

ارزیابی روش‌های تجدید حجم 3P و صد درصد (مطالعه موردی: طرح جنگل‌داری پرچیوا)

رامین منصورسمائی^۱، زهره خلیلی اردلی^{۲*} و یداله رسانه^۳

۱- دانشجوی دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- نویسنده مسئول، دانشجویی دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. پست الکترونیک: khalilizohre211@gmail.com
۳- کارشناس، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۲۱

چکیده

تجدید حجم به روش 3P به منظور کاهش کار میدانی و کاهش هزینه‌ها، جایگزین تجدید حجم صد درصد شده است. هدف از این پژوهش، مقایسه روش تجدید حجم 3P با روش صد درصد، شناخت بهتر و ارائه روش مناسب در بخش اجرا است. برای این منظور، در طرح جنگل‌داری پرچیوا در استان مازندران، ۱۱۸۴ اصله درخت از گونه‌های افرا، انجیلی، توسکای بیلاقی، راش و ممرز بررسی شد. حجم درختان ابتدا به روش تجدید حجم صد درصد، سپس به تفکیک حجم صنعتی، هیزمی و کل بر اساس شیوه‌نامه روش 3P اندازه‌گیری شد. برآورد حجم درختان از طریق تجدید حجم 3P در ۱۰ تکرار انجام شد. نتایج آزمون t جفتی نشان داد که در حجم برآورد شده برای افرا، انجیلی و توسکای بیلاقی، تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین روش تجدید حجم صد درصد و روش 3P وجود داشت، در حالی که این اختلاف برای راش و ممرز، معنی‌داری نبود. همچنین، آزمون t مستقل نشان داد که برآورد حجم به روش 3P در دو حالت بیشترین خطا و کمترین خطا با مقادیر واقعی، تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد نداشت. با توجه به نتایج این پژوهش مشخص شد که تجدید حجم به روش 3P نسبت به روش صد درصد روشی کم‌هزینه است و زمان کمتری را می‌طلبد.

واژه‌های کلیدی: استان مازندران، حجم صنعتی، حجم هیزمی، روش تجدید حجم.

مقدمه

تصویب قوانین جنگل‌ها و مراتع در سال ۱۳۳۸، بهره‌برداری از جنگل‌های هیرکانی به تهیه و اجرای طرح‌های جنگل‌داری معطوف شد. از سویی، با تصویب قانون ملی شدن جنگل‌ها و مراتع در سال ۱۳۴۱، جنگل‌های کشور تحت مالکیت دولت درآمدند. با تملک زمین جنگل به‌عنوان یکی از عوامل تولید در جنگل، بازده اقتصادی ناشی از سهم زمین در درآمد ناخالص حاصل از فروش انواع فرآورده‌های درختان نشانه‌گذاری شده که به آن بهره مالکانه گفته می‌شود، به دولت تعلق می‌گیرد (Zobeiri et al., 2001). به همین

جنگل‌های هیرکانی مهم‌ترین منبع تأمین محصولات چوبی ساکنین نوار سبز شمال ایران و سایر نقاط کشور هستند (Salmanian Chafjiri et al., 2009)، با این وجود همیشه در معرض تخریب بوده‌اند. در این راستا برنامه‌ریزی درست در طرح‌های جنگل‌داری و مدیریت مؤثر منابع چوبی بستگی به ارزیابی‌های دقیق حجم توده‌های جنگلی و درختان دارد (Sharma et al., 2002). هم‌زمان با تشکیل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (نام کنونی) و

دلیل، مطابق با قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها، برای محاسبه بهره مالکانه تعیین درصد تنه‌های صنعتی و هیزمی درختان نشانه‌گذاری شده پس از قطع در چارچوب تجدید حجم درختان الزامی است (Hassanzad Navroodi *et al.*, 2012). این امر طی مراحل تحت عنوان تجدید حجم انجام می‌شود (Anonymous, 1999). مرحله تجدید حجم یکی از مراحل مهم در بهره‌برداری از محصولات چوبی جنگل است، زیرا در این مرحله حجم هیزمی و حجم صنعتی درختان بهره‌برداری شده که مبنای تعیین عوارض و بهره مالکانه دولت است، تفکیک می‌شود (Yolme *et al.*, 2015).

تجدید حجم صددرصد (روش سنتی) و 3P از متداول‌ترین روش‌های تجدید حجم درختان قطع شده هستند. در روش تجدید حجم صددرصد به منظور مشخص شدن حجم صنعتی، اندازه‌گیری دقیق انجام می‌شود، به این صورت که از قسمت کنده درخت (پس از حذف قسمت‌های توخالی و پوسیده کنده) اندازه‌گیری تنه شروع شده و هر چهار یا شش متر، قطر میانه به وسیله خط‌کش دوبازو تعیین می‌شود. این کار تا قسمت‌هایی از ساقه که دارای قطر ۲۰ سانتی‌متر باشند، ادامه می‌یابد. سپس، با استفاده از فرمول هوبر، حجم صنعتی هر قطعه از تنه محاسبه می‌شود. در نهایت، با جمع حجم هر قطعه، حجم صنعتی یک درخت به دست می‌آید (Zobeiri, 2002). متداول‌ترین روش برای معادلات حجم، استفاده از رابطه بین حجم و متغیرهایی مانند قطر و ارتفاع است (Akindele & LeMay, 2006) که بر اساس آن‌ها مدل‌های مختلفی برای برآورد حجم کل درخت استفاده می‌شود (Masota *et al.*, 2014). به منظور مشخص کردن حجم هیزمی درختان، کارشناس تجدید حجم با توجه به مهارت و تجربه خود این مقدار را یا تخمین می‌زند یا پس از محاسبه کامل حجم صنعتی، عدد به دست آمده را از حجم نشانه‌گذاری همان درخت کسر می‌کنند (Fallahchai *et al.*, 2011). از آنجا که برای اندازه‌گیری کلیه درختان، زمان و هزینه زیادی لازم است و در نتیجه درصد خطا افزایش می‌یابد، بنابراین یک روش تجدید حجم به نام 3P برای

