



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، ویژه‌نامه ۲، ۱۳۹۵
<http://jwfst.gau.ac.ir>

برآورد مدل قیمت چوب سرپای کلن‌های اصلاح شده *Populus nigra* در شهرستان ارومیه به روش قیمت‌گذاری هدانیک

*مرضیه حجاریان

استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: زراعت چوب یکی از راهبردهای برنامه‌های توسعه کشور برای اصلاح نظام بهره‌برداری از منابع طبیعی است. مدل قیمت چوب سرپای یکی از ابزارهای اولیه برای مدیریت بهینه (فاصله کاشت و سن بهینه برداشت) و برآورد درست سودآوری زراعت چوب محسوب می‌شود. مواد و روش‌ها: قیمت چوب سرپای به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر حجم تجاری درخت است. از این رو، برای برآورد حجم توده از مدل‌های تعیین حجم تجاری (حجم تا قطر تجاری مشخص) بهره گرفته شد. به‌این منظور سه مدل ریمر، هارت بکینگ و کوزاک انتخاب شدند. سپس، قیمت چوب سرپای و عوامل مؤثر بر آن با استفاده از پیمایش میدانی (پرسشنامه) از زارعین صنوبر در منطقه مطالعه ارزیابی گردید. در مرحله آخر مدل قیمت چوب سرپای به روش هدانیک برازش شد. یافته‌ها: حجم توده‌های مورد مطالعه به کمک مدل ریمر با جذر میانگین مربع خطای ۰/۰۳۴ مترمکعب برآورد شد. قطر متوسط توده و نسبت حجم چوب صنعتی به حجم کل چوب به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر قیمت چوب سرپای صنوبر شناسایی شدند. در مرحله آخر، قیمت چوب سرپای با استفاده

*مسئول مکاتبه: m.hajjarian@urmia.ac.ir

از یک تابع هیپربولیک - خطی به روش هدانیک با ضریب تعیین ۸۷ درصد و درصد خطای ۶/۲ برآزش شد.

نتیجه‌گیری: چوب صنوبر در قطرهای مختلف، کاربردهای متفاوتی دارد. به همین ترتیب، قیمت آن در قطرهای تجاری یا صنعتی متفاوت است. در این پژوهش با استفاده از مدل حجم برآزش یافته، حجم هیزمی و تجاری توده قابل برآورد است. از سوی دیگر، با استفاده از مدل قیمت برآزش یافته می‌توان با کمک متوسط قطر توده، قیمت متوسط هر تن چوب توده را برآورد کرد.

واژه‌های کلیدی: روش هدانیک، زراعت چوب، صنوبر نیگرا، قیمت چوب سرپا

مقدمه

طبق آمارهای ارائه شده در ابتدای برنامه پنج‌ساله چهارم توسعه کشور، سطوح زیرکشت صنوبرکاری ۱۲۰ هزار هکتار بوده است در حالی که سطوح مناسب برای صنوبرکاری در آن زمان ۵۲۰ هکتار پیش‌بینی شده بود (۱۶). بنابراین اراضی مناسب برای صنوبرکاری با ۴۰۰ هزار هکتار توان توسعه روبه‌رو بوده است. در حال حاضر بخشی از این اراضی زیر کشت صنوبر هستند. طبق سند توسعه منابع طبیعی و آبخیزداری در افق ۱۴۰۴، توسعه زراعت چوب در هریک از برنامه چهارم تا هفتم توسعه، ۱۰۰ هزار هکتار مقرر شده است (۸). با این وجود، امروزه محدودیت منابع آبی و نیاز قابل ملاحظه صنوبرکاری به منابع آبی در کنار مشکلاتی همچون بازگشت طولانی مدت سرمایه‌گذاری در این بخش، مشکل مدیریت و برنامه‌ریزی برای سطوح خرد و کوچک، مشکلات عرضه و فروش چوب، نبود و پایین بودن سطح مکانیزاسیون و دیگر مشکلات معمول اقتصادی و اجتماعی از مهمترین دلایل محدودیت صنوبرکاری در کشور است (۳). به‌نظر می‌رسد، شناسایی کلن‌هایی که ضمن تولید و بازدهی چوب بالا، نیاز آبی کمتری داشته باشند می‌تواند محرکی برای توسعه زراعت چوب در اراضی حاشیه رودهای غیردائمی و اراضی کم بازده کشاورزی به‌وجود آورد و گامی مثبت در توسعه صنوبرکاری در کشور محسوب شود (۳).

از طرفی در میان استان‌های مختلف کشور، استان‌های گیلان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کردستان و کرمانشاه به‌ترتیب بیشترین سهم زراعت صنوبر را دارا هستند (جدول ۱). در این بین، استان آذربایجان غربی با داشتن ۱۴ درصد سطوح زیرکشت صنوبر، سومین استان تولیدکننده صنوبر و

با امکان ۷۰ درصدی توسعه سطوح زیرکشت، سومین استان دارای توان توسعه زراعت چوب نیز به شمار می‌آید (۱۶).

جدول ۱- سطوح زیر کشت صنوبرکاری و امکان توسعه آن در قطب‌های صنوبر کشور (۱۶).

