

مدل‌سازی برآورد تولید میوه درخت زالزالک زرد (*Crataegus aronia L.*) در ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق استان چهارمحال و بختیاری

فاطمه رفیعی*^۱، علی جعفری^۲ و یوسف عسکری^۳

۱- کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. (fatemerafeei@yahoo.com)

۲- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. (ali.jafari@nres.sku.ac.ir)

۳- دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. (askari.yousef@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۲۶

چکیده

هدف از این پژوهش، تخمین تولید میوه در طبقه‌های قطری مختلف تاج گونه زالزالک زرد، در بخشی از رویشگاه چهارطاق واقع در استان چهارمحال و بختیاری است. ۳۰ قطعه نمونه دایره‌ای ۱۵ آری به صورت منظم تصادفی برداشت شد. درختان اندازه‌گیری شده در همه قطعات نمونه به شش طبقه مساوی از نظر قطر متوسط تاج تقسیم و در هر طبقه محصول ۱۰ درخت اندازه‌گیری شد. علاوه بر این برای هر درخت انتخاب شده ویژگی‌هایی شامل ارتفاع کل درخت، قطر برابر سینه، قطر متوسط تاج و نسبت تاج (درصد نسبت ارتفاع تاج به ارتفاع کل درخت) نیز اندازه‌گیری شد. نتایج تحلیل تولید میوه در طبقات قطری تاج نشان داد بین طبقه‌های مختلف قطری تاج از نظر تولید میوه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج حاصل از مدل‌سازی برآورد میوه زالزالک با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که مدل خطی با متغیرهای قطر برابر سینه و ترکیب قطر متوسط تاج و نسبت تاج، بهترین مدل از نظر معیارهای انتخاب مدل است. نتیجه اعتبارسنجی مدل نیز این نتیجه را تأیید کرد. نتایج تخمین این مدل نشان داد میانگین تولید میوه ۱۵۰/۷ کیلوگرم در هکتار است. برای این مقدار تولید در سطح ۵۰ هکتار مورد بررسی تولید ۷۵۳۵ کیلوگرمی و درآمد ۳۰۱۴۰۰۰۰۰ ریال را می‌توان تخمین زد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های زاگرس، زالزالک زرد، محصولات غیرچوبی، مدل‌سازی.

مقدمه

درختان است که به طور گسترده برای مصارف خوراکی، دارویی-بهداشتی و صنعتی استفاده می شود (Burgner and Walter, 2007).

گونه زالزالک از تیره *Rosaceae* از گونه های شاخص جنگل های زاگرس است که در مقیاس جهانی، در ایران، سوریه، فلسطین، لبنان، عراق، آناتولی، ترکمنستان پراکنش دارد (Mozaffarian, 2004). جنس زالزالک زرد علاوه بر مصارف خوراکی به صورت تازه خوری، مربا، پاستیل و میوه خشک با توجه به محتوای قابل توجه آنتی اکسیدان طبیعی خواص دارویی شناخته شده به ویژه در تقویت سیستم قلبی-عروقی و عصبی و بهبود متابولیسم بدن دارد (Zhang et al., 2001, Bernatoniene et al., 2002, Chang et al., 2008, Sedaqat et al., 2009, Bahari-Sahloul, 2009, 2008, Darabi et al., 2012, Liu et al., 2010, 2009, Alirezalu et al., 2015) با توجه به ارزش این گونه به نظر می رسد برآورد مقدار میوه تولیدی هر درخت و در هکتار می تواند در تعیین دانش مربوط به ارزش اقتصادی محصول این گونه و برنامه ریزی صحیح برای مدیریت استفاده از این گونه در طرح های جنگلداری مشارکتی کارساز باشد.

با توجه به پتانسیل خوب استفاده از میوه گونه های جنگلی زاگرس مانند میوه انواع بادام، زرشک، داغداغان، انجیر، گلابی وحشی، زالزالک و ... به جز چند پژوهش محدود، تاکنون پژوهشی در مورد مقدار محصول دهی میوه این گونه ها در جنگل های زاگرس انجام نشده است؛ از بررسی های انجام شده می توان به گونه بنه در رویشگاه زاگرس و زغال اخته و فندق در ارسباران اشاره کرد. (Hossein-Zadeh 1996) مقدار تولید و برداشت میوه بنه و جایگاه آن در تغذیه و کسب درآمد ساکنان منطقه، وضعیت بهره برداران و مبادله کنندگان بنه و مقدار روغن قابل استخراج آن را در ایلام

منطقه رویشی زاگرس یکی از مهم ترین مناطق رویشی پنج گانه ایران است. این جنگل ها هدف تولید چوب صنعتی را برآورده نمی کنند، اما از نظر حفاظت، چشم انداز، تنظیم چرخه آب و هوا و تنوع زیستی دارای اهمیت زیادی هستند (Marvi-Eftekhari, 1998). (Mohajer, 2011) با توجه به ارزش اقتصادی استفاده از محصولات غیرچوبی، تدوین روش های درست بهره برداری از این منابع با مشارکت مردم که تولید و استمرار این فرآورده ها را تضمین می کند، از نظر اقتصادی و محیط زیستی (حفاظت و پایداری تولید) دارای اهمیت زیادی است (Fuwape and Onyekwelu, 1997). سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، محصولات غیرچوبی جنگل را شامل همه محصولات با منشأ زیستی به غیر از چوب که از جنگل، اراضی جنگلی و درختان خارج از جنگل به دست آیند، تعریف کرده است (FAO, 1995).