جایگزینی با تجدید حجم صددرصد پیشنهاد شد. نمونه‌برداری به روش 3P به معنی نمونه‌برداری درختان با احتمال انتخاب آن‌ها به نسبت یا متناسب با مقدار پیش‌بینی شده مشخصه آماربرداری شده است. این روش نمونه‌برداری، اولین بار در سال ۱۹۶۵ میلادی توسط Grosenbush، جنگل‌بان آمریکایی ارائه شد (Zobeiri, 2002). به کارگیری این روش در ابتدا برای فروش درختان نشانه‌گذاری شده و به منظور برآورد دقیق چوب سرپا بود. در جدول‌های حجم یک‌عامله، حجم درختان بر اساس سیلو است و دقت زیادی ندارد. به همین دلیل، در این روش پس از نشانه‌گذاری و برآورد حجم درختان سرپا که می‌توان از جدول حجم محلی نیز کمک گرفت، تعدادی از درختان انتخاب شده و حجم آن‌ها به دقت اندازه‌گیری می‌شود. سپس، از نسبت حجم دقیق به حجم برآورد شده یا از رابطه بین حجم برآورد شده و حجم دقیق درختان انتخاب شده، حجم درختان دیگر، دقیق‌تر برآورد می‌شود (Zobeiri *et al.*, 2001).

ویژگی‌های روش 3P به طور گسترده بررسی شده و ثابت شده که این روش نمونه‌برداری، فواید و مزایای زیادی دارد (West, 2011). یکی از مزایای روش 3P این است که انتخاب درختان بر اساس اهمیت آن‌ها است، یعنی احتمال انتخاب درختانی که قطر برابر سینه یا حجم آن‌ها بیشتر است یا بر اساس جداول حجم، حجم بیشتری دارند، بیشتر است (Sheykholeslami *et al.*, 2010). همچنین، خروج سریع‌تر چوب از جنگل، افزایش سرعت عملیات تجدید حجم، صرفه‌جویی در زمان و نیروی کار و بهبود وضع پرداخت عوارض و بهره مالکانه از جمله نتایج مثبت این روش هستند (Namirianian, 2006).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی در ارتباط با مقایسه روش تجدید حجم صددرصد و روش 3P انجام شده است. بر اساس تحقیقات Brown و Brack (۱۹۹۶)، روش 3P روشی کارا معرفی شد که به کمک آن می‌توان با استفاده از یک یا دو مشخصه دقیق، حجم درخت‌زارهای کوچک یا نهالستان‌های کوچک را تخمین زد. همچنین، برای جنگل‌هایی

کلان، بدیهی است که در خصوص دقت و صحت کارهای میدانی در عرصه‌های منابع طبیعی، گام‌های هدفمندی برداشته شود. یکی از این کارها، ارتقای تجدید حجم از روش نمونه‌برداری صددرصد به روش 3P بوده است. علاوه بر مزایای روش تجدید حجم 3P نسبت به روش صددرصد که بیشتر ذکر شد، در این روش، چوب پس از قطع کیفیت خود را از دست نداده و دچار آفات، امراض و ترک‌خوردگی نخواهد شد که به معنای استفاده بهینه از کالا است. نظر به اهمیت موضوع، در این پژوهش، روش‌های تجدید حجم 3P و صددرصد برای گونه‌های افرا، انجیلی، توسکای بیلاقی، راش و ممرز در طرح جنگل‌داری پرچیا مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش پیش‌رو در طرح جنگل‌داری پرچیا حوضه آبخیز ۷۰ شرکت چوب و کاغذ مازندران انجام شد. ابتدا ۱۱۸۴ اصله درخت برای نشانه‌گذاری انتخاب شد که صورت‌مجلس نشانه‌گذاری آن تعیین شده بود. از این تعداد، ۲۱ انجیلی، ۲۱۶، توسکای بیلاقی ۲۵، راش ۴۲۷ و ممرز ۴۹۵ اصله را شامل می‌شدند که به روش تجدید حجم صددرصد اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری درختان به روش 3P با ورود اطلاعات به رایانه، با استفاده از نرم‌افزار SPSS برای نمونه‌گیری روش 3P، درختان نمونه انتخاب شدند. انتخاب درختان نمونه به روش 3P با ۱۰ تکرار انجام شد. در روش تجدید حجم صددرصد، اندازه‌گیری تنه از قسمت قطورتر شروع شد و به طرف انشعابات نازک آن ادامه یافت. طول بینه‌ها متغیر بود و حداکثر تا شش متر در نظر گرفته شد. برای تعیین حجم درختان قطع شده به روش 3P، در هر قسمت از ساقه که تغییرات قطر مشاهده شد، طول و قطر آن اندازه‌گیری شد و محل مورد نظر با رنگ علامت‌گذاری شد. اندازه‌گیری طول تنه به وسیله متر و اندازه‌گیری قطر میانه با خط‌کش دوبازو انجام شد. لازم به ذکر است که هرچه طول تنه با در نظر گرفتن کاهش قطری کوتاه‌تر باشد، اندازه‌گیری آن دقیق‌تر خواهد بود. برای این کار در اندازه‌گیری تنه‌های صنعتی به طول حداکثر چهار متر و تنه‌هایی که کاهش قطری شدید داشته باشند، طول تنه کوتاه‌تر در نظر