Table 1. Poplar plantations and the possibility of expansion (16).

| ردیف No. | نام استان Province | سطح صنوبرکاری‌ها موجود Existing Plantations | | توان توسعه سطوح Capacity development | | کل سطوح مناسب Total area (ha) | کل توان تولید سطوح (مترمکعب) Production capacity |
|-------------|-----------------------------------|--|------------------------|---|------------------------|--|---|
| | | هکتار ha | % از کل %from total | هکتار ha | % از کل %from total | | |
| ۱ | آذربایجان شرقی East Azerbaijan | 16000 | 38 | 26000 | 62 | 42000 | 1134000 |
| ۲ | آذربایجان غربی West Azerbaijan | 13000 | 33 | 26000 | 67 | 39000 | 1053000 |
| ۳ | کردستان Kordestan | 11000 | 30.5 | 25000 | 79.5 | 36000 | 972000 |
| ۴ | کرمانشاه Kermanshah | 7000 | 22 | 25000 | 78 | 32000 | 960000 |
| ۵ | گیلان Guilan | 43000 | 39.8 | 65000 | 60.2 | 108000 | 3240000 |

اما سؤالی که مطرح است این است که چه عواملی باعث تحقق برنامه‌ریزی توسعه زراعت صنوبر می‌شوند. طبق نتایج حسین‌زاده (۲۰۱۵)، بهبود زنجیره ارزش فرآوری چوب صنوبر در استان آذربایجان غربی باعث افزایش سود زراعت صنوبر شده و در پی آن انگیزه برای سرمایه‌گذاری و توسعه زراعت چوب صنوبر افزایش خواهد یافت (۱۲). از سوی دیگر، امکان پیش‌بینی دقیق قیمت چوب سرپای صنوبر یکی از راهکارهای مناسب برای مدیریت و برنامه‌ریزی صنوبرکاری است و اطمینان از پیش‌بینی سود یکی از عوامل ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری است. برآورد قیمت چوب سرپای صنوبر به‌عنوان یک کالای اقتصادی به عوامل زیادی از جمله قطر و کیفیت چوب بستگی دارد (۶). البته کارکرد اصلی تابع قیمت چوب سرپای یا منحنی قیمت- قطر تعیین درست سن یا تناوب بهینه بهره‌برداری است که خود بر سودآوری تأثیرگذار است. بررسی‌های میلسکو و ماروسیکو (۱۹۹۵)، نشان داد که قیمت چوب سرپای به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر متوسط حجم درخت است (۱۵). نیومن و کارتر (۱۹۹۸)، در مطالعه خود نشان دادند که درصد طبقه‌های قطری در یک عرصه نقش مهمی در

تعیین قیمت چوب سرپا دارد (۷). طبق نتایج به‌دست آمده، هر چه درصد چوب صنعتی از چوب هیزمی، یا به‌عبارتی درصد چوب قطور تولید شده از چوب کم قطر تولید شده در یک توده بیشتر باشد، قیمت چوب سرپا بیشتر خواهد بود. براون و همکاران (۲۰۱۲)، عوامل مؤثر بر قیمت چوب سرپا در جنگل را قطر، گونه، کیفیت چوب و هزینه برداشت می‌دانند. طبق نظر ایشان، با افزایش قطر گرده‌بینه، قیمت آن بیشتر خواهد شد (۵). حشمت‌الواعظین و همکاران (۲۰۰۷) نیز عوامل مؤثر بر قیمت چوب سرپای راش را قطر برابرسینه و قطر حاشیه‌ای، درصد چوب صنعتی از حجم درخت، تراکم برداشت در واحد سطح، متوسط ضخامت حلقه‌های سالیانه عنوان کردند (۱۱).

برآورد دقیق قیمت چوب سرپای صنوبر به دلیل تعدد عوامل مؤثر بر آن پیچیده است. با این وجود مدل قیمت هدانیک یک برآورد کمی از عوامل مؤثر و تأثیر هر یک بر قیمت چوب سرپا را در اختیار قرار می‌دهد. لذا با توجه به اهمیت برآورد قیمت چوب سرپای صنوبر در جذب سرمایه‌گذاری و نظر به این‌که توسعه زراعت چوب صنوبر نقش مهمی در تأمین مواد اولیه سلولزی صنایع چوب و کاغذ کشور دارد (۴)، این پژوهش در راستای برآزش قیمت چوب سرپای کلن‌های تاج بسته صنوبر نیگرا انجام شد. بررسی تحقیقات انجام شده در مورد قیمت چوب سرپا در ایران نشان می‌دهد که این مدل‌ها کمتر در ایران توسعه یافته‌اند. از جمله مطالعات انجام شده در این زمینه، مطالعه جویباری و همکاران (۲۰۱۱) است که از شیوه قیمت‌گذاری هدانیک برای تخمین مدل قیمت قطعات فروش چوب جنگلی با در نظر گرفتن ویژگی‌های آن‌ها استفاده کردند (۱۷). همچنین حجاریان (۲۰۱۲)، قیمت چوب سرپای صنوبر دلتوئیدس در منطقه صومعه‌سرا در استان گیلان را به روش قیمت‌گذاری هدانیک برآورد کرد (۱۰). خضریان (۲۰۱۵)، در بررسی اقتصادی صنوبرکاری در استان آذربایجان غربی به بررسی رابطه قطر- قیمت در قالب یک تابع درجه سوم پرداخته است (۱۴). اما در مطالعه حاضر، چوب سرپای (قیمت چوب در مزرعه) صنوبر سیاه^۱ به روش هدانیک قیمت‌گذاری شده و به‌این منظور از یک تابع هیپربولیک- خطی استفاده شده است. در نتیجه ضرورت این تحقیق این است که به کمک مدل برآزش شده قیمت چوب سرپا با دقت بیشتری برآورد شده و همچنین این مدل به تعیین صحیح سن بهینه برداشت یا دوره تناوب کمک خواهد کرد. فرضیه تحقیق حاضر نیز این است که برآزش مدل قیمت- قطر برابرسینه با استفاده از یک تابع هیپربولیک خطی، نتایج بهتری را نسبت به مدل خطی ارائه می‌کند.

