

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دهم، شماره دو، تابستان ۸۷

روشی در برآورد ریالی صدمات بهره‌برداری جنگل بر توده و زادآوری (مطالعه موردی: سری الندان و واستون)

مجید لطفعلیان^۱ (مسئول مکاتبات)

mloftalian@umz.ac.ir

آیدین پارساخو^۲

باریس مجنونیان^۳

تاریخ دریافت: ۸۶/۵/۳

تاریخ پذیرش: ۸۶/۹/۲۰

چکیده

در این تحقیق روشی به منظور برآورد ریالی خسارات وارد بر توده و زادآوری در اثر بهره‌برداری و خروج چوب آلات در اراضی جنگلی ارایه شده است. جنگل های شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران به عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید. سه منطقه جنگلی شامل پارسل های ۱۷ و ۲۸ از سری واستون و پارسل ۷ از سری الندان، به دلیل این که در میان جنگل های تحت پوشش شرکت از ویژگی های متوسط و قابل تعمیمی برخوردار بود، به عنوان عرصه مناسب تحقیق انتخاب شد. به منظور ارزیابی ریالی میزان صدمات در دو بخش زادآوری و توده، هر کدام از عوامل اندازه گیری شده، پس از تبدیل به ضریبی وارد محاسبات شد. تعداد نهال ها در هکتار و هزینه از بین رفتن هر نهال نیز برآورد شد. برای برآورد هزینه ریالی خسارات، ضمن استفاده از نظر کارشناسان و معرفی پیشنهادی روابط ریاضی به کمک تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، داده های کیفی به مقادیر کمی تبدیل گردید. نتایج نشان داد که در عملیات قطع و تبدیل درختان به ۳/۲٪ زادآوری آسیب وارد می شود که از این مقدار ۵٪ آن قابل پیشگیری است. همچنین پس از عملیات وینچینگ و خروج چوب آلات، به ۴/۸٪ زادآوری آسیب وارد می شود که از این مقدار ۸٪ آن قابل پیشگیری است. یعنی در مجموع طی عملیات بهره برداری، معادل ۵۱۱۴۷ ریال در هکتار صدمات قابل پیشگیری به زادآوری وارد می شود. در بخش توده، عملیات قطع و تبدیل به ۱۳/۶٪ از درختان باقی مانده آسیب وارد می کند که سهم ریالی آن معادل ۱۵۱۲۳۳۵ ریال در هکتار است. مجموعاً میزان خسارات وارد بر توده پس از چوب کشی یا به عبارت دیگر مجموع صدمات بهره برداری در پایان عملیات، معادل ۱۵/۵٪ و برآورد ریالی سهم قابل پیشگیری آن، سالانه ۳۵۴۴۳۵۶

۱- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران

۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

ریال در هر هکتار از منطقه مورد بهره‌برداری بوده است. نتیجتاً در اثر بهره‌برداری و خروج چوب‌آلات معادل ۳۵۹۵۵۰۳ ریال در هکتار به توده و زادآوری در جنگل مورد بهره‌برداری صدمات وارد شده است.

واژه‌های کلیدی: بهره‌برداری، صدمات، برآورد ریالی، توده، زادآوری، چوب‌کشی، جنگل

مقدمه

سرپای جنگل‌های منطقه لویج که با شیوه تدریجی پناهی اداره می‌شد، ۴۷/۳٪ گزارش شده است. از این میزان، ۹۵/۴٪ آسیب وارده مربوط به دو متر اول تنه بوده است. بیشتر این زخم‌ها عمیق بوده و ضمن از بین بردن بخشی از کامبیوم، به قشرچوبی نیز صدمه وارد کرده است. همچنین با افزایش ارتفاع نهال‌ها صدمات وارده به آن‌ها نیز به تدریج بزرگ‌تر می‌شده است (۸).

بررسی صدمات بهره‌برداری در بخش زادآوری و درختان سرپای منطقه گلندرد که به شیوه سنتی بهره‌برداری می‌شد، نشان می‌دهد که صدمات در بخش زادآوری به صورت سرچر شدن نهال‌ها و شل‌ها به میزان ۵/۱۴٪، خم شدن تاج و تنه به میزان ۴/۲٪، زخمی شدن تنه شل‌ها و خال‌ها به میزان ۷/۴٪ و نابود شدن نهال‌ها و شل‌ها به میزان ۴/۲٪ از کل نمونه‌ها را به خود اختصاص داده است. زخم‌های وارده به تنه درختان در ارتفاع‌های صفر تا نیم متر ۶/۴۲٪، نیم تا یک متر ۸/۲۷٪، یک تا دو متر ۵/۱۱٪ و بیشتر از دو متر ۲٪ بوده است. عوامل انسانی بیشترین نقش را در ایجاد زخم‌ها دارند (۹).

Krueger (۲۰۰۴) طی مطالعاتی در جنگل‌های تروپیکال بولیوی به برآورد صدمات مالی وارد بر توده و مقطوعات، هنگام اجرای عملیات قطع و تبدیل پرداخت (۱۰). این بررسی نشان داد که هزینه‌های ناشی از شکستگی درختان سرپا، با قطر برابر سینه بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر حدود ۰/۳۸ دلار در هکتار است. این مقدار به طور معنی‌داری در حاشیه مسیرهای چوب‌کشی کاهش می‌یافت. همچنین در شرایطی که میانگین خطای هدایت برای انداختن هر درخت $\pm 35^\circ$ و یا بیشتر بود، خطر آسیب به توده باقی مانده تشدید می‌شد.