در ناحیه رویشی زاگرس بیشتر درختان دارای محصولات فرعی قابل استفاده برای دام یا انسان هستند و از این نظر جنگل های زاگرس از موقعیت ممتازی در بین نواحی رویشی ایران برخوردار است. ارزش این محصولات گاهی به اندازه ای است که تولید اصلی را تحت تأثیر قرار داده و نقش تعیین کننده ای در چرخه اقتصاد خانوار جنگل نشین ایفا می کند (Tabatabaie and Ghasriani, 1992). از این رو، شناسایی و اندازه گیری کمی محصولات غیرچوبی جزء اولویت های پژوهشی قرار گرفته و جمع آوری اطلاعات آماری لازم برای برآورد مقدار تولید محصولات غیرچوبی به منظور سهولت امور مدیریتی لازم و ضروری است. در واقع با این عمل می توان قابلیت و مقدار قدرت تولید جنگل برای محصولات فرعی را تعیین کرد. یکی از محصولات غیرچوبی جنگل، میوه

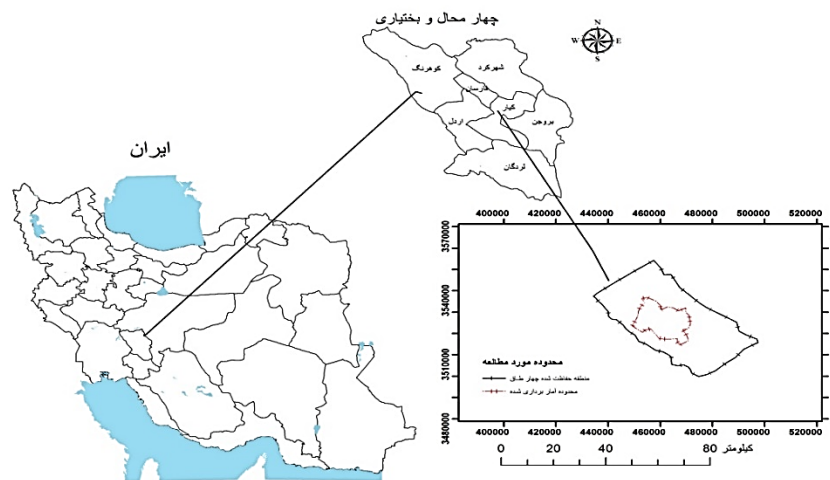
میوه زالزالک، این پژوهش با هدف مدل‌سازی برآورد مقدار تولید میوه گونه زالزالک زرد با استفاده از مشخصه‌های مختلف رویشی آن به‌عنوان یکی از گونه‌های درختی شاخص ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

رویشگاه مورد بررسی قسمتی از ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق واقع در ۱۰۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرکرد و ۴۰ کیلومتری شهرستان اردل و در مجاورت روستای چهارطاق قرار دارد. مساحت این ذخیره‌گاه ۴۰۰ هکتار است که از سال ۱۳۶۲ قرق کامل شده است. این رویشگاه بین عرض‌های جغرافیایی شمالی ۳۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۲۱ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۵۵ ثانیه و طول‌های جغرافیایی شرقی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه و ۱۴ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه و ۲۶ ثانیه قرار دارد. جهت رویشگاه جنوب شرقی و شیب عمومی منطقه ۲۷ درصد است. ارتفاع از سطح دریا در این رویشگاه از ۲۱۰۰ متر از کنار رودخانه سبزکوه تا ۳۱۰۰ متر در ارتفاعات کوه کلار متغیر است. میانگین بارندگی سالیانه منطقه معادل ۵۳۰ میلی‌متر، کمینه درجه حرارت مطلق ۱۹/۵- درجه سانتی‌گراد و بیشینه درجه حرارت مطلق ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. بر اساس روش دومارتن منطقه مورد بررسی جزو اقلیم نیمه‌مرطوب به حساب می‌آید (Jahanbazi et al., 2006). تیپ جنگلی این اکوسیستم؛ "ارس - بلوط - زبان‌گنجشک" و گونه‌های مهم همراه آن؛ محلب (*Cerasus mahaleb*)، کیکم (*Acer monspessulanum*)، زالزالک (*Crataegus aronia*) و پلاخور (*Lonicera nummularifolia*) هستند. با وجود گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ در کنار هم، این اکوسیستم بی‌نظیر و مختص استان

