فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۴ شماره ۴، صفحه ۶۱۱-۶۰۱، (۱۳۹۵)

بلوغ مالی صنوبر دلتوئیدس (*Popolus deltoides* Marsh.)
(مطالعه موردی: روستای شالیشل استان کردستان)

کامران عادلی [۱*]، سید سامان سعیدی [۲]، سمانه نامداری [۳]، کیومرث محمدی سمانی [۴] و بایزید یوسفی [۵]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. پست الکترونیک: adeli.k@lu.ac.ir

۲- کارشناس ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۴- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۵- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۹

چکیده

در پژوهش پیش‌رو صنوبر دلتوئیدس (*Popolus deltoides* Marsh.) در استان کردستان ازنظر بلوغ مالی و دوره چرخش بهینه بررسی شد. ابتدا داده‌های مربوط به رویش صنوبر از طرح‌های کاشت صنوبر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان استخراج شد و در ادامه قیمت هر متر مکعب چوب سرپا و هزینه‌های ثابت و متغیر به‌ازای هر هکتار از طریق پرسشنامه، مصاحبه با مردم بومی منطقه و زارعان صنوبر برآورد شد. درنهایت، با استفاده از مدل ارزش مورد انتظار زمین (فاستمن)، سنی که در آن کشاورزان به بیشترین ارزش خالص فعلی دست پیدا می‌کنند، تعیین شد. نتایج نشان داد که سن چرخش بهینه در ۱۲ سالگی در جایی‌که منحنی نتیجه دریافتی نهایی، منحنی هزینه نهایی ورودی را قطع می‌کند، اتفاق می‌افتد. این درحالی است که کشاورزان صنوبر در منطقه، درختان صنوبر را در سن شش تا هفت سالگی و پیش از موعد، قطع می‌کنند و سود بیشتر را نادیده می‌گیرند. علت این رویداد هم وجود خطر در بازار صنوبر این منطقه و عدم خطرپذیری بیشتر کشاورزان است.

واژه‌های کلیدی: ارزش خالص فعلی، بلوغ مالی، دوره چرخش، صنوبر دلتوئیدس، معادله فاستمن.

مقدمه

صنوبر جزء مهمترین گونه‌های تندرشد برای عرضه مواد خام به صنایع مختلف و ایجاد درآمد قابل ملاحظه برای کشاورزان در ایران است. لازم به‌ذکر است که در برخی مناطق، درآمد خالص سالانه به‌دست‌آمده کاشت صنوبر در مقایسه با برخی محصولات کشاورزی چندبرابر است (Mohammadi Limaei *et al*., 2011). دوره بهره‌برداری کوتاه صنوبرها در مقایسه با درختان جنگلی و بازگشت سریعتر سرمایه‌گذاری ازجمله عامل‌هایی است که باعث شده است این گونه همواره مورد توجه روستاییان و تولیدکنندگان دیگر چوب و نیز صاحبان صنایع مختلف چوبی قرار گیرد (Mousavi Kopar *et al*., 2011). به‌دلیل فقدان اطلاعات در مورد سن چرخش بهینه، اغلب صنوبرکاران درختان صنوبر را در سن شش تا هفت سالگی قطع می‌کنند که این

موضوع باعث نادیده گرفتن و چشم‌پوشی از سود بیشتر در اثر بهره‌برداری زودرس می‌شود، بنابراین تعیین بهترین زمان بهره‌برداری که صنوبرکار قادر به جبران هزینه‌های تولید باشد و بیشترین ارزش خالص فعلی را به‌دست آورد، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. دامنه وسیعی از معیارها برای تعیین سن چرخش بهینه به‌منظور بیشینه کردن بهره‌وری از توده‌های جنگلی استفاده شده است که ازجمله آنها می‌توان به بیشینه کردن محصول فیزیکی یک چرخش (Maximum single-rotation physical yield)، بیشینه کردن محصول سالانه یک چرخش، بیشینه کردن نرخ بازده داخلی، بیشینه کردن درآمدهای تنزیل‌یافته یک چرخش و بیشینه کردن درآمدهای تنزیل‌یافته سری‌های دوره‌ای نامتناهی (Newman, 1988) اشاره کرد. در سال‌های اخیر گروهی از پژوهشگران بر سن بهره‌وری بیولوژیکی تمرکز کرده‌اند (Engindeniz, 2003; Petit & Montagnini, 2004) و گروهی دیگر به بررسی بازگشت‌های مالی از قبیل ارزش خالص فعلی، نرخ بازده سرمایه‌گذاری و نسبت مخارج به منافع و غیره پرداخته‌اند (Buongiorno, 2001; Kongsom & Munn, 2003; López, 2010).

از بین معیارهای موجود، بیشینه کردن درآمدهای تنزیل‌یافته سری‌های دوره‌ای نامتناهی یا ارزش مورد انتظار زمین نسبت به معیارهای دیگر برای شرایط مالی فعلی کشت صنوبر در ایران به فعالان این بخش برای انتخاب گونه مناسب و تعیین سن بهره‌برداری بهینه، کمک بیشتری می‌کند (Ranjbar *et al.*, 2009). به‌همین علت در این بررسی نیز از مدل بیشینه ارزش مورد انتظار زمین، جایی‌که نتیجه دریافتی نهایی (Marginal revenue product) با هزینه نهایی ورودی (Marginal cost of input) برابر می‌شود (Chang, 1984)، برای تعیین سن چرخش بهینه صنوبر دلتوئیدس (*Popolus deltoides* Marsh.) استفاده شد.