1- *Populus nigra*

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: شهرستان ارومیه مرکز استان آذربایجان غربی است که مختصات جغرافیایی آن بین ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. این استان، سومین استان کشور از لحاظ سطح زیرکشت صنوبر به شمار می‌رود و توان توسعه بالایی در این زمینه دارد (۱۳). تنوع اقلیمی نسبتاً زیادی در سطح استان مشاهده شود و شهرستان ارومیه تحت پوشش اقلیم نیمه‌خشک فراسرد قرار دارد. در این استان عمدتاً دو گونه *alba Populus* (سپیدار) و *Populus nigra* (تبریزی) با توجه به شرایط ادافیکی کشت می‌شوند.

شیوه اجرای پژوهش: این مطالعه به صورت مشاهده‌ای-تحلیلی انجام شد. از نظر هدف پژوهش حاضر یک مطالعه کاربردی و از نظر جمع‌آوری اطلاعات با هدف برآزش مدل قیمت چوب سرپای صنوبر، از نوع پژوهش‌های پیمایشی است. در گام نخست مدل حجم توده سرپای صنوبر تهیه شد. به این منظور ۴۳ مزرعه که با کلن‌های تاج بسته و اصلاح شده صنوبر نیگرا کشت شده بودند در منطقه مورد مطالعه (شهرستان ارومیه) شناسایی شد. ارتفاع کل و قطر برابر سینه درختان به روش نمونه‌برداری خط‌نمونه اندازه‌گیری شد. خط‌نمونه‌ها به صورت منظم تصادفی انتخاب شدند. به این ترتیب که هر یک از ردیف‌های صنوبرکاری به عنوان یک خط‌نمونه در نظر گرفته شد. اولین خط‌نمونه به صورت تصادفی جهت شروع اندازه‌گیری‌ها انتخاب شد. سپس از هر پنج خط نمونه یکی جهت ادامه اندازه‌گیری‌ها انتخاب شدند. قطر تمامی درختان در هر خط‌نمونه با نوار قطرسنج و تا دقت میلی و ارتفاع کل با شیب‌سنج سونتو و تا دقت سانتی‌متر متر اندازه‌گیری شد. سپس ۲۱۰ پایه صنوبر نیگرا از تمام طبقات قطری موجود در مزارع (بین ۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) انتخاب و قطع شد. پس از قطع، ارتفاع کنده اندازه‌گیری شد. سپس تنه‌ها به بینه‌هایی به طول ۲-۴ متر تبدیل شدند. طول تمام بینه‌های حاصل از قطع هر پایه و قطر وسط تمام بینه‌ها اندازه‌گیری شد. بررسی مطالعات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که جداول حجمی برای صنوبر در نقاط مختلف کشور تهیه شده است. این جداول عبارت‌اند از جداول حجم تهیه شده توسط شهرداری (۱۹۹۷)، ثاقب طالبی (۱۹۹۶) و باقری و همکاران (۱۹۹۶)، (۲، ۱۹ و ۲۰). ولی با توجه به این‌که گونه و فاصله کاشت بر روی میزان رشد صنوبر مستقیماً تأثیر می‌گذارد و مطالعات انجام شده قبلی در فواصل کاشتی متفاوت از شرایط مطالعه تهیه شده بودند و به علاوه جداول تهیه شده قابلیت به‌روزرآوری نداشتند، برای محاسبه حجم توده از

مدل‌های تعیین حجم تجاری (حجم تا قطر تجاری مشخص) در این پژوهش استفاده شد. با مرور پژوهش‌های انجام شده برای تعیین حجم توده سرپا سه مدل ریمر، هارت بکینگ و کوزاک انتخاب شدند (۱).

جدول ۲- مدل‌های بررسی شده برای تعیین حجم توده.

Table 2. Stand Volume models.

| تابع Function | نام مدل model |
|--|------------------|
| $d = D(b_1 + b_2 \ln(1 - (1 - e^{-b_1/b_2}) q^{1/m}))$ | بکینگ Backing |
| $\ln(H_{ki}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_{ki}) + \beta_2 Z + \beta_3 Z \ln(d_{ki}) + b_{0k} + b_{1k} \ln(d_{ki}) + \varepsilon_{ki}$ | ریمر Reimer |
| $d = a_0 D^{a_1} H^{a_2} X^{b_1} q^{4+b_2(1/e^{D/H})+b_3 x^{0.1}+b_4(1/D)+b_5 H^w+b_6 x}$ where $x = w/(1 - (1.3/H)^{1/3})$ and $w = 1 - q^{1/3}$ | کوزاک Kozak |

به طوری که: d: قطر در ارتفاع h بر حسب سانتی‌متر، D: قطر سطح مقطع برابر سینه بر حسب سانتی‌متر، H: ارتفاع کل بر حسب متر، h: ارتفاع تا قطر d بر حسب متر، q: نسبت d/H، a و b و β پارامترهای مدل هستند و $0 \leq Z \leq 1$ سپس مدل‌های برازش یافته بر اساس ضریب تعیین تصحیح شده (R^2_{adj})، مجذور میانگین مربعات خطا ($RMSE^1$) و آماره‌های نیکویی برازش AIC^2 و BIC^3 با هم مقایسه شدند.

روش محاسبه AIC و BIC :

$$AIC = -2 \ln \bar{L} - 2(k-1) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$BIC = -2 \ln \bar{L} - (\bar{N} - k - 1) \ln(N) \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن $L = \log \text{likelihood}$ ، K: تعداد متغیرهای پیش‌بینی کننده در مدل و N: تعداد مشاهدات در مجموعه داده‌ها است. مدل‌های مذکور در نرم‌افزار R Studio نسخه ۷/۸ روی داده‌ها برازش یافت. برای اعتبارسنجی مدل نهایی، جذر میانگین مربع خطا و آماره نیکویی برازش آکائیک محاسبه شدند.

