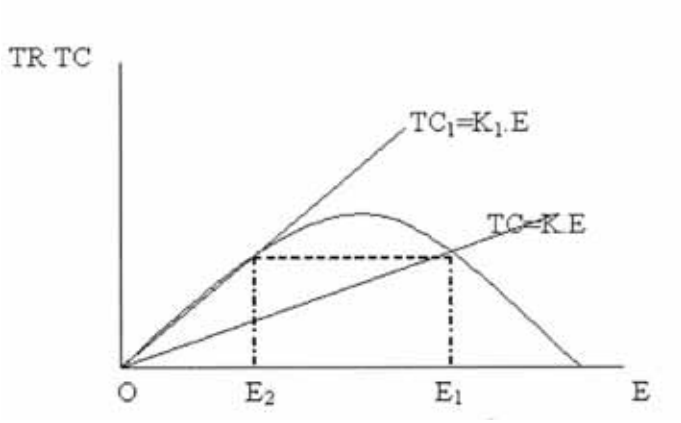


نمودار۲. بهره‌برداری پایین‌تر از رشد بیشینه

اگر استفاده از جنگل برای همه آزاد باشد، تعادل زمانی اتفاق می‌افتد که در آن درآمد کل با هزینه کل برابر است؛ به عبارت دیگر داریم: TR=TC

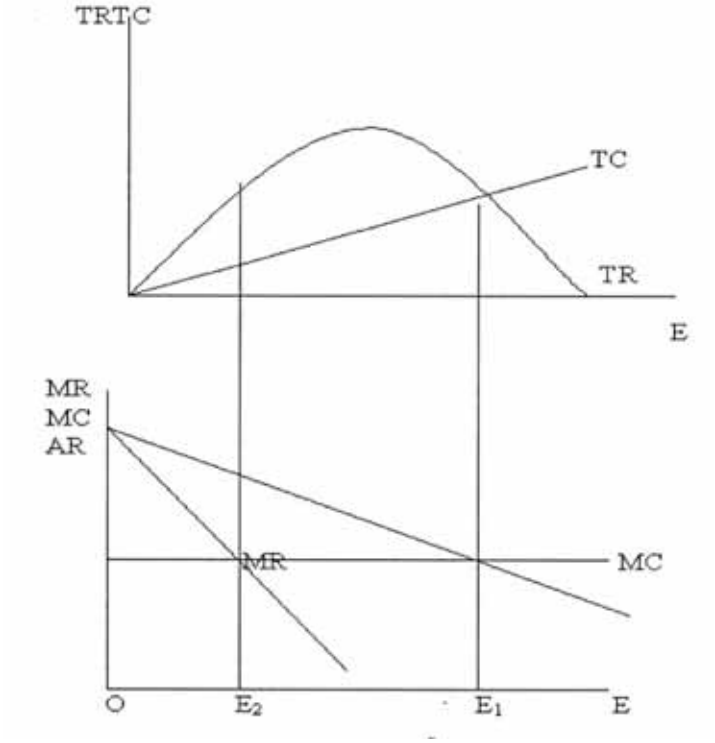
در این بخش از بحث، فرض نبود هزینه کنار گذاشته و فرض می‌شود مقدار هزینه به ازای ساعات کاری که صورت می‌گیرد (K) مقداری مشخص و ثابت است. به این ترتیب مقدار هزینه کل برابر حاصل ضرب مقدار تلاش (تعداد ساعات کار) در هزینه هر واحد تلاش است. در محاسبات به عمل آمده در بخشهای بعدی در قسمت مربوط به تعیین مقادیر تعادلی، مقدار هزینه کل از کتابچه تجدید نظر طرح استخراج گردیده است. با توجه به اینکه درآمد کل از حاصل ضرب قیمت در تولید به دست می‌آید، در صورت داشتن متوسط قیمت انواع فراورده‌های چوبی و ضرب آن در مقدار بهره‌برداری، درآمد کل به دست می‌آید: TR=P.H(E). اگر منحنی هزینه کل از TC با افزایش هزینه ثابت به TC_1 برسد انتظار این است که دو سطح مختلف از E ایجاد گردد (نمودار۳). همچنین با فرض قیمت ثابت و ثابت بودن میزان بهره‌برداری، به دلیل کاهش فعالیت و تلاش، در نقطه E_2 درآمد کل بیش از هزینه کل است و سود اضافه وجود دارد و چون محدودیتی برای ورود شرکتهای بهره‌بردار جهت

بهره‌برداری از عرصه‌های جنگلی وجود ندارد، با ورود آنها میزان تلاش افزایش می‌یابد و این شرایط تا زمانی ادامه دارد که برابری مجدد درآمد و هزینه کل در نقطه E_1 برقرار گردد.