Holmz و همکاران (۲۰۰۲) تحقیقاتی را در مورد ارزیابی شاخص‌های مالی و اکولوژیکی کاهش صدمات طی دو روش کنترل شده و معمول بهره‌برداری در شرق آمازون انجام

با بهره‌برداری و ورود ماشین‌آلات به جنگل، بی‌شک صدماتی به توده جنگل، زادآوری و خاک وارد می‌شود که در صورت ناآگاهی از میزان و شدت آن، چه بسا لطمات جبران‌ناپذیری به حیات جنگل وارد گردد. همچنین قطع و انداختن درختان نشانه‌گذاری شده، تبدیل، استحصال و انتقال فرآورده‌های چوبی به محل‌های دپوکه مراحل اصلی عملیات بهره‌برداری است، هر کدام در هنگام اجرا می‌تواند خساراتی را به عرصه جنگل وارد نماید (۱). افتادن درخت در جهت درست بسیار مهم است، چون اگر درخت در جهت پیش‌بینی نشده سقوط نماید، ممکن است که به درختان باقی مانده و زادآوری صدمه بزند (۲). البته بخشی از این خسارات قابل چشم‌پوشی است ولی هر مقدار آن را نمی‌توان پذیرفت. زیرا آسیبی که در اثر انداختن و چوب‌کشی نادرست به درختان باقی مانده وارد می‌شود، می‌تواند باعث کاهش بردباری، آلودگی و پوسیدگی درختان شده و آن‌ها را به بیماری‌های مختلف مبتلا سازد (۴) و (۳). اختلالاتی که به دنبال عملیات وینچینگ، احداث مسیرها و چوب‌کشی روی آن‌ها در خاک و فرایندهای هیدرولوژیکی به وجود می‌آید، صدمات زیادی را به ریشه سطحی درختان و تجدید حیات عرصه وارد می‌کند (۵). تجزیه و تحلیل اقتصادی این صدمات و تبدیل آن‌ها به مقادیر ریالی از این جهت حایز اهمیت است که می‌توان انگیزه مالی شرکت‌ها را در جهت اصلاح و بهبود فرآیند کار فزونی بخشید و با کنترل صدمات طی عملیات بهره‌برداری به حفظ ارزش اقتصادی گونه‌های تجاری و تجدید حیات موجود در عرصه کمک نمود (۶ و ۷).

تحقیقات در زمینه برآورد مالی صدمات ناشی از بهره‌برداری بر عرصه‌های جنگلی به دلیل فقدان ضوابط مشخص برای تبدیل داده‌های کیفی به کمی، محدود بوده و اغلب به بررسی در خصوص میزان و نوع خسارات وارد شده به موجودی سرپا خلاصه می‌شود. صدمات بهره‌برداری بر درختان

بسیار پر ارزش و کمتر دست خورده‌ای در محدوده کاری شرکت واقع گردد و این امر مستلزم تنوع تصمیم‌گیری و عملکرد در این جنگل‌ها است. سری واستون با وسعت ۱۳۶۷ هکتار در حوزه آبخیز رودخانه تجن، بین طول شرقی جغرافیایی 36° تا 25° و 53° تا 10° و عرض شمالی جغرافیایی 17° تا 36° و در حدود ۱۹ کیلومتری محل کارخانه شرکت صنایع چوب و کاغذ قرار دارد. سری الندان نیز با وسعت ۲۰۴۹ هکتار در حوزه آبخیز رودخانه تجن، بین طول شرقی جغرافیایی 25° تا 53° و 29° تا 53° و عرض شمالی جغرافیایی 12° تا 36° و در حدود ۶۲ کیلومتری محل کارخانه واقع شده است (۱۵) و (۱۴) (شکل ۱).

جنگل‌ها به سه گروه با موجودی در هکتار کمتر از ۱۵۰ مترمکعب، از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر مکعب و بیشتر از ۲۵۰ متر مکعب تفکیک شدند. جنگل‌های با موجودی در هکتار کمتر از ۱۵۰ متر مکعب به دلیل اجرای عملیات قطع یکسره، توده باقی مانده و زادآوری در آن‌ها وجود نداشت و صدماتی مطرح نبود. بنابراین به منظور انتخاب عرصه مناسب تحقیق، مناطقی با موجودی در هکتار بیشتر از ۱۵۰ متر مکعب مدنظر قرار گرفت و از این جهت پارسل‌های ۱۷ و ۲۸ سری واستون و پارسل ۷ سری الندان به عنوان مناطقی شناخته شد که ضمن انجام بهره‌برداری در زمان مورد نظر، دارای ویژگی‌های متوسطی از نظر شرایط جنگلی مناطق تحت پوشش شرکت بود. به نحوی که می‌توان نتایج حاصل را به کل جنگل‌های شرکت تعمیم داد. مشخصات کلی این پارسل‌ها در جدول ۱ ذکر شده است.

این تحقیق در دوبرخش صدمات بر توده جنگل و صدمات بر زادآوری صورت پذیرفته است. در دو بخش صدمات بر زادآوری، با استفاده از قطعات نمونه یک آری و شبکه 100×150 متر، به ثبت صدمات به صورت تعداد نهال از بین رفته و تعداد صدمه دیده اقدام شد. همچنین با استفاده از قطعات نمونه شاهد، تعداد در هکتار نهال‌ها محاسبه گردید. در بخش صدمات روی توده، این آسیب‌ها به کمک قطعات نمونه 10 آری با شبکه آماری 200×150 متر، از چند جنبه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت: الف) غالب، مغلوب و زیرآشکوب بودن درخت آسیب دیده ب) کیفیت تنه آن ج) کلاسه زخم از

دادند (۱۱). آن‌ها نخست هزینه‌های امور بهره‌برداری را با در نظر گرفتن هزینه‌های ثابت (هزینه‌های بنیادی و برنامه‌ریزی) و متغیر (هزینه‌های قطع، تبدیل، چوب‌کشی، مازاد مقطوعات، قیمت چوب قبل از قطع درخت و دستمزد کارگر)، برای هر دو روش محاسبه نمودند و سپس به بررسی وضعیت صدمات وارد شده به دو بخش توده و خاک پرداختند. نتایج نشان داد که در روش کنترل شده و به دنبال اختصاص دادن سهم بیشتری از هزینه‌ها به امور زیربنایی و برنامه‌ریزی، هزینه‌های ناشی از صدمات بهره‌برداری و در نتیجه کل هزینه‌های بهره‌برداری کاهش می‌یابد. همچنین در تحقیقی دیگر صدمات مکانیکی پس از اعمال شیوه تک‌گزینی در جنگل‌های چند آشکوبه نراد کشور نروژ، با استفاده از روش بلوک تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. طی این پژوهش مشخص شد که متوسط نرخ صدمات وارده به توده باقی مانده در روش بهره‌برداری چوب کوتاه کاملاً مکانیزه بیشتر از برش‌های نیمه مکانیزه و چوب‌کشی زمینی با تراکتور کشاورزی است (۱۲).