بررسی کرد. ایشان مقدار تولید سالانه میوه را از طریق آماربرداری تعیین و به این نتیجه رسید که هر هکتار به‌طور متوسط ۵۰ کیلوگرم میوه تولید می‌کند. Jahanbazi و همکاران (2006) نیز اهمیت گونه بنه را در زمینه تولید بذر و اثر اقتصادی آن بر زندگی جنگل‌نشینان در استان چهارمحال و بختیاری بررسی کردند. آنها پس از بررسی مشخصات و ایجاد رابطه بین مشخصات کمی و کیفی درخت و مقدار محصول، به این نتیجه رسیدند که پایه‌های با قطر برابر سینه ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر بیشترین میزان تولید بذر را داشته، این در حالی است که اغلب بنه‌های استان قطری حدود ۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متر دارند و بهره‌برداری از پایه‌هایی با قطر بیش از ۲۰ سانتی‌متر می‌تواند منبع درآمد خوبی برای روستاییان باشد. Ghanbari و همکاران (2011) میزان تولید میوه درختان زغال‌اخته و فندق را در جنگل‌های ارسباران بررسی کردند. در این پژوهش رابطه بین مشخصه‌های میوه این درختان با متغیرهای قطر تاج، ارتفاع تاج و تعداد جست بررسی شد. در آخر مقدار تولید میوه زغال‌اخته ۹۱۴ و فندق ۳۹۵ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. در پژوهشی دیگر Alijanpour (2016) در خصوص تعیین اندازه میوه تولیدی زغال‌اخته و ارزیابی ارتباط آن با مشخصه‌های رویشی زغال‌اخته شامل ارتفاع کل، قطر تاج، قطر برابر سینه، قطر یقه پایه‌های اصلی و تعداد جست در سه سال متوالی، به این نتیجه رسید که تولید در سال‌های مختلف متغیر و در سه سال مورد اندازه‌گیری مقدار ۴۴۶/۹۷، ۳۱۸/۶۹ و ۲۵۳/۳۷ گرم به ازای هر پایه محاسبه شد. Keyvan- Behju و همکاران (2017) با استفاده از مشخصه‌های قطر بزرگ و کوچک تاج و قطر برابر سینه و تکمیل پرسشنامه مقدار تولید ازگیل را به ازای هر پایه ۱۳/۶ کیلوگرم و مصرف آن را بین ۳۵-۲۰۰ کیلوگرم برآورد کردند. با توجه به نبود دانش در خصوص توان تولید



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

Figure 1. Geographical location of the study area

۱۱۵ متر و محل تقاطع اضلاع شبکه به عنوان مرکز قطعه نمونه در نظر گرفته شد (شکل ۲). تراکم تعداد پایه در هکتار از طریق شمارش پایه‌هایی از گونه مورد نظر که در محدوده قطعه نمونه قرار گرفتند و بر اساس رابطه ۱ تعیین شد.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \times 6.66 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن x نشان‌دهنده تعداد پایه زالاک در هکتار، n تعداد قطعات نمونه و x_i تعداد پایه زالاک در قطعه نمونه (i) است. در محل هر قطعه نمونه ارتفاع کل درخت به متر، قطر بزرگ و کوچک تاج به سانتی‌متر، قطر برابر سینه به سانتی‌متر و نسبت تاج (Crown ratio) برای تمام درختان زالاک اندازه‌گیری شد. نسبت تاج از تقسیم ارتفاع تاج به ارتفاع کل درخت به دست می‌آید. قطر متوسط تاج حاصل میانگین قطر بزرگ و کوچک تاج است. در گام بعد کل درختان اندازه‌گیری شده در همه قطعات نمونه بر اساس دامنه کمینه و بیشینه قطر متوسط تاج، به شش طبقه قطری متوسط تاج شامل طبقه‌های کمتر از ۱/۵، ۱/۵-۲/۵،

روش پژوهش

با توجه به هدف پژوهش و اینکه پیدا کردن توده‌ای همگن (با توزیع تقریباً یکنواخت از این گونه) عموماً کار ساده‌ای نیست، پس از جنگل‌گردشی و بررسی اجمالی وضعیت پراکنش گونه مورد نظر در منطقه مورد بررسی، تنها یک توده به نسبت همگن به مساحت ۵۰ هکتار برای نمونه‌برداری انتخاب و حدود آن با استفاده از دستگاه GPS دستی روی نقشه پیاده شد. با توجه به اینکه روش قطعه‌نمونه دایره‌ای برای برآورد مشخصه‌های مختلف درختان در منطقه جنگلی زاگرس مناسب گزارش شده است (Heidari et al., 2009) و همچنین به دلیل اینکه پراکنش زالاک عمدتاً کپه‌ای است برای جلوگیری از ایجاد آریبی در برآورد، از روش قطعه‌نمونه استفاده شد. در این پژوهش ۳۰ قطعه‌نمونه دایره‌ای با مساحت ۱۵ آر با استفاده از روش آماربرداری منظم تصادفی برداشت شد. ابعاد شبکه با توجه به وضعیت پراکنش پایه‌های زالاک در سطح توده و همچنین وضعیت توپوگرافی منطقه به صورت تجربی ۱۴۰ در

حل مشکل از روش ارزیابی متقاطع (Cross-validation) استفاده می‌شود. روش کار به این صورت بود که کل داده‌های موجود به پنج مجموعه با ترکیب ۷۰ درصد از داده‌های اصلی و ۳۰ درصد از داده‌هایی که در برازش استفاده نشدند، به صورت تصادفی تفکیک شدند. سپس هر یک از این مجموعه داده‌ها با مدل انتخاب شده برازش داده شد. نتایج با میانگین‌گیری معیارهای اریبی و خطای استاندارد باقی‌مانده‌ها و ضریب تبیین تحت عنوان کارایی مدل تفسیر شد (رابطه ۲ و ۳).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n \frac{\sum (y_i - \hat{y})}{n-p}}{n-p}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$Bias = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})}{n} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در این روابط y_i مقدار برآوردی و y مقدار پیش‌بینی، n تعداد نمونه‌ها و p تعداد شاخص‌های مدل است.