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در ارتباط با صنوبرها در کشورهای مختلف جهان انجام شده است که در ادامه به نتایج برخی از بررسی‌های انجام‌شده در راستای اهداف پژوهش پیش‌رو پرداخته می‌شود. Mohammadi Limaei و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از مدل‌های رویش و قیمت، سن بهره‌برداری بهینه صنوبر دلتوئیدس به‌ازای مقادیر مختلف سود بانکی و تراکم‌های مختلف جنگل‌کاری را برآورد کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که سن برداشت بهینه صنوبر دلتوئیدس در استان گیلان در فواصل کاشت مختلف و به‌ازای سودهای مختلف بانکی بین هشت تا ۲۵ سال متغیر بود. Mahdavi و همکاران (۲۰۰۷)، اقدام به تعیین اقتصادی‌ترین سن برداشت صنوبر در استان کردستان کردند. در پژوهش مذکور، شاخص‌های ارتفاع، قطر، حجم و سن برای ۴۳ درخت از صنوبرهای بومی استان کردستان اندازه‌گیری شد و با درنظر گرفتن هزینه‌ها و درآمدها، این نتیجه به‌دست آمد که اقتصادی‌ترین سن برداشت صنوبر در این استان، ۲۲ سالگی است. Nuss (۱۹۹۹) به این نتیجه رسید که در شرایط طبیعی، سن برداشت صنوبر بین ۱۰ تا ۱۲ سال بود. این طول دوره با درنظر گرفتن شرایط بازار و شرایط پرورشی می‌تواند کوتاه‌تر باشد و به سه یا چهار سال کاهش یابد. Ranjbar و همکاران (۲۰۰۹) به تعیین مناسب‌ترین کلن صنوبر و طول دوره بهره‌برداری بهینه با توجه به اصول اقتصادی در استان گیلان پرداختند. ایشان ۱۵ کلن صنوبر را انتخاب کردند و اطلاعات مربوط به رویش کل حجمی آنها را جمع‌آوری کردند. برای انتخاب گونه مناسب و طول دوره بهره‌برداری بهینه از معیار سود خالص فعلی تا بی‌نهایت استفاده شد و برای محاسبه این معیار، ارزش فعلی تا بی‌نهایت، مجموع هزینه‌ها (سرمایه‌گذاری اولیه، ثابت سالانه، ثابت دوره‌ای و غیرثابت مستمر) و درآمدها در چهار دوره بهره‌برداری هفت، هشت، نه و ۱۰ سال محاسبه شد. نتایج بررسی مذکور نشان داد که در سن نه سالگی، ارزش خالص فعلی به بیشینه مقدار خود می‌رسد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود تاکنون تحقیق جامعی در زمینه تعیین بلوغ مالی با استفاده از معیار دقیق و معتبر فاستمن برای این گونه و بسیاری از گونه‌های صنعتی و اقتصادی ایران انجام نشده است. درواقع، اغلب تحقیقات مذکور به‌دنبال تعیین سن اقتصادی بوده‌اند نه تعیین بلوغ

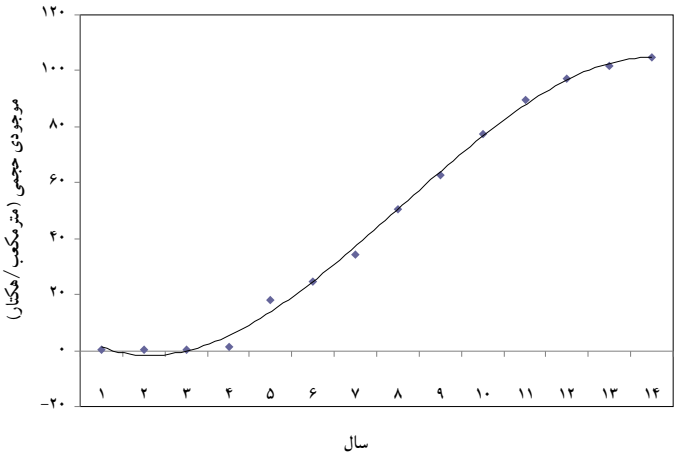
مالی مطلوب. در تعیین سن بلوغ مالی مطلوب، برخلاف سن اقتصادی بهینه، هزینه فرصت ازدست‌رفته توده سرپا علاوه‌بر هزینه فرصت ازدست‌رفته زمین درنظر گرفته می‌شود، بنابراین می‌توان گفت که مدل ارزش مورد انتظار زمین، صحیح‌ترین مدل برای تعیین سن چرخش بهینه است (Pearse, 1967). در پژوهش پیش‌رو برای جبران این خلاء محاسبات اقتصادی، بلوغ مالی صنوبر دلتوئیدس در یکی از قطب‌های زارعت چوب در ایران (استان کردستان) هدف‌گذاری شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در پژوهش پیش‌رو، روستای شالیشل از توابع شهرستان دیواندره در استان کردستان به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. طبق آمار سه دهه اخیر ایستگاه هواشناسی سینوپتیک زرینه، این منطقه دارای اقلیم سرد و مرطوب با زمستان‌های سرد و تابستان‌های به‌نسبت مرطوب است. ارتفاع منطقه از سطح دریای آزاد ۱۸۵۰ متر و متوسط بارندگی سالانه ۴۰۰ میلی‌متر است. در این منطقه درجه‌حرارت سالانه دما از ۲۰- تا ۳۲+ درجه سانتی‌گراد متغیر است و تعداد روزهای یخبندان در سال برابر با ۱۳۵ روز است (Niyazi, 2010). مساعد بودن آب و هوای منطقه برای صنوبرکاری و همچنین درآمد به‌نسبت خوبی که مردم از طریق صنوبرکاری به‌دست می‌آورند، باعث شده است که سطح زیادی از کل منطقه (حدود ۲۱ هکتار در روستای مورد مطالعه) مورد کشت صنوبر قرار گیرد، اما متأسفانه صنوبرکاران این منطقه بدون تعیین سن چرخش و به‌صورت سنتی تنها براساس نیاز شخصی و نیاز بازار، دوره برداشت را تعیین می‌کنند.