هدف از این تحقیق برآورد ریالی خسارات بهره‌برداری به توده و زادآوری، علل مربوط و سهم ریالی آن‌ها است. برای این منظور از بین مقیاس‌های اندازه‌گیری که در مجموع به چهار دسته تقسیم می‌شود (۱۳)، مقیاس رتبه‌ای^۱ مورد استفاده قرار گرفت. در این نوع مقیاس، افراد مورد نظر بر حسب صفتی معین طبقه‌بندی می‌شوند. بدین طریق که به مهم‌ترین مورد، از نظر شدت یا ضعف صفت مورد نظر رتبه ۱ و به کم‌اهمیت‌ترین مورد رتبه آخر تعلق می‌گیرد (۱۳).

روش بررسی

شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران در جنوب شهرستان ساری قرار گرفته و با جنگل‌هایی به وسعت ۲۰۰۰۰۰ هکتار در ۷۳ سری، بزرگترین مجری طرح‌های جنگل‌داری کشور می‌باشد. گسترش و پراکندگی این جنگل‌ها در طول و عرض استان و قرارگیری آن‌ها از ارتفاعات تقریباً جلگه‌ای تا مرزهای بالایی (حدود ۲۰۰۰ متری) باعث شده تا جنگل‌های بسیار دست‌خورده و تخریب‌یافته تا جنگل‌های

به عنوان مثال گونه‌ها از نظر کیفیت به کلاس‌های ۱، ۲ و ۳ طبقه‌بندی می‌شود. حال اگر هنگام محاسبه ارزش ریالی، یک گونه با کیفیت طبقه ۲ ملاک محاسبه قرار گیرد (عنصر سطح بالاتر یا وزن پایه)، آن گاه به گونه‌هایی که درجه ۱ هستند، ارزش بیشتر و آن مقدار که دارای درجه ۳ می‌باشد، ارزش کمتری تعلق خواهد گرفت. لذا گونه درجه ۲ به عنوان پایه انتخاب شده و به ارزش اقتصادی آن ضریب ۱ داده می‌شود ($V_1 = 1$) و گونه درجه ۱ ضریب $1/96$ ، یعنی هر مترمکعب تنه با کیفیت درجه یک معادل $1/96$ برابر هر مترمکعب تنه درجه ۲ یا طبقه پایه، ارزش دارد و ضریب $0/58$ برای کیفیت درجه ۳ در نظر گرفته شد ($V_3 = 0/58$). آن گاه هر کدام از این طبقات به نسبت وزنی درصد آن‌ها در کل درختان آسیب دیده ($P =$) در معادله وارد می‌شود. با این توضیح برآورد قیمت براساس درخت با کیفیت درجه ۲ انجام می‌گیرد. به عنوان مثال چنانچه 10% درختان آسیب دیده درجه ۱ ($P_1 = 10\%$)، 40% از آن‌ها درجه ۲ ($P_2 = 40\%$) و 50% درختان آسیب دیده از نوع کیفیت درجه ۳ ($P_3 = 50\%$) باشد، آن گاه خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} C_1 &= 10\% \times 1/96 = 1/96 && \text{سهم درختان درجه ۱} \\ C_2 &= 40\% \times 1 = 40\% && \text{سهم درختان درجه ۲} \\ C_3 &= 50\% \times 0/58 = 29\% && \text{سهم درختان درجه ۳} \end{aligned}$$

یعنی در این جا $19/6\%$ سهم ارزش درختان آسیب دیده درجه ۱، 40% سهم ارزش درختان آسیب دیده درجه ۲ و 29% نیز سهم ارزش درختان آسیب دیده درجه ۳ می‌باشد. حال برای محاسبه وزن نهایی مجموع سهم هر کدام را با یکدیگر جمع می‌نماییم:

$$\sum C_i = C_1 + C_2 + C_3 = 1/96 + 40\% + 29\% = 88/6$$

در نهایت $88/6\%$ به دست آمده که این به معنای ضریب ارزش درختان آسیب دیده است. حال برای برآورد میزان ریالی صدمات، این ضریب به بهای کالا داده می‌شود (توجه دارید که بهای کالا براساس ضریب ۱ یا کیفیت ۲ تعیین شد).

$$y = x \sum C_i = \text{قیمت پایه} \times 88/6$$

نظر سطحی یا عمیق بودن (د) نسبت به محیط زخم، این که زخم چه میزان از محیط درخت را در بر گرفته بسیار مهم تر از سطح زخم است (ه) نوع گونه. مشخصات آرایه شده عمدتاً کیفی بوده و لازم است روشی جهت کمی نمودن آن‌ها به کار گرفته شود. برای این منظور با استفاده از نظر کارشناسی ۷ نفر کارشناس خبره و متخصص جنگل، ضرابی برای کمی کردن داده‌های کیفی تعیین گردید (۱۶). برای این کار از تحلیل سلسله مراتبی^۱ استفاده شد که یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است. زیرا این فن امکان فرموله کردن مسأله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی مسأله را دارد (۱۷).