-
- 1- Root Mean Squar Error
 - 2- Akaike information criterion
 - 3- Bayesian Information Creterion

۳۰ درصد داده‌های جمع‌آوری شده به صورت تصادفی برای اعتبارسنجی مدل استفاده شد. این داده‌ها قبل از شروع پژوهش برای انجام اعتبارسنجی کنار گذاشته شد و در روند برازش حجم توده شرکت نداشتند. پس از برازش مدل‌های حجم و انتخاب بهترین مدل، مقدار حجم توده برای تمامی داده‌های اعتبارسنجی با استفاده از معادله برازش شده، برآورد گردید. بدین ترتیب، مقدار مشاهده شده و برآورد شده حجم برای داده‌های اعتبارسنجی به شکل جدولی تهیه شد. بر این اساس، آماره جذر میانگین مربع خطای داده‌های اعتبارسنجی برآورد و با آماره همتای محاسبه شده با استفاده از داده‌های پژوهش مورد مقایسه آماری قرار گرفت. در صورتی که آماره جذر میانگین مربع خطای داده‌ها در دو مجموعه داده‌ها تفاوت معنی‌داری نداشته باشد، معادلات برازش شده معتبر هستند.

با توجه به این‌که قیمت قطعات چوب به قطر آن‌ها بستگی دارد. با استفاده از مدل برازش یافته ریمر، حجم توده‌های اندازه‌گیری شده در دو طبقه هیزمی (قطعات چوبی با قطر بین ۱۰-۵ سانتی‌متر) و طبقه صنعتی (قطعات چوبی با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر) محاسبه شد.

در گام بعد با توجه به این‌که چوب صنوبر به صورت وزنی مورد معامله قرار می‌گیرد، جرم حجمی آن محاسبه شد. برای محاسبه جرم حجمی، نمونه‌های چوب صنوبر از استاندارد (ASTM) شماره D-2395-02 استفاده شد. طبق این استاندارد، قطعات مکعبی شکل با ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر از دیسک‌های گرفته شده طبق استاندارد تهیه و جرم حجمی و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. در گام سوم: به کمک یک پرس‌شنامه محقق ساخته، اطلاعات مربوط به قیمت چوب سرپا در مزارع مورد مطالعه، نحوه فروش و عوامل مؤثر بر قیمت چوب خریداری شده جمع‌آوری شد. در همین راستا، ۴۲ نفر از زارعین صنوبر در منطقه به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دادند.

در گام آخر، از روش قیمت‌گذاری هدانیک برای قیمت‌گذاری چوب سرپا استفاده شده است. در این روش، چوب به‌عنوان یک کالای چند بعدی در نظر گرفته می‌شود و ویژگی‌های مختلف آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس قیمت بر اساس هر یک از این ویژگی‌ها در بازار چوب بررسی می‌شود. بنابراین، قطعه چوبی که ویژگی‌های مطلوب‌تری داشته باشد، قیمت بالاتری خواهد داشت. ارزش‌یابی ضمنی از هر یک از ویژگی‌ها را در اصطلاح قیمت هدانیک می‌نامند. چوب سرپا نیز مجموعه‌ای از انواع فرآورده‌های چوبی و کالایی ناهمگن است. بنابراین، اگر قیمت یک کالا بر اساس قیمت ضمنی ویژگی‌های آن نوشته شود، در این صورت قیمت چوب سرپا را می‌توان به صورت زیر نوشت.

$$Y(X) = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_j, \dots, X_n) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$X_j = f(x_j)$, $Y(X) =$ قیمت چوب سرپا، $X_j =$ تابع ویژگی Z چوب سرپا (قطر، برداشت در واحد سطح و ...)، $X_j =$ ویژگی Z چوب سرپا (۱۰).

بنابراین، شناسایی این ویژگی‌ها بسیار اهمیت دارد. در این پژوهش از رابطه هیپربولیک اصلاح شده برای برازش مدل قطر قیمت استفاده شد (۱۱).

$$\bar{P}_{1m^3} = \left(\frac{V_1}{V_t}\right) * \bar{P} + \left(\frac{V_2}{V_t}\right) * \left[P_{max} * \left(1 - \exp(-a * (D - M))\right) \right] \quad (۴)$$

به طوری که: $\bar{P}_{1m^3} =$ قیمت متوسط یک مترمکعب چوب سرپا، $\left(\frac{V_1}{V_t}\right) =$ نسبت حجم چوب هیزمی به حجم کل، $\left(\frac{V_2}{V_t}\right) =$ نسبت حجم چوب صنعتی به حجم کل، $\bar{P} =$ قیمت متوسط یک مترمکعب چوب سرپای هیزمی، $P_{max} =$ قیمت متوسط یک مترمکعب چوب سرپای صنعتی، $D =$ متوسط قطر برابر سینه توده و $M =$ قطر حاشیه‌ای که بیش از آن چوب صنعتی محسوب می‌شود و کمتر از آن چوب هیزمی.

نتایج

اطلاعات مربوط به صنوبرکاران: نتایج نشان می‌دهد که در بین زارعین صنوبر مورد مطالعه، ۱۹ درصد آن‌ها شغل اصلی شان کشاورزی است و اکثر آن‌ها که به زراعت صنوبر می‌پردازند شغل آزاد دارند (جدول ۳).

جدول ۳- وضعیت اشتغال صنوبرکاران.