نتایج

نتایج حاصل از مشخصه‌های اندازه‌گیری شده برای درختان انتخاب شده در مدل‌سازی در جدول ۱ آمده است.

۲/۵-۳/۵، ۳/۵-۴/۵، ۴/۵-۵/۵ و بیشتر از ۵/۵ متر تقسیم شدند. سپس در هر طبقه ۱۰ پایه زالزالک به صورت تصادفی انتخاب و وزن میوه‌های آن با استفاده از ترازوی دیجیتال تا دقت یک‌هزارم گرم توزین شد. با توجه به بررسی گرافیکی متغیرهای مدل با وزن میوه که همه از رابطه خطی تبعیت می‌کردند، در این پژوهش از مدل خطی استفاده شد. برای مقایسه بین طبقه‌های قطری تاج از تحلیل واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد. برای انتخاب بهترین مدل از نظر ترکیب با متغیرهای قطر برابر سینه، ارتفاع کل درخت، قطر متوسط تاج و نسبت تاج و اثر متقابل آن‌ها از مدل تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شد. در تحلیل رگرسیون پیش‌فرض‌های همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن باقی‌مانده‌ها و هم‌خطی چندگانه بررسی شد. در انتخاب مدل نهایی معیارهای انتخاب مدل شامل ضریب تبیین، مجذور مربع میانگین خطا و اریبی در نظر گرفته شد. علاوه بر ۶۰ درخت اندازه‌گیری شده، ۱۰ درخت به صورت تصادفی در توده مورد بررسی انتخاب و مشخصه‌های مذکور برای آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد. در مواقعی که تعداد داده‌های اعتبارسنجی کم است برای

جدول ۱- مشخصه‌های آماری درختان زالزالک اندازه‌گیری شده در هر قطعه نمونه

Table 1. Statistical characteristics of hawthorn trees measured in each plot

آماره Statistics	قطر متوسط تاج (سانتی‌متر) Mean diameter of crown (cm)	قطر برابر سینه (سانتی- متر) DBH (cm)	ارتفاع کل درخت (متر) Total Height(m)	نسبت تاج درصد Crown ratio (%)	وزن میوه (کیلوگرم) Fruit weight (kg)
کمینه Minimum	1.2	6.2	1.9	0.46	16
بیشینه Maximum	7	35.1	3.7	0.88	73
میانگین Mean	3.6	20.5	2.7	0.70	42.9
انحراف معیار Standard deviation	1.08	6.08	0.42	0.08	14.14

نتایج حاصل از تجزیه واریانس یک طرفه بین ۶ طبقه‌های مختلف تاج از نظر تولید میوه تفاوت معنی- کلاس قطری تاج نشان داد که به احتمال ۹۵ درصد بین داری وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس طبقه‌های مختلف قطری تاج برای برآورد وزن میوه گونه زالزالک

Table 2. Analysis of variance of different crown diameters for estimating fruit weight of hawthorn species

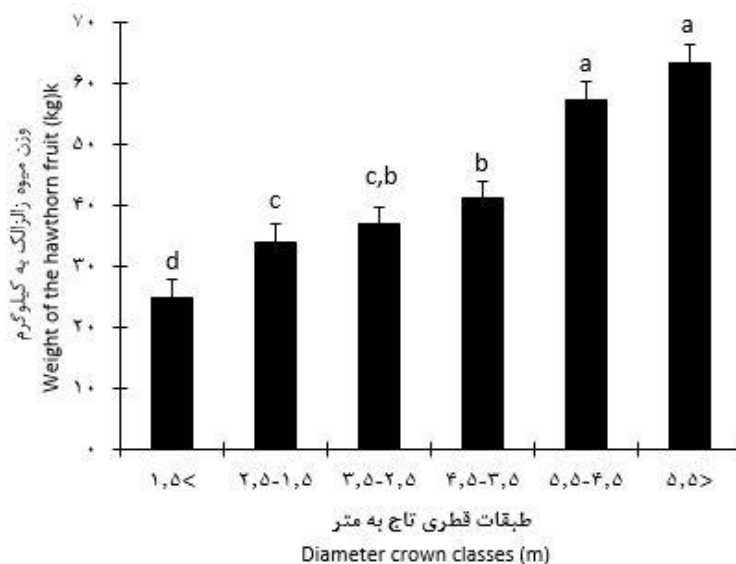
Pr > F	F	میانگین مربعات Mean of squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییرات Source of variation
<0.0001	99.36	2129.3	10646.7	5	طبقات قطری تاج Diagonal crowns
		21.4	1157.2	54	خطا Error
			11803.9		کل Total

Significant at 95% probability level. (P < 0.05)

*معنی دار در سطح احتمال ۹۵ درصد

۲/۵-۳/۵ متری اختلاف معنی داری مشاهده نشد و بین طبقات ۳/۵-۴/۵ با طبقه ۲/۵-۳/۵ اختلاف معنی داری نیست. بیشترین مقدار تولید میوه بین طبقات ۴/۵-۵/۵ و بیشتر از ۵/۵ بود که بین دو طبقه اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲).