به منظور ارزیابی ریالی میزان صدمات وارد بر توده جنگل، با معرفی رابطه [۱] (پیشنهادی لطفعلیان) هر کدام از عوامل اندازه گیری شده تبدیل به ضریبی گردیده (وزن نسبی)^۲ و سپس با استفاده از این رابطه میزان ریالی صدمات (وزن نهایی)^۳ محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی به دست می‌آید. در حالی که وزن مطلق، رتبه نهایی هر گزینه می‌باشد که از تلفیق وزن‌های نسبی محاسبه می‌گردد (۱۷).

$$C_i \sum y = x \quad [1]$$

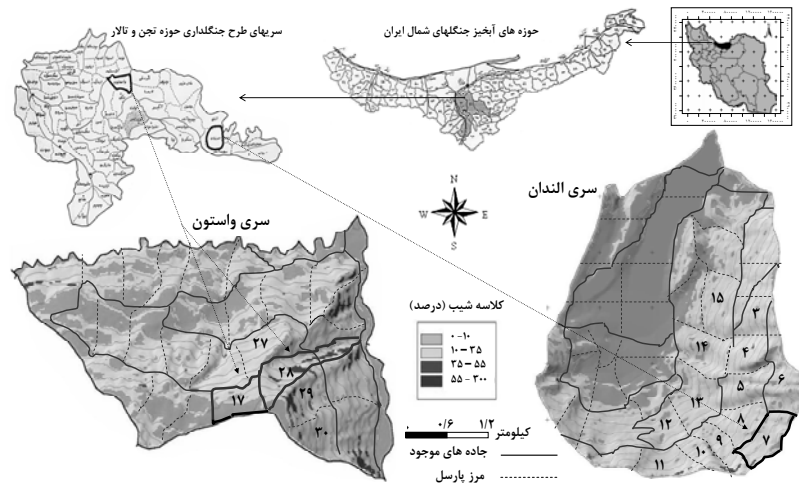
که در آن: $y =$ میزان ریالی صدمات، $x =$ قیمت پایه چوب و $C_i =$ سهم ارزش درختان کلاس i .

به منظور برآورد سهم ارزش درختان هر طبقه (وزن نسبی) در صدمات کلی درختان، رابطه [۲] تبیین گردیده است:

$$C_i = P_i \times V_i \quad [2]$$

که در آن: $C_i =$ سهم ارزش درختان کلاس i ، $P_i =$ طبقه i در میان درختان آسیب دیده، $V_i =$ ارزش نسبت به طبقه پایه.

- 1- Analytical Hierarchy Process
- 2- Local Priority
- 3- Overall Priority



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه (پارسل ۷ سری الندان و پارسل ۱۷ و ۲۸ سری واستون) (۱۴ و ۱۵)

جدول ۱- مشخصات عمومی پارسل های مورد مطالعه

سری	پارسل	مساحت (هکتار)	تیپ جنگل	موجودی (مترمکعب / هکتار)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	شیب (%)	شیوه برش
واستون	۱۷	۴۵/۲	راش- ممرزستان	۳۸۵	۹۳۰ تا ۷۵۰	۱۵-۴۰	تدریجی گروهی، اصلاحی و قطع یکسره
واستون	۲۸	۵۷	راش- ممرزستان	۳۸۵	۹۳۰ تا ۳۰۰	۲۵-۷۰	تک گزینی و اصلاحی
الندان	۷	۵۸/۵	راشستان	۲۹۷	۱۷۵۰ تا ۱۵۵۰	۳۰-۷۰	تدریجی گروهی

بنابراین با استفاده از میانگین اعداد اظهار شده، ضرایب (V) جدول ۲ حاصل گردید.

در این جا جهت برآورد هزینه ریالی صدمات بهره‌برداری بر زادآوری در هر هکتار، رابطه [۳] معرفی می‌گردد:

$$F_1(x) = x_1 \times (P + Vx_2) \times x_3 \quad [3]$$

که در آن: $F_1(x)$ = هزینه صدمات بر زادآوری، x_1 = تعداد زادآوری در هکتار، P = درصد زادآوری از بین رفته، x_2 = درصد زادآوری آسیب دیده، V = ضریب تبدیل زادآوری آسیب دیده به از بین رفته، x_3 = هزینه استقرار هر عدد زادآوری. بدیهی است که با ضرب نمودن درصد قابل پیشگیری صدمات، می‌توان هزینه قابل پیشگیری صدمات بر

همین طور می‌توان فرض نمود تمام درختان، درجه ۲ بوده است، آن گاه خواهیم داشت:

$$C_1 = 0.0, \quad V_1 = 1/96, \quad C_2 = 0.100, \quad V_2 = 1, \quad C_3 = 0.0,$$

$$V_3 = 0.58$$

$$\sum C_i = (0.0 \times 1/96) + (0.100 \times 1) + (0.0 \times 0.58) = 0.100 = 1$$

$$y = x \sum C_i = \text{قیمت پایه} \times 1$$

بنابراین مشاهده می‌شود ضریب ۱ یا همان قیمت برآوردی مورد محاسبه قرار خواهد گرفت.

با این توضیح به کارشناسان، نظرات آنان اخذ گردید و کلیه پارامترهای مورد اندازه‌گیری به شرح زیر به ضرابی تبدیل شد. خوش بختانه نظرات کارشناسان بسیار به یکدیگر نزدیک بود و ماتریس مقایسه زوجی سازگار به دست آمد و

درصد صدمات به توده، $X_3 =$ ضریب جایگاه اجتماعی، $X_4 =$ ضریب کیفیت تنه، $X_5 =$ ضریب کلاسه زخم، $X_6 =$ ضریب نسبت به محیط، $X_7 =$ ضریب نوع گونه و $X_8 =$ بهای هر مترمکعب چوب متوسط (از نظر کیفی) که ۶۰۰۰۰۰ ریال در عرصه جنگل می باشد، به نحوی که:

$$X_3 = (\text{درصد زیرآشکوب} \times \text{ضریب مغلوب}) + (\text{درصد غالب} \times \text{ضریب غالب})$$

$$X_4 = (\text{درصد کلاسه ۳} \times \text{ضریب کلاسه ۳}) + (\text{درصد کلاسه ۲} \times \text{ضریب کلاسه ۲}) + (\text{درصد کلاسه ۱} \times \text{ضریب کلاسه ۱})$$

$$X_5 = (\text{درصد کلاسه ۳} \times \text{ضریب کلاسه ۳}) + (\text{درصد کلاسه ۲} \times \text{ضریب کلاسه ۲}) + (\text{درصد کلاسه ۱} \times \text{ضریب کلاسه ۱}) + (\text{درصد کلاسه ۴} \times \text{ضریب کلاسه ۴})$$

$$X_6 = (\text{درصد کلاسه ۳} \times \text{ضریب کلاسه ۳}) + (\text{درصد کلاسه ۲} \times \text{ضریب کلاسه ۲}) + (\text{درصد کلاسه ۱} \times \text{ضریب کلاسه ۱}) + (\text{درصد کلاسه ۴} \times \text{ضریب کلاسه ۴})$$

$$X_7 = (\text{درصد سایر گونه‌ها} \times \text{ضریب سایر گونه‌ها}) + (\text{درصد ممرز} \times \text{ضریب ممرز}) + (\text{درصد راش} \times \text{ضریب راش})$$