که هیچ‌گونه جدول حجم یا شیوه‌نامه‌ای ندارند، مناسب است. پژوهشگران مذکور به این نتیجه رسیدند که در جنگل‌های دست‌کاشت منظم با وسعت زیاد که ردیف‌های مشخص دارند، این روش جوابگو است. همچنین، در جنگل‌های نامنظم بسیار وسیع این روش با اندکی تغییر در روش نمونه‌گیری قابل استفاده است. Vousoughi (۲۰۰۴) در دو منطقه از جنگل‌های سفارود گیلان برای راش و توسکا روش 3P را با نتایج روش صددرصد مقایسه کرد. نتایج او نشان داد که روش 3P، ۱/۸ درصد با روش صددرصد اختلاف داشت. Salmanian و Chafjiri و همکاران (۲۰۰۹) در طرح جنگل‌داری گلیند گزارش کردند که حجم صنعتی در روش 3P، ۱۲ درصد بیشتر از حجم صنعتی به روش صددرصد بود، در حالی که حجم هیزمی در این روش، ۱۵ درصد کمتر از حجم هیزمی روش صددرصد گزارش شد. Yolme و همکاران (۲۰۱۵) روش‌های تجدید حجم 3P و صددرصد را برای ممرز در سری یک طرح جنگل‌داری شصت‌کلاته بررسی کردند. در این پژوهش، برآورد حجم درختان ممرز از طریق تجدید حجم به روش 3P در پنج تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که حجم‌های صنعتی، هیزمی و کل درخت ممرز در روش صددرصد با حجم واقعی درختان اختلاف معنی‌داری داشت، به طوری که اختلاف حجم برآورد شده به روش 3P با حجم واقعی درختان قطع شده حداکثر ۶/۳ و حداقل ۰/۴ درصد تعیین شد. حجم کل تجدید حجم حاصل از روش 3P همواره کمتر از حجم کل حاصل از روش سنتی صددرصد بود و کمترین و بیشترین کاهش ۲۳/۱ و ۳۰ درصد گزارش شد. Abbasi و همکاران (۲۰۱۶) شیوه‌های تجدید حجم 3P و صددرصد را برای راش و توسکای بیلاقی در سری ۱۰ طرح جنگل‌داری سردآبرود مقایسه کردند. نتایج پژوهش مذکور حاکی از آن بود که در روش 3P، راش ۰/۸۲ متر مکعب و توسکا ۵/۷۵ متر مکعب نسبت به تجدید حجم به شیوه صددرصد کاهش حجم نشان دادند. همچنین، تفاوت معنی‌داری بین تجدید حجم با دو روش مذکور برای راش و توسکا مشاهده نشد.

در سال‌های اخیر با پیشرفت علوم و فناوری و با توجه به اهمیت مسایل محیط زیستی و اقتصادی در تصمیم‌گیری‌های

انجام شد. آزمون اخیر برای تکرارهای ششم (برآورد حجم با کمترین خطا) و چهارم (برآورد حجم با بیشترین خطا) انجام شد.

نتایج

نتایج به دست آمده از تجدید حجم به روش صددرصد و 3P به تفکیک گونه در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. این اطلاعات شامل تعداد درختان مورد بررسی، حجم درختان نشانه گذاری شده، حجم صنعتی و حجم هیزمی به روش تجدید حجم صددرصد و تعداد درختان نمونه استخراج شده از ۱۱۸۴ اصله درخت به روش 3P طی ۱۰ تکرار هستند.

گرفته می‌شود (Sheykholeslami et al., 2010). همه قطرهای بیشتر از ۲۰ سانتی‌متر و کمتر از ۲۰ سانتی‌متر (کاتین) به این صورت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری حجم هیزمی درختان، همه تنه‌های فاقد چوب صنعتی و سرشاخه‌های بیشتر از هفت سانتی‌متر استریندی شدند. در نهایت، اختلاف حجم‌های به دست آمده با استفاده از روش صددرصد و روش 3P مقایسه شد. همچنین، هزینه و زمان صرف شده در دو روش مورد مقایسه قرار گرفت.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا نرمال بودن آن‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-سمیرنوف انجام شد. سپس، مقایسه تجدید حجم صددرصد و 3P با استفاده از آزمون t جفتی و مقایسه میانگین حجم‌های واقعی و حجم برآوردی حاصل از نمونه‌گیری با آزمون t مستقل در نرم‌افزار SPSS

جدول ۱- نتایج درختان تجدید حجم شده به روش صددرصد

گونه	تعداد درخت	حجم نشانه‌گذاری (سیلو)	حجم صنعتی (متر مکعب)	حجم هیزمی (متر مکعب)
افرا	۲۱	۲۰۵/۱۵	۱۲۹/۷۵۴	۵۲/۱۹۷
انجیلی	۲۱۶	۶۰۶/۴۹	۳۶۰/۷۷۲	۱۷۳/۶۰۵
توسکای بیلاقی	۲۵	۱۷۳/۱	۱۱۸/۶۰۱	۲۴/۳۸۸
راش	۴۲۷	۲۹۹۹/۹۱	۲۱۰۹/۲۳۹	۴۶۶/۰۷
ممرز	۴۹۵	۲۲۸۵/۲۹۸	۱۳۹۹/۳۷۹	۴۱۳/۸۲
جمع	۱۱۸۴	۶۲۶۹/۹۴۹	۴۱۱۷/۷۴	۱۱۳۰/۰۹