نتایج آزمون توکی مقایسه میانگین طبقات مختلف قطری تاج در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج این مقایسه نشان داد که بین طبقات تاجی کمتر از ۱/۵ متر که کمترین مقدار تولید میوه را داشت با بقیه طبقات اختلاف معنی داری وجود دارد. بین طبقات ۱/۵-۲/۵ و



شکل ۲- مقایسه میانگین وزن میوه در طبقات مختلف قطری تاج

Figure 3. Comparison of mean weight of fruit in different crown classes

نتایج حاصل از انتخاب بهترین مدل برای برآورد وزن میوه تک درخت زالزالک نشان داد که از بین ۴ متغیر قطر برابر سینه، ارتفاع کل، قطر متوسط تاج و نسبت تاج و اثر متقابل آن‌ها مدلی با دو متغیر قطر برابر سینه و ترکیب قطر متوسط تاج و نسبت تاج به عنوان بهترین مدل از نظر معیارهای انتخاب مدل از بین ۱۵ حالت ممکن در ترکیب متغیرها انتخاب شد (جدول ۴).

در جدول ۳ با توجه به مقدار Sig. که کمتر از ۰/۰۰۰۱ است، با اطمینان ۹۵ درصد رابطه رگرسیونی به دست آمده معنی دار است.

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس یک طرفه مدل انتخاب شده برای برآورد میوه

Table 3. Results of one-way ANOVA of the selected model for fruit estimation

Pr>F	F	میانگین مربعات Mean of squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییرات Source of variation
*<0.0001	215.9	5213.8	10427.6	2	رگرسیون Regression
		24.4	1376.3	57	خطا Error
			11803.9	59	کل Total

*Significant at 95% probability level.

*معنی داری رگرسیون در سطح احتمال ۹۵ درصد.

جدول ۴- شکل رابطه، ضریب تبیین و خطای برآورد رابطه انتخاب شده برای برآورد وزن میوه گونه زالزالک

Table 4. Equation form, coefficient of determination, and root mean square error for selected equation to estimate the weight of hawthorn fruits

شماره رابطه Equation number	رابطه Equation	R ² ضریب تبیین	Bias اریبی	RMSE خطای برآورد
4	$W = a + b * D + c * (SD * CR)$	0.88	0.005	4.9

در این رابطه W نشان دهنده وزن میوه (گرم)؛ SD: قطر متوسط تاج (متر)، CR: نسبت تاج، D: قطر برابر سینه (سانتی متر) و a,b,c ضرایب مدل است.

In this equation, W: fruit weight (g); SD: mean diameter of the crown (m²); CR: crown ratio, D: diameter at breast height (cm), and a, b, c model coefficients.

نتایج آزمون معنی داری ضرایب در سطح احتمال ۹۵ درصد به همراه ضرایب مدل در جدول ۶ آمده است. نتایج اعتبارسنجی مدل نشان داد میانگین معیارهای ارزیابی مدل به نتایج برازش نزدیک است. بنابراین می توان صحت و دقت مدل انتخاب شده را تأیید کرد.

جدول ۵- شاخص های مدل انتخاب شده برای برآورد وزن میوه زالزالک

Table 5. Parameters of the selected model for estimating the weight of the hawthorn fruit

Pr > t	t	انحراف معیار Standard deviation	برآورد شاخص Parameter Estimator	متغیر Variable
<0.0001	7.02	2.04	14.39	عرض از مبدأ Intercept
0.002	3.31	0.27	0.9	قطر برابر سینه DBH
0.019	2.41	1.54	3.72	نسبت تاج * قطر متوسط تاج Crown ratio * Average crown diameter

جدول ۶- نتایج میانگین معیارهای اعتبارسنجی مدل به روش ارزیابی متقاطع

Table 6. Average results of validation criteria of the model by cross-validation method

رابطه Equation	R ² ضریب تبیین	Bias اریبی	RMSE خطای برآورد
3	0.78	0.042	5.33

هکتاری مورد بررسی ۷۵۳۵ کیلوگرم تخمین زده می-شود. اطلاعاتی که از روستای چهارطاق از طریق مطلعین محلی که با بازار خریدوفروش این میوه در ارتباط هستند، به دست آمده است نشان داد که در حال حاضر (سال ۱۳۹۷) میوه این درخت به ارزش هر کیلو ۴۰۰۰۰ ریال خریدوفروش می شود. با توجه به این قیمت، ارزش اقتصادی حاصل از فروش کل موجودی میوه زالک برآورد شده در محدوده مورد بررسی در ذخیره گاه جنگلی چهارطاق استان چهارمحال و بختیاری ۳۰۱۴۰۰۰۰۰ ریال برآورد می شود.