زادآوری را محاسبه نمود. همچنین به منظور برآورد ریالی صدمات بهره‌برداری به توده باقی مانده رابطه [۴] تبیین گردید:

$$F_2(x) = \prod_{i=1}^n X_i \quad [4]$$

که در آن: $F_2(x) =$ هزینه صدمات بر توده، $X_1 =$ موجودی در هکتار متوسط جنگل های مورد مطالعه، $X_2 =$

بین رفته، ۲/۱٪ آن ها آسیب دیده و ۵٪ از کل خسارات وارد شده قابل پیشگیری بوده است.

به کمک قطعات نمونه شاهد تعداد نهال در هر هکتار ۴۷۰۰ اصله برآورد گردید. هزینه از بین رفتن هر نهال با در نظر گرفتن هزینه‌های تولید، کاشت و نگه داری تا ۵ سال و با استفاده از نظر کارشناسان و تحلیل سلسله مراتبی ۵۰۷۰ ریال تعیین شد. اکنون با توجه به جدول ۲ و با قرار دادن مقادیر موجود، در رابطه [۳] می توان هزینه صدمات بر زادآوری را به دست آورد:

$$F_1(x) = 4700 \times (0.11 + 0.27 \times 0.21) \times 5070 = 397229 \text{ ریال}$$

بررسی وضعیت آسیب‌های وارده به بخش زادآوری پس از مرحله وینچینگ و خروج چوب‌آلات مشخص شد که ۴/۸٪ زادآوری از ۴۷۰۰ عدد در هکتار، معادل ۲۲۶ عدد) آسیب دیده و در این بین ۲/۹٪ به زخمی‌ها و ۱/۹٪ به از بین رفته‌ها تعلق داشت. حال با استناد به جداول برداشت و با احتساب این که ۸٪ از این مقدار قابل پیشگیری بوده است، خواهیم داشت:

بدیهی است که با ضرب نمودن درصد قابل پیشگیری صدمات می توان هزینه قابل پیشگیری صدمات بر توده را به دست آورد.

نتایج

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که در عملیات قطع و تبدیل، صدمات بر زادآوری به میزان ۳/۲٪ و با حدود اعتماد ۱/۶٪ است. یعنی به احتمال ۹۵٪ بین ۱/۶٪ تا ۴/۸٪ زادآوری آسیب دیده است. که از این بین ۱/۱٪ نهال ها کاملاً از

و با احتساب درصد قابل پیشگیری که در فرم‌های نمونه‌برداری ثبت گردیده، خواهیم داشت:

$$F_1(x) = 397229 \times 0.05 = 19861 \text{ ریال}$$

یعنی سالانه به ازای هر هکتار از منطقه مورد بهره‌برداری به احتمال ۹۵٪، ۱۹۸۶۱ ریال صدمات قابل پیشگیری در اثر قطع درختان به زادآوری وارد می‌شود. در نهایت با

$$F_1(x) = 4700 \times (0.1/9 + 0.27 \times 0.2/9) \times 5070 \times 0.8 = 51147 \text{ ریال}$$

پیشگیری به عمل آید (استفاده از جداول برداشت میدانی). مجموعه جداول ۳ (الف تا و) طی عملیات صحرایی در قطعات نمونه، پس از عملیات قطع و تبدیل و همچنین خروج چوب-آلات به دست آمده است.

اکنون جهت استفاده از رابطه [۴] به کمک جدول ۲ و جدول ۳ (الف تا و) خواهیم داشت:

$$F_2(x) = \prod_{i=1}^n X_i$$

$$X_1 = 301 \frac{m^3}{ha} \quad \text{موجودی در هکتار متوسط}$$

$$X_2 = 0.13/6 \quad \text{\% صدمات به توده (پس از قطع و تبدیل)}$$

اکنون با توجه به محاسبات می‌توان گفت که به احتمال ۹۵٪ هزینه صدمات قابل پیشگیری به بخش زادآوری به ازای هر هکتار از منطقه مورد بهره‌برداری، ۵۱۱۴۷ ریال بوده است.

در بخش توده، پس از مرحله قطع و تبدیل درختان، در سطح احتمال ۹۵٪ به ۱۳/۶٪ از درختان باقی مانده با حدود اعتماد ۵/۵٪ آسیب وارد شده که ۲۲/۵٪ آن قابل پیشگیری بوده است. همچنین پس از مرحله وینچینگ و خروج چوب آلات، سهم درختان آسیب‌دیده ۱۵/۵٪ با حدود اعتماد ۴/۳٪ برآورد شد که این امکان وجود داشت تا از ۳۰/۱٪ آن

$$X_3 = (0.43 \times 0.33/9) + (1 \times 0.32/2) + (2/13 \times 0.33/9) = 1/19$$

ضریب جایگاه اجتماعی

$$X_4 = (1/96 \times 0.9/7) + (1 \times 0.29) + (0.58 \times 0.61/3) = 0.84$$

ضریب کیفیت تنه

$$X_5 = (1 \times 0.14/5) + (1 \times 0.41/9) + (0.51 \times 0.21) + (0.05 \times 0.22/6) = 0.68$$

ضریب کلاسه زخم

$$X_6 = (0.97 \times 0.6/5) + (0.63 \times 0.3/2) + (0.3 \times 0.24/2) + (0.1 \times 0.66/1) = 0.22$$

ضریب نسبت به محیط

$$X_7 = (2/13 \times 0.69/3) + (1 \times 0.11/3) + (1/26 \times 0.19/4) = 1/83$$

ضریب نوع گونه

$$X_8 = 600000$$

بهای هر مترمکعب چوب متوسط (از نظر کیفی) در عرصه جنگل (ریال)

$$F_2(x) = 301 \times 0.136 \times 1/19 \times 0.84 \times 0.68 \times 0.22 \times 1/83 \times 600000 = 6721489 \text{ ریال}$$

