جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد



# ارزيابي كارآئی و هزينه عمليات برش درخت در روش تك گزيني (مطالعه موردي: بخش نمخانه جنگل خيرود)

باريس مجنونيان*[۱]، مقداد جور غلامي[۲]، محمود زبيري[۳]، جهانگيرفقهي[۴]
[۱] دانشيار گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۲] دانشجوي دكتري جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۳] استاد گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۴] استاديار گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۷/۲/۲۴، تاريخ تصويب: ۸۷/۹/۷)

## چكيده

در بين مولفه‌هاي بهره‌برداري، برش درخت مهم‌ترين مولفه را تشكيل مي‌دهد كه به شدت بر روي مراحل بعدي كار تاثيرگذار است. برش درخت با اره موتوري يكي از مولفه‌هاي به شدت كاربر عمليات بهره‌برداري است و در واقع به عنوان گلوگاه توليد است. اين پژوهش در قطعه‌های ۲۲۰ و ۲۲۵ بخش نمخانه جنگل آموزشي و پژوهشي خيرود انجام شد. اهداف اين پژوهش عبارت‌اند از بررسی زماني عمليات برش درخت، برآورد و محاسبه نرخ توليد و هزينه اره موتوري، ارائه‌ي مدل رگرسيوني پيش‌بيني زمان برش و به پيروی آن پيش‌بيني نيروي كار، ماشين‌ها و بودجه لازم. معادله رگرسيون چند متغيره زمان برش يك درخت، به صورت تابعي از متغيرهاي قطر درخت، جهت انداختن درخت و فاصله طي شده بين دو درخت است. در اين پژوهش ميزان توليد ساعتي برش درخت با در نظر گرفتن زمان‌هاي تاخير و بدون آن، به ترتيب برابر ۳۱/۶ مترمكعب در ساعت (۷ درخت در ساعت) و ۶۸/۴ مترمكعب در ساعت (۱۸ درخت در ساعت) است. با افزايش قطر، ميزان توليد بدون تاخير برش درخت به صورت رابطه تواني افزايش مي‌يابد. هزينه واحد توليد (ريال بر مترمكعب) با احتساب زمان‌هاي تاخير و بدون احتساب آن، براي برش درخت به ترتيب برابر ۸۰۰۰ و ۳۷۰۰ ريال بر مترمكعب (سال ۱۳۸۷) به‌دست آمد. هزينه واحد توليد (مترمكعب) چوب برش شده با افزايش قطر كمتر مي‌شود و به صورت يك تابع نمائي كم شونده است ميانگين زمان خالص يك چرخه كار برش برابر است با ۲/۹۸ دقيقه و ميانگين زمان يك چرخه برش درخت با زمان تاخير برابر با ۷/۲۳ دقيقه است.

واژه‌هاي كليدي: برش درخت، بررسی زماني، مدل رگرسيوني، توليد، هزينه، تك‌گزيني

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۲ فاكس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۲ E-mail: bmajnoni@ut.ac.ir

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد



مقدمه

بهره‌برداري جنگل شامل مراحل فني و اداري است كه براي برداشت چوب، فراهم سازي عرصه براي زادآوري و برقراري و بهبود اكوسيستم جنگل در محدوده گسترده‌ای به لحاظ زماني و مكاني صورت مي‌گيرد. هدف‌های بهره‌برداري جنگل در واقع انجام طرح‌ها و فعاليت‌هایی است كه به طور عملي و فني قابل انجام بوده، از لحاظ اقتصادي قابل قبول، از لحاظ اثرگذاری زيست‌محيطي سالم و كم خطر و از لحاظ تجاري قابل دستيابي باشد (۱۱). بهره‌برداري يك فعاليت ضروري در مديريت جنگل است و شامل همه فعاليت‌ها از برش درخت تا تحويل چوب به كارخانه است كه اگر با دقت برنامه‌ريزي و اجرا شود سود پيش‌بيني شده را محقق خواهد ساخت. در بين مولفه‌هاي بهره‌برداري، برش درخت به‌عنوان سرآغاز زنجيره كار بهره‌برداري اهميت زيادي دارد و به شدت بر روي مراحل بعدي كار تاثيرگذار است. در اين مرحله كارگر كاردان و ماهر برش بايد كار خود را طوري هنرمندانه انجام دهد كه ضمن انداختن سالم درخت با كمترين ضايعات به خود چوب، زادآوري و توده موجود، مراحل بعدي كار بويژه عمليات كشيدن چوب را آسان كرده و در ضمن ايمني كارگران هم تضمين شده باشد.