برآورد مقدار تولید میوه در رویشگاه برای برآورد مقدار تولید در هکتار زالک برای هر طبقه قطری متوسط تاج تعداد در هکتار و نسبت تاج در قطر متوسط تاج محاسبه شد. برای هر طبقه متوسط تاجی مقدار تولید میوه با استفاده از رابطه ۳ محاسبه و در نهایت میانگین تولید در هکتار برای ۶ طبقه تاجی به عنوان میانگین تولید میوه در هکتار در نظر گرفته شد. طبق جدول ۷ میانگین تولید در هکتار ۱۵۰/۷ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شده است، که برای سطح ۵۰

جدول ۷- برآورد مقدار کل تولید میوه گونه زالک

Table 7. Estimated total production of Hawthorn Fruit

میانگین تولید در هکتار Average production per hectar	تراکم (تعداد پایه در هکتار) Density (individual per hectar)	میانگین تولید هر درخت (گرم) Average production per tree (gr)	متوسط (نسبت تاج * قطر متوسط تاج) Medium (crown ratio * medium crown diameter)	متوسط قطر برابرسینه Average diameter at breast height	طبقه قطری متوسط تاج Medium crown diameter class
100.25	4.82	20.8	0.41	5.5	1
343.4	13.26	25.9	1.22	7.80	2
135.2	4.32	31.3	1.55	12.40	3
160.4	4.52	35.5	1.91	15.60	4
110.26	2.82	39.1	2.12	18.70	5
54.73	1.3	42.1	2.56	20.30	6
150.7	31.04	32.4	1.62	13.38	میانگین کل Total mean

چهارطاق با تنوع قابل توجه گونه های چوبی و علفی به عنوان یک بانک ژن در سطح استان و زاگرس مرکزی مطرح است (Askari et al., 2013)؛ اما صرف تأکید بر ارزش حفاظتی و خدمات بوم شناختی این ذخیره گاه بدون در نظر گرفتن ارزش اقتصادی حاصل از

بحث اگر در حفاظت و بهره برداری از جنگل ها، ارزش اقتصادی فرآورده های غیر چوبی جنگل مدنظر قرار گیرد و این ارزش برای افراد محلی و جنگل نشین به خوبی ملموس شود، احتمال موفقیت در طرح های حفاظت، احیاء و بهره برداری بیشتر خواهد بود. ذخیره گاه جنگلی

وجود رابطه بین آن‌ها و مقدار میوه متصور بود، آماربرداری شدند.

در آخر مدل نهایی انتخاب شده توانست با توان خوبی مقدار میوه تولید شده برای یک درخت را برآورد کند. اندازه‌گیری دو مشخصه نسبت تاج و قطر متوسط تاج با توجه به این که گونه زالزالک رشد ارتفاعی و تاجی زیادی ندارد، می‌تواند به راحتی انجام گیرد. البته باید خاطر نشان کرد که بخشی از مقدار میوه تولیدی بیش از آنکه تحت تأثیر مشخصه‌های درخت باشد، تحت تأثیر عوامل ناشناخته محیطی (عوامل اقلیمی، خاکی، توپوگرافی، آفات و امراض) یا عوامل انسانی (برداشت بیشتر میوه‌ها قبل از اندازه‌گیری توسط افراد بومی) است. از این رو اگرچه با توجه به نتایج، استفاده از این مدل در شرایط محلی قابل توصیه است اما در هر حالت برای استفاده از این مدل در دیگر شرایط نیاز به بررسی جامع‌تری است. Ghanbari و همکاران (2010) در پژوهش خود در زمینه برآورد میزان تولید میوه زغال‌اخته ضریب تبیین ۰/۳۴ و برای فندق ۰/۲۴ به دست آوردند و ضریب تبیین کمتر فندق را به عوامل ناشناخته محیطی نسبت دادند. از آنجایی که استفاده بهینه از تولید میوه این گونه نیازمند شناخت وضعیت توأثر بذردهی زالزالک است، به نظر می‌رسد با توجه به تجربه افراد محلی، سال مورد آماربرداری سالی بوده که بذردهی این درخت به نسبت خوب بوده است.

مقدار برآورد تولید بذر در طبقه‌های تاجی مختلف از مقدار ۲۰/۸ تا ۴۲/۱ کیلوگرم برای هر درخت متغیر است که مقدار متوسط آن ۱۵۰/۷ کیلوگرم برای یک هکتار برآورد شده است. بدیهی است که عواملی همچون تعداد درختان زالزالک تأثیر مستقیمی بر مقدار تولید در هکتار میوه دارد. نتایج این بررسی برای میانگین تراکم ۳۱/۰۴ اصله در هکتار تعیین شد.

فرآورده‌های آن‌ها برای جوامع بومی، درصد موفقیت برنامه‌های حفاظتی را کاهش خواهد داد.