همچنین جهت برآورد ریالی صدمات بهره‌برداری به توده باقی مانده پس از خروج چوب آلات می‌توان بدین‌گونه محاسبه نمود:

و با احتساب ضریب ۲۲/۵٪ برای صدمات قابل پیشگیری خواهیم داشت:

$$F_2(x) = 6721489 \times 0.225 = 1512335 \text{ ریال}$$

با این حساب می‌توان گفت سالانه ۱۵۱۲۳۳۵ ریال به ازای هر هکتار از جنگل که مورد قطع و تبدیل قرار می‌گیرد، صدمه قابل پیشگیری به توده باقی مانده وارد می‌شود.

$$X_3 = (0.43 \times 0.36/3) + (1 \times 0.27/4) + (2/13 \times 0.36/3) = 1/20$$

$$X_4 = (1/96 \times 0.17) + (1 \times 0.25/9) + (0.58 \times 0.57/1) = 0.92$$

$$X_5 = (1 \times 0.46) + (1 \times 0.30/7) + (0.51 \times 0.12/4) + (0.05 \times 0.10/9) = 0.84$$

$$X_6 = (0.97 \times 0.8/8) + (0.63 \times 0.6/5) + (0.3 \times 0.16/8) + (0.1 \times 0.67/9) = 0.24$$

$$X_7 = (2/13 \times 0.76/3) + (1 \times 0.11/1) + (1/26 \times 0.12/6) = 1/89$$

$$F_2(x) = 30.1 \times 0.155 \times 1/20 \times 0.92 \times 0.84 \times 0.24 \times 1/89 \times 600000 = 11775269 \text{ ریال}$$

از حاصل جمع هزینه‌های صدمات قابل پیشگیری وارده به زادآوری و توده باقی مانده پس از مرحله خروج چوب‌آلات،

مجموع هزینه‌های صدمات بهره‌برداری به دست می‌آید:

$$F_1(x) + F_2(x) = 51147 + 3544356 - 359550.3 \text{ ریال در هکتار}$$

و با احتساب ضریب ۳۰٪ برای صدمات قابل پیشگیری خواهیم داشت:

$$F_2(x) = 11775269 \times 0.301 = 3544356 \text{ ریال}$$

با این حساب می‌توان گفت سالانه مبلغ ۳۵۴۴۳۵۶

ریال صدمات قابل پیشگیری به توده باقی مانده در اثر بهره‌برداری وارد می‌شود.

جدول ۲- ضرایب تبدیل مربوط به صدمات وارده به زادآوری و درختان سرپا (V)

ضرایب تبدیل برای هر طبقه			متغیرهای مورد بررسی
			۰/۲۷
			ضریب تبدیل نهال زخمی به از بین رفته
	زیرآشکوب	مغلوب	غالب
			ضریب تبدیل گونه‌های غالب و زیرآشکوب به مغلوب در یک گونه متوسط
	۰/۴۳	۱	۲/۱۳
			ضریب تبدیل کلاسه کیفیت تنه به تنه متوسط
	کلاسه ۳	کلاسه ۲	کلاسه ۱
			۱/۹۶
	۰/۵۸	۱	
			ضریب تبدیل کلاسه زخم و شدت آسیب رسانی آن
	کلاسه ۴	کلاسه ۳	کلاسه ۲
			کلاسه ۱
	۱	۱	۰/۵۱
			۰/۰۵
			ضریب تبدیل نسبت به محیط آسیب به میزان آسیب رسانی به درخت
	کلاسه ۴	کلاسه ۳	کلاسه ۲
			کلاسه ۱
	۰/۹۷	۰/۶۳	۰/۳
			۰/۱
			ضریب تبدیل نوع گونه به ارزش یک گونه متوسط
	سایر	ممرز	راش
			۲/۱۳
	۱/۲۶	۱	

جدول ۳ (الف) فراوانی آسیب به تفکیک جایگاه اجتماعی (X₃)

مراحل بررسی	جایگاه اجتماعی		
	غالب (%)	مغلوب (%)	زیرآشکوب (%)
پس از مرحله قطع درختان	۳۳/۹	۳۲/۲	۳۳/۹
پس از مرحله خروج چوب‌آلات	۳۶/۳	۲۷/۴	۳۶/۳

جدول ۳ (ب) فراوانی آسیب به تفکیک گونه (X₇)

مراحل بررسی	گونه		
	راش (%)	ممرز (%)	سایر (%)
پس از مرحله قطع درختان	۶۹/۳	۱۱/۳	۱۹/۴
پس از مرحله خروج چوب‌آلات	۷۶/۳	۱۱/۱	۱۲/۶

جدول ۳ (ج) فراوانی آسیب به تفکیک کیفیت تنه (X₄)

مراحل بررسی	کلاسه کیفیت تنه		
	کلاسه ۱ (%)	کلاسه ۲ (%)	کلاسه ۳ (%)
پس از مرحله قطع	۹/۷	۲۹	۶۱/۳
پس از خروج چوب	۱۷	۲۵/۹	۵۷/۱

جدول ۳ (د) فراوانی آسیب به تفکیک کلاسه زخم (X₅)

مراحل بررسی	کلاسه زخم			
	کلاسه ۱ (%)	کلاسه ۲ (%)	کلاسه ۳ (%)	کلاسه ۴ (%)
پس از مرحله قطع	۲۲/۶	۲۱	۴۱/۹	۱۴/۵
پس از خروج چوب	۱۰/۹	۱۲/۴	۳۰/۷	۴۶

جدول ۳ (و) فراوانی آسیب به تفکیک علت

کلاس	۱	۲	۳	۴	مراحل بررسی
پس از مرحله قطع درختان	۴۸/۴	۴۵/۲	۳/۲	۳/۲	
پس از مرحله خروج چوب- آلات	۲۰/۴	۱۹	۲/۲	۳/۷	
کلاس	۵	۶	۷	۸	مراحل بررسی
پس از مرحله قطع درختان	۰	۰	۰	۰	
پس از مرحله خروج چوب- آلات	۱۲/۴	۱۷/۵	۷/۳	۱۷/۵	