تعیین سن چرخش مناسب برای بهره‌برداری صنوبر به‌طوری که درآمد خالص فعلی کشاورز بیشینه شود، ضروری به‌نظر می‌رسد. برای تعیین دوره بلوغ مالی به برخی از پارامترها مانند رویش، قیمت، نرخ سود و هزینه ثابت و متغیر نیاز است. داده‌های مربوط به رویش در هکتار صنوبر دلتوئیدس از زمان استقرار توده تا سن ۱۴ سالگی، از طرح‌های کاشت صنوبر در منطقه استخراج شد. توده‌های مورد بررسی در سال ۱۳۸۰ با فاصله کاشت ۴ × ۴ متر استقرار یافته‌اند. در شکل ۱ موجودی حجمی در هکتار به‌ازای سنین مختلف توده صنوبر مشاهده می‌شود.



شکل ۱- موجودی حجمی در سنین مختلف صنوبر دلتوئیدس

قیمت چوب صنوبر دلتوئیدس

برآورد قیمت چوب در کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به صنوبرکاران کمک می‌کند تا میزان برداشت چوب را براساس قیمت پیش‌بینی‌شده انجام دهند. بهره‌برداری از جنگل براساس آخرین قیمت بازار مؤلفه

مهمی در تصمیم‌گیری مدیریت نوین جنگل است. ازنظر تئوری، قیمت چوب براساس توازن عرضه و تقاضای چوب تعیین می‌شود. دو دیدگاه در مورد برآورد قیمت‌ها در بین اقتصاددانان وجود دارد. دیدگاه اول این است که قیمت از مدل خودکاهشی پایا (Stationary autoregressive) پیروی می‌کند. این بدان مفهوم است که تغییرات در یک دوره، تأثیر زیادی بر قیمت دوره بعد نخواهد داشت و بهترین شیوه برآورد قیمت‌ها، میانگین قیمت‌های گذشته است. قیمت در این‌صورت می‌تواند با استفاده از معادله $P_{t+1}=\alpha+\beta P_t$ برآورد شود که در آن $0<\beta<1$ است. دیدگاه دوم این است که قیمت ناپایا (Non stationary) است و شرط پایایی را که در قبل ذکر شد، ندارد؛ یعنی قیمت در دوره یا سال آینده به‌طور کامل به دوره یا سال ماقبل خود وابسته است. قیمت در این‌صورت می‌تواند با استفاده از معادله $P_{t+1}=\beta P_t$ برآورد شود که در آن $\beta=1$ است (Mohammadi Limaei, 2006). در پژوهش پیش‌رو ابتدا داده‌های مربوط به قیمت جاری یا اسمی صنوبر دلتوئیدس از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ با مراجعه به نجاری‌های مختلف در سطح شهر و مصاحبه با صنوبرکاران جمع‌آوری شد. برای پیش‌بینی قیمت چوب صنوبر دلتوئیدس از مدل‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی، از آزمون‌های متفاوتی ازجمله آزمون ایستایی براساس تابع خودهمبستگی و نمودار همبستگی‌نگار، آزمون ریشه واحد فیلیپس پرون و آزمون ریشه واحد دیکی‌فولر استفاده شد که مشخص شد داده‌های موجود از سری‌های زمانی ایستا یا مانا پیروی می‌کنند. لازم به‌ذکر است که برای بررسی ایستایی سری زمانی قیمت چوب صنوبر از نرم‌افزار Eviews استفاده شد.

لازم به‌ذکر است که در این بررسی یک پرسشنامه با پرسش‌های باز به‌منظور مصاحبه حضوری با صنوبرکاران طراحی شد. تعداد صنوبرکاران در روستای شالیشل ۲۵ نفر بودند که با همگی مصاحبه شد. در مرحله بعد با استفاده از شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی بانک مرکزی ایران، تورم داده‌ها حذف شد و قیمت واقعی داده‌ها به‌دست آمد (رابطه ۱). در این محاسبات، سال ۱۳۹۰ به‌عنوان سال پایه درنظر گرفته شد (Anonymous, 2014).

$$P_r=\frac{P_t}{y_t}\times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن P_r قیمت واقعی، P_t قیمت در سال t، y_t شاخص قیمت‌ها در سال t و عدد ۱۰۰ نیز میزان شاخص قیمت در سال پایه است (Branson, 1989). سپس از یک مدل رگرسیونی (رابطه ۲) به‌منظور برآورد قیمت هر متر مکعب چوب سرپای صنوبر استفاده شد.