در این پژوهش گونه زالزالک زرد که دارای فرآورده غیرچوبی (میوه) است و ارزش اقتصادی و بازار مشخصی دارد، مورد توجه قرار گرفت. در بررسی تولید محصول در طبقات تاجی مختلف مشخص شد که در بین طبقات با قطر متوسط تاج کمتر اختلاف معنی‌دار با طبقات تاجی بیشتر وجود دارد به طوری که بین طبقه کمتر از ۱/۵ با ۱/۵ تا ۲/۵ با بقیه طبقات اختلاف معنی‌داری وجود دارد، ولی بین طبقات ۴/۵- ۵/۵ و بیشتر از ۵/۵ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، دلیل این امر را به مراحل رشدی مختلف این گونه می‌توان نسبت داد، با این تفسیر که درختانی که اندازه متوسط تاج کمتری دارند یعنی درختان با قطر برابر سینه کمتر به دلیل اینکه از نظر سنی در مراحل رشدی پایین‌تری قرار دارند به تبع آن تولید میوه در آن‌ها کمتر است. در طبقات ۵/۵ و بیشتر از آن بیشترین اندازه تاج و بیشترین مقدار تولید میوه مشاهده شده است. با توجه به اینکه اطلاعات دقیقی در خصوص رشد سنی این گونه در دسترس نیست نمی‌توان به روشنی بر اساس بازه قطری برداشت شده در خصوص وضعیت و سال اوج بذردهی این گونه سخن گفت. از نتایج حاصله می‌توان چنین برداشت کرد که روند تولید میوه در این گونه با افزایش طبقه تاجی افزایش یافته ولی در طبقه ۴/۵ و بیشتر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به اینکه پژوهش مشابهی درباره این گونه گزارش نشده است نمی‌توان مقایسه‌ای انجام داد. اگرچه تعداد مشخصه‌های استفاده شده برای برآورد مدل در توان مؤثر است (Ghanbari et al., 2011) اما همواره هدف از مدل‌سازی انتخاب بهترین مدل با کمترین تعداد متغیر و کمترین مقدار خطا است. از این رو در این پژوهش مشخصه‌های مورفولوژیکی درخت زالزالک که احتمال

بهره‌برداری از این محصول با توجه به حساسیت و ارزش بالای اکولوژیکی این رویشگاه و نیاز هم‌زمان حیات وحش به این محصولات با برنامه‌ای ویژه زیر نظر اداره کل منابع طبیعی استان و با تنظیم برداشت زمانی و مکانی همراه باشد؛ تا علاوه بر عدم آسیب به گونه مورد بهره‌برداری و دیگر منابع زیستی با ارزش همراه آن تدبیری برای توسعه و احیاء رویشگاه‌های طبیعی این گونه انجام شود. در کنار این امر، ضروری است برنامه‌ریزی لازم برای ایجاد بازارهای محلی و همچنین در خصوص بازاریابی آن فراتر از بازارهای محلی یا توسعه صنایع فرآوری همراه با آموزش و ترویج بهره‌برداری از این محصول فرعی نیز انجام شود.

References

- Alijanpour, A., 2016. Quantitative analysis of fruit production of *Cornus mas* L. in Arasbaran forests, *Journal of Forest Research and Development*, 2(1): 49-62. (In Persian)
- Alirezalu, A., N. Ahmadi, P. Salehi, A. Sonboli, M. Ayyari & H. Hatami Maleki, 2015. Antioxidant capacity in different organs of Hawthorn various species (*Crataegus spp.*), *Journal of food Research*, 25(2): 325-338. (In Persian)
- Askari, Y., M. Zobeiri & H. Sohrabi, 2013. Comparison of five distance sampling methods for estimating quantitative characteristics of Zagros Forests, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(2): 316-328. (In Persian)
- Bahari-Sahloul, R., S. Ammar, R. B. Fredj, S. Saguem, S. Grec, F. Trotin & F. H. Skhiri, 2009. Polyphenol contents and antioxidant activities of extracts from flowers of two *Crataegus aronia* L. varieties, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12(9): 660-668.
- Bernatoniene, J., R. Masteikova, D. Majiene, A. Savickas, E. Kevelaitis, R. Bernatoniene, K. Dvorackova, G. Civinskiene, R. Lekas, K. Vitkevicius & R. Peciura, 2008. Free radical-scavenging activities of *Crataegus monogyna*

شناخت دقیق ویژگی‌های بوم‌شناختی و فنولوژیکی این گونه می‌تواند در برنامه‌ریزی برای برداشت محصول این گونه مفید باشد. در این بررسی به دلیل کمبود داده‌های اعتبارسنجی از روش اعتبارسنجی ضربدری استفاده شد. این روش در انتخاب مدل مناسب در مواقعی که داده‌های اعتبارسنجی کم هستند کارایی خوبی دارد و می‌تواند مشکل کمبود داده‌ها را حل کند. استفاده از میوه گونه زالزالک می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای افزایش سطح درآمدی خانوارهای جنگل‌نشین و بهبود وضعیت معیشتی آن‌ها محسوب شود. این بررسی تلاشی در راستای ارائه مدلی برای برآورد محصول تک‌درخت و تراکم در هکتار زالزالک بود. با این حال ضروری است

- extracts, *Journal of Medicina*, 44(9): 706-712.
- Burgner, M. & S. Walter, 2007. Trade measures-tools to promote the sustainable use of NWFP?: An assessment of trade related instruments influencing the international trade in non-wood forest products and associated management and livelihood strategies, Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) Press.
- Chang, Q., Z. Zuo, F. Harrison & M. S. S. Chow, 2002. Hawthorn, *Journal of Clinical Pharmacology*, 42(6): 605-612.
- Darabi, P., B. Tavakoli-far, G. Vaezi & K. Keramati, 2012. Effects of Intra cerebro ventricular Injection of Alcoholic Extract of hawthorn (*Crataegus melanocarpa*) leaves on Fear Behavior in Presence Pentylentetrazole (PTZ) in Adult Male Rat, *Journal of Medicinal Plants*, 11(4): 202-212. (In Persian)
- Eftekhari, A., 1998. Rehabilitation and exploitation project of natural gum in the affected area of Kamyaran County. MSD thesis. Natural Resources Office of Kurdistan Province, 47 p. (In Persian)
- FAO, 1995. Towards a harmonized definition of non-wood forest products. Accessible online at: <http://www.fao.org/docrep/x2450e/x2450e0d.htm>.

