فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد 15 شمارهٔ 2 ، صفحهٔ 194-181 ، (1386)

تعمیم مدل تصمیم‌گیری Faustmann برای محاسبات اقتصادی درخت (مطالعه موردی: راشستانهای شمال شرق فرانسه)

سید مهدی حشمت الواعظین[1] و ژان- لوک پرون[2]

1-دکترای رشته اقتصاد و مدیریت جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. پست الکترونیک: Heshmat@nrf.ut.ac.ir
مدیر مجمع تحقیقاتی منافع عمومی اکوسیستم های جنگلی پاریس، فرانسه.
تاریخ دریافت: 86/2/1 تاریخ پذیرش: 86/3/30

چکیده

کوچک‌ترین و مؤثرترین مقیاس تصمیم گیری در جنگل، تصمیم گیری در سطح درخت می باشد. هر گونه تصمیم گیری در مورد درختان جنگلی (قطع یا نگهداری و انتخاب گونه) معمولاً بر اساس ملاحظات فنی و اقتصادی صورت می‌پذیرد. مدل اقتصادی درخت، ابزاری ارزشمند در تصمیم گیریهای مربوط به درخت می باشد که کلیه ملاحظات اقتصادی را تلفیق می‌نماید. با استفاده از مدل درخت می‌توان ارزش گونه های مختلف یک توده، قطر هدف و میزان خسارت وارده به نهالها را تعیین و تأثیر قطر بهره‌برداری، روش بهره برداری و تراکم برداشت را بر ارزش درخت بررسی نمود. علاوه بر این، چون یک توده جنگلی مجموعه ای از درختان محسوب می شود، مدل اقتصادی درخت می‌تواند در سطوح بالاتر تصمیم گیری (پارسل و سری) جهت بهینه سازی مدیریت مورد استفاده قرار گیرد. به رغم اهمیت مدل اقتصادی درخت، در اقتصاد جنگل کمتر روی این موضوع تحقیق شده است. در این مقاله یک مدل تصمیم گیری درخت بر مبنای مدل پذیرفته شده Faustmann ارائه گردیده است. به منظور ارائه مثالهای عملی، مدل پیشنهادی برای تعیین قطر هدف و میزان خسارت به نهالها یا درختان کم قطر با استفاده از داده های گونه راش در راشستانهای شمال شرق فرانسه مورد استفاده قرار گرفته است. مطالعه موردی نشان می دهد که قطر هدف درختان با کیفیت مطلوب راش در راشستانهای ناهمسال با حاصلخیزی متوسط، 70 سانتیمتر می‌باشد. همچنین، با استفاده از مدل پیشنهادی در محاسبه خسارت وارده به درختان ملاحظه می نماییم که ارزش واقعی یک درخت آسیب دیده در اثر بهره‌برداری به قطر 25 سانتیمتر بیش از 10 برابر (36 یورو) ارزش بازاری آن (3 یورو) می باشد.

واژه های کلیدی: مدل اقتصادی درخت، مدل Faustmann، ارزش آتی درخت، ارزش بازاری درخت، قطر هدف.

مقدمه

مدل اقتصادی درخت ابزاری است که پیش بینی ارزش آتی و تغییرات آن را در شرایط مختلف درخت (از لحاظ کیفیت، گونه، قطر و قطر هدف)، پارسل (از لحاظ حاصلخیزی، ساختار و حجم سرپا)، مدیریت (سیستم بهره برداری و تراکم برداشت در واحد سطح) و بازار چوب (رابطه قطر- قیمت و نوسانهای آن در زمان) را امکان پذیر می سازد. مدل اقتصادی درخت کاربرد های متعددی دارد که در این مقاله به سه مورد از آنها اشاره می‌شود:

1- مدل اقتصادی درخت به عنوان معیار نشانه‌گذاری

زمان یا قطر بهره برداری که ارزش آتی درخت را حداکثر می سازد، زمان یا قطر بهینه بهره برداری نامیده می‌شود. مدل اقتصادی درخت می‌تواند در بهینه سازی

Archive of SID
www.SID.ir

زمان یا قطر نشانه گذاری درخت در شرایط مختلف درخت، توده، مدیریت و بازار چوب مورد استفاده قرار گیرد. نشانه‌گذاری درختان جنگلی با قطر مناسب، یکی از مهمترین مبانی نیل به اهداف جنگل داری پایدار می باشد. نشانه‌گذاری درختان جنگلی معمولاً بر اساس ملاحظات فنی و اقتصادی صورت می‌پذیرد. ملاحظات فنی در اغلب موارد قابل مدلسازی و پیش‌بینی نبوده و تنها در عرصه قابل بررسی می‌باشند. بر خلاف ملاحظات فنی، ملاحظات اقتصادی (مانند قیمت، اثر کیفیت بر قیمت و اثر تراکم برداشت برقیمت) می‌تواند پیش بینی شده و با استفاده از مدل اقتصادی درخت بررسی شوند. بدین ترتیب، مدل اقتصادی درخت، جستجوی قطر یا سن بهینه بهره برداری یک درخت را در شرایط مختلف امکان پذیر می‌نماید. مدل اقتصادی تصمیم‌گیری در کنار ملاحظات فنی می‌تواند کمک شایانی به نشانه‌گذاری اصولی و اقتصادی درختان جنگلی بنماید. بر خلاف جنگلهای سوزنی برگ همسال، به‌دلیل تنوع گونه و کیفیت درختان پهن برگ در جنگلهای ناهمسال و آمیخته، استفاده از مدل اقتصادی تصمیم‌گیری برای نشانه‌گذاری درختان پهن برگ از اهمیت زیادی برخوردار است.

2- مدل اقتصادی درخت به‌عنوان معیار بهینه سازی مدیریت جنگل

مدل اقتصادی تصمیم گیری برای نشانه گذاری درخت، کوچک ترین، ملموس ترین و مؤثرترین سطح تصمیم‌گیری در جنگل است که می‌تواند در بهینه سازی مدیریت جنگل در سطوح بالاتر (در سطح پارسل یا سری) نیز مورد استفاده قرار گیرد. در واقع، یک توده جنگلی چیزی جز یک مجموعه بزرگ از درختان جنگلی نیست. بدین ترتیب مدل اقتصادی درخت می‌تواند در سطوح بالاتر تصمیم گیری نیز مورد استفاده قرار گیرد. مدل اقتصادی توده که از جمع مدلهای اقتصادی درختان آن بدست آید می‌تواند در بهینه سازی دقیق مدیریت جنگل به ویژه در جنگلهای ناهمسال و آمیخته مورد استفاده قرار گیرد.