$$p_{t+1}=\alpha+\beta p_t+\varepsilon_t \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در این‌جا فرض شده است که ε_t یک رشته از خطاهای با توزیع نرمال، با میانگین صفر و خودهمبستگی صفر است. P_{t+1} قیمت در سال t+1 و p_t قیمت در سال t است. α و β نیز پارامترهای برآوردشده از مدل رگوسیونی هستند. میانگین قیمت مورد انتظار چوب p_{eq} با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد (Mohammadi Limaei, 2006).

$$p_{eq}=\frac{\alpha}{1-\beta} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

فرمول ارزش مورد انتظار فاستمن

در مدل فاستمن فرض بر این است که زمین تا ابد تحت زراعت چوب خواهد بود، بنابراین مجموع ارزش خالص فعلی چرخش‌ها تا یک دوره بی‌نهایت، ارزش مورد انتظار نامیده می‌شود. در پژوهش پیش‌رو سعی بر این بود که طول چرخش طوری انتخاب شود که در آن ارزش مورد انتظار زمین بیشینه شود. ارزش خالص فعلی به‌دست‌آمده از برداشت در اولین چرخش در رابطه ۴ نشان داده شده است که در آن، T متغیر تصمیم یا همان سن چرخش، p قیمت هر متر مکعب چوب سرپای صنوبر دلتوئیدس، $f(T)$ موجودی حجمی سرپای توده در زمان T، r نرخ سود، c هزینه استقرار توده در زمان صفر و e عدد نپر است. در اینجا

e^{-rT} به نرخ تنزیل معروف است و تقریب زمان پیوسته برای رابطه $\frac{1}{(1+r)^T}$ است.

ارزش خالص فعلی یک دنباله نامتناهی با چرخش‌های یکسان در رابطه ۵ نشان داده شده است.

رابطه (۴) $pf(T)e^{-rT} - c$

رابطه (۵) $pf(T)e^{-rT} - c + [pf(T)e^{-rT} - c]\, e^{-rT} + [pf(T)e^{-rT} - c]\, e^{-2rT} + [pf(T)e^{-rT} - c]\, e^{-3rT} + \ldots$

با فاکتور گرفتن از عبارت $pf(T)e^{-rT} - c$ می‌توان به یک سری همگرا با دنباله نامتناهی دست پیدا کرد که درنهایت رابطه به شکل ساده درمی‌آید و در رابطه ۶ نشان داده شده است.

رابطه (۶) $pf(T)e^{-rT} - c\,(1 + e^{-rT} + e^{-2rT} + e^{-3rT} + \cdots)$

با جمع تابع همگرا تا بی‌نهایت که از ضرب جمله اول در عبارت $\frac{1}{1-q}$ به‌دست می‌آید (q قدر نسبت تصاعد است $q = e^{-nr}$) و درنهایت با جای‌گذاری جمع تابع همگرا در رابطه ۶، رابطه ۷ به‌دست می‌آید.

رابطه (۷) $v = pf(T)e^{-rT} - c\,(1 - e^{-rT})^{-1}$

در این‌جا صورت کسر ارزش فعلی یک چرخش و مخرج کسر فاکتور تنزیل چرخش‌های آتی تا بی‌نهایت را نشان می‌دهد. این معادله، معادله فاستمن، ارزش زمین بایر (Bare land value)، ارزش مورد انتظار زمین (Land expected value) و یا ارزش مورد انتظار خاک (Soil expected value) نیز نامیده می‌شود. برای به‌دست آوردن سنی که در آن ارزش خالص فعلی جنگل بیشینه می‌شود، مشتق عبارت فوق صفر درنظر گرفته می‌شود (رابطه ۸).

رابطه (۸) $V_T = Pf'(T) - rPf(T) - rV = 0$

و درنهایت، شرط بهینگی مدل فاستمن از رابطه ۹ به‌دست می‌آید.

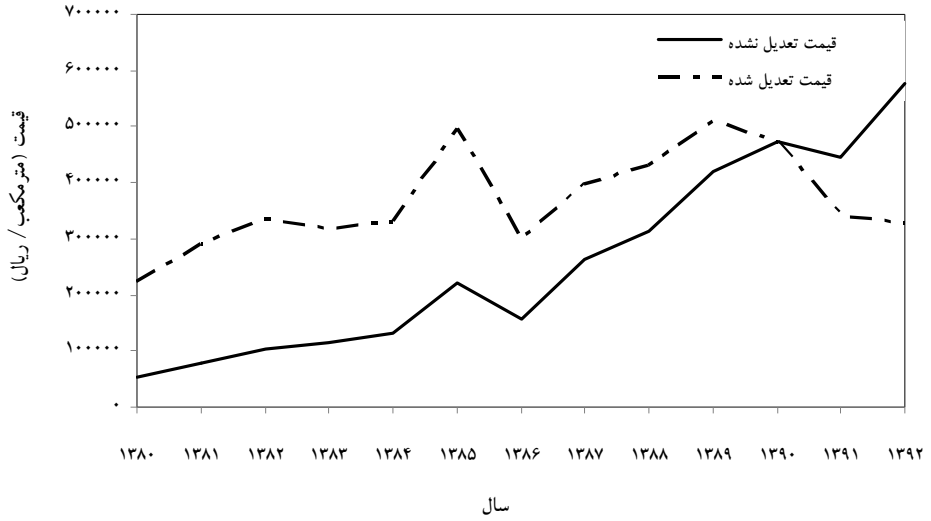
رابطه (۹) $Pf'(T) = rPf(T) + rV$

براساس شرط بهینگی مدل فاستمن، T (سن) تا جایی افزایش داده می‌شود که درآمد نهایی $Pf'(T)$ با هزینه نهایی $rPf(T) + rV$ برابر شود. در این‌جا $f'(T)$ رویش جاری در سال T است (Faustmann, 1849).