در گذشته برش در جنگل‌هاي طبيعي و جنگلكاري‌ها بيشتر با تبر و اره دوسر دندانه رنده‌اي و اره دستي انجام مي‌شد، ولي امروزه در عمليات برش كشور ما، اره موتوري جايگزين ابزار دستي شده است. در جنگل‌هاي كوهستاني شمال ايران به دليل داشتن شيب‌هاي به نسبت زياد و درختان بستر پهن‌برگ و بهره‌گيری از روش‌هاي گزينشي، مكانيزاسيون پيشرفته و بهره‌گيری از ماشين‌هاي چندكاره برش و تبديل، كاربرد چنداني ندارد (۳). برش درخت نخستين گام از مراحل تبديل درخت به فرآورده چوبی است. انداختن درخت با اره موتوري يكي از مولفه‌هاي به شدت كاربر و خطرناك عمليات بهره‌برداري است (۱۲) و در واقع به عنوان آغازگر زنجيره توليد، اهميت دارد. با توجه به وضعيت و شرايط جنگل‌هاي ما و سطح مكانيزاسيون موجود، برش درخت با اره موتوري نخستين و تنها گزينه بوده و يكي از مولفه‌هاي اثرگذار در مديريت بهره‌برداري از جنگل‌هاي شمال ايران خواهد بود.

در جنگل‌هاي طبيعي قطر درخت عامل بسيار مهم در زمان برش هر درخت است (۱۶). ميزان توليد عمليات برش و بينه‌بري در جنگل‌هاي نواحي گرمسير با اكيپ ۲ نفره روزانه ۷۰-۳۰ مترمكعب است و با افزايش قطر درخت ميزان توليد اره موتوري افزايش مي‌يابد (۱۰).

كانوي (۱۹۷۶) در پژوهشی در ايالات متحده بيان مي‌دارد كه قطر درخت عامل تاثيرگذاري در ميزان توليد برش درخت است و زماني كه حجم درخت كم باشد، هزينه‌ها افزايش يافته و در حالت عكس هزينه كاهش مي‌يابد.

لورتز و همكاران (۱۹۹۷) با بررسي كارآئی و زمان برش درخت با اره موتوري در جنگل‌هاي كاج شمال آمريكا در ۱۶ توده كه به ۴ شيوه برش يكسره، پناهي، گروه گزيني و تك‌گزيني بهره‌برداري مي‌شد، نشان دادند كه عامل‌های موثر بر روي كل زمان برش به ترتيب اهميت عبارتند از: قطر برابر سينه درخت، فاصله بين درختان و شدت برداشت. همچنين نتايج نشان داد كه كل زمان برش درخت شامل زمان‌هاي حركت به سوی درخت، آماده نمودن محل، انداختن درخت و بينه‌بري و تاج‌بري است كه با شدت برداشت رابطه معكوس و با عامل‌های قطر برابر سينه و فاصله درختان رابطه مستقيم دارد.

وانگ و همكاران (۲۰۰۴) با بررسی كارآئی و هزينه سامانه برش با اره موتوري و خروج با اسكيدر كابلي در جنگل‌هاي پهن‌برگ آپالاچيان آمريكا نشان دادند كه زمان برش هر درخت بيشتر تحت تاثير قطر برابر سينه و فاصله بين درختان مي‌باشد. توليد اره موتوري براي برش درخت ۳۶۲ فوت مكعب به ازاي هر ساعت كار مفيد و ميانگين زمان برش درخت ۴/۵۷ دقيقه است. لي و همكاران (۲۰۰۶) به بررسي توليد و هزينه سه سامانه بهره‌برداري در جنگل‌هاي آپالاچياي مركزي ويرجينيا پرداختند و بيان نمودند كه عامل‌های موثر بر زمان برش درخت با اره موتوري عبارتاند از قطر درخت و فاصله بين درختان. همچنين ميزان هزينه

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد



واحد توليد اره موتوري در مقايسه با فلربانچر[1] و برداشت كننده[2] به مراتب بيشتر است.