3- مدل اقتصادی درخت به‌عنوان ابزار محاسبه ارزش آتی یک درخت جنگلی

ارزش بازاری به ارزش آنی یک محصول براساس قیمت آن در بازار اطلاق می‌شود. بر خلاف ارزش بازاری، ارزش آتی قیمت یک محصول را بر مبنای ارزشی که آن محصول در بلوغ مالی (سن یا قطر بهینه بهره‌برداری) خواهد داشت محاسبه می‌نماید. ارزش بازاری یک نهال جنگلی مانند یک میوه نارسیده می‌تواند بسیار ناچیز یا حتی صفر باشد. درحالی‌که ارزش آتی آن بدلیل ارزشی که در بلوغ مالی خواهد داشت از ارزش بازاری آن بیشتر خواهد بود. ارزش بازاری یک درخت قبل از رسیدن به بلوغ مالی (قطر هدف) همواره از ارزش آتی آن کمتر و در زمان بلوغ مالی با آن برابر است (Peyron, 1998). بر خلاف ارزش بازاری، محاسبه ارزش آتی یک درخت نیازمند محاسبات نسبتاً پیچیده ای می‌باشد. مدل اقتصادی درخت محاسبه ارزش آتی یک نهال را امکان پذیر می‌نماید. ارزش آتی می‌تواند در محاسبه خسارت ناشی از قطع قبل از موعد یک نهال یا درخت (قربانی بهره برداری) یا خسارت بهره برداری به نهالها مورد استفاده قرار گیرد. با وجود کاربردهای متعدد مدل اقتصادی درخت، ادبیات اقتصاد جنگل کمتر به ارائه یک مدل اقتصادی درخت بر اساس مبانی اقتصادی پرداخته است.

مدل اقتصادی تصمیم گیری در جنگل برای اولین بار توسط Faustmann جنگلدار آلمانی در سال 1849 ارائه شده است (بر اساس نظر Peyron (1998)، نظریه Faustmann در حدود نیم قرن زودتر از ارائه کامل آن توسط اقتصاددانان پا به عرصه علم اقتصاد نهاد و مبنای اقتصادجنگل را تشکیل داد). مدل Faustmann در اصل

Archive of SID

www.SID.ir

برای یک توده همسال و تک گونه ارائه شد و از لحاظ مبانی نظری در سال صفر (زمان جنگل کاری) ارزش زمین جنگل و در سایر سنین توده، ارزش آتی جنگل (ارزش توده و زمین) را نشان می‌دهد. بنابراین، مدل Faustmann به‌طور مستقیم نمی‌تواند برای یک درخت مورد استفاده قرار گیرد. در شرایط ثابت (قطعیت نسبت به درآمد ها و هزینه ها و عدم حضور ریسک، Deterministic conditions)، مدل اقتصادی Faustmann به‌طور مکرر توسط اقتصاد دانان تأیید شده (Samuelson,1976; Newman, 1988; Peyron, 1998; Viitala, 2006) و در ادبیات اقتصادی با عنوان ارزش خالص فعلی (Net Present Value: NPV) یکی از ضوابط مهم سرمایه‌گذاری در فعالیتهای اقتصادی را تشکیل می دهد. مدل Faustmann همچنین مبنای مدلهای اقتصادی تعمیم یافته در شرایط غیر ثابت (عدم قطعیت نسبت به درآمدها و هزینه‌ها و حضور ریسک؛ Stochastic Conditions) را تشکیل می‌دهد (Reed, 1984; Johanson & Lofgren, 1985; Lohmander, 1990; Brazee *et al*., 1999).

Faustmann معتقد است که مدیریت بهینه جنگل ارزش آتی جنگل را حداکثر می‌نماید. بسیاری از اقتصاددانان جنگل، ضرورت ارائه یک مدل اقتصادی تصمیم گیری را برای کمک به نشانه گذاری درختان جنگلی یادآوری کرده اند. Mize (1988) معیاری عملی برای تصمیم گیری با عنوان نرخ بازدهی درخت ارائه نمود. او نرخ بازدهی را به صورت نرخ رویش ارزش درخت در بیست سال آینده تعریف کرد. بر اساس نظر او، هر مدیر جنگل برای سرمایه گذاری خود یک نرخ بازدهی حداقل در نظر می‌گیرد. بنابراین، یک درخت زمانی نشانه گذاری می‌شود که نرخ بازدهی آن از نرخ بازدهی حداقل کمتر باشد. اگرچه Mize مبانی نظری معیار عملی خود را ارائه نکرد، ولی معیار او در حقیقت بر اساس حداکثر سازی سود خالص فعلی درخت ارائه شده است. اگر هزینه زادآوری نهال d_0، نرخ فعلی کردن r، زمان بهینه قطع درخت t و قیمت آن r_t باشد، سود خالص فعلی درخت (Total Discounted Benefit: TDB) به صورت رابطه (1) محاسبه می‌شود.

$$TDB = \frac{r_t}{(1+r)^t} - d_0 \qquad (1)$$

با حداکثر سازی TDB، معیار تصمیم گیری مشابه با معیار Mize بدست می‌آید:

$$\frac{\frac{dr_t}{dt}}{r_t} = r \qquad (2)$$

نسبت رویش ارزش درخت به قیمت، طبق تعریف Mize نرخ بازدهی درخت نامیده می‌شود. بدین ترتیب، در رابطه (2) نرخ فعلی کردن جایگزین نرخ بازدهی حداقل در معیار Mize شده است. براساس رابطه (2)، سن بهینه بهره برداری درخت زمانی است که نرخ بازدهی درخت برابر با نرخ فعلی کردن باشد. رابطه (2) را می‌توان به صورت رابطه (3) نیز نوشت.

$$\frac{dr_t}{dt} = r.r_t \qquad (3)$$

رابطه (3)، یک تحلیل نهایی از شرط بهینه سازی بهره برداری بدست می‌دهد. قسمت راست معادله (3) نشان دهنده بهره نهایی است که به درآمد ناشی از قطع آنی درخت سرپا در بازار مالی تعلق می‌گیرد ($r.r_t$). بدین ترتیب، با نگهداری درخت این درآمد به‌عنوان هزینه نهایی ناشی از نگهداری درخت محسوب می‌گردد. به‌همین ترتیب، قسمت چپ رابطه (3)، درآمد نهایی ($\frac{dr_t}{dt}$) ناشی از نگهداری درخت را نشان می‌دهد. بنابراین، قطع بهینه درخت زمانی است که درآمد و هزینه نهایی ناشی از نگهداری درخت مساوی گردد. به‌عبارت دیگر، نقطه نظر اقتصادی درخت تا زمانی سرپا می‌ماند که