جدول ۲- تعداد درختان نمونه استخراج شده به شیوه 3P از ۱۱۸۴ اصله درخت نشانه‌گذاری شده

شاخص	گونه	تکرار									
		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
تعداد درختان نمونه استخراج شده	افرا	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
	انجیلی	۱۵	۱۵	۱۵	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۵	۱۵
	توسکای بیلاقی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
	راش	۶۷	۶۷	۷۱	۶۴	۷۵	۷۰	۶۹	۸۰	۶۹	۶۷
	ممرز	۵۹	۵۹	۶۳	۴۶	۵۹	۶۰	۵۶	۷۱	۵۹	۵۹
	جمع	۱۵۹	۱۵۹	۱۶۷	۱۴۵	۱۷۰	۱۶۵	۱۶۰	۱۸۷	۱۶۱	۱۵۹

شده است. همچنین، مقدار اختلاف حجم‌های مذکور با روش تجدید حجم صددرصد نشان داده شده است که مبین حداکثر و حداقل اختلاف‌ها در ۱۰ تکرار است.

نتایج به دست آمده از برآورد حجم صنعتی، حجم هیزمی و حجم کل درختان تجدید حجم شده با استفاده از روش تجدید حجم 3P در ۱۰ تکرار برای گونه‌های افرا، انجیلی، توسکای بیلاقی، راش و ممرز در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ ارائه

جدول ۳- برآورد حجم صنعتی (متر مکعب) درختان تجدید حجم شده به روش 3P در ۱۰ تکرار و اختلاف حجم آن با روش صددرصد

گونه	تکرار									
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
افرا	۱۲۰/۳۷	۱۲۰/۳۷	۱۴۱/۹	۱۱۹/۴	۱۵۶/۱۴	۱۲۵/۵۸	۱۳۸/۴۷	۱۳۴/۳۶	۱۲۵/۱۳	۱۲۰/۳۷
اختلاف حجم	-۹/۳۸۴	-۹/۳۸۴	۱۲/۱۴۶	-۱۰/۳۵۴	۲۶/۳۸۶	-۴/۱۷۴	۸/۷۱۶	۴/۶۰۶	-۴/۶۲۴	-۹/۳۸۴
انجیلی	۳۶۴/۲۹	۳۶۴/۲۹	۳۰۹/۷۸	۴۲۶/۶۷	۳۶۹/۳۴	۳۴۷/۹۳	۳۵۲/۰۲	۳۳۳/۹۱	۳۶۰/۵۳	۳۶۴/۲۹
اختلاف حجم	۳/۵۱۸	۳/۵۱۸	-۵۰/۹۹۲	۶۵/۸۹۸	۸/۵۶۸	-۱۲/۸۴۲	-۸/۷۵۲	-۲۶/۸۶۲	-۰/۲۴۲	۳/۵۱۸
توسکای بیلاقی	۱۱۷/۱۳	۱۱۷/۱۳	۱۳۶/۸۷	۱۱۶/۱۷	۱۲۴/۱۶	۱۱۰/۶۲	۱۱۳/۱۳	۹۷/۵۴	۹۴/۷۴	۱۱۷/۱۳
اختلاف حجم	-۱/۴۷۱	-۱/۴۷۱	۱۸/۲۶۹	-۲/۴۳۱	۵/۵۵۹	-۷/۹۸۱	-۵/۴۷۱	-۲۱/۰۶۱	-۲۳/۸۶۱	-۱/۴۷۱
راش	۲۱۸۴/۹۴	۲۱۸۴/۹۴	۲۰۵۶/۸۴	۱۹۱۳/۴۷۹	۲۳۹۹/۵۴	۲۳۰۶/۹	۲۱۲۰/۶۷	۲۱۹۶/۰۷	۲۳۷۳/۱۳	۲۱۸۴/۹۴
اختلاف حجم	۷۵/۷۰۱	۷۵/۷۰۱	-۵۲/۳۹	-۱۹۵/۷۶	۲۹۰/۳۰۱	۱۹۷/۶۶۱	۱۱/۴۳۱	۸۶/۸۳۱	۲۶۳/۸۹۱	۷۵/۷۰۱
ممرز	۱۰۹۲/۱۲	۱۰۹۲/۱۲	۱۳۸۴/۳۴	۱۱۸۴/۴۴	۱۱۹۲/۰۲	۱۲۰۹/۵۳	۱۲۶۴/۱۱	۱۲۴۴/۱۵	۱۲۶۵/۹۲	۱۰۹۲/۱۲
اختلاف حجم	-۳۰۷/۲۵۹	-۳۰۷/۲۵۹	-۱۵/۰۳۹	-۲۱۴/۹۳۹	-۲۰۷/۳۵۹	-۱۸۹/۸۴۹	-۱۳۵/۲۶۹	-۱۵۵/۲۲۹	-۱۳۳/۴۵۹	-۳۰۷/۲۵۹

جدول ۴- برآورد حجم هیزمی (متر مکعب) درختان تجدید حجم شده به روش 3P در ۱۰ تکرار و اختلاف حجم آن با روش صددرصد