رومر و كلپاك (۲۰۰۲)، با مقايسه دو سامانه بهره‌برداري شامل برش درخت با اره موتوري و برداشت‌كننده از لحاظ توليد، هزينه و صدمه به توده باقي‌مانده در جنگل ملي وايمينگ دريافتند كه با افزايش قطر درخت زمان چرخه برش درخت افزايش مي‌يابد و مدل رگرسيوني آنها براي برآورد زمان برش درخت در ارتباط با قطر درخت به صورت زير بود.

$$\text{Total cycle time (min)} = ۰/۸۳ + ۰/۵۹۲۹ \times \text{DBH} \quad , r = ۰/۹۱, \text{C. V.} = ۲۴/۲۳$$

نيكوي (۱۳۸۶) در پژوهش خود در جنگل‌هاي اسالم گيلان مدل رياضي پيش بيني زمان برش درخت را تهيه نمود كه اين مدل تابعي از متغيرهاي قطر درخت و فاصله بين درختان برش شونده است:

$$T = -۲/۵۹ + ۰/۱۲۹\, D + ۰/۰۱۸۲\, L + ۰/۰۰۰۷۹۳\, SD \quad n = ۹۴, r = ۰/۸۱, F = ۵۷/۲$$

در پژوهش بالا ميزان توليد در سامانه برش با احتساب زمان‌هاي تاخير و بدون آن به ترتيب برابر با ۵۳ و ۶۷ مترمكعب در ساعت است.

هدف‌هاي اين پژوهش عبارت‌اند از بررسي زماني پيوسته عمليات برش درخت با اره موتوري، برآورد و محاسبه نرخ توليد و هزينه اره موتوري و گروه برش درخت در شيوه تك‌گزيني، ارائه مدل رگرسيوني پيش‌بيني زمان برش، بهره گيري از عامل‌هاي تاثيرگذار بر مدل براي برآورد زمان و هزينه برش و به تبع آن پيش‌بيني نيروي كار، ماشين‌ها و بودجه لازم، يعني برنامه‌ريزي و سازماندهي برش مي‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد بررسی

اين پژوهش در قطعه‌هاي ۲۲۰ و ۲۲۵ بخش نمخانه جنگل آموزشي و پژوهشي خيرود انجام شد. گستره اين دو قطعه برابر ۸۳ هكتار است. موجودي حجمي و شمار در هكتار در قطعه ۲۲۰ به ترتيب ۵۰۴ سيلو و ۱۷۳ اصله و حجم و شمار در هكتار در قطعه ۲۲۵ به ترتيب برابر ۳۰۱ سيلو و ۱۲۳ اصله است (۵). ارتفاع از سطح دريا ۱۰۰۰ تا ۱۱۹۰ متر و ميزان بارندگي منطقه ۱۵۳۲ ميلي‌متر است و ميانگين بارندگي در تير و مرداد به ترتيب ۶۵/۶ و ۶۴/۳ ميلي‌متر و بيشينه ميانگين دماي ماهيانه مربوط به تير و مرداد به ترتيب ۱۸/۰۵ و ۱۷/۵۵ درجه سلسيوس است(۱). شيوه بهره‌برداري و جنگلشناسي در قطعه‌هاي مورد بررسي به‌صورت تك‌گزيني و ميزان حجم برداشت در قطعه‌هاي ۲۲۰ و ۲۲۵ به ترتيب ۹۴۸ (۲۷۰ اصله) و ۷۸۲ (۱۸۱ اصله) سيلو (۳۵ و ۱۴ سيلو در هكتار) نشانه‌گذاري شده است. شيب كلي قطعه‌هاي ۲۲۰ و ۲۲۵ به ترتيب ۴۵ و ۳۵ درصد است. عمليات جمع‌آوري اطلاعات مورد نياز در اسفند ۱۳۸۶ انجام گرفت و در هنگام انجام اين پژوهش هوا ابري و سرد بود. اره‌موتورچي داراي تجربه كاري ۱۵ ساله بوده و دوره‌هاي آموزشي برگزار شده سازمان جنگل‌ها را نيز گذرانده است.