نتایج

معادله قیمت چوب سرپای صنوبر دلتوئیدس

تورم داده‌های مربوط به قیمت سرپای صنوبر دلتوئیدس حذف شدند و داده‌ها به سال پایه ۱۳۹۰ تعدیل شدند (شکل ۲). تغییرات قیمت جاری و قیمت واقعی همسو بود، اما قیمت واقعی با شیب صعودی بیشتری نسبت به قیمت جاری افزایش یافت. این بدان مفهوم است که بخش عمده‌ای از افزایش قیمت چوب صنوبر در طول دوره مورد بررسی، به‌دلیل تورم بوده است. بررسی جزئیات ماهیت و علل تورم در سال‌های مختلف که ممکن است ناشی از فشار تقاضا، تورم ساختاری، انتظارات تورمی و تورم به‌دست‌آمده از فشار هزینه باشد، از عهده این بحث خارج است.



شکل ۲- قیمت جاری (تعدیل‌نشده) و قیمت واقعی (تعدیل‌شده) چوب صنوبر دلتوئیدس

تجزیه و تحلیل رگرسیونی در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که بین P_{t+1} و P_t رابطه معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- برآورد پارامترهای قیمت براساس داده‌های قیمت چوب سرپای توده صنوبر برای مدل خودکاهشی از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۲

	α	β	R^2	R	انحراف معیار
ارزش پارامتر	۱۹۰۷۵۵	۰/۴۳۶	۰/۰۸۴	۰/۲۹	۱۲۹۰۷۰/۶۱۸
انحراف معیار	۱۶۳۵۴/۴۷۷	۰/۴۳۳			
t	۱/۱۶۶	۱/۰۰۷			

پارامترهای α و β برآوردشده از تجزیه و تحلیل رگرسیون در رابطه ۲ جایگذاری شدند و معادله پیش‌بینی قیمت چوب صنوبر با استفاده از رابطه ۱۰ برآورد شد.

رابطه (۱۰) $P_{t+1} = P_t ۰/۴۳۶ + ۱۹۰۷۵۵$

با استفاده از رابطه ۳، میانگین قیمت مورد انتظار چوب ۳۳۸۲۱۸ ریال به‌ازای هر متر مکعب به‌دست آمد.

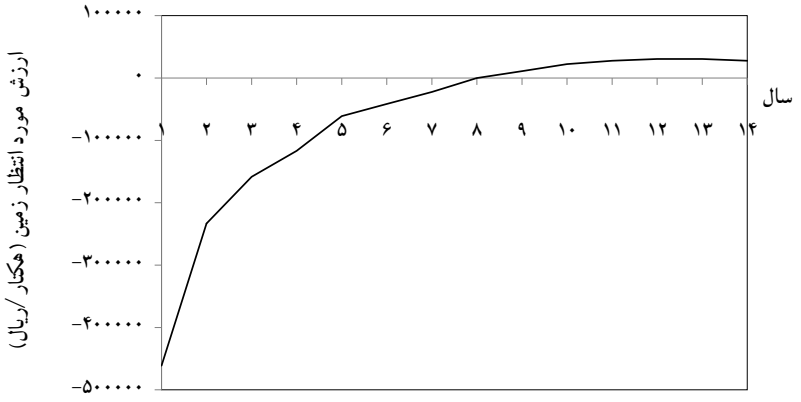
سن چرخش اقتصادی

ارزش مورد انتظار زمین با استفاده از رابطه ۴ به‌دست آمد. برای این برآورد نیاز به داده‌های اولیه بود، به‌همین منظور داده‌های موجودی حجمی توده در سنین مختلف $f(T)$ از طرح‌های کاشت صنوبر در منطقه استخراج شد. همچنین میانگین قیمت خالص مورد انتظار، ۳۳۸۲۱۸ ریال به‌ازای هر متر مکعب به‌دست آمد و هزینه متغیر و هزینه استقرار توده پس از برداشت (c) در هکتار از پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط صنوبرکاران استخراج شد. میزان نرخ سود برای جنگل‌داری (r) نیز سه درصد فرض شد (Saeed, 2004). بعد از جایگذاری پارامترها در مدل فاستمن مشخص شد که ارزش مورد انتظار زمین در سن ۱۲ سالگی به بیشترین مقدار خود یعنی ۳۰۴۹۱ هزار ریال در هکتار رسیده است (جدول ۲ و شکل ۳). به‌عبارت دیگر منحنی