گونه	تکرار									
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
افرا	۶۱/۲۳	۶۱/۲۳	۴۹	۵۴/۲۳	۵۴/۰۲	۵۲/۳	۴۷/۶۶	۴۰/۸۷	۵۶/۴۲	۶۱/۲۳
اختلاف حجم	۹/۰۳۳	۹/۰۳۳	-۳/۱۹۷	۲/۰۳۳	۱/۸۲۳	۰/۱۰۳	-۴/۵۳۷	-۱۱/۳۲۷	۴/۲۲۳	۹/۰۳۳
انجیلی	۳۳۸/۷۹	۳۳۸/۷۹	۱۸۸/۴۷	۲۵۱/۹	۱۵۷/۵	۱۷۲/۲۳	۱۹۸/۳	۱۶۷/۴۳	۳۱۹/۵۱	۳۳۸/۷۹
اختلاف حجم	۱۶۵/۱۸۵	۱۶۵/۱۸۵	۱۴/۸۶۵	۷۸/۲۹۵	-۱۶/۱۰۵	-۱/۳۷۵	۲۴/۶۹۵	-۶/۲۲	۱۴۵/۸۶	۱۶۵/۱۸۵
توسکای بیلاقی	۳۵/۵۷	۳۵/۵۷	۱۹/۷۱	۲۴/۲۹	۱۴/۶۳	۱۷/۱۸	۱۷/۷۱	۲۴/۲۳	۲۸/۳۱	۳۵/۵۷
اختلاف حجم	۱۱/۱۸۲	۱۱/۱۸۲	-۴/۶۷۸	-۰/۰۹۸	-۹/۷۵۸	-۷/۲۰۸	-۶/۶۷۸	-۰/۱۵۸	۳/۹۲۲	۱۱/۱۸۲
راش	۴۸۸/۸۴	۴۸۸/۸۴	۴۸۴/۸۹	۴۸۹/۷۲	۴۱۶/۱۵	۴۵۶/۹۷	۴۸۷/۰۸	۴۲۶/۹۷	۴۵۵/۵۴	۴۸۸/۸۴
اختلاف حجم	۲۲/۷۷	۲۲/۷۷	۱۸/۸۲	۲۳/۶۵	-۴۹/۹۲	-۹/۱	۲۱/۰۱	-۳۹/۱	-۱۰/۵۳	۲۲/۷۷
ممرز	۴۷۹/۸۶	۴۷۹/۸۶	۴۳۶/۰۹	۳۹۹/۱۳	۴۳۴/۰۴	۴۱۹/۱۰	۴۴۸/۰۳	۴۳۲/۸۷	۴۳۲/۵۳۹	۴۷۹/۸۶
اختلاف حجم	۶۶/۰۴	۶۶/۰۴	۲۲/۲۷	-۱۴/۶۹	۲۰/۲۲	۵/۲۸	۳۴/۲۱	۱۹/۰۵	۱۸/۷۱۹	۶۶/۰۴

جدول ۵- برآورد حجم کل تجدید حجم (متر مکعب) درختان تجدید حجم شده به روش 3P و اختلاف حجم حاصل با روش صددرد

گونه	تکرار									
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
افرا	۱۸۱/۶	۱۸۱/۶	۱۹۰/۹	۱۷۳/۶۴	۲۱۰/۱۶	۱۷۷/۸۸	۱۸۶/۱۳	۱۷۵/۲۴	۱۸۱/۵۵	۱۸۱/۶
اختلاف حجم	-۲۳/۵۵	-۲۳/۵۵	-۱۴/۲۵	-۳۱/۵۱	۱۸۵/۰۱	۱۵۲/۷۳	-۱۹/۰۲	۱۵۰/۰۹	-۲۳/۶	-۲۳/۵۵
انجیلی	۷۰۳/۰۸	۷۰۳/۰۸	۴۹۸/۲۵	۶۷۸/۵۷	۵۲۶/۸۴	۵۲۰/۱۶	۵۵۰/۳۲	۵۰۱/۳۴	۶۸۰/۰۵	۷۰۳/۰۸
اختلاف حجم	-۹۶/۵۹	-۹۶/۵۹	-۱۰۸/۲۴	۷۲/۰۸	-۷۹/۶۵	-۸۶/۳۳	-۵۶/۱۷	-۱۰۵/۱۵	۷۳/۵۶	-۹۶/۵۹
توسکای بیلاقی	۱۵۲/۷	۱۵۲/۷	۱۵۶/۵۸	۱۴۰/۴۶	۱۳۸/۷۹	۱۲۷/۸	۱۳۰/۸۵	۱۲۱/۷۶	۱۲۳/۰۵	۱۵۲/۷
اختلاف حجم	-۲۰/۴	-۲۰/۴	-۱۶/۵۲	-۳۲/۶۴	-۳۴/۳۱	-۴۵/۳	-۴۲/۲۵	-۵۱/۳۴	-۵۰/۰۵	-۲۰/۴
راش	۲۶۷۳/۷۸	۲۶۷۳/۷۸	۲۵۴۱/۷۳	۲۴۰۳/۵	۲۸۱۵/۶۹	۲۷۶۳/۸۷	۲۶۰۷/۷۶	۲۶۲۳/۰۴	۲۸۲۸/۶۷	۲۶۷۳/۷۸
اختلاف حجم	-۳۲۶/۱۳	-۳۲۶/۱۳	-۴۵۸/۱۸	-۵۹۶/۴۱	-۱۸۴/۲۲	-۲۳۶/۰۴	-۳۹۲/۱۵	-۳۷۶/۸۷	-۱۰۱/۲۴	-۳۲۶/۱۳
ممرز	۱۵۷۱/۹۸	۱۵۷۱/۹۸	۱۸۲۰/۴۳	۱۵۸۳/۵۷	۱۶۲۶/۰۶	۱۶۲۸/۶۳	۲۶۰۷/۷۶	۱۶۷۷/۰۲	۱۶۹۸/۳۱	۱۵۷۱/۹۸
اختلاف حجم	-۷۱۳/۳۱۸	-۷۱۳/۳۱۸	-۴۶۴/۸۶	۷۰۱/۷۲۸	-۶۵۹/۲۳۸	-۶۵۶/۶۶	۳۲۲/۴۶۲	-۶۰۸/۲۷۸	-۵۸۶/۹۸۸	-۷۱۳/۳۱۸