نمودار ۳. دسترسی آزاد با افزایش هزینه

هنگامی که بهره‌برداری از جنگل به صورت کنترل شده باشد، با فرض اینکه نرخ تنزیل برابر صفر باشد حالت دیگری پدید می‌آید که در آن انحصارگر درصدد است که سود بلندمدت خود را حداکثر نماید و برای این منظور باید درآمد نهایی را با هزینه نهایی برابر کند؛ به عبارت دیگر فعالیت در جهت بهره‌برداری از جنگل باید به حدی باشد که تفاوت بین درآمد کل و هزینه کل بیشترین مقدار را داشته باشد. در این حالت، زمانی تعادل برقرار است که رابطه برابری دریافتی نهایی و هزینه نهایی برقرار گردد. همان طور که در نمودار ۴ ملاحظه می‌گردد، نقطه تعادل E_1 مربوط به مالکیت تحت شرایط استفاده آزاد از جنگل و نقطه تعادل E_2 مربوط به مالکیت تحت شرایط کنترل شده یا انحصاری است. از آنجاکه در شرایط کنترل شده تلاش کمتری صورت می‌گیرد، پس مالکیت تحت این شرایط کاراتر به نظر می‌رسد. بنابراین می‌توان ادعا نمود چون در حالت مالکیت مشترک تلاش بیشتری برای بهره‌برداری صورت می‌گیرد، تابع بهره‌برداری به سمت چپ منتقل و موجودی سرپای جنگل کم می‌شود.



نمودار ٤. مالکیت تحت شرایط استفاده آزادی و انحصاری

از آنجا که استفاده از مدل مطرح شده مستلزم تعیین توابع رشد و بهره‌برداری است، در این قسمت به سازوکار تعیین آنها پرداخته می‌شود.

برای ایجاد تابع رشد از مدل رگرسیون ساده استفاده گردیده است. برای استفاده از این مدل لازم است میزان رویش قطعات سری تعیین گردد. روش به کار رفته برای تعیین رویش، روش منحصر به فردی است که از آن با عنوان روش استقرایی یاد شده است. در روش مذکور براساس داده‌های موجود درکتابچه طرح تجدید نظر و کار تحقیق میدانی - که پیشتر در مورد سری ۱۶ صورت گرفته بود (عطارد، ۱۳۷۷) - تعداد درختان در سری ۱۶ در هریک از طبقات قطری بر مساحت قابل بهره‌برداری در هر پارسل تقسیم و محصول در رویش حجمی سالانه هر گونه در هر طبقه قطری ضرب گردید. این کار باید برای تمامی طبقات قطری و برای تمامی گونه‌ها در سطح ۳۲ پارسل صورت گیرد. علی‌رغم محدودیت داده‌ها در خصوص برخی

گونه‌هاو زمانبری آن، این کار با استفاده از نرم‌افزار EXCEL به درستی‌تحقق یافت (جدول ۱). با تجمیع رویشهای حجمی هرگونه در طبقات قطری مختلف رویش حجمی کل هرگونه به دست آمد. به‌این ترتیب با اجرای این عملیات برای هر سری مفروض و بر روی قطعات آنها و با در دست داشتن حجم موجودی سرپا از کتابچه‌های تجدیدنظر طرحها می‌توان برازش مناسب از تابع رشد را با استفاده از نرم‌افزار SPSS به دست داد. اگر فرم کلی غیرخطی تابع رشد تخمینی را به صورت زیر در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$G_t = \alpha_1 V_i + \beta_1 V_i^2 + \varepsilon_i \qquad (۱)$$

به طوری که G_t رشد، α_1, β_1 پارامترهای تخمین زده شده و V_i سطح ذخیره (مترمکعب در هکتار در سال) می‌باشد. در اینجا فرض می‌گردد که جمله خطا دارای توزیع نرمال با میانگین و خودهمبستگی صفر است.

در این رابطه اگر شرط مرتبه اول نوشته شود، می‌توان با قرار دادن پارامترهای تخمینی در آن، مقدار موجودی‌ای را به دست آورد که در آن مقدار، رشد بیشینه است. همچنین می‌توان با جاگذاری مقادیر تخمینی پارامترها و مقدار موجودی پیشگفته در رابطه رشد، حداکثر رشد یا تولید پایدار را به دست آورد، به نحوی که داریم:

شرط مرتبه اول $\frac{\partial G}{\partial V} = \alpha_1 + 2\beta_1 V = 0$

$$\alpha 1 + 2\beta 1 V = 0$$

بهره‌برداری در این بررسی تابعی از متغیرهای موجودی سرپا (VH) و تلاش (E) در نظر گرفته شده است. اصولاً بهره‌برداری رابطه‌ای مستقیم با مقدار موجودی قابل بهره‌برداری دارد. متغیر دیگری که در بهره‌برداری تأثیر می‌گذارد، مقدار فعالیتی است که جهت بهره‌برداری صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه نوعاً عوامل بهره‌برداری کار و سرمایه می‌باشند و این دو نیز در مقایسه با یکدیگر کمیتهایی غیرهمگن هستند، لذا با توجه به کاربرد هر دوی آنها در فرایند بهره‌برداری، از یک عامل مشترک یعنی تعداد روزهای فعالیت در سال برای بیان تأثیر آنها استفاده گردید. در این بررسی خوشبختانه با استفاده از اطلاعات موجود کتابچه تجدیدنظر طرح سری ۱۶ تعداد روزهای فعالیت سالانه برای تمامی پارسلهای سری مذکور محاسبه

گردید. با دانستن تعداد روزهای فعالیت برای یک دوره دهساله در یک سری با مساحت قابل‌بهره‌برداری معین، تعداد روزهای فعالیت با یک تناسب ساده برای هر پارسل قابل محاسبه خواهد بود. با توجه به مطالب پیشگفته و با توجه به امکان برداشت (موجود در کتابچه طرح) با استفاده از ابزارمدل‌رگرسیون خطی، تابع بهره‌برداری‌تعیین می‌گردد. در این بررسی تقاطع توابع رشد و بهره‌برداری جهت تعیین مقادیر تعادلی از طریق نرم‌افزار مطلب محقق گردیده است.

موقعیت جغرافیایی، حدود و وسعت طرح[1]

سری ۱۶ شفارود (تت پالو) بین طولهای جغرافیایی′ ۵۴، ^{O}۴۸ و′۲، ^{O}۴۹ و عرضهای جغرافیایی″ ۳۰، ′۳۲، ^{O}۳۷ و ″ ۵۰، ′۳۱، ^{O}۳۷ قرار دارد. این سری از شمال و شرق به رودخانه‌های شفارود و خوشابرود منتهی می‌شود و از جنوب با سری ۱۵ شفارود و خوشابرود و از غرب با سری ۱۱ شفارود هم مرز است.

مساحت‌یابی انجام شده مساحت سری را ۱۳۲۴ هکتار نشان می‌دهد. در حال حاضر ۱۱۸۰/۷ هکتار از سطح سری (در حدود ۸۹/۲ درصد) مناطق قابل استفاده است. از این سطح ۱۰۸۶/۶۵ هکتار مساحت قابل بهره‌برداری (در حدود ۸۲/۱ درصد)، ۴۷/۰۵ هکتار فضاهای خالی جنگلی، ۷/۳ هکتار فضای خالی غیر جنگلی (مزروعی و مسکونی) (جمعاً ۴/۲ درصد)، ۳۱/۳ هکتار عرصه‌های حفاظتی، ۵۵/۲ هکتار حریم جاده‌های موجود و پیشنهادی (۴/۲ درصد) است. یادآوری می‌شود مطالعه و بررسی صورت گرفته در این مقاله طی سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ انجام گرفته است.

نتایج و بحث

۱. تعیین تابع رشد بیولوژیک برای سری ۱۶[2]

جدول ۱ محاسبه رویش حجمی‌سالانه برای تمام گونه‌های قطعه ۱۶۰۱ را نشان می‌دهد. در این جدول ستونهای اول و دوم (قطر برحسب سانتیمتر و تعداد گونه‌ها) از دفترچه تجدیدنظر استخراج شده و ستون سوم (کل رویش سالانه هر درخت برحسب سیلو) حاصل

---

۱. استخراج از کتابچه تجدیدنظر سری ۱۶ حوزه ۷ شفارود

۲. از آنجاکه‌تعیین‌تابع‌رشد بیولوژیک در ایران مسبوق به سابق نبوده و اگر بوده نگارنده در مراجعات خود به آن دست نیافته است، مطالب این بخش به شیوه مطرح شده براساس تجربیات و یافته‌های چندساله نویسنده است.

محاسبه محقق به شیوه مذکور در بحث روش تحقیق است. با تجمیع رویشهای حجمی هرگونه در طبقات قطری مختلف، رویش حجمی کل هرگونه به دست آمد. به این ترتیب با در دست داشتن حجم موجودی سرپا برحسب مترمکعب در هکتار از کتابچه‌های تجدیدنظر طرحها می‌توان برازش مناسب از تابع رشد داشت. ستون چهارم (رویش حجمی سالانه هر درخت برحسب سیلو) مستخرج از کارهای میدانی انجام یافته بر روی سری مذکور است. فقدان داده‌ها در برخی از ستونهای جدول اشاره به‌این دارد که گونه مربوطه درآن طبقه قطری وجود ندارد و در نتیجه محاسبات بعدی به خودی خود منتفی می‌گردد. همچنین ارقام مساحت و رویش حجمی کل در انتهای جدول به ترتیب مستخرج از جدیدترین کتابچه تجدیدنظر و جمع کلی رویشهای گونه‌های مختلف بوده که با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام گرفته است.