Table 3. The employment situation of Poplar farmers.

| درصد | تعداد | شغل اصلی |
|-------|-------|---------------------------|
| 19.05 | 8 | کشاورزی Farmer |
| 26.19 | 11 | کارمند Employee |
| 47.62 | 20 | شغل آزاد Self-employed |
| 7.14 | 3 | سایر Other jobs |
| 100 | 42 | جمع Total |

از این بین، ۲۳ درصد سابقاً تجربه صنوبرکاری داشته‌اند و مابقی اولین تجربه آن‌ها برای صنوبرکاری است (جدول ۴).

جدول ۴- تجربه صنوبرکاری.

Table 4. Experience of Poplar farming.

| درصد % | تعداد No | تجربه صنوبرکاری Experience of Poplar farming |
|-----------|-------------|---|
| 23.81 | 10 | بله Yes |
| 76.19 | 32 | خیر No |
| 100 | 42 | مجموع Total |

توزیع فراوانی زارعین برحسب سابقه زراعت صنوبر نشان می‌دهد که ۲۶ درصد زارعین بیشتر از ۱۰ سال سابقه زراعت صنوبر دارند و بیش از ۷۰ درصد آن‌ها کمتر از ده سال است که به زراعت صنوبر می‌پردازند (جدول ۵). به عبارت دیگر، اکثرا اولین دوره پرورش صنوبر را سپری می‌کنند.

جدول ۵- سابقه زراعت صنوبر.

Table 5. Background of Poplar farming.

| درصد % % | تعداد No. | سابقه فعالیت (سال) Background of Poplar farming (Year) |
|-------------|--------------|---|
| 11.90 | 5 | 1-5 |
| 61.90 | 26 | 6-10 |
| 26.19 | 11 | >10 |
| 100 | 42 | Total |

نتایج مدل حجم توده سرپا: اطلاعات توصیفی داده‌های برداشت شده از صنوبرکاری‌های مختلف در سطح شهرستان ارومیه (تعداد خط‌نمونه‌ها، تعداد درختان، قطر برابر سینه و ارتفاع پایه‌های اندازه‌گیری شده) در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶- اطلاعات توصیفی داده‌های برداشت شده از مزارع صنوبرکاری.

Table 6. Descriptive Information of Poplar farms.

| اشتباه معیار | حداقل | حداکثر | متوسط | متغیر | تعداد درختان اندازه‌گیری شده | تعداد | منطقه |
|----------------|---------|---------|---------|----------|------------------------------|-------------------------|--------|
| Standard error | Minimum | Maximum | Average | Variable | The number measured of trees | The number of transects | Area |
| 2.17 | 2.4 | 30.8 | 12.66 | DBH | 7960 | 310 | ارومیه |
| 3.15 | 1.08 | 12.23 | 10.72 | H | | | |

نتایج مقایسه مدل‌های بگینگ، ریمر و کوزاک برای انتخاب مدل برای تعیین حجم توده در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷- مقدار آماره‌ها برای تعیین بهترین مدل حجم توده.

Table 7. Statistics estimates of the models to determine the Volume model.

| BIC | AIC | RMSE | R^2_{adj} | نام مدل |
|---------|---------|-------|-------------|-----------------|
| | | | | Model name |
| 1371.05 | 1362.02 | 1.078 | 0.80 | بگینگ Baking |
| 1362.19 | 1357.61 | 0.034 | 0.91 | ریمر Reimer |
| 1502.36 | 1476.08 | 1.082 | 0.82 | کوزاک Kozak |

بنابراین با توجه به این‌که مدل ریمر R^2_{adj} بیشتر، RMSE کمتر و آماره‌های نیکویی برازش AIC و BIC کمتری نسبت به سایر مدل‌ها داشته است به‌عنوان مدل مورد استفاده در این پژوهش انتخاب شد. مقادیر پارامترهای حاصل از برازش مدل ریمر و همکاران در جدول ۸ ارائه شده است.

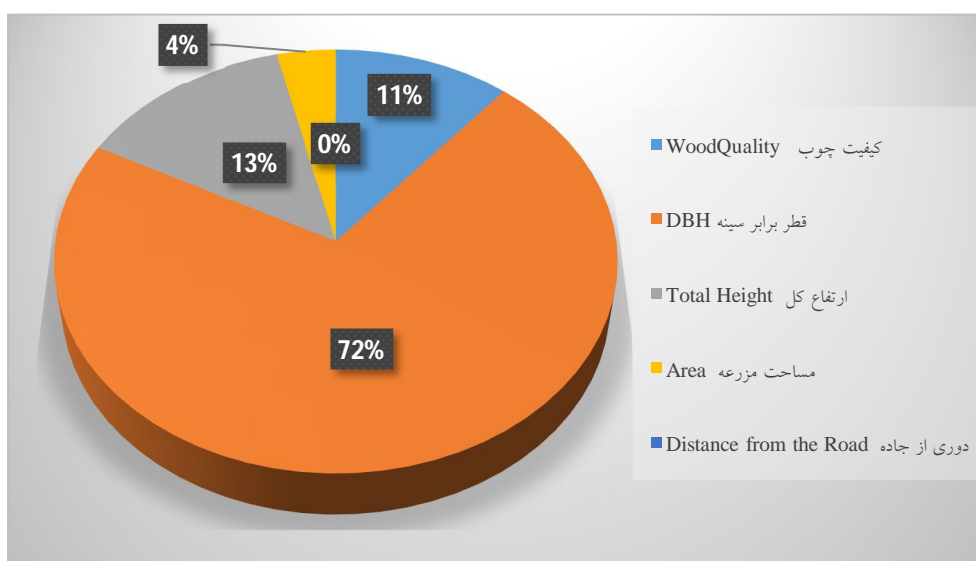
جدول ۸- مقدار پارامترهای به‌دست آمده از برازش مدل.