بر اساس نتایج آزمون t جفتی، تفاوت تجدید حجم به روش 3P با صددرد برای آزمایشی که بیشترین خطای برآورد را داشت، معنی دار و برای آزمایشی که کمترین خطای برآورد را داشت، غیرمعنی دار بود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه جفتی حجم برآوردی و واقعی هر درخت با استفاده از آزمون t جفتی

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آماره t	درجه آزادی	معنی داری
حجم صنعتی برآوردی - حجم صنعتی واقعی (جفت اول)	۰/۳۰۲	۱/۷۰۷	۶/۰۸۵	۱۱۸۳	۰/۰۰۰**
حجم هیزیمی برآوردی - حجم هیزیمی واقعی (جفت دوم)	-۰/۷۰۵	۰/۷۸۱	-۳/۳۲۲	۱۱۸۳	۰/۰۰۱**
حجم برآوردی کل درختان - حجم برآوردی واقعی کل درختان (جفت سوم)	۰/۲۲۶	۱/۵۰۱	۵/۱۸۸	۱۱۸۳	۰/۰۰۰**
حجم صنعتی برآوردی - حجم صنعتی واقعی (جفت چهارم)	۰/۰۱۵	۱/۷۰۴	۰/۲۹۳	۱۱۸۳	۰/۷۷۰ ^{ns}
حجم هیزیمی برآوردی - حجم هیزیمی واقعی (جفت پنجم)	۰/۰۱	۰/۷۶۴	۰/۴۷	۱۱۸۳	۰/۶۳۹ ^{ns}
حجم برآوردی کل درختان - حجم برآوردی واقعی کل درختان (جفت ششم)	۰/۰۲۵	۱/۴۵۲	۰/۵۹۱	۱۱۸۳	۰/۵۵۵ ^{ns}

** اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی دار

۲۰۷۲ دقیقه (به‌ازای هر درخت ۱/۷۵ دقیقه) و برای اندازه‌گیری ۱۶۴ اصله به‌روش 3P، ۶۵۲ دقیقه (به‌ازای هر درخت چهار دقیقه) بود، بنابراین در روش 3P نسبت به‌روش صددرصد در عملیات میدانی جنگل حدود ۶۸ درصد زمان کمتری مصرف شد. هزینه مصرف‌شده در دو روش صددرصد و 3P نیز به‌ترتیب ۱۵۳۹۸۳۶۶ و ۷۹۱۳۹۸۹ ریال برآورد شد. به‌عبارت دیگر، هزینه در روش 3P نسبت به روش صددرصد، ۴۸/۶ درصد کمتر بود.

نتایج آزمون t مستقل نشان داد که برآورد حجم به‌روش 3P در دو حالت بیشترین خطا (تکرار چهارم) و کمترین خطا (تکرار ششم) با مقادیر واقعی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۷). به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که در روش 3P، برآورد موجودی حجم صنعتی، حجم هیزمی و حجم نشانه‌گذاری‌شده حتی در بیشترین خطای به‌دست‌آمده، قابل قبول بود.

نتایج مربوط به زمان و هزینه صرف‌شده در دو روش تجدید حجم مورد مطالعه نشان داد که زمان لازم برای اندازه‌گیری کل درختان (۱۱۸۴ اصله) در روش صددرصد،

جدول ۷- برآورد حجم صنعتی، حجم هیزمی و حجم نشانه‌گذاری کل با استفاده از آزمون t مستقل

مشخصه	شاخص	میانگین اختلاف‌ها	اشتباه معیار اختلاف‌ها	درجه آزادی	معنی‌داری
حجم صنعتی	برآورد حجم صنعتی با بیشترین خطا	۰/۳۰۲	۰/۱۲۲	۲۲۶۱/۴۴	۰/۰۵۴ ^{ns}
	برآورد حجم صنعتی با کمترین خطا	۰/۰۱۵	۰/۱۳۱	۲۳۵۷/۶۱	۰/۹۱۲ ^{ns}
حجم هیزمی	برآورد حجم هیزمی با بیشترین خطا	-۰/۷۰۵	۰/۰۴	۲۱۹۴/۳۴	۰/۰۶۱ ^{ns}
	برآورد حجم هیزمی با کمترین خطا	۰/۰۱	۰/۰۳۹	۲۰۸۵/۹۴	۰/۷۸۹ ^{ns}
حجم نشانه‌گذاری کل	برآورد حجم کل با بیشترین خطا	۰/۲۲۶	۰/۱۴۹	۲۳۳۳/۱۴	۰/۱۲۸ ^{ns}
	برآورد حجم کل با کمترین خطا	۰/۰۲۵	۰/۱۵۶	۲۳۶۶	۰/۸۷۳ ^{ns}

^{ns} غیرمعنی‌دار

بحث

هدف اصلی این پژوهش، مقایسه روش‌های تجدید حجم صددرصد و 3P در طرح جنگل‌داری پرچیوا تحت مدیریت شرکت چوب و کاغذ مازندران برای گونه‌های افرا، انجیلی، توسکای بیلاقی، راش و ممرز بود. این جنگل نزدیک به روستا است و دخالت‌های انسانی مانند سرشاخه‌زنی و برش تاج در آن مشاهده می‌شود. به‌همین دلیل، بیشتر نمونه‌های مورد بررسی از نظر خوش‌فرمی، در حد متوسط بودند. از نظر درجه کیفی، درختان با درجه‌های دو و سه، تعداد بیشتری داشتند.