جدول ۱. محاسبه رویش حجمی سالانه برای قطعه ١٦٠١

قطر	راش			ممرز		
	تعداد	کل رویش سالانه هر درخت	رویش حجمی سالانه هردرخت	تعداد	کل رویش سالانه هر درخت	رویش حجمی سالانه هر درخت
۱۰	–	–	–	–	–	–
۱۵	۲/۷	۰/۰۰۱۱۶	۰/۰۰۸	۱۳/۵	۰/۰۰۵۷۸	۰/۰۰۸
۲۰	۲/۷	۰/۰۰۲۱۷	۰/۰۱۵	۸/۱	۰/۰۰۶۰۶	۰/۰۱۴
	۵/۴	–	–	۲۱/۶	–	–
۲۵		–	–	۵/۴	۰/۰۰۵۷۸	۰/۰۲۰
۳۰	۵/۴	۰/۰۰۸۰۹	۰/۰۲۸	۵/۴	۰/۰۰۷۵۱	۰/۰۲۶
۳۵	۵/۴	۰/۰۱۰۱۱	۰/۰۳۵	۱۳/۵	۰/۰۲۳۱۰	۰/۰۳۲
۴۰		–	–	۲۴/۳	۰/۰۴۹۳۸	۰/۰۳۸

ادامه جدول ۱

۴۵	۲/۷	۰/۰۰۶۹۳	۰/۰۴۸	۵/۴	۰/۰۱۲۷۱	۰/۰۴۴
۵۰	۲/۷	۰/۰۰۷۹۴	۰/۰۵۵	۱۰/۸	۰/۰۲۸۸۸	۰/۰۵۰
۵۵		–	–	۵/۴	۰/۰۱۵۸۸	۰/۰۵۵
۶۰	۲/۷	۰/۰۰۹۸۲	۰/۰۶۸	۲/۷	۰/۰۰۸۶۶	۰/۰۶۰
۶۵		–	–	۸/۱	۰/۰۲۸۵۹	۰/۰۶۶
۷۰		–	–	۵/۴	۰/۰۲۰۵۰	۰/۰۷۱
۷۵		–	–	۸/۱	۰/۰۳۲۹۲	۰/۰۷۶
۸۰		–	–	۲/۷	۰/۰۱۱۵۵	۰/۰۸۰
۸۵	۲/۷	۰/۰۱۴۷۳	۰/۱۰۲		–	–
	۲/۷	–	–	۱۶/۲	–	–
۹۰		–	–	۵/۴	۰/۰۲۵۹۹	۰/۰۹۰
۹۵		–	–		–	–
۱۰۰	۲/۷	۰/۰۱۷۶۱	۰/۱۲۲	۲/۷	۰/۰۱۴۱۵	۰/۰۹۸
۱۰۵		–	–		–	–
	۲/۷	–	–	۸/۱	–	–
جمع	۲۹/۷	۰/۰۷۸۵۵	–	۱۲۶/۹	۰/۲۹۷۴۳	–
درصد	۰/۰۸۵		–	۰/۳۴۶	–	–
مساحت	۱۸/۷					
کل رویش	۱/۴۳۱					

ادامه جدول ۱

قطر	بلوط			توسکا			سایر		
	تعداد	کل رویش سالانه هر درخت	رویش حجمی سالانه هر درخت	تعداد	کل رویش سالانه هر درخت	رویش حجمی سالانه هر درخت	تعداد	کل رویش سالانه هر درخت	رویش حجمی سالانه هر درخت
۱۰				۱۶/۲	۰/۰۴۵۹۱	۰/۰۵۳	۲۱/۶	۰/۰۱۸۴۸	۰/۰۱۶
۱۵	۲/۷	۰/۰۰۱۸۸	۰/۰۱۳	۵/۴	۰/۰۲۶۸۶	۰/۰۹۳	۱۶/۲	۰/۰۲۵۱۲	۰/۰۲۹
۲۰	۲/۷	–		۲۱/۶	–		۳۷/۸	–	
	۵/۴	۰/۰۰۶۰۶	۰/۰۲۱	۵/۴	۰/۰۳۷۲۵	۰/۱۲۹	۱۶/۲	۰/۰۳۵۵۲	۰/۰۴۱
۲۵	۲/۷	۰/۰۰۴۱۹	۰/۰۲۹	۵/۴	۰/۰۴۶۷۸	۰/۱۶۲	۸/۱	۰/۰۲۲۵۲	۰/۰۵۲
۳۰	۲/۷	۰/۰۰۵۳۴	۰/۰۳۷	۲/۷	۰/۰۲۷۵۸	۰/۱۹۱	۲/۷	۰/۰۰۸۹۵	۰/۰۶۲
۳۵	۵/۴	۰/۰۱۳۲۸	۰/۰۴۶		–		۱۸/۹	۰/۰۷۲۷۷	۰/۰۷۲
۴۰	۵/۴	۰/۰۱۵۵۹	۰/۰۵۴	۲/۷	۰/۰۳۴۶۵	۰/۲۴۰		–	
۴۵	۲/۷	۰/۰۰۸۹۵	۰/۰۶۲		–		۵/۴	۰/۰۲۵۹۹	۰/۰۹۰
۵۰		–			–			–	
۵۵		–		۲/۷	۰/۰۴۲۴۵	۰/۲۹۴	۱۰/۸	۰/۰۶۰۰۶	۰/۱۰۴
۶۰		–		۵/۴	۰/۰۸۸۶۵	۰/۳۰۷		–	
۶۵		–		۲/۷	۰/۰۴۷۹۴	۰/۳۳۲		–	
۷۰		–			–			–	
۷۵		–			–			–	
۸۰		–		۵/۴	۰/۱۱۷۵۳	۰/۴۰۷		–	