Archive of SID

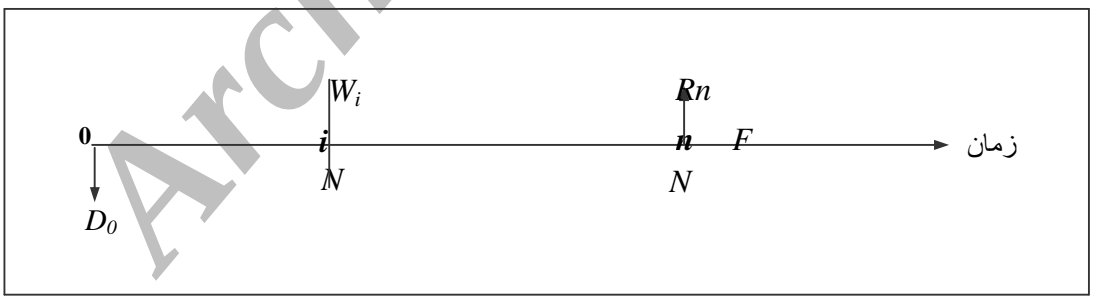
www.SID.ir

درآمد نهایی نگهداری درخت از هزینه نهایی آن بیشتر باشد. De Turckheim & Bruciamacchie (2005) نیز معیار مشابهی با معیار Mize ارائه نمودند. از نقطه‌نظر اقتصادی، چنین معیار هایی صحیح نیستند، زیرا اجاره بهای سطح اشغالی توسط درخت یا هزینه فرصت زمین در آن لحاظ نشده است. برای اصلاح این اشتباه، (1995) Peyron و (1997) Fiat هزینه ناشی از اشغال زمین جنگل توسط درخت را در معیار تصمیم‌گیری وارد نمودند. چون سطح اشغالی توسط درخت در طول حیات آن ثابت نیست، (1995) Peyron سطح اشغالی توسط درخت را متناسب با نسبت سطح مقطع درخت و سطح مقطع توده در نظر گرفت. با این‌حال، این فرض در بسیاری از موارد صحت ندارد. علاوه براین، ارتباط این معیارها با مدل پذیرفته شده Faustmann به‌خوبی روشن نیست. هدف این مقاله بررسی چرایی و چگونگی تعمیم مدل اقتصادی تصمیم گیری منابع طبیعی تجدید شونده یا مدل پذیرفته شده Faustmann برای محاسبات اقتصادی درخت می‌باشد.

در این مقاله، ابتدا به روش شناسی مطالعه (مواد و روشها) در دو بخش نظری و عملی و سپس به نتایج و بحث پرداخته می‌شود. در بخش نظری روش شناسی، مدل اقتصادی تصمیم‌گیری برای نشانه گذاری درخت با استفاده از مدل Faustmann ارائه می‌شود. بخش دوم روش‌شناسی به کاربرد مدل ارائه شده در راشستانهای شمال شرق فرانسه می‌پردازد.

مواد و روشها

همان‌طورکه در مقدمه بیان شد، هدف این مقاله ارائه یک مدل اقتصادی درخت بر مبنای مدل اقتصادی Faustmann می‌باشد. در این مقاله سعی می‌شود که مدل Faustmann یا ارزش آتی جنگل به ارزش آتی درختان تشکیل دهنده آن تجزیه شده و بدین ترتیب مدلی برای محاسبه ارزش آتی درخت بدست آید. برای ساده سازی محاسبات، توده ای همسال و تک گونه را در نظر می‌گیریم که دارای N درخت مشابه با سن i و سن بهره برداری n می‌باشد (شکل 1).



شکل 1 - جدول زمانی درآمد ها و هزینه های یک توده همسال و تک گونه با مساحت 1 هکتار

در شکل 1، یک توده همسال با سطح 1 هکتار در سال صفر با هزینه تجدید حیات D_0 ایجاد می‌شود و در سال n با بهره برداری آن درآمد R_n بدست می‌آید. بر اساس تئوری اقتصادی منابع جنگلی، ارزش آتی هر هکتار

Archive of SID

www.SID.ir

جنگل در سن i، W(i) ، برابر است با ارزش خالص فعلی کلیه درآمدها و هزینه‌های بدست آمده از سن i تا سن n به‌اضافه ارزش زمین جنگل در هکتار (F)، آزاد شده در سال n و فعلی شده به سال i. بنابراین با فرض اینکه نرخ فعلی کردن r باشد، ارزش جنگل آتی به‌صورت رابطه 4 محاسبه می‌شود.

$$W(i)=\frac{R_n}{(1+r)^{n-i}}+\frac{F}{(1+r)^{n-i}} \quad (4)$$

ارزش آتی جنگل در سن i حاصل جمع ارزش زمین و ارزش آتی توده می‌باشد. بنابراین، ارزش آتی توده در سن i، S(i) ، عبارت است از حاصل تفاضل ارزش آتی جنگل و ارزش زمین (رابطه 5 یا 6).

$$S(i)=W(i)-F=\frac{R_n}{(1+r)^{n-i}}+\frac{F}{(1+r)^{n-i}}-F \quad (5)$$

یا:

(6)

$$S(i)=\frac{R_n}{(1+r)^{n-i}}-r.F\left[\frac{(1+r)^{n-i}-1}{r.(1+r)^{n-i}}\right]=\frac{R_n}{(1+r)^{n-i}}-F\left[\frac{(1+r)^{n-i}-1}{(1+r)^{n-i}}\right]$$

در رابطه (6)، جمله اول ارزش فعلی بهره‌برداری سال n را نشان می‌دهد. در جمله دوم، عبارت $\left[\frac{(1+r)^{n-i}-1}{r.(1+r)^{n-i}}\right]$ ضریب فعلی کردن کل پرداختی‌های ثابت سالانه بابت اجاره زمین (r.F) در فاصله زمانی i تا n می‌باشد. بدین ترتیب، جمله دوم عبارت است از حاصل جمع اجاره‌بهای زمین (r.F) در طول سالهای i تا n که به سال i فعلی شده است. بنابراین، ارزش آتی توده عبارت است از تفاضل درآمد فعلی ناشی از قطع درختان توده در سال n و حاصل جمع هزینه های فعلی ناشی از اجاره زمین در طول سالهای i تا n. با توجه به فرض یکسانی درختان، ارزش آتی یک درخت، s(i) ، از تقسیم ارزش آتی توده بر تعداد درختان توده (N) بدست می آید که در رابطه (7) نشان داده شده است.