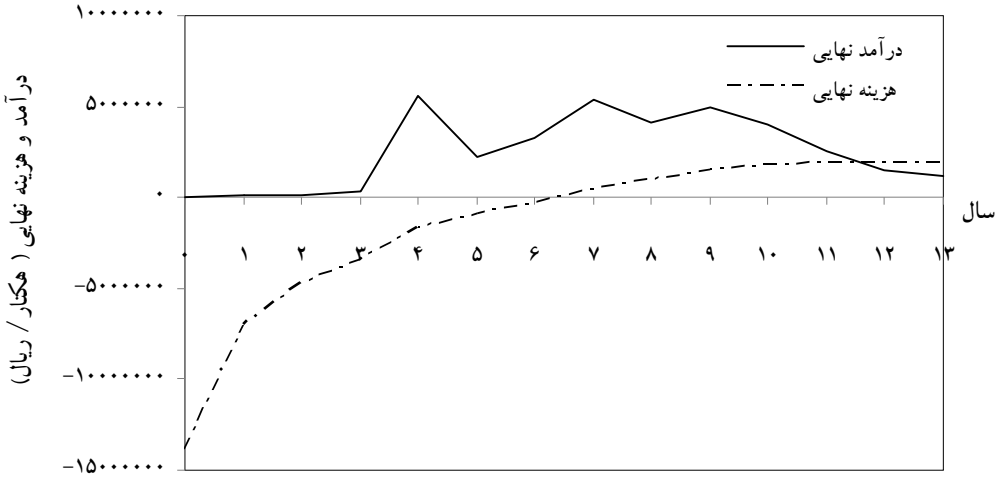
نتیجه دریافتی نهایی (۱۹۲۰ هزار ریال) و هزینه نهایی ورودی (۲۵۵۳ هزار ریال) که از مجموع هزینه فرصت توده سرپا و هزینه فرصت زمین به‌دست می‌آید، در سن ۱۲ سالگی همدیگر را قطع کرده‌اند (جدول ۲ و شکل ۴).

جدول ۲- میزان رویش‌ها و ارزش‌های در هکتار توده صنوبر دلتوئیدس روستای شالیشل کردستان (ارزش مورد انتظار، درآمد نهایی و هزینه نهایی) به‌ازای سنین مختلف

سن توده	رویش کل (متر مکعب/هکتار)	رویش جاری (متر مکعب/هکتار)	ارزش مورد انتظار (هزار ریال)	نتیجه دریافتی نهایی (هزار ریال)	هزینه نهایی ورودی (هزار ریال)
۱	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	-۴۶۲۳۵۵	-۱۳۸۷۰	۱۳
۲	۰/۲۶۲	۰/۲۲۳	-۲۳۳۴۳۲	-۷۰۰۰	۷۵
۳	۰/۵۰۴	۰/۲۴۲	-۱۵۷۱۰۳	-۴۷۰۷	۸۱
۴	۱/۵۴	۱/۰۳۶	-۱۱۶۸۷۰	۳۴۹۰	۳۵۰
۵	۱۸/۱۸۴	۱۶/۶۴۳	-۶۰۱۹۳	-۱۶۲۱	۵۶۲۸
۶	۲۴/۸۷۲	۶/۶۸۸	-۴۰۳۷۷۹	-۹۵۹	۲۲۶۲
۷	۳۴/۴۷۷	۹/۶۰۵	-۲۲۳۱۲	-۳۱۹	۳۲۴۸
۸	۵۰/۵۲۱	۱۶/۰۴۳	-۱۱۱۳	۴۷۹	۵۲۴۶
۹	۶۲//۷۱	۱۲/۱۸۸	۱۰۶۱۱	۹۵۴	۴۱۲۲
۱۰	۷۷/۴۸	۱۴/۷۷	۲۲۱۲۲	۱۴۴۹	۴۹۹۵
۱۱	۸۹/۴۹	۱۲/۰۱	۲۸۷۴۶	۱۷۷۰	۴۰۶۱
۱۲	۹۷/۰۴	۷/۵۵	۳۰۴۹۱	۱۸۹۹	۲۵۵۳
۱۳	۱۰۱/۵۶	۴/۵۲	۲۹۶۵۴	۱۹۲۰	۱۵۲۸
۱۴	۱۰۴/۹۹	۳/۴۳	۲۸۱۴۲	۱۹۰۹	۱۱۶۰



شکل ۳- ارزش مورد انتظار زمین به‌ازای هر هکتار برحسب ریال در سنین مختلف



شکل ۴- درآمد و هزینه نهایی به‌ازای هر هکتار برحسب ریال در سنین مختلف

بحث

نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش پیش‌رو نشان داد که صنوبر دلتوئیدس در منطقه مورد بررسی در سن ۱۲ سالگی، جایی‌که منحنی نتیجه دریافتی نهایی (۱۹۲۰ هزار ریال)، منحنی هزینه نهایی ورودی (۲۵۵۳ هزار ریال) را قطع می‌کند، به حداکثر مقدار ارزش خالص فعلی خود معادل ۳۰۴۹۱ هزار ریال می‌رسد. Mohammadi Limaei و همکاران (۲۰۱۳) سن برداشت بهینه صنوبر دلتوئیدس در استان گیلان در فواصل کاشت مختلف و به‌ازای سودهای مختلف بانکی را بین هشت تا ۲۵ سال به‌دست آوردند. Nuss (۱۹۹۹)، طبق بررسی‌های خود به این نتیجه رسید که در شرایط طبیعی، سن برداشت صنوبر بین ۱۰ تا ۱۲ سال است که نتایج این مطالعه را تأیید می‌کند.