با توجه به اینکه حجم نشانه‌گذاری برآوردی است، برای اندازه‌گیری حجم دقیق، پس از قطع اقدام به اندازه‌گیری

دوباره حجم (تجدید حجم) می‌شود. به‌دلایل مختلف از جمله عدم رعایت شیوه‌نامه‌های فنی قطع، عدم دقت در شمارش چوب‌آلات، نحوه استر بندی در عرصه‌های شیب‌دار و درختان چندشاخه، نمی‌توان انتظار داشت که حجم‌های به‌دست‌آمده با واقعیت توده‌های جنگلی انطباق داشته باشد. به‌همین علت، اختلاف بین حجم نشانه‌گذاری و حجم تجدید حجم تا ۲۵ درصد در اجرا قابل قبول است (Abbasi et al., 2016). مقدار این اختلاف با توجه به اینکه مجری بابت آن باید بهره و عوارض مالکانه پرداخت کند، اهمیت دارد. از دلایل دیگر اختلاف بین دو روش مذکور می‌توان به اختلاف در نوع و نحوه اندازه‌گیری، کسر قسمت‌های توخالی و پوسیده درخت در زمان انجام تجدید حجم و کم بودن حجم در جدول حجم محلی نسبت به حجم واقعی درخت در

درصد و کاهش زمان ۷۵ و ۸۵ درصد نسبت به روش صدرصد شد که با نتایج پژوهش پیش‌رو مطابقت دارد. روش تجدید حجم 3P به دلیل هزینه و زمان کمتر نسبت به روش تجدید حجم سنتی صدرصد، قابلیت استفاده در تجدید حجم درختان نشانه‌گذاری با تعداد ۴۵۰ اصله درخت و بیشتر را دارد (Salmanian Chafjiri et al., 2009). پیشنهاد می‌شود برای بهتر شدن کیفیت کار در مرحله اجرا به‌ویژه در روش 3P چون تمام درختان به‌طور دقیق اندازه‌گیری می‌شوند، قطع درختان به شیوه اصولی و علمی انجام شود. این کار استفاده از نجارهای ماهر و فنی همراه با امکانات، ابزار و وسایل قطع را می‌طلبد، زیرا در اثر قطع غیراصولی، حجم دقیق درخت به دست نیامده و باعث اختلاف حجم در پروانه قطع می‌شود. یکی از اهداف روش تجدید حجم 3P بهبود جداول حجم است، بنابراین با توجه به اینکه در عملیات تجدید حجم 3P، حجم درختان نمونه به‌طور دقیق اندازه‌گیری می‌شود، بهتر است جداول‌های حجم اصلاح شوند.

References

- Abbasi, H., Fallah, A., Poormajidian, M.R., Hojjati, H. and Rad Karimi, M., 2016. A comparison of volume renewal by 3P and traditional methods (Case study: forest management plan of Sardabrood). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(4): 671-679 (In Persian).
- Akindele, S.O. and LeMay, V.M., 2006. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest area of Nigeria. Forest Ecology and Management, 226(1-3): 41-48.
- Anonymous, 1999. Application of renewal volume by 3P method. Forests, Range and Watershed Management Organization, 12p (In Persian).
- Brown, T.C. and Brack, C., 1996. 3P- centroid volume sampling. <https://fennerschool-associated.anu.edu.au/mensuration/BrackandWood1998/3PCENT.HTM>.
- Fallahchai, M.M., Hashemi, S.A. and Rashidi, R., 2011. Assessment of volume renewal of beech species by the method of 3P. Journal of Biological Sciences, 3(3): 180-185 (In Persian).
- Ghafari, F.A., 2003. Revised assessment of the procedure 3P (section 4 Neka Zalemrood). M.Sc. thesis, Islamic Azad University, Science and

طبیعت اشاره کرد. طبق بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش، حجم صنعتی حاصل از روش 3P در ده تکرار برای افرا، انجیلی، توسکای بیلاقی، راش و ممرز به ترتیب حداکثر به مقدار ۲۶/۳۸۶، ۶۵/۸۹۸، ۱۸/۲۶۹، ۲۹۰/۳۰۱ و ۱۵/۰۳۹ متر مکعب بیشتر از روش صدرصد و حداقل ۱۰/۳۵۴، ۵۰/۹۹۲، ۲۳/۸۶۱، ۱۹۵/۷۶ و ۳۰۷/۲۵۹ متر مکعب کمتر از حجم صنعتی حاصل از روش صدرصد شد. Abbasi و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که در روش 3P، راش ۱۰/۸۲ متر مکعب اضافه حجم و توسکای بیلاقی ۵/۷۵ متر مکعب کاهش حجم نسبت به تجدید حجم صدرصد داشتند.