- Fuwape, J. A. & J. C. Onyekwelu, 1997. The economic values of non-wood forest products in Nigeria, *XI WFC Proceedings* (Antalya), 3: 241-249.
- Ghanbari, S., M. Zobeiri, S. M. Heshmatol-Vaezin & T. Shamekhi, 2010. Estimation of fruit production of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) and Hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Arasbaran forests, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(4): 609-620. (In Persian)
- Ghanbari, S., S. M. Heshmatol-Vaezin, M. Zobeiri & T. Shamekhi, 2011. Quantitative and financial evaluation of cornelian cherry (*Cornus mas*) collecting in Arasbaran forests, *Journal of forest and wood product*, 64(3): 307-319. (In Persian)
- Heidari, R. H., M. Zobeiri, M. Namiranian & H. Sobhani, 2009. Comparison of circular plot and transect sampling methods in the Zagros Oak Forests (Case study: Educational and research forest of Razi University, Kermanshah province), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(3): 359-368. (In Persian)
- Hossein-Zadeh, J., 1996. An assessment of the economic gathering, leaching of seed oil and social issue for *Pistacia atlantica* trees in Ilam province. M.Sc. Thesis. Department of forestry and forest economics. Faculty of Natural resources. Karaj, Iran, 141 p. (In Persian)
- Jahanbazi, H., Y. Iranmanesh & M. Talebi, 2006. Seed production potential of pistachio forests of Chaharmahal and Bakhtiari province and its economical effects on dwellers welfare, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 14(2): 159-168. (In Persian)
- Keyvan-Behju, F., S. Ghanbari & Gh. Moradi, 2017. Study on production amount and importance of forest by products in forest household's income at Rudsar, Guilan Province, case study: Medlar (*Mespilus germanica*) fruit, *Journal of Forest Research and Development*, 3(2): 147-162. (In Persian)
- Liu, P. Z., H. Kallio, D. G. Lu, C. S. Zhou, S. Y. Ou & B. R. Yang, 2010. Acids, Sugars, and Sugar Alcohols in Chinese Hawthorn (*Crataegus spp.*) Fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(2): 1012-1019.
- Marvie-Mohajer, M. R., 2011. Silviculture. 3rd Edition. University of Tehran press, Tehran, 418 p. (In Persian)
- Mozaffarian, V., 2004. Iranian Trees and Shrubs. Farhang-e-Moaser press, Iran, Tehran, 991 p. (In Persian)
- Sedaqat, R., M. Roghani & M. Zarei, 2009. Effects of Oral *Crataegus Spp.* Branchlet on Serum Concentration of Glucose and Lipid and Protection of Beta Cells in Diabetic Rats, *Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism*, 11(3): 323-329. (In Persian)
- Tabatabaei, M. & F. Ghasriani, 1992. Natural Resources of Kurdistan (Forests and Rangelands), Cultural Center Publications, Central Office of Research Training Center of Tehran University, 767 p. (In Persian)
- Zhang, Z., Q. Chang, M. Zhu, Y. Huangc, W. K. K. Hoa & Z. Y. Chena, 2001. Characterization of antioxidants present in hawthorn fruit, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12(3): 144-152.

Modeling estimation of fruit productivity of *Crataegus aronia* L. trees in Chahar-Tagh forest reserve in Chaharmahal and Bakhtiari province

F. Rafiee^{*1}, A. Jafari² and Y. Askari³

1- M.Sc. of Forestry, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, I. R. Iran. (fatemerafee@yahoo.com)

2- Assistant Professor, Department of Forest sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, I. R. Iran. (ali.jafari@nres.sku.ac.ir)

3- Ph.D of Forestry, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Earth Science, University of Shahrekord, Shahrekord, I. R. Iran. (askari.yousef@yahoo.com)

Received: 17.07.2018

Accepted: 02.11.2018

Abstract

The main purpose of this study was to model fruit production in different crowns' diameter classes of hawthorn trees in a part of Chahar-Tagh forest located Chaharmahal and Bakhtiari province. 30 circular plots, each with 1500 m², were conducted using systematic random network. The trees were divided into 6 diameter classes of the crown and in each diameter class, fruits of 10 trees were measured. In addition, for each selected tree, total height, diameter at breasts height (dbh), diameter of crown and crown ratio were also measured. The results showed that there is a significant difference between crown diameters in terms of fruit production. The results of modeling estimation of hawthorn fruit using one-way ANOVA showed that linear model with variables of dbh and the combination of average diameter of crown and crown ratio are the best variables in terms of model selection criteria. The result of model validation also confirmed this result. The results of the model showed that the average fruit production was 150.7 kg/ha. Totally, for 50 hectares of forest reserve, a production of 7535 kg fruit estimated which provide an income of 301400000 Rials for local communities.

Keywords: *Crataegus aronia* L., Modeling, Non-timber forest products, Zagros forests.

* Corresponding author

Tel: +983833333724