$$s(i)=\frac{W(i)-F}{N}=\frac{R_n}{N.(1+r)^{n-i}}-\frac{1}{N}.F.\left[\frac{(1+r)^{n-i}-1}{(1+r)^{n-i}}\right] \quad (7)$$

در رابطه (7) جمله اول، $\frac{R_n}{N.(1+r)^{n-i}}$ درآمد فعلی حاصل از قطع درخت در سال n را نشان می‌دهد. در جمله دوم رابطه (7)، عبارت $\frac{1}{N}$ چیزی نیست جز سطح اشغال شده توسط درخت در بین سالهای i تا n که به‌صورت کسری از هکتار بیان شده است، درحالی‌که عبارت $\left[\frac{(1+r)^{n-i}-1}{r.(1+r)^{n-i}}\right]$ ضریب فعلی کردن پرداختیهای ثابت سالانه (r.F) در فاصله زمانی i تا n می‌باشد. این ضریب، حاصل جمع هزینه های فعلی شده ناشی از اجاره زمین در فاصله زمانی i تا n را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، ملاحظه می کنیم که ارزش آتی درخت مانند ارزش آتی توده از تفاضل درآمد فعلی ناشی از قطع درخت در سال n و حاصل جمع هزینه های فعلی ناشی از اجاره سطح اشغالی آن در طول سالهای i تا n بدست می‌آید.

دررابطه (7) با توجه به فرضهای اولیه مبنی بر تشابه کامل درختان و اینکه تعداد درختان از سال i تا همسال، درختان یکسان نبوده و با افزایش سنn ثابت باقی می‌ماند، سطح اشغالی هر درخت ($\frac{1}{N}$) در این مدت ثابت می‌ماند. در عمل، حتی در یک توده ، تعداد آنها بدلیل تنک کردن طبیعی (مرگ و میر در توده های انبوه) و مصنوعی (عملیات پرورشی) به‌صورت نمایی کاهش پیدا می‌نماید. بدین ترتیب، ملاحظه می‌شود که با واقعی نمودن فرضها، سطح اشغالی توسط یک درخت ($\frac{1}{N}$) ثابت نبوده و با افزایش سن و کاهش تعداد درختان (N) در اثر مرگ و میر و تنک کردن، سطح اشغالی توسط درختان افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان رابطه (7) را به حالتی تعمیم داد که سطح پوشیده شده بوسیله درخت در

Archive of SID

www.SID.ir

طول زمان متغیر باشد. در چنین شرایطی، عدم ثبات سطح و در نتیجه هزینه اجاره زمین در طول سالهای i تا n، استفاده از ضریب فعلی کردن پرداختی‌های ثابت سالانه را غیر ممکن می‌سازد. بنابراین، ارزش آتی یک درخت برابر است با درآمد فعلی شده ناشی از قطع آن در سال n منهای جمع هزینه های فعلی شده ناشی از اشغال سطح متغیری از زمین جنگل (A_t) در طول سالهای i تا n. اگر رابطه سطح اشغالی توسط درخت (بر حسب هکتار) با زمان به صورت تابع A_t نشان داده شود و درآمد حاصل از قطع یک درخت $\frac{R_n}{N}$ با r_n نشان داده شود، ارزش آتی درخت در سن i ، S(i) ، به صورت رابطه (8) محاسبه می‌گردد.

$$s(i) = \frac{r_n}{(1+r)^{n-i}} - r.F.\sum_{t=i}^{n}\frac{A_t}{(1+r)^t} \qquad (8)$$

در رابطه (8) عبارت $F.A_t$ ارزش سطح اشغال شده توسط درخت و عبارت $r.F.A_t$ هزینه اجاره سالانه زمین اشغالی در زمان t را نشان می‌دهد. بنابراین، ارزش آتی یک درخت برابر با درآمد فعلی شده ناشی از قطع آن در سال n منهای جمع هزینه های فعلی شده ناشی از اشغال سطح متغیری از زمین جنگل در طول سالهای i تا n ($r.F.\sum_{t=i}^{n}\frac{A_t}{(1+r)^t}$) می‌باشد. اگر دوره زمانی i تا n معادل T سال باشد، در این صورت رابطه (8) را می‌توان به‌صورت رابطه (9) نوشت.

$$s_T = \frac{r_T}{(1+r)^T} - r.F.\sum_{t=0}^{T}\frac{A_t}{(1+r)^t} \qquad (9)$$

رابطه (9) مدل اقتصادی درخت در زمان گسسته می‌باشد (t = 0, 1, 2 …). با در نظر گرفتن زمان به صورت پیوسته، مدل (9) را می‌توان به صورت رابطه (10) نوشت.

$$s_T = r_T.e^{-r.T} - r.F.\int_0^T A_t.e^{-rt}dt \qquad (10)$$

با حداکثر سازی S_T نسبت به سن بهره‌برداری در رابطه (10)، شرط بهینه سازی مدل اقتصادی درخت بصورت رابطه (11) بدست می‌آید.

$$\frac{\frac{dr_T}{dT}}{(r_T + F.A_T)} = r \qquad (11)$$

رابطه (11) یک تحلیل نهایی از شرط بهینه سازی بهره برداری بدست می‌دهد. قسمت چپ معادله (11) نرخ رشد ارزش درخت را نشان می‌دهد. نرخ رشد ارزش درخت عبارت است از نسبت رشد ارزش درخت ($\frac{dr_T}{dT}$) به حاصل جمع ارزش درخت (r_T) و زمین پوشیده از آن ($F.A_T$) می‌باشد. با مقایسه نرخ بازدهی درخت (رابطه 2) طبق تعریف Mize (1988) و نرخ رشد ارزش آتی درخت بر اساس مدل پیشنهادی (رابطه 11)، ملاحظه می‌شود که بر خلاف مدل Mize (1988)، مدل پیشنهادی ارزش سطح اشغالی توسط درخت را نیز در محاسبات وارد می‌نماید. شرط بهینه‌سازی مدل اقتصادی پیشنهادی را می‌توان در قالب درآمد و هزینه نهایی (روش کلاسیک اقتصاد تولید) نیز تحلیل نمود. بدین منظور، رابطه (11) را می‌توان به صورت رابطه (12) نیز نوشت.