۸۵		–		۸/۱	–			–	
۹۰		–		۵/۴	۰/۱۲۵۰۴	۰/۴۳۳		–	
۹۵		–			–			–	
۱۰۰		–		۲/۷	۰/۰۶۹۴۵	۰/۴۸۱		–	
۱۰۵	۲/۷	۰/۰۲۰۶۵	۰/۱۴۳		–				
جمع	۲/۷			۸/۱					
درصد	۲۹/۷	۰/۰۷۵۹۵		۶۲/۱	۰/۷۱۰۰۹	۹۹/۹	۰/۲۶۹۴۲		
مساحت				۰/۱۷۸		۰/۲۸۷			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با استفاده از مقادیر رویش گونه‌های مختلف و مجموع آنها در هر پارسل (که در قسمت قبل کیفیت تعیین آن ذکر گردید) به عنوان متغیر وابسته (G) و مقدار موجودی سرپا (V)، تابع رشد با استفاده از نرم‌افزار SPSS، تخمین زده شد که نتایج آن به قرار جدول ۲ است.

جدول ۲. نتایج تخمین تابع رشد

متغیر	ضریب	آماره T	R^2	آماره F
V (حجم در هکتار)	۰/۱***	۱۰/۲	۰/۷۷	۱۱۸/۹
v^2 (مجذور حجم در هکتار)	-۰/۰۰۰۲۳***	-۴/۳		

مأخذ: یافته‌های محقق

*** معنیداری در سطح ۹۹ درصد

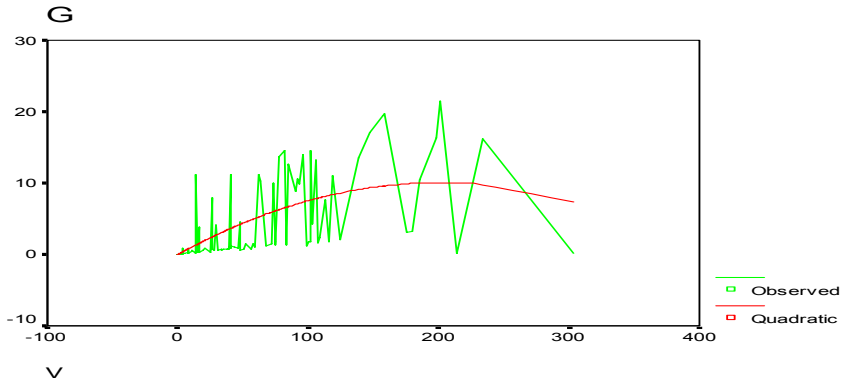
براساس نتایج، مقادیر مطلق ۱۰/۲و۴/۳ برای آماره T حکایت از رابطهٔ معنیدار متغیرهای حجم در هکتار v,v2 است. همچنین وجود ضریب همبستگی بالای۷۷٪ برای R دلالت بر این دارد که بخش قابل قبولی از تغییرات متغیر وابسته یعنی رشد می‌تواند با استفاده از تغییرات موجودی تفسیرگردد. با جاگذاری مقادیر تخمینی پارامترها و مقدار موجودی پیشگفته در

رابطه رشد (فرم غیرخطی تابع رشد) می‌توان موجودی و حداکثر رشد یا تولید پایدار را به دست آورد:

$$V = -\frac{\alpha 1}{2\beta 1} = -\frac{0.096453}{2 \times (0.000234)} = 206.09$$ مقدار موجودی سرپا

$$G = 0.096453 \times 206.09 - (0.000234 (206.09)^2) = 9.94$$ حداکثررشد

به این ترتیب برای سری۱۶ مقدار موجودی‌ای که در آن رشد حداکثر می‌گردد عبـــارت خواهد بود از ۲۰۶/۰۹ مترمکعب در هکتار و مقدار رشد حداکثر در این موجودی برابر ۹/ ۹ متر می‌باشد (نمودار ۵).