جدول ۳ (ه) فراوانی آسیب به تفکیک نسبت به محیط (X_6)

کلاس	۱	۲	۳	۴	مراحل بررسی
پس از مرحله قطع درختان	۶۶/۱	۲۴/۲	۳/۲	۶/۵	
پس از مرحله خروج چوب- آلات	۶۷/۹	۱۶/۸	۶/۵	۸/۸	

تفسیر نتایج

Granhus و Fjeld (۱۹۹۸) در زمینه انتخاب روش‌های بهره‌برداری مطابقت دارد. این دو محقق نشان دادند که روش بهره‌برداری چوب کوتاه و کاملاً مکانیزه بیشتر از برش‌های نیمه مکانیزه و چوب کنشی زمینی با تراکتور کشاورزی، به توده باقی مانده صدمه وارد می‌کند. همچنین آن‌ها معتقدند که بهترین معیار برای تشخیص میزان لطمات وارده به موجودی عرصه، بررسی ساختار تاج پوشش درختان منفرد در دو جهت افقی و عمودی است.

پرواضح است صدمات بهره‌برداری به مجموعه صدمات حاصل در انتهای کار گفته می‌شود و این شامل مجموعه آسیب‌ها پس از مرحله خروج چوب‌آلات است. مسأله بسیار مهمی که می‌تواند بر میزان هزینه‌های صدمات بهره‌برداری تأثیر قابل توجهی داشته باشد، انتخاب بهینه در فرآیند برنامه‌ریزی است. انتخاب در عملیات بهره‌برداری بیشتر در طراحی مسیر چوب کنشی، مشخص کردن مسیر وینچینگ و تعیین جهت انداختن درختان تجلی می‌یابد که باید در این مراحل از حداکثر توان علمی و مالی استفاده نمود. این مسأله مورد توجه بسیاری از محققان بوده و همان طور که Holmes و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهش‌های خود نشان دادند، کمترین صدمات وارده به دو بخش توده باقی مانده و خاک، زمانی حاصل می‌گردد که بیشترین هزینه‌ها صرف مراحل بنیادین

به منظور برآورد ریالی صدمات نباید قیمت تولید هر نهال، شل و خال را به دست آورده و به ازای از بین رفتن هر کدام چنین هزینه‌ای را هزینه صدمات قلمداد نماییم. در مواردی که صدمات کم باشد جنگل با توان بازسازی و بازپروری خود بسیاری از لطمات را جبران می‌کند، بدون این که صدماتی به حساب آید. از طرف دیگر چنانچه سهم صدمات زیاد باشد، محاسبه هزینه پرورش و کاشت نهال در عرصه و ضرب آن در تعداد نهال از بین رفته، خود اشتباهی دیگر است. زیرا در این جا نه فقط نهال‌ها بلکه اکوسیستم آسیب دیده است. آسیب نهال‌های امروز آسیب به جنگل فرداست.

در هر صورت بهره‌برداری از جنگل اعم از انجام عملیات قطع درختان، وینچینگ و خروج چوب‌آلات از عرصه، صدماتی بر خاک جنگل و توده باقی مانده وارد می‌کند. این تحقیق به واسطه برآورد میزان صدمات قابل پیشگیری در دو بخش توده و زادآوری، به دنبال یافتن عوامل این آسیب‌ها بوده تا از این رهگذر از میزان هزینه‌های صدمات بهره‌برداری کاسته شود. چنانچه صدمات غیر قابل پیشگیری نیز سهم زیادی داشته باشد آن گاه باید به تغییر شیوه‌ها پرداخت. یعنی اگر روش بهره‌برداری تمام تنه باشد و این روش صدمات فراوان و غیر قابل پیشگیری به جنگل وارد کند، در این صورت باید گزینه‌های دیگری را مدنظر قرار داد. این نظریه با نظریات

انتخاب نامناسب مسیر وینچینگ، طراحی بد مسیر چوب کشی و خروج نا به جای اسکیدر از مسیر بوده است (۱۸).
حسینی (۱۳۷۳) در تحقیق خود تحت عنوان بررسی اثرات بهره‌برداری بر توده جنگل نشان داد که ۳۹٪ درختان باقی مانده در توده در اثر قطع درختان به روش تدریجی پناهی آسیب دیده‌اند (۱۹). تشکری (۱۳۷۵) میزان آسیب وارده به توده باقی مانده را در اثر قطع درختان ۶/۳۲٪ عنوان کرد (۹). در حالی که مجنونیان (۱۳۷۶) این رقم را ۴۷/۳٪ می‌دانند (۸). در تحقیق حاضر میزان صدمات به توده باقی مانده ۱۳/۶٪ بوده که به نظر می‌رسد رقم واقعی‌تری نسبت به گزارش تشکری باشد. ضمناً چون عرصه مورد بررسی به شیوه تک‌گزینی اداره می‌شد، لذا رقم صدمات آن به مراتب کمتر از دو تحقیقی بود که در جنگل‌های با مدیریت تدریجی پناهی به اجرا در آمد. در مجموع می‌توان گفت مجموعه عوامل قابل پیشگیری را می‌توان از طریق آموزش نیروی کار، در اختیار گذاشتن وسایل مورد نیاز، هزینه زمانی بیشتر در انجام این امور و در نهایت با کنترل و مدیریت جدی به صفر رساند.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از حسن نظر آقای دکتر صدیقی معاون پژوهشی دانشگاه مازندران در تسهیل امور این طرح تحقیقاتی، همچنین از آقای مهندس کوچکی معاونت محترم بخش جنگل شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران و جناب آقای مهندس رفیعی مدیر محترم بهره‌برداری شرکت، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱. ساریخانی، ن. ۱۳۸۰. بهره‌برداری جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۰۹۹: ۲۷۲۸ص.
۲. حسینی، م. ۱۳۸۴. جنگلداری مقدماتی. ۲۰۳: ۲۷۴ص.