$$\frac{dr_T}{dT} = r.(r_T + F.A_T) \qquad (12)$$

قسمت راست معادله (12) نشان دهنده بهره‌ای است که به درآمد نهایی ناشی از قطع آنی درخت سرپا و هزینه پرداخت نشده اجاره زمین در بازار مالی تعلق می‌گیرد، $[r.(r_T + F.A_T)]$. بدین ترتیب، با نگهداری درخت این درآمد به‌عنوان هزینه نهایی ناشی از نگهداری درخت تلقی می‌گردد. به همین ترتیب، قسمت چپ رابطه (12)، درآمد

Archive of SID

www.SID.ir

نهایی ناشی از نگهداری درخت ($\frac{dr_t}{dt}$) را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، قطع بهینه درخت زمانی است که درآمد و هزینه نهایی ناشی از نگهداری درخت مساوی گردد. به‌عبارت دیگر، نقطه نظر اقتصادی درخت تا زمانی سرپا می‌ماند که درآمد نهایی نگهداری درخت از هزینه آن بیشتر باشد. با مروری بر ادبیات اقتصاد جنگل، ملاحظه می‌شود که شرط بهینه‌سازی مدل پیشنهادی با شرط بهینه‌سازی مدل Faustmann به‌طور کامل مطابقت دارد. در رابطه (12) با جایگزین نمودن درآمد ناشی از قطع درخت و رشد آن و نیز ارزش سطح اشغال شده توسط درخت با مقادیر معادل آنها در سطح توده، شرط بهینه سازی مدل Faustmann بدست می‌آید (Peyron *et al.*, 1998).

با این‌حال محاسبه ارزش آتی درخت با استفاده از روش پیشنهادی مستلزم در نظر گرفتن ارزش زمین جنگل می‌باشد. از آنجا که زمین جنگلی معمولاً در بازار خرید و فروش نمی‌شود، ارزش زمین جنگل به‌طور عمده با استفاده از داده های واقعی مربوط به ارزش زمینهای تخصیص یافته به فعالیتهای جنگل‌کاری و یا بر اساس مدل Faustmann محاسبه می‌شود. بر اساس نظریه Faustmann ، در شرایط یک توده همسال و یا با تعمیم آن در مورد یک درخت، مجموع درآمد های خالص فعلی تا بی نهایت ناشی از زمین اشغال شده توسط توده یا درخت در سال صفر (زمان تجدید حیات توده) معادل ارزش آن می‌باشد. بدین ترتیب، ارزش زمین جنگل در واحد سطح که در مدل پیشنهادی از آن استفاده شده است، قابل محاسبه می‌باشد. در شرایط ایران که جنگلها ملی بوده و بایستی به‌صورت جنگل نگهداری شوند، زمین جنگلی قابلیت فروش یا تغییر کاربری ندارد و بازاری برای آن قابل تصور نیست. بدین ترتیب، اگر هزینه اجاره زمین را به عنوان هزینه فرصت زمین در نظر بگیریم، این هزینه در مورد جنگلهای ملی، به‌علت عدم امکان استفاده در سایر کاربری‌ها، صفر خواهد بود. در چنین شرایطی، مشاهده می‌شود که با تعمیم مدل Faustmann برای محاسبات اقتصادی درخت به مدل Mize می‌رسیم.

سن یا قطر بهره برداری؟

یکی از کابرد های مهم مدل اقتصادی درخت (رابطه 9) در تعیین سن یا زمان بهینه بهره‌برداری می‌باشد. بدین منظور، در یک شرایط مشخص، رابطه بین ارزش آتی یک درخت و سن بهره‌برداری مورد بررسی قرار می‌گیرد. زمان بهره برداری که ارزش آتی درخت را حداکثر می سازد، زمان بهینه بهره‌برداری در نظر گرفته می‌شود. با این حال، سن بهره‌برداری معیار خوبی برای نشانه گذاری درخت به ویژه در جنگلهای ناهمسال نیست. به جز موارد خاص (مانند جنگل‌کاری)، محاسبه سن یک درخت امری مشکل و در عین حال غیر دقیق است. بدین ترتیب، دانستن سن بهینه بهره برداری کمک زیادی به نشانه گذار نخواهد نمود. علاوه براین، در یک سن بهره برداری مشخص، قطر درخت می‌تواند بر اساس تاریخچه جنگل شناسی توده، بسیار متغیر باشد. بنابراین، سن بهره برداری شاخص خوبی برای نشان دادن ابعاد درخت (قطر، ارتفاع یا حجم) نیست، درحالی‌که اولین عاملی که قیمت و در نتیجه ارزش درخت را مشخص می‌نماید قطر آن می‌باشد (Peyron, 1998). بدین ترتیب، برخلاف سن بهره‌برداری، قطر بهره‌برداری درخت متغیر عمده تعیین کننده ارزش درخت است و بسادگی قابل اندازه گیری در جنگل می‌باشد. بنابراین، قطر بهینه بهره برداری یا قطر هدف کاربرد بیشتری نسبت به سن بهینه بهره‌برداری در تصمیمات مربوط به نشانه گذاری درختان دارد. با این حال، زمان در محاسبات اقتصادی نقش بسیار تعیین کننده‌ای دارد. محاسبه ارزش آتی جنگل مانند تمامی معیارهای فعلی شده، اساساً به جریان هزینه‌ها و درآمدها در زمان ارتباط دارد. در نتیجه، محاسبه قطر هدف باید از طریق رابطه بین سن یا زمان قطع از یک سو و قطر درخت از سوی دیگر انجام شود. درختی با قطر مشخص

Archive of SID

www.SID.ir

را در زمان صفر در نظر بگیریم. برای سهولت کار می‌توان قطر درخت را به صورت طبقات قطری بیان کرد. با گذشت زمان و رشد قطری، درخت از یک طبقه قطری به طبقه بالاتر می‌رود. مدت زمانی که درخت در یک طبقه قطری باقی می‌ماند تابع میزان رویش قطری درخت است. مدت زمان توقف درخت در طبقه قطری i (STi) برابر است با نسبت عرض طبقه و رویش قطری در آن طبقه (Acci) به میلیمتر که مطابق رابطه (13) نوشته می‌شود.

$$STi = \frac{50}{Acci} \qquad (13)$$

فرض کنید که عرض هر طبقه قطری 50 میلیمتر و رویش قطری سالانه 5 میلیمتر باشد، براساس رابطه (13) مدت زمان توقف در طبقه قطری مورد نظر معادل 10 سال محاسبه می‌شود. بنابراین، مدت زمان لازم برای رسیدن به یک قطر هدف برابر است با حاصل جمع زمان توقف درخت در کلیه طبقات قطری بین قطر اولیه تا قطر هدف.

بدین ترتیب، می‌توان در شرایط مختلف رابطه بین ارزش آتی، زمان قطع و یا قطر بهره برداری یک درخت را بدست آورد.