نمودار ۵. تابع رشد بیولوژیک سری ١٦، حوزه شفارود

۲. تعیین تابع بهره‌برداری

تخمین تابع بهره‌برداری به صورت جدول ۳ است. چنانکه ملاحظه می گردد، آماره دوربین واتسون (DW) در این مدل دلالت بر عدم خودهمبستگی دارد و مقادیر بالای T نیز معنیدار بودن ضرایب را نشان می‌دهد. آزمون پارک نیز نشان داد که ضریب متغیر مستقل معنیدار نیست و به این ترتیب فرضیه H_0 یعنی عدم واریانس ناهمسانی رد نمی‌گردد. مدل حاضر از جهت سایر فروض کلاسیک مورد آزمون قرار گرفت و موارد نقض فروض کلاسیک مشاهده نشد. مقدار ضریب تعدیل نیز گویای توضیح ۹۵٪ متغیر وابسته بهره‌برداری H از سوی متغیرهای حجم در هکتار یا موجودی سرپا (VH) و متغیر تلاش (E) می‌باشد.

جدول ۳. نتایج تخمین تابع بهره‌برداری

متغیر	ضریب	آماره t	سطح معنیداری	R^2	$\bar{R}^2$	آماره DW	آمارهF
ثابت (C)	-۲۹۳/۶	-۲/۶۶	۰/۰۱۵۴	۰/۹۶	۰/۹۵	۱/۹۸	۲۰۲/۱۸***
حجم در هکتار (VH)	۱/۶	۲/۵۸	۰/۰۱۸۱				
تلاش (E)	۱۵	۱/۶	۰/۰۰۰				

مأخذ: یافته‌های محقق

۳. بررسی تعادل در حالات مختلف[1]

با عنایت به توابع رشد بیولوژیک و بهره‌برداری، در این قسمت به تبیین چگونگی تعیین مقادیر بهینه تعادلی در شرایط ایستا پرداخته می‌شود. ابتدا باید روشن گردد که منظور از ایستا، در نظر نگرفتن نرخ تنزیل است و یا به عبارت دیگر مقدار آن صفر تعیین می‌گردد. با این فرض، عملاً متغیر زمان در این بررسی منظور نمی‌گردد و مقادیر بهینه تعادلی دریک نقطه خاص از زمان اتفاق می‌افتد. تعیین مقادیر تعادلی، یعنی مقابله توابع رشد و بهره‌برداری از طریق نرم‌افزار مطلب صورت گرفت (جدولهای ۲ و ۳)؛ یعنی:

```
solve  ( − 0 . 0002   × x ∧ 2 + 0 . 1 × x − 0 . 4 = − 293  . 6 =
1 . 6 × x + 15 . 9 × e′ ) − 3750   + 10  × ( 155285    − 795  × e ) ∧ ( 1 / 2 )
− 3750   − 10  × ( 155285    − 795  × e ) ∧ ( 1 / 2 )
```

و بر این اساس مقدار موجودی سرپا بر اساس متغیر تلاش به دست آمد. در مرحله بعد، مقدار موجودی به دست آمده در تابع بهره‌برداری قرار داده شد و به این ترتیب رابطه بهره‌برداری براساس متغیر تلاش شکل گرفت. آنگاه رابطه اخیر در قیمت محصولات چوبی ضرب گردید تا از این طریق مقدار درآمد کل به دست آید. متوسط قیمت فراورده‌های چوبی به دنبال رایزنی با مدیریت بهره‌برداری شرکت شفارود و برخی کارشناسان دیگر شرکت

۱. در این بخش، از نرم افزار مطلب ویرایش ۷/۱ استفاده شده است.

مذکور، هشتصد هزار ریال منظور گردید. با تعیین درآمد کل برحسب متغیر تلاش، این مقدار با مقدار هزینه کل (که در دفترچه تجدیدنظر سری شانزده شفارود موجود بود) مقابله داده شد و به این ترتیب مقدار تلاش تعادلی به دست آمد. گفتنی است چون محاسبات مقادیر مشخص بهینه موجودی، تلاش و بهره‌برداری مستلزم عملیات پیشگفته است، مقادیر مورد اشاره در مراحل اولیه به صورت جمله به دست می‌آید.

$$\text{solve}(-5034880000 + 12800000 \times (155285 - 795 \times \text{e}) \wedge (1/2) + 12720000 \times \text{e} = 7526126400)\text{ans} = 584.98$$

چون مقدار به دست آمده (۵۸۴/۹۸) اشاره به یک دوره دهساله دارد، مقدار هر سال آن (۵۸/۵) در محاسبات منظور گردید. با قرار دادن مقدار تلاش در رابطه موجودی، مقدار موجودی تعادلی به دست آمد (x=–۴۵/۸)؛ یعنی:

$$X = -3750 + 10\,(155285 - 795 \times 58.5) \wedge (1/2)$$

در محاسبات صورت گرفته در این بررسی از دو مقدار تعادلی به دست آمده، مقدار تعادلی اول برای موجودی انتخاب شده است، چرا که علاوه بر حمایت تئوریک قوی برای موجودی تعادلی اول، در صورت استفاده از مقدار دوم به دلیل پیدایش عدد مختلط، نه تنها تفسیر داده‌ها بلکه ادامه محاسبات نیز با اشکال همراه می‌گردد.