در بررسی دیگر، Ranjbar و همکاران (۲۰۰۹)، به تعیین مناسب‌ترین کلن صنوبر و طول دوره بهره‌برداری بهینه با توجه به اصول اقتصادی در استان گیلان پرداختند. ۱۵ کلن صنوبر انتخاب شدند و اطلاعات مربوط به رویش کل حجمی آنها تهیه شد. برای انتخاب گونه مناسب و طول دوره بهره‌برداری بهینه از معیار سود خالص فعلی تا بی‌نهایت استفاده شد و نتایج نشان داد که در سن نه سالگی، ارزش خالص فعلی به حداکثر می‌رسد که بازهم با نتایج پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی لازم را دارد. Mahdavi و همکاران (۲۰۰۷)، به تعیین اقتصادی‌ترین سن برداشت صنوبر در استان کردستان اقدام کردند و با درنظر گرفتن هزینه‌ها و درآمدها، به این نتیجه رسیدند که اقتصادی‌ترین سن برداشت صنوبر در این استان، ۲۲ سالگی است. از دلایل اختلاف این بررسی با پژوهش پیش‌رو این است که Mahdavi و همکاران (۲۰۰۷)، از معیارهای دیگر مانند ارزش خالص فعلی برای تعیین سن بهینه استفاده کردند، اما در پژوهش پیش‌رو از مدل فاستمن استفاده شد که به‌دلیل درنظر گرفتن هزینه فرصت از دست‌رفته، سن بهینه را کوتاه‌تر برآورد کرده است. درواقع در این مدل، صنوبرکار به‌صورت واقع‌بینانه‌تری با درنظر گرفتن شرایط خطر، بلوغ مالی را برآورد می‌کند. به‌طوری‌که نتایج از طریق مصاحبه با صنوبرکاران منطقه و تکمیل کردن پرسشنامه نشان داد که بیشتر صنوبرکاران در منطقه مورد بررسی، درختان صنوبر را در سنین شش تا هفت سالگی قطع می‌کنند که این باعث از دست رفتن سود بیشتر برای صنوبرکاران می‌شود. برای برطرف کردن این مشکل و از دست نرفتن سود بیشتر، لازم است تمهیدات لازم درنظر گرفته شود و با راهکارهایی از قبیل اعطای وام و تسهیلات از طرف دولت به صنوبرکاران، سن چرخش بهینه را افزایش داد (Huu-Dung & Chang, 2012).

در این بررسی به‌علت سهولت در انجام محاسبات، پارامترهای مؤثر بر سن بهینه، ثابت درنظر گرفته شد، اما

عامل‌های متعددی ازجمله طوفان و حشرات (Dieter, 2001)، سطح کاشت، فضای کاشت، نهاده‌های مورد استفاده، شرایط نرخ سود (Birler, 1984) و هزینه استقرار (Mohammadi Limaei *et al*., 2011) و غیره ممکن است طول دوره بهره‌برداری را تحت تأثیر قرار دهند. درواقع می‌توان نتیجه‌گیری نهایی را این‌طور بیان کرد که هرچند بلوغ مالی صنوبر دلتوئیدس در این منطقه حدود ۱۲ سال است، اما کشاورزان منطقه با توجه به خطرهای بازار، این درختان را در سن شش تا هفت سالگی قطع می‌کنند که خود هزینه از دست‌رفته زیادی دارد، به این دلیل که در این سن، درخت رشد سریع خود را برای رسیدن به بلوغ مالی آغاز می‌کند (Eslamdoust *et al*., 2014). متأسفانه این شرایط خطر بازار و تصمیم صنوبرکار است که اجازه رسیدن به این بلوغ را نمی‌دهد. درواقع صنوبرکار هنگام برداشت توده، به مسأله هزینه فرصت از دست‌رفته توده سرپا و هزینه از دست‌رفته زمین توجهی نمی‌کند که این موضوع باعث از دست رفتن سود بیشتر می‌شود، بنابراین استفاده از مدل فاستمن به‌عنوان صحیح‌ترین مدل تعیین سن چرخش بهینه به‌منظور جلوگیری از قطع پیش از موعد، ضروری به‌نظر می‌رسد. لازم به‌ذکر است که در پژوهش پیش‌رو، عامل‌های مؤثر بر تعیین سن بهینه فاستمن، ازجمله قیمت یا رویش ثابت درنظر گرفته شدند. در پژوهش‌های آینده می‌توان سن بهینه را با درنظر گرفتن حالت‌های تصادفی محاسبه کرد.