Table 8. Parameter estimates of the model.

| β_3 | β_2 | β_1 | β_0 | b_2 | b_1 | b_0 | پارامتر / آماره |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| | | | | | | | Parameter/ statistic |
| 0.000213 | 0.000176 | 0.000189 | 0.00195 | 0.8137137 | 0.0295571 | 0.1547609 | مقدار value |

نتایج اعتبارسنجی مقدار آماره R^2_{adj} را ۰/۹۱ و RMSE را ۰/۰۳۴ نشان می‌دهد.

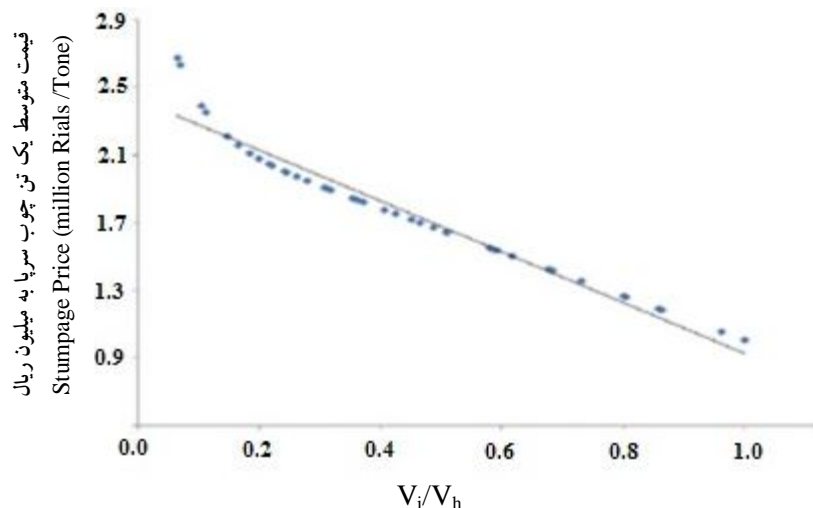
نتایج مدل قیمت: نتایج تحلیل پرسشنامه‌ها در زمینه عوامل مؤثر در تعیین قیمت چوب مزارع که توسط خریداران پاسخ داده شده بود نشان داد که قطر متوسط توده بیش از سایر عوامل در تعیین قیمت مؤثر است (شکل ۱).



شکل ۱- عوامل مؤثر بر قیمت چوب سرپای صنوبر.

Figure 1. Factors affecting on Poplars Stumpage Price.

نتایج رابطه نسبت حجم چوب هیزمی به قیمت متوسط چوب سرپا در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- نمودار قیمت چوب سرپا به نسبت حجم چوب هیزمی به حجم کل چوب تولید شده.

Figure 2. Stumpage Price against relative Volume.

با توجه به این که هدف اساسی تحلیل رگرسیون، توضیح تا حد امکان تغییرات در متغیر وابسته به وسیله متغیرهای توضیحی مدل است، لذا یک مدل زمانی به‌عنوان یک مدل خوب مدنظر قرار می‌گیرد که این توضیح (که به‌وسیله R^2 اندازه‌گیری می‌شود) حتی‌الامکان بالا باشد (۹). همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، رابطه رگرسیون قوی بین این دو متغیر وجود دارد. مدل خطی برازش یافته توانسته است ۹۵ درصد واریانس داده‌ها را توضیح دهد. رابطه به‌دست آمده یک رابطه نزولی است. به عبارت دیگر، افزایش نسبت حجم هیزمی چوب بر قیمت چوب سرپا تأثیر منفی می‌گذارد.

جدول ۹- مقدار آماره‌ها برای تعیین بهترین مدل قطر- قیمت.

Table 9. Parameter estimates of the models to determine the Diameter-Price model.

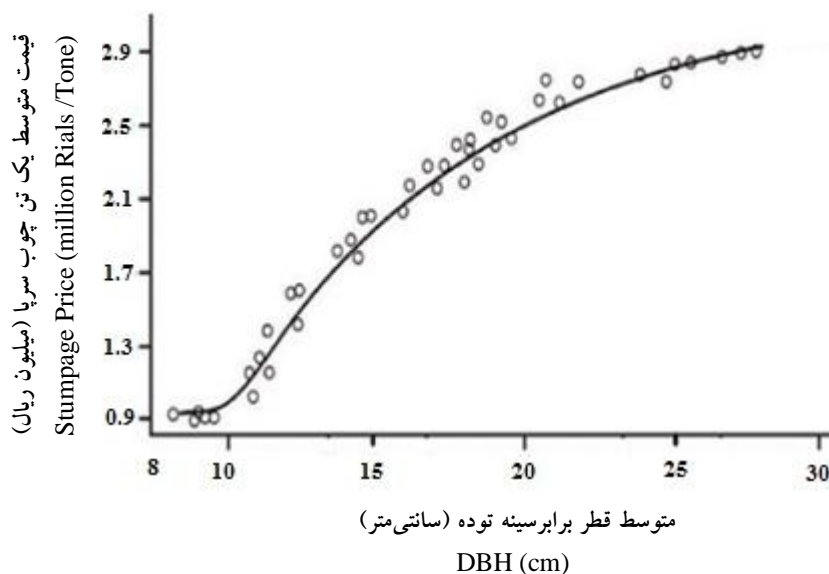
| M | P | a | P_{max} | پارامتر/ آماره Parameter/ statistic |
|----|-----------|------|------------|--|
| 10 | 890010.58 | 0.73 | 2035030.31 | مقدار value |

به‌این ترتیب، مدل قیمت چوب سرپای صنوبرنیگرا به‌صورت زیر تهیه شد.

$$\bar{P}_{1m^3} = \left(\frac{V_1}{V_t}\right) * 890010.58 + \left(\frac{V_2}{V_t}\right) * \left[2035030.31 * \left(1 - \exp(-0.73 * \right.\right.$$

$$\text{رابطه (۵)} \quad \left[(D - 10) \right]$$

طبق مدل برازش یافته، متوسط قیمت چوب سرپای هیزمی هر تن حدود ۹۰۰ هزار ریال و متوسط قیمت چوب سرپای صنعتی هر تن حدود دو میلیون ریال می‌باشد. جذر میانگین مربع خطای حاصل از برازش برابر سه هزار و چهارصد ریال است.