سرانجام با قرار دادن مقادیر موجودی و تلاش در رابطه بهره‌برداری، مقدار بهره‌برداری به دست می‌آید (H=–۸۶/۳)؛ یعنی:

$$\text{H} = -293.6 + 1.6\,\text{x} + 15.9$$

فرایندی که تا به اینجا تشریح گردید به بررسی شرایطی می‌پردازد که استفاده از جنگل برای همگان آزاد است و هیچ‌گونه محدودیتی برای استفاده از آن وجود ندارد. همان‌طور که اعداد به دست آمده نشان می‌دهد وضعیت اخیر منجر به از بین رفتن موجودی و بهره‌برداری غیراصولی از منابع طبیعی می‌گردد و در نتیجه چنین تلاشی نمی‌تواند مقبول باشد و در درازمدت سبب تضعیف وضعیت بهره‌برداران و از آن مهمتر تخریب منابع طبیعی و در نهایت

باعث تحقق نیافتن توسعه پایدار می‌گردد. ارقام منفی بالای به دست آمده برای متغیرهای فعالیت و بهره‌برداری و رقم پایین موجودی اشاره به این حقیقت دارد که چنین واقعیتی در صورت تحقق به نفع هیچ یک از گروههای دخیل در بهره‌برداری نیست و عدم تحقق آن بهتر است، چرا که با انجام آن حجم عظیمی از منابع- موجودی سرپای جنگل- مورد بهره‌برداری افراطی قرار می‌گیرد. اینک حالتی بحث می‌گردد که بهره‌برداری از منابع موجودی سرپای جنگل به شکل کنترل شده باشد. حالت اخیر در اینجا از طریق برابری دریافتی نهایی و هزینه نهایی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در بررسی انحصاری یا کنترل شده کلیه عملیات پیشگفته در باره تعیین مقادیر تعادلی در شرایط دسترسی آزاد تکرار می‌گردد و صرفاً در شروع است که می‌بایست با استفاده از مشتق درآمدکل و هزینه‌کل، دریافتی نهایی و هزینه نهایی به دست آید. آنگاه با تقابل این دو، مقدار تعادلی تلاش در حالت انحصاری به دست می‌آید. سایر عملیات جهت تعیین مقادیر موجودی و بهره‌برداری مانند قبل است:

solve $(-5088000000 \quad (155285 \quad -795 \times \mathrm{e}) \wedge (-1/2) + 12720000 \quad = 6107000)$
ans $= -3819371250167\ 69$‡3351271
$\mathrm{E} = -55\ \mathrm{X} = 711\ \mathrm{H} = -30.5$

همان طور که انتظار می‌رود در حالت انحصاری مقدار تلاش کاهش می‌یابد؛ یعنی از مقدار ۵۸/۵ روز در حالت رقابتی به مقدار مطلق ۵۵- روز می‌رسد. به عبارت دیگر زمان فعالیتهای سالانه جهت بهره‌برداری در مقایسه با حالت دسترسی آزاد کاهش چشمگیری می‌یابد. در نتیجه کاهش فعالیت، افزایش در مقدار موجودی سرپا که با فعالیت رابطه عکس دارد، اتفاق می‌افتد و مقدار قدر مطلق آن در مقایسه با حالت دسترسی آزاد از ۴۵۱/۸- به ۷۱۱ مترمکعب می‌رسد. در چنین وضعیتی انتظار این است که مقدار بهره‌برداری نیز کاهش چشمگیری یابد.