Referentes

- Anonymous, 2014. Price indices in Iran. Central Bank of Iran, 110p (In Persian).
- Birler, A.S., 1984. The profitability of poplar growing system in Turkey. Proceedings of the 17th Session of International Poplar Commission. Ottawa, Canada, 1-4 Oct. 1984: 321- 333.
- Branson, W.H., 1989. Macroeconomic Theory and Policy. 3rd Edition, Harper and Row Press, New York, 411p.
- Buongiorno, J., 2001. Quantifying the implications of transformation from even to uneven-aged forest stands. Forest Ecology and Management, 151(1): 121-132.
- Chang, S.J., 1984. Determination of the optimal rotation age: a theoretical analysis. Forest Ecology and Management, 8(2): 137-147.
- Dieter, M., 2001. Land expectation values for spruce and beech calculated with Monte Carlo modeling techniques. Forest Policy and Economics, 2(2): 157-166.
- Engindeniz, S., 2003. Determination of economic and financial rotation lengths of hybrid poplar plantations: The case of Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6(1): 41-47.
- Eslamdoust, J., Sohrabi, H. and Hosseini, S.M., 2014. Evaluation of growth feature of *Popolus deltoides* and *Taxodium distichum* trees using stem analysis. Natural Ecosystems of Iran, 3(5): 51-58 (In Persian).
- Faustmann, M., 1849. On the Determination of the Value Which Forest Land and Immature Stands Possess for Forestry (Translated by Linnard, W., Edited by Gane, M., 1968). University of Oxford Press, Oxford, 83p.
- Huu-Dung, N. and Chang, Y.Y., 2012. Optimum harvesting time and clone choices for eucalyptus growers in Vietnam. Forest Policy and Economics, 15(2): 60-69.
- Kongsom, Ch. and Munn, I.A., 2003. Optimal rotation of *Eucalyptus camaldulensis* plantations in Thailand based on financial return and risk. Thai Journal of Forestry, 22: 29-35.
- López T.I., 2010. Estimating the optimal rotation age of *Pinus nigra* in the Spanish Iberian system, applying discrete optimal control. Forest Systems, 19(3): 306-314.
- Mahdavi, A., Shakeri, Z. and Bayazidi, S., 2007. Determine the harvest age economically Popular (Case study of Kurdistan). Forest and Rangeland, 75: 86-91 (In Persian).
- Mohammadi Limaei, S., 2006. Economically optimal values and decisions in Iranian forest management. Ph.D. thesis, Faculty of Forest Economics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 21p.
- Mohammadi Limaei, S., Bahramabadi, Z., Rostami Shahraje, T., Adibnejad, M. and Mousavi Koupar, S.A., 2013. Determination of economically optimal rotation age of (*Populus deltoides*) in Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(1): 63-75 (In Persian).
- Mohammadi Limaei, S., Namdari, S., Bonyad,

A.E. and Naghdi, R., 2011. Economically optimal cutting cycle in a beech forest, Iranian Caspian forests. Caspian Journal of Environmental Sciences, 9(2): 181-188.
- Mousavi Kopar, S.A., Modir Rahmati, A.R., Lashkar Bolouki, E. and Kahneh, E., 2011. Adapatation of poplar clones in Safrabasteh, Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(2): 326-339.
- Newman, D.H., 1988. The Optimal Forest Rotation: A Discussion and Annotated Bibliography. General Technical Report SE-48, Published by USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, USA, 55p.
- Niyazi, M.H., 2010. Poplar Justification of the Project in Divandareh. Natural Resource and Watershed Management office of Kurdistan province, 55p (In Persian).
- Nuss, J., 1999. The economics of growing hybrid poplars. Proceedings of the Society of American Foresters Annual Meeting. Pasco, Washington, 7-9 Apr. 1999: 82-89.
- Pearse, P.H., 1967. The optimum forest rotation. Forestry Chronicle, 43(2): 178-195.
- Petit, B. and Montagnin, F., 2004. Growth equations and rotation ages of ten native tree species in mixed and pure plantations in the humid neotropics. Forest Ecology and Management, 199(2): 243-257.
- Ranjbar, R., Darabi, S. and Kalantari, H., 2009. Determine the most suitable clones and optimal period length based on economic principles, Forestry Association of Iran. Proceedings of the Third National Conference of Forest, Karaj, 8-10 March 2009: 120-128 (In Persian).
- Saeed, A., 2004. Fundamentals of Practical-Economics in Forest Management. University of Tehran Press, Tehran, 338p (In Persian).

Financial maturity of *Popolus deltoides* Marsh. (Case study: Shalyshel village, Kurdistan province)

K. Adeli [1*], S.S. Saeedi [2], S. Namdari [3], K. Mohammadi Samani [4] and B. Yosefi [5]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Forestry Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran. E-mail: adeli.k@lu.ac.ir

2- M.Sc. Forestry, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran

3- Ph.D. Student Forestry, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran

4- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

5- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran

Received: 12.11.2015 Accepted: 08.02.2016

Abstract

In this paper the financial maturity and optimal rotation age of poplar (*Popolus deltoides* Marsh.) was studied in a study site in in Kurdistan province. First, the growth information of poplar was obtained from poplar plantation plans of Agricultural and Natural Resources Research Center in Sanandaj. Then data concerning stumpage price, fix and variable cost per hectare were collected by using questionnaires and conducting interviews with local people and poplar farmers. Finally, the age in which farmers achieve the maximum net present value was determined using the expected value of land model, i.e. Faustmann model. The findings showed that optimal rotation period occurs at the age of 12 years, where the marginal revenue and marginal cost curves intersect. However, the local farmers cut poplar trees at the premature ages of 6-7 years, thereby ignoring higher profits associated with the further growth. The obtained results can be attributed to the risks in regional poplar market, which is attempted to be avoided by the farmers.

Keywords: Faustmann model, financial maturity, length rotation, net present value, *Popolus deltoides*.