کاربرد مدل پیشنهادی در راشستانهای شمال شرق فرانسه

برای محاسبه ارزش آتی درخت با استفاده از روش پیشنهادی، داده‌های متعددی از جمله رویش قطری، سطح اشغالی توسط درخت و قیمت به تفکیک طبقات قطری مورد نیاز است. به منظور ارائه یک مثال کاربردی، داده‌های مورد نیاز با استفاده از شبیه سازی مدلهای برآورد شده گونه راش اروپایی در راشستانهای منطقه شمال شرق فرانسه تهیه گردید (Heshmatol Vaezin, 2006). این داده ها در شرایط یک توده ناهمسال راش با تولید متوسط سالانه 7 متر مکعب در هکتار و حجم سرپای 200 متر مکعب در هکتار شبیه سازی شده است (جدول 1).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1- داده های رویش قطری سالانه، حجم، قیمت و سطح اشغالی درخت بر حسب طبقه قطری گونه راش در راشستانهای شمال شرق فرانسه (در شرایط یک توده ناهمسال راش با تولید متوسط سالانه 7 متر مکعب در هکتار و حجم سرپای 200 متر مکعب در هکتار شبیه سازی شده است)

طبقه قطری (سانتیمتر)	رویش سالانه قطری (میلیمتر)	حجم (متر مکعب)	قیمت (یورو بر متر مکعب)	سطح اشغالی توسط درخت (متر مربع)
10	1/9	0/03	10	5
15	3	0/09	10	11
20	3/6	0/2	10	18
25	3/9	0/35	10	26
30	4/1	0/56	18	35
35	4/3	0/85	28	45
40	4/5	1/20	43	57
45	4/6	1/65	52	69
50	4/7	2/18	59	83
55	4/7	2/87	66	97
60	4/8	3/56	71	112
65	4/8	4/49	76	129
70	4/8	5/49	80	146
75	4/8	6/63	84	164
80	4/8	7/91	87	183

مطالعات اقتصادی انجام شده در راشستانهای شمال شرق فرانسه نشان می دهد که ارزش متوسط هر هکتار زمین جنگل در 20 سال گذشته 935 یورو در هکتار می‌باشد (Heshmatol Vaezin, 2006).

نتایج

یافته های این مقاله به دو بخش نظری و عملی قابل تقسیم است. در بخش نظری، با تجزیه ارزش آتی یک توده به درختان تشکیل دهنده آن، روشی برای محاسبه ارزش آتی درخت (رابطه 9) پیشنهاد و در قسمت مواد و روشها ارائه گردید. در بخش عملی، کاربرد مدل اقتصادی پیشنهادی در تعیین قطر هدف با استفاده از داده های مربوط به گونه راش اروپایی در راشستانهای شمال شرق فرانسه مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بر اساس مدل پیشنهادی (رابطه 9)، ارزش یک درخت به عوامل زیر وابسته است:

- قطر درخت
- زمان یا قطر بهره برداری
- درآمد حاصل از قطع درخت در قطر بهره‌برداری (حاصل ضرب قیمت به متر مکعب چوب سرپا و حجم درخت در هر طبقه قطری) r_t
- زمان لازم برای رسیدن به قطر بهره برداری (زمان تجمعی لازم برای عبور از طبقات قطری) t
- ارزش سطح اشغالی توسط درخت (حاصل ضرب ارزش زمین در واحد سطح و سطح اشغالی توسط درخت) $F.A_t$
- هزینه های سالانه ناشی از اشغال زمین تا رسیدن به قطر بهره برداری (حاصل ضرب ارزش زمین اشغال شده و نرخ بهره در بازار مالی) $r.F.A_t$

با استفاده از داده های مورد استفاده، تمامی عوامل لازم جهت محاسبه ارزش درخت قابل محاسبه می‌باشند (جدول 2).

جدول 2- عوامل لازم جهت محاسبه ارزش آتی درخت

Archive of SID

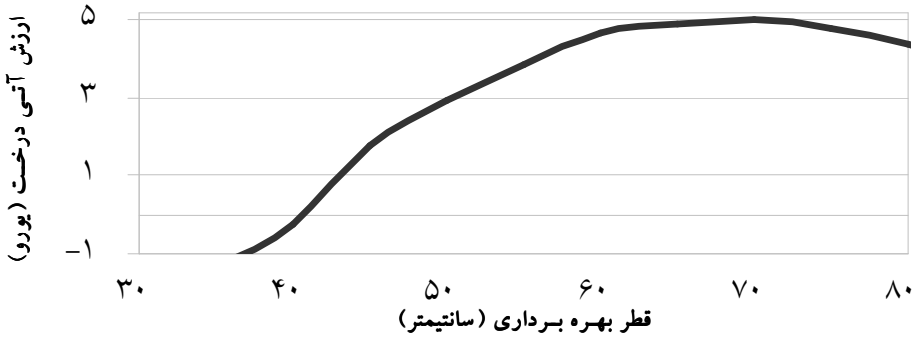
www.SID.ir

طبقه قطری (سانتیمتر)	زمان لازم برای عبور از طبقه t	زمان تجمعی	درآمد حاصل از قطع (یورو) r_t	ارزش زمین اشغالی (یورو) $F.A_t$	اجاره سالانه زمین اشغالی (یورو) r.F.A
10	26/3	26/3	0/3	1	0/01
15	16/5	42/8	0/9	1	0/03
20	14	56/8	2	2	0/04
25	12/9	69/7	3/5	2	0/06
30	12/1	81/8	10/3	3	0/08
35	11/6	93/4	23/8	4	0/11
40	11/2	104/7	51/9	5	0/14
45	10/9	115/6	85/3	6	0/16
50	10/8	126/4	129	8	0/20
55	10/6	137	188/4	9	0/23
60	10/5	147/5	253/4	11	0/27
65	10/5	158	341/4	12	0/31
70	10/4	168/4	439/8	14	0/35
75	10/5	178/9	555/4	15	0/39
80	10/5	189/3	687/7	17	0/44