جمعبندی و پیشنهاد

در مقاله حاضر سری ۱۶ حوزه شفارود مورد مطالعه قرار گرفت و با بررسی پارسلهای ۳۲ گانه این سری و تعیین دقیق رویش حجمی سالانه آنها و نیز استفاده از مدل رگرسیون ساده

و چندمتغیره، امکان تخمین تابع رشد بیولوژیک سری مذکور فراهم شد. تخمین تابع بهره‌برداری نیز صورت پذیرفت و با تقاطع تابع رشد و تابع بهره‌برداری امکان بررسی بهینه تعادلی در شرایط ایستا در ساختارهای رقابتی و انحصار فراهم آمد. نتایج این بررسی رشد متوسط ۹/۹ مترمکعب در هکتار را برای سری مذکور نشان می‌دهد و در عین حال بهره‌برداری به شکل کنترل شده یا انحصاری را با توجه به مقادیر موجودی سرپا، میزان بهره‌برداری و فعالیت منطقی در جهت بهره‌برداری، مناسبترین شکل اداره جنگل می‌داند. با توجه به روش به کار رفته در این تحقیق و نتایج آن پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

۱. تنظیم تقویم بهینه بهره‌برداری، یا محاسبه موجودی گونه‌های تجاری جنگل و میزان فعالیت لازم برای بهره‌برداری در هریک از طرحهای جنگلداری به شیوه یاد شده در این مقاله

۲. استفاده از شیوه استقرایی به جای روشهای بسیار هزینه‌بر برای تعیین رویش جنگل و همچنین استفاده از مدلهای رگرسیونی مقدار رویش جنگل حتی برای ابعاد کوچکتر جنگل و در حد قطعه

۳. بررسی آثار انواع مالکیتهای اعمال شده دولتی و خصوصی از جهت مقدار بهره‌برداری، موجودی سر پا، درآمدها و هزینه‌ها و لزوم بازنگری در آنها با استفاده از روش ایستا. این مسئله نقش ارزنده‌ای در بهبود وکارایی مدیریت سازمان جنگلها و مراتع دارد.

منابع

۱. پناهی، مصطفی (۱۳۸۴)، ارزشیابی اقتصادی حوزه‌های جنگلی خزر، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی کرج، صص، ۱۲۰-۱۲۱.

۲. چابکرو، غلامرضا (۱۳۷۴)، بهره‌برداری بهینه از مرتع، رسالهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان. ص ۲۲.

۳. سعید، ارسطو (۱۳۸۰)، نقش جنگلها در اقتصاد ملی، دفتر بهره‌برداری صنایع چوب، سازمان جنگلها و مراتع.

۴. شرکت سهامی جنگل شفارود (۱۳۸۵)، اطلاعات موجود در دفترچه‌های طرح جنگلداری سری ۱۶ حوزه ۹، تجدیدنظر دوم، فصل اول.

۵. حشمت الواعظین، سیدمهدی (۱۳۷۵)، برنامه‌ریزی اقتصادی بهره‌برداری از جنگلهای شمال کشور، رساله کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، فصول اول و دوم.

۶. عطارد، پدرام (۱۳۷۷)، بررسی و آنالیز آماری رویش جنگل در دو جبهه اکولوژیک شمالی و جنوبی در حوزه آبخیز شفارود با استفاده از روش آماری چندمتغیره، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، صص ۱۳۳-۱۴۰.

۷. گجراتی، دامودار، (۱۳۷۸)، مبانی اقتصادسنجی، ترجمه حمید ابریشمی، دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، بخش دوم صفحات ۴۱۹-۶۳۹.

8. Buongiorno, J.(2001), Generalization of faustmanns formula for stochastic forest growth and prices with Markov decision process model, *Forest Science,* 47: 466-474.

9. Jingjing Liang, J. Buongiorno and R.A. Monserud (2005), International, *Forestry Review*, vol.7(2).

10. Haight, R.G.(1990), Feedback thinning policies for uneven-aged stand management with stochastic prices, *Forest Sciences,* 36: 1015-1031.

11. Hool, J.N. (1996), A dynamic programming-Markov chain approach to forest production control, *Forest Sciences*, Monograph 12.26p.

12. Rolin, F.& J., Buongiorno, M. Zhou. and J.L. Peyron (2005), Management of mixed-species,uneven-aged forests in the French Jura:

from stochastic growth and price models to decision tables, *Forest Sciences*, 51: 64-75.

13. Peng, C.(2000), Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future, *Forest Ecology and Management*, 132: 259-279.

14. Kaya, I. & J. Buongiorno (1987), Economic harvesting of uneven-aged northern hardwood stands under risk: a Markovian decision model, *Forest Science*, 33: 889-907.

15. Lembersky,M.R.& K. N. Johnson (1975), Optimal policies for managed stands: an infinite time Markov decision process approach, *Forest Sciences*, 21: 109-122.

16. Lohmander, P. (1987), The economics of forest management under risk, Ph.D. thesis, Swedish University Of Agricultural Sciences, Department of Forest Economics Umea, Sweden, Report 74,27pp.

17. Lohmander, P. & S. Mohammadi (2006), Optimal continuous cover forest management in an Uneven-aged forest in the north of Iran Department of Forest Economics, Faculty of Forest Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), SE-90` 83 Umea, Sweden 5-6.

18. Neher, A. Philip (1991), Natural resources economics conservation and exploitation London: University of Cambridge Publishing, co.chapter2, p61.