شکل ۳- نمودار قیمت چوب سرپا بر حسب متوسط قطر برابر سینه توده.

Figure 3. Stumpage Price against mean diameter at breast height.

همان‌طور که روند تغییرات نمودار نشان می‌دهد، افزایش قطر بر افزایش قیمت چوب سرپا، اثر مثبت دارد (شکل ۳). در بخش چوب صنعتی (قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر) افزایش قطر سبب افزایش قیمت چوب سرپا می‌شود. این در حالی است که در بخش چوب‌های هیزمی (قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر) قیمت تقریباً ثابت است.

بحث

این پژوهش به بخش خصوصی کمک می‌کند تا با آینده‌نگری و اطمینان خاطر بیشتر در عرصه تولید چوب سرمایه‌گذاری نمایند. نتایج این تحقیق در دو بخش پیش‌بینی حجم چوب توده سرپا و تعیین

ارزش آن برای تولیدکننده مفید خواهد بود. با استفاده از مدل حجم برازش یافته می‌توان در هر زمان با اندازه‌گیری قطر متوسط و ارتفاع متوسط توده، حجم چوب صنعتی (قطر بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر) و حجم چوب هیزمی (قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر) توده را محاسبه کرد. این روش توسط آریاز و همکاران (۲۰۱۵) و تنگ و همکاران (۲۰۱۶) برای محاسبه حجم توده سرپا استفاده شده است (۱ و ۲۱). اما، با توجه به این‌که چوب صنوبر به‌صورت وزنی فروخته می‌شود، در این پژوهش جرم حجمی صنوبر ۰/۷۹ اندازه‌گیری شد. به‌ترتیب، حجم محاسبه شده به وزن تبدیل شد. مدل قیمت تهیه شده یک مدل هدانیک است که قیمت چوب را از قیمت ضمنی ویژگی‌های آن به‌دست می‌آورد. مفتخر جویباری و همکاران (۲۰۱۱) نیز از مدل هدانیک برای قیمت‌گذاری چوب استفاده کردند (۱۷). اما در آن پژوهش داده‌ها در یک دوره زمانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در حالی‌که در مطالعه اخیر، قیمت چوب سرپا با استفاده از داده‌هایی که مستقیماً از طریق پرسش‌گری از منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شده‌اند مدل‌سازی شده است. استفاده از این روش سبب شده تا میزان تأثیرات عوامل مؤثر بر قیمت چوب سرپای صنوبر (متوسط قطر برابر سینه، نسبت حجم هیزمی و نسبت حجم صنعتی) شناسایی شده و با ارزش‌گذاری آن‌ها، قیمت چوب سرپا محاسبه گردد. با توجه به این‌که، قیمت چوب متأثر از عوامل مختلف (قطر، حجم چوب صنعتی و هیزمی) است، مدل قیمت تهیه شده، ارزش واقعی چوب تولیدی هر توده را برآورد می‌کند. به‌علاوه، تابع استفاده شده برای محاسبه قیمت چوب سرپا نوعی تابع هیپربولیک است که حشمت الواعظین و همکاران (۲۰۰۸) و حجاریان (۲۰۱۲)، برای برازش مدل قیمت چوب سرپا از آن استفاده کردند (۱۰ و ۱۱). در این مطالعه نیز از تابع هیپربولیک-خطی برای مدل‌سازی قیمت چوب سرپای صنوبر استفاده شد. این مدل نتایج بهتری را نسبت به مدل خطی سعید (۱۹۹۵) و مدل قیمت-قطر وایت‌من و همکاران (۱۹۹۱) ارائه می‌کند (۱۸ و ۲۲). با توجه به این‌که چوب صنوبر در قطرهای مختلف، کاربردهای متفاوتی دارد، قیمت آن در قطرهای تجاری و صنعتی متفاوت است. در این پژوهش با استفاده از مدل حجم برازش یافته برای صنوبر نیگرا، حجم چوب هیزمی و تجاری توده سرپا قابل برآورد است. همچنین به کمک جرم حجمی محاسبه شده، وزن توده را می‌توان برآورد نمود. از سوی دیگر، با استفاده از مدل قیمت برازش یافته می‌توان با کمک متوسط قطر توده، قیمت متوسط هر تن چوب توده را برآورد کرد. به‌علاوه، این مدل به تعیین سن بهینه بهره‌برداری توده کمک خواهد کرد. بنابراین نتیجه نهایی این پژوهش مدل‌های برازش شده‌ای است که به بخش خصوصی کمک خواهند کرد تا برای فروش چوب تولیدی برنامه‌ریزی صحیحی انجام دهد.