فرض کنید که قطر یک درخت 10 سانتیمتر باشد و هدف ما بررسی قطر بهینه نشانه گذاری آن می‌باشد. بدین منظور کافی است که ارزش آتی درخت را به ازای قطر های متفاوت بهره برداری محاسبه نموده و قطر متناظر با حداکثر ارزش آتی را مشخص نماییم. با توجه به داده های جدول 1، در جدول 2 زمان توقف درخت در هر یک از طبقات قطری و زمان لازم برای عبور از یک طبقه قطری (مثلاً 10 سانتیمتر) به طبقه دیگر (قطر بهره برداری) محاسبه شده است. بنابراین، برای یک درخت با قطر اولیه و قطر بهره‌برداری مشخص، می‌توان ارزش فعلی درآمد ناشی از قطع درخت در قطر بهره برداری و جمع فعلی هزینه‌های سالانه ناشی از اشغال زمین را محاسبه نمود (همان‌طورکه در جدول 2 مشاهده می شود، هزینه سالانه اجاره زمین نسبت به درآمد حاصل از قطع درخت ناچیز است و در عمل تأثیر زیادی در محاسبات مربوط به ارزش درخت یا محاسبه قطر هدف ندارند). بنابراین بر اساس رابطه (9)، می‌توان ارزش آتی یک درخت با قطر اولیه و قطر هدف مشخص را از تفاضل درآمد فعلی ناشی از قطع آن در قطر بهره برداری و جمع فعلی شده هزینه های سالانه ناشی از اشغال زمین تا زمان قطع محاسبه نمود. با فرض اینکه نرخ تنزیل 2/5 ٪ باشد، شکل 2 رابطه بین ارزش آتی و قطر بهره برداری یک درخت به قطر 10 سانتیمتر را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



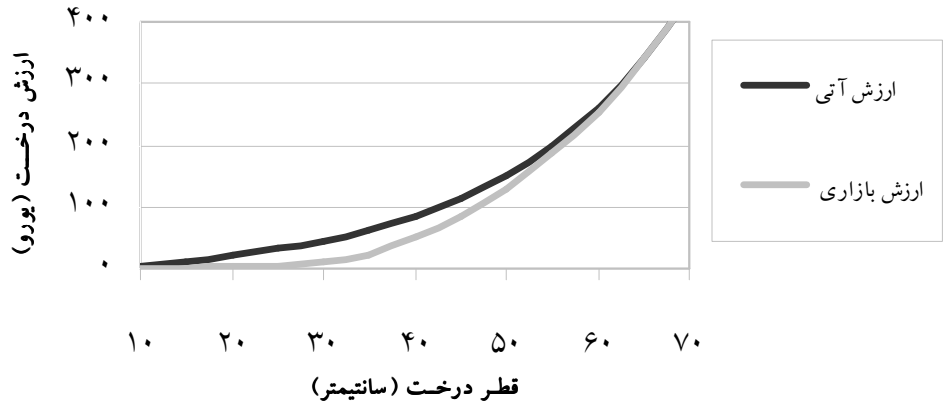
شکل 2- رابطه بین ارزش آتی یک نهال به قطر 10 سانتیمتر و قطر بهره برداری

همان‌طورکه در شکل 2 مشاهده می‌شود، ارزش آتی نهال مورد بررسی برای هر قطر بهره برداری کمتر از 37/5 سانتیمتر منفی است. با افزایش قطر بهره برداری تا 70 سانتیمتر ارزش آتی درخت مثبت بوده و افزایش می‌یابد. ارزش آتی درخت با قطر بهره برداری 70 سانتیمتر به حد اکثر می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. بدین ترتیب در شرایط مثال بالا، قطر هدف 70 سانتیمتر تعیین می‌شود.

محاسبه ارزش آتی یک درخت همچنین می‌تواند در برآورد خسارت وارده به نهالها در اثر بهره برداری یا هر عامل دیگر و یا خسارت ایجاد شده به‌دلیل قطع یک درخت قبل از رسیدن به قطر هدف مورد استفاده قرار گیرد. نهال مورد بررسی در مثال قبل را در نظر بگیریم، قطر این نهال 10 سانتیمتر و قطر هدف آن 70 سانتیمتر می‌باشد. فرض کنید که به هر دلیل این درخت قبل از رسیدن به قطر هدف قطع شود، خسارت ایجاد شده برابر با تفاضل ارزش آتی و بازاری درخت در قطر قطع شده می‌باشد. برای این منظور، باید تغییرات ارزش آتی و بازاری یک درخت (قطر هدف 70 سانتیمتر) با افزایش قطر را با استفاده از مدل اقتصادی درخت و داده های جدول 1 محاسبه نماییم. تغییرات ارزش بازاری و آتی درخت بر اساس قطر در شکل 3 ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 3 - رابطه ارزش بازاری و آتی درخت با قطر

همان‌طورکه در شکل 3 دیده می شود، ارزش آتی یک درخت قبل از رسیدن به قطر هدف همواره از ارزش بازاری آن بیشتر و در قطر هدف با آن برابر می‌باشد. بنابراین، اگر درخت قبل از رسیدن به قطر هدف قطع گردد، خسارتی معادل تفاوت ارزش آتی و ارزش بازاری درخت ایجاد خواهد شد.

بحث

برخلاف مدلهای اقتصادی درخت، ارائه شده در ادبیات اقتصاد جنگل، مدل تصمیم گیری پیشنهادی که از تجزیه ساده مدل Faustmann بدست می‌آید، علاوه بر لحاظ هزینه سطح اشغالی توسط درخت، تغییرات آن در طول زمان را نیز در نظر می‌گیرد و با مدل Faustmann تطابق کامل دارد. ارائه یک مدل اقتصادی درخت بر مبنای مدل شناخته شده Faustmann که دارای مقبولیت جهانی نزد اقتصاد دانان است می‌تواند تأییدی بر صحت مبانی نظری آن محسوب شود. تطبیق مدل ارائه شده با شرایط ایران منجر به حذف هزینه فرصت مربوط به اجاره زمین جنگل می‌گردد. در واقع هزینه فرصت اراضی غیر قابل فروش و تبدیل جنگلی را می‌توان صفر در نظر گرفت. با این حال، محاسبات اقتصادی انجام شده نشان می‌دهد که هزینه اجاره زمین نسبت به درآمد حاصل از قطع درخت ناچیز است و حتی در صورت ورود به محاسبات تأثیر زیادی در محاسبات مربوط به ارزش درخت یا محاسبه قطر هدف ندارد.

با استفاده از مدل پیشنهادی در مورد راش در توده های ناهمسال شمال شرق فرانسه با حاصلخیزی متوسط، قطر هدف 70 سانتیمتر تعیین گردید. بدیهی است که با تغییر هر یک از شرایط درخت (کیفیت و گونه)، توده (از لحاظ حاصلخیزی، ساختار و حجم سرپا)، مدیریت (سیستم بهره برداری و تراکم برداشت در واحد سطح) و بازار چوب (رابطه قطر، قیمت و نوسانهای آن در زمان) قطر هدف تغییر خواهد نمود. بدین ترتیب در شرایط مختلف با تغییر هر یک از این عوامل می‌توان قطر هدف را تعیین و به عنوان کمک در اختیار جنگل شناس قرار داد.