3. Rice, J.A., G.B. MacDonald and D.H. Weingartner. 2001. Precommercial thinning of trembling aspen in northern Ontario: Part 1 - Growth

طراحی و برنامه‌ریزی شود. هزینه طراحی و برنامه‌ریزی برای هر مترمکعب چوب ۱/۳۴ دلار بوده در حالی که هزینه قطع و تبدیل برای هر متر مکعب، ۰/۱۳ دلار بود.

بر اساس یافته‌های Krueger (۲۰۰۴)، ارایه تکنیک‌های مناسب برای تعیین جهت میل درختان و هدایت صحیح آن‌ها، می‌تواند متوسط برداشت چوب را به میزان ۰/۱۶ مترمکعب یا ۳/۲ دلار برای هر درخت، از طریق کاهش صدمات بهره‌برداری افزایش دهد (۱۰). این مسأله در جنگل‌های شمال ایران نیز صادق است. بدین ترتیب آموزش مکرر اکپ‌های قطع درختان و بررسی عملکرد آنان، آموزش صحیح استفاده از تیرفور و در اختیار قرار دادن ابزار و ادوات کافی همگی می‌تواند هزینه‌های صدمات بهره‌برداری را تقلیل دهد. با توجه به این که ۳۰/۱٪ از ۱۵/۵٪ آسیب‌های وارده به بخش توده معادل ۳۵۴۴۳۵۶ ریال در هکتار و ۸٪ از ۴/۸٪ آسیب‌های وارده به زادآوری معادل ۵۱۱۴۷ ریال در هکتار پس از مرحله وینچینگ و خروج چوب-آلات قابل پیشگیری است، پیشنهاد می‌گردد جهت جلوگیری از این صدمات، پس از انجام عملیات قطع و تبدیل اقدام به طراحی مسیرهای چوب کشی مناسب شود. همچنین چوکربند قبل از رسیدن اسکیدر باید مسیر وینچینگ را مشخص کند و اسکیدر نیز نباید از مسیر چوب کشی خارج شود. بررسی‌های Krueger (۲۰۰۴) در تأیید این مطلب مشخص ساخت که طراحی مسیرهای چوب کشی پیش از بهره‌برداری هزینه‌های صدمات را به میزان ۱/۴۶ دلار در هکتار افزایش می‌دهد (۱۰). اما در مقابل متوسط زمان سرگردانی اسکیدر را به میزان ۲۳٪ و مسیرهای چوب کشی غیرضروری را به میزان ۹۶٪ کاهش داده و در مجموع بازده عملیات بهره‌برداری تقریباً به میزان ۳ دلار در هکتار بهبود می‌یابد. غفاریان (۱۳۸۴) در بررسی تخریب وارده به عرصه جنگل‌های خیرودکنار نوشهر در اثر حمل چوب به روش سنتی به این نتیجه رسید که برای کاهش خسارات وارده به زادآوری عرصه بهره‌برداری، باید نسبت به طراحی مسیرها و دیپوها قبل از آغاز عملیات خروج چوب اقدام و عرض مسیر چوب کشی را تا حد امکان محدود کرد. در تحقیق صورت گرفته بخش زیادی از خسارات مربوط به قطع نادرست درختان،

- impact logging performance in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, (163) 1-3: 93-110p.
12. Fjeld, D. and A. Granhus. 1998. Injuries After Selection Harvesting in Multi-Store Spruce Stands – The Influence of Operating Systems and Harvest Intensity. *Journal of Forest Engineering*, (9)2: 33-40p.
۱۳. اصغریپور، م.ج. ۱۳۸۱. تصمیم‌گیری و تحقیق عملیات در مدیریت، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۹۷ص.
۱۴. کتابچه طرح بهره‌برداری سری الندان.
۱۵. کتابچه طرح جنگلداری سری واستون.
۱۶. لطفعلیان، م.ب، مجنونیان و ع.ا، رفیعی. ۱۳۸۴. بررسی صدمات بهره‌برداری بر توده و زادآوری در شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران، گزارش نهایی طرح پژوهشی، ۹۵ ص.
۱۷. قدسی پور، س. ح. ۱۳۷۹. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۲۲۱ص.
۱۸. غفاریان، م.ه، سبحانی و م، مروی مهاجر. ۱۳۸۴. بررسی تخریب وارده به عرصه جنگل (زادآوری و خاک) در اثر حمل چوب به روش سنتی. *مجله منابع طبیعی ایران*، (۵۸): ۴-۸۱۲-۸۰۵ ص.
۱۹. حسینی، م. ۱۳۷۳. بررسی صدمات بهره‌برداری بر توده جنگل، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- responses. *Forest Chronology*, (5) 77: 893-901p.
4. Thomas, C. A. 1980. Logging costs for a trail of intensive residue removal, Pacific Northwest Research Station, PNW-347.
5. Meek, P. and J.A. Plamondon. 1996. Effectiveness of cut-to-length harvesting at protecting advance regeneration. *Forest Engineering. Res. Inst. Can., Pointe Claire. TN-242.* 12p.
6. Webb, E.L. 1997. Canopy removal and residual stand damage during controlled selective logging in lowland swamp forest of northeast Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 95: 117-129p.
7. Putz, F.E., D.P. Dykstra, and R. Heinrich. 2000. Why poor logging practices persist in the tropics. *Conservation. Biology*, 14: 951-956 p.
۸. مجنونیان، ب. ۱۳۷۶. بررسی صدمات بهره‌برداری بر توده جنگل. گزارش نهایی طرح پژوهشی. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران. ۷۳ ص.
۹. تشکری، م. ۱۳۷۵. بررسی اثرات بهره‌برداری بر توده جنگل. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی نور.
10. Krueger, W. 2004. Effects of future crop tree flagging and skid trail planning on conventional diameter-limit logging in a Bolivian tropical forest. **Forest Ecology and Management**, (188) 1-3: 381-393p.
11. Holmes, T.P., Blate, G.M., Zweede, J.C., Pereira, R., Barreto, P., Boltz, F. and Bauch, R. 2002. Financial and ecological indicators of reduced