منابع

1. Arias-Rodil, M., Diéguez-Aranda, U., and Rodríguez Puerta, F. 2015. Modelling and localizing a stem taper function for *Pinus radiata* D. Don in Spain. *Canadian Journal of Forest Research*. 45: 647–658.
2. Bagheri, R., Namiranian, M., Zobeiri, M., and Modir Rahmati, A. 1996. As sample native poplars Zanzanrood, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 9: 1-9. (In Persian)
3. Bagheri, R., Ghasemi, R., Calagari, M., and Merrikh, F. 2012. Effect of different irrigation intervals on superior poplar clones yield, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 20(3): 357-369. (In Persian)
4. Bayat kashkoli, A., and Amiri, S. 2008. *Journal of the Iranian Natural Research*. 60: 4.1397-1415.
5. Brown, N., Michael, A., Kilgore, S., Coggins, R., and Charles, R. 2012. The impact of timber–sale tract, policy, and administrative characteristics on state stumpage prices: An econometric analysis. *Forest Policy and Economic*. 21: 71-80.
6. Carrdellichio, P.A., and Clark, S.B. 1988. The effects of overrun improvements on stumpage price inflation. *Canadian Journal of Forest*. 18: 981-990.
7. Carter, D.R., and David, H.N. 1998. The impact of Reserve Prices in Sealed Bid Federal Timber Sale Auctions. *Forest Science*. 44: 4. 114-156.
8. Cooch Pideh, N., Biglerbigi, M.R., and Pashapour, M. 2008. *Natural Resources and Watershed Development Plan in 1404*. Second edition. Forests and Rangelands Organization Press. Tehran, 334p. (In Persian)
9. Gojarati, D. 2008. (Translation by Abrishami, H). *Foundations of econometrics*, fifteen edition University of Tehran Press. Tehran, 2: 1167p. (In Persian)
10. Hajjarian, M. 2012. *Bio-Economic Model of Poplar Farming in Guilan Province, Case Study of National Model Poplar Farms in Some'e Sara Region*. PhD thesis. Forestry and Forest Economic group. Natural Resources faculty, University of Tehran. Tehran, 173p.
11. Heshmatol Vaezin, S.M., Barkaoui, A., and Peyron, J.L. 2007. Estimating the value of standing timber on the basis of parcel characteristics-the case of beech in Lorraine prior to the 1999 storms. *French Journal of Forest*. 6: 625-638.
12. Hoseinzadeh, O. 2015. Analysis of poplar value chain model in Western Azerbaijan province aims to upgrading. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*. 6: 1.41-52.
13. Jalili, A., and Ghasemi, P. 2007. *Sustainable Lignocellulose Supply*. First edition. Forest and rangeland research institute Press, 165p. (In Persian)
14. Khezrian, B. 2015. *Determining economic rotation age of improved Poplar Clone in West Azerbaijan Province*. MSc. thesis. Forestry and Forest Economic group. Natural Resources faculty, University of Tehran. Tehran, 111p.

15. Marocico, V., and Milesco, I. 1995. Consideratiuni privind structura pretului de cost al lemnului pe picior în conditiile economiei de piata (The structure of timber price). Acta Silv. Lign. Hung. 643-654.
16. Modir Rahmati, A. 2009. Poplar farming Strategic planning. Poplar Trees and fast growing Reasearch Group, 56p.
17. Moftakhar joibari, M., Heshmatol Vaezin, S.M., Abedi A., and Yarali, N. 2011. Pricing piece of timber in the forest road. Journal of the forest and wood products. 64: 475-461. (In Persian)
18. Saeed, A. 2008. Fundamental of practical- Economics in forest management, third edition. University of tehran Press, 341p. (In Persian)
19. Sagheb Talebi, Kh. 1996. Volume table of Populus Uramericn. Journal of Research and Development. 30: 54-60. (In Persian)
20. Shahriari, A. 1997. Qualitative and quantitative study of 16 clones planted in the forest Bahramnia, maser thesis. Depaetment of Natural Resources. Gorgan, 148p. (In Persian)
21. Tang, X., Pérez-Cruzado, C., Fehrmann, L., and Álvarez-González, J. 2016. Development of a Compatible Taper Function and Stand-Level Merchantable Volume Model for Chinese Fir Plantations. PLoS ONE. 11: 1.261-273.
22. Whiteman, A., Insley, H., and Watt, G. 1991. Price-size curves for broadleaves. Forestry Commission. University of Minnesota Press. Occasional paper, 34p.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (2), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Estimating Stumpage Price function for *Populus nigra* using Hedonic Pricing Method in Urmia

***M. Hajjarian**

Assistant Prof., Dept., of Forestry Faculty of Natural Resources, Urmia University

Received: 2016/30/05 ; Accepted: 2016/17/16

Abstract

Background and objectives: Wood farming is one of the strategies of the national development programs to improve exploitation system of natural resources. Stumpage price model is one of the primary tools for performing optimal management (Spacing and optimal age) and estimating profitability of wood farming.

Material and methods: Stumpage price is significantly influenced by tree merchantable volume. Therefore, merchantable volume models (determination of volume to a minimum diameter) were used to determine the stand volume. For this purpose, Rimere model, Hart-Beking model and Kozak model were selected. Then, Poplar Stumpage Price and affecting factors were evaluated by a field survey (questionnaire) of the farmers in the study area. Finally, Stumpage price was modeled using hedonic price approach.

Results: The Poplar stands' volume was determined by Riemer model in the study area. Residual mean square error of the model was 0.034 m^3 . Average stand diameter and relative volume were identified as the factors affecting the Poplars Stumpage Price. Finally, Stumpage price was modeled using a linear-hyperbolic function and by hedonic price approach with 87% coefficient of determination And 6.2 percentage error.

Conclusion: Poplar wood has different use in different diameters. In this way, the wood price is different in commercial diameter or industrial diameters. In this study, by using the Riemer volume model, commercial and industrial volumes can be estimated. On the other hand, using stumpage price model, the average price per ton of wood can be estimated with the stand mean diameter.

Keywords: Hedonic method, *Populous nigra*, Stumpage price, Wood farming

*Corresponding author: m.hajjarian@urmia.ac.ir