استفاده از مدل پیشنهادی برای تعیین خسارت وارده در اثر قطع پیش از موقع درختان جنگلی نیز نتایج جالبی بدست می‌دهد. به‌عنوان مثال، قطع یک درخت به قطر 35 سانتیمتر که می بایستی در قطر هدف 70 سانتیمتر قطع می‌شد خسارتی در حدود 39 یورو ایجاد می نماید که

Archive of SID

www.SID.ir

معادل 60 ٪ ارزش آتی آن می‌باشد. به همین روش، اگرچه ارزش بازاری یک درخت آسیب دیده در اثر بهره برداری به قطر 25 سانتیمتر فقط 3 یورو است، ولی ارزش آتی آن بیش از 10 برابر (36 یورو) می‌باشد.

بدین ترتیب، ملاحظه می‌شود که مدل اقتصادی درخت ابزار ارزشمندی جهت محاسبه ارزش واقعی خسارت وارد شده به نهالها یا درختان کم قطر و نیز جستجوی قطر هدف می‌باشد. در این مختصر به کاربرد مدل اقتصادی درخت جهت بهینه سازی مدیریت توده پرداخته نشده است. با این حال، بهینه سازی مدیریت توده بر مبنای مدل اقتصادی مجموعه درختان توده راه حل بسیار مناسبی به ویژه در جنگلهای ناهمسال به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای دکتر ارسطو سعید استاد مشاور رساله دکتری در مؤسسه مهندسی جنگل‌داری، کشاورزی و محیط زیست فرانسه (AgroParisTech) که با راهنمایی‌های ارزنده خود انجام این تحقیق را میسر فرمودند تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از آقای دکتر Franck Lecocq استاد اقتصاد موسسه مهندسی جنگل‌داری، کشاورزی و محیط زیست فرانسه (AgroParisTech) و نیز آقای دکتر فقهی، استادیار گروه جنگل‌داری و اقتصادجنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران به‌خاطر بازخوانی مقاله و نظرات ارزنده‌شان، سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Brazee, R.J., Amacher, G.S. and Conway, M.C., 1999. Optimal harvesting with auto-correlated stumpage prices. Journal of forest economics, 5(2): 201-216.
- De Turckheim, B. and Bruciamacchie, M. 2005. La futaie irrégulière: Théorie et pratique de la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature. Edisud, Avignon, 286p.
- Faustmann, M., 1849. On the determination of the value which forest land and immature stands possess for forestry. Journal of Forest Economics (Reprinted) 1(1995): 7-44.
- Fiat, J.B., 1997. Quelques apports d'un nouvel ouvrage de micro-économie. Mémoire de fin d'étude. Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, (ENGREF). Nancy, 71p.
- Heshmatol Vaezin, S.M., 2006. Modèles économiques de gestion des peuplements réguliers, irréguliers ou en transition ; illustrations dans le cas du hêtre dans le nord-est de la France. Thèse de doctorat, Ecole National du Génie Rural des Eaux et des Forêt (ENGREF), AgroParisTech, 337p.
- Johanson, P. O. and Lofgren, K. G., 1985. The economics of forestry and natural resources. Blackwell. 292p.
- Lohmander, P., 1990. The rotation age, the constrained Faustmann problem and the initial conditions. Syst. Anal. Model. Simul, 7 (5): 377-395.
- Mize, C.W., 1988. The rate of return of individual, forest-grown black walnut trees. In: Forest growth modelling and prediction. U.S. Forest Service, General Technical Report NC-120(2): 867-873.
- Newman, D. H., 1988. The Optimal Forest Rotation: A Discussion and Annotated Bibliography. Gen. Tech. Rep. SE-48. Asheville, NC : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 47 p.
- Peyron, J.L., 1995. Cours d'aménagement forestier. Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts (ENGREF). 250p.
- Peyron, J.L., 1998. Elaboration d'un système de comptes économiques articulés de la forêt au niveau national. Thèse de doctorat de l'université de Nancy II en sciences économiques. 368 p.
- Peyron, J.L., Terreaux, J.P., Calvet, P. and Guo, B. 1998. Principaux critères économiques de gestion des forêts: analyse critique et comparative. Ann. Sci. For. 55: 523-551.
- Reed, W.J., 1984. The effects of the risk of fire on the optimal rotation of a forest. Journal of environmental economics and management, 11 : 180-190.
- Samuelson, P., 1976. Economics of forestry in an evolving society. Economic inquiry, 14: 466-492.
- Viitala, E-J., 2006. An early contribution of Martin Faustmann to natural resource economics. Journal of Forest Economics, 12: 131-144.

Archive of SID

www.SID.ir

Extension of the Faustmann formula for tree economic calculations; illustrations in the case of beech forest in the North-East of France

S.M. Heshmatol Vaezin[1] and J-L. Peyron[2]

1- PH.D. in forest economics and management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. E-mail: Heshmat@nrf.ut.ac.ir
2- Director of Public Interest Group (GIP) on Forest Ecosystems (ECOFOR), Paris, France.

Abstract

The decision on the tree scale constitutes smallest and the most concrete scale of decision in forest management. All decisions concerning of the forest trees (cut, selection of species, etc.) are often found on the basis of the technical and economic considerations. The tree economic model is a valuable tool which integrates all the economic considerations to help all decisions on the tree scale. The determination of the future value of the various species, the exploitation diameter and the amplitude of the damage to trees could be evaluated by the tree economic model. The tree economic model also makes it possible to study the effect of various factors (diameter, method and density of exploitation) on the tree future value. Moreover, as the stand is a whole of trees, the tree economic model could be transformed into a stand economic model. In spite of the importance of the tree economic model, there is only a little research on this topic. In this article, on basis of Faustmann economic model, a tree economic model is presented. In order to present certain examples of application of the proposed model, we used the necessary data from simulation of the corresponding models calibrated in the case of the beech in the North-East in France. This study shows that the optimal exploitation diameter of the good quality trees of the beech in the irregular stand with average productivity (7.5 m^3/ha) is 70 cm. Moreover, the application of the model in the calculation of damage to a tree of 25 cm shows that the calculated damage is more than ten times higher (36 Euros) that its market value (3 Euros). Indeed, the damage to a future tree is higher than its market value because of his higher value at financial maturity.

Key words: tree economic model, future value, market value, exploitation diameter, Faustmann formula.

Archive of SID

www.SID.ir