یافته‌های دیگر پژوهش پیش‌رو نشان داد که حجم صنعتی، حجم هیزمی و حجم کل افرا، انجیلی و توسکای بیلاقی در روش تجدید حجم 3P در مقایسه با روش تجدید حجم صدرصد در تکرار ششم با کمترین خطا و تکرار چهارم با بیشترین خطا، تفاوت معنی‌داری داشتند، اما برای راش و ممرز، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج پژوهش Sheykholsami و همکاران (۲۰۱۰)، در تجدید حجم به روش 3P برای ممرز و انجیلی به ترتیب ۷/۸۴۸ و ۳/۳۵۷ متر مکعب نسبت به تجدید حجم صدرصد، اضافه حجم مشاهده شد. حجم هیزم به دست آمده از تجدید حجم نمونه‌گیری به روش 3P در برخی تکرارها بیشتر و در برخی تکرارها کمتر از روش تجدید حجم صدرصد بود. این مقدار بین حداکثر ۰/۴ و حداقل ۱۴/۶۹ متر مکعب متغیر بود، در حالی که اختلاف بین این دو روش معنی‌دار نبود. Yolme و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که اختلاف حجم هیزمی در پنج تکرار بین حداقل ۰/۳ تا حداکثر ۷/۶ درصد متغیر بود، اما اختلاف معنی‌داری بین دو روش وجود نداشت که با یافته‌های پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی دارد. از نظر هزینه و زمان صرف‌شده، پژوهش‌های انجام شده توسط Ghafari (۲۰۰۳) در جنگل‌های نکا مازندران و Vousoughi (۲۰۰۴) در جنگل‌های سفارود گیلان نشان داد که تجدید حجم به روش 3P در جنگل‌های تولیدی راش منجر به کاهش هزینه به ترتیب هفت و ۱۴

- traditional methods (case study: forestry plan of Babolkenar). *Iranian Journal of Forest*, 2(1): 73-79 (In Persian).
- Vousoughi, A., 2004. The results of the implementation of 3P in the undestroyed and semi-destroyed forests (case study). M.Sc. thesis, Islamic Azad University of Nowshahr and Chalous Branch, 88p (In Persian).
 - West, P.W., 2011. Potential for wider application of 3P sampling in forest inventory. *Canadian Journal of Forest Research*, 41(7): 1500-1508.
 - Yolme, Gh., Moayyeri, M.H., Kian, S., Mohammadi, J. and Pormalekshah, A.A.M.A, 2015. Evaluation of renewal volume methods of 3p and one hundred percent for hornbeam species (Case study: District one of Shast-kolate Forestry Plan). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 22(2): 171-187 (In Persian).
 - Zobeiri, M., 2002. *Forest Biometry*. University of Tehran Press, 411p (In Persian).
 - Zobeiri, M., Salehi, P., Resaneh, Y., Asadi-Atoei, A.R. and Faghih-Nasiri, F., 2001. Evaluation of sampling 3P revision of forest trees in the forests north of the country. *Proceedings of the National Conference on Management of Hyrcanian Forests and Sustainable Development*. Iran, 6-4 Dec. 2001: 307-321 (In Persian).
 - Research Branch, Tehran, 101p (In Persian).
 - Hassanzad Navroodi, I., Habibzadeh, V., Amanzadeh, B. and Sayadi, A.R., 2012. A study on the accuracy of some suggested models for the relationship between diameter and volume of beech trees (Case study: District 2, Nav-Asalem). *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, 1(2): 29-44 (In Persian).
 - Masota, A.M., Zahabu, E., Malimbwi, R.E., Bollandsas, O.M. and Eid, T.H., 2014. Volume models for single trees in tropical rainforests in Tanzania. *Journal of Energy and Natural Resources*, 3(5): 66-76.
 - Namiranian, M., 2006. *Measurement of Tree and Forest Biometry*. University of Tehran Press, 574p (In Persian).
 - Salmanian Chafjiri, M.R., Salmanian, A.R. and Sheykholeslami, A., 2009. Comparison of volume remeasurement methods in Golband forest. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(2): 167-173 (In Persian).
 - Sharma, M., Oderwald, R.G. and Amateis, R.L., 2002. A consistent system of equations for tree and stand volume. *Forest and Ecology Management*, 165(1-3): 183-191.
 - Sheykholeslami, A., Amini, A. and Azernoosh, M.R., 2010. A comparison of volume renew by 3P and

Evaluation of 3P and 100% renewal volume methods (Case study: Parchiva forestry plan)

R. Mansour Samaei¹, Z. Khalili Ardali^{2*} and Y. Resaneh³

1- Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2*- Corresponding author, Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, Iran

E-mail: khalilizohre211@gmail.com

3- Expert, Forests, Range and Watershed Management Organization, Tehran, Iran

Received: 16.09.2018

Accepted: 12.12.2018

Abstract

Renewal of wood volume by 3P method has been suggested to replace the 100% renewal method to reduce field work and costs. In this method and following selection of sample trees from marked trees, the volume of industrial trunks and firewood in trees are field-measured. In order to evaluate and compare the full and 3P renewal methods in the Parchiva forestry plan in Mazandaran province, 1184 maple, ironwood, alder, beech and hornbeam were selected. The trees were first measured by 100% renewal method, followed by separate allocation of actual volume to industrial, cordwood and total volumes according to the procedure of 3P method. Estimation of tree volume was done by 3P method in 10 replications. The results of paired samples t-test showed a significant difference between 100% and 3P renewal methods for maple, ironwood and alder, while no significant difference was observed for beech and hornbeam ($p < 0.05$). An independent samples t-test also showed that volume estimation by 3P method did not reveal any significant difference on maximum and minimum error levels. The results of this study suggested the 3P method as a cost- and time-effective alternative to the full renewal method.

Keywords: Cordwood volume, industrial volume, Mazandaran province, volume renewal method.