### روش پژوهش

اين بررسي به منظور برآورد ميزان توليد و محاسبه هزينه برش هر مترمكعب چوب يا هر درخت در عرصه نشانه‌گذاري شده به شيوه تك‌گزيني انجام شد و تلاش شد تا با ارائه‌ي مدل رياضي پيش‌بيني زمان برش درخت، هزينه برش را برآورد نمود. براي تشخيص دقيق‌تر ويژگي هاي جزء به جزء كار لازم است كه كار را به اجزاء كوچك كاري تقسيم كرده و سپس زمان انجام هر جزء را ثبت نمود. در اين بررسي به كمك يك دستگاه زمان‌سنج، زمان سنجي به روش زمان‌هاي پيوسته انجام شد. عامل‌هاي موثر بر زمان برش يك درخت با اره موتوري شامل: قطر درخت

[1] - Feller-buncher
[2] - Harvester

(سانتي‌متر)، فاصله طي شده بين دو درخت (متر)، شيب طولي مسير طي شده بين دو درخت (درصد)، شيب عرضي كنار كنده درخت (درصد) و براى انداختن درخت اندازه-گيري شدند. براى انداختن درخت با سه كد مشخص شد: كد ۱: انداختن درخت در براى دوطرف گرايش آن، كد ۲: انداختن درخت به دوطرف گرايش درخت از ۰ تا ۹۰ درجه (جانبي) و كد ۳: انداختن درخت برخلاف گرايش آن از ۹۰ تا ۱۸۰ درجه.

اجزاء زماني با توجه به چرخه كار عبارت‌اند از زمان حركت به سوى درخت، زمان تصميم‌گيري در مورد براى انداختن درخت، زمان بن زني، زمان بن بري، زمان گوه زدن، زمان خدمات و سوخت‌گيري بود. همچنين مجموعه زمان‌هاي تأخير يا توقف نيز در طول هر مرحله از برش درخت مشاهده و جداگانه ثبت شد.

تعيين شمار نمونه

با آماربرداري مقدماتي و تعيين واريانس زمان برش درخت بدون احتساب زمان تاخير و با احتساب اينكه در سطح ۹۵ درصد، دقت مورد نظر ۸ درصد ميانگين زمان برش درخت باشد، با بهره‌گيرى از رابطه ۱ شمار نمونه مورد نياز محاسبه شد (۲). به منظور نمونه‌برداري اوليه ۵۰ چرخه كار برش درخت اندازه‌گيري شد كه اشتباه ۱۷ درصد به‌دست آمد.

$$n = \frac{t^2 \times (s_x\%)^2}{(E\%)^2} = \frac{(۲)^۲ \times (۵۸)^۲}{(۸)^۲} = ۲۱۰$$ رابطه (۱)

كه در آن :

n= شمار نمونه؛ t= ضريبي كه به شمار نمونه و سطح اعتماد مورد نظر بستگي دارد و از جدول t بدست مي‌آيد؛ S= انحراف از معيار بدست آمده از آماربرداري مقدماتي؛ E= دقت مورد نظر.

شمار نمونه براي تعيين مدل برش درخت با اره موتوري در شيوه تك گزيني برابر با ۲۱۰ چرخه بدست آمد و در نهايت با در نظر گرفتن ۳ نمونه براي اعتبارسنجي مدل، شمار ۲۱۳ نمونه براي تعيين مدل اندازه‌گيري شد. در هنگام جمع‌آوري داده‌هاي اين پژوهش همه چرخه‌هاي كار بررسی نشدند بلكه چرخه‌هاي اندازه‌گيري شده به صورت تصادفي در طول پيشرفت كار در درون توده اندازه‌گيري شدند.

مدل رياضي پيش بيني زمان برش درخت با اره موتوري

بر اين پايه با بهره‌گيرى از نرم افزار رايانه‌اي SPSS، مدل رياضي پيش بيني زمان برش درخت تهيه شد. بعد از وارد نمودن داده‌هاي جمع‌آوري شده با بهره‌گيرى از اين برنامه و با بهره‌گيرى از قطعه‌هاي نرمال[۱] و روش آندرسون-دارلينگ[۲] از عادى بودن توزيع داده‌هاي موجود در هر قسمت اطمينان حاصل شد. رابطه بين عامل‌هاى مؤثر اندازه‌گيري شده و اثرگذارى متقابل آنها به صورت تركيب‌هاي دو تايي، با زمان برش درخت بدون احتساب زمان تاخير مشخص شد. براي تعيين ضريب‌هاى متغير و ثابت مدل پيش‌بيني زمان برش درخت از روش رگرسيون چند متغيره و از تكنيك رگرسيون مرحله‌اي[۳] بهره‌گيرى شد.

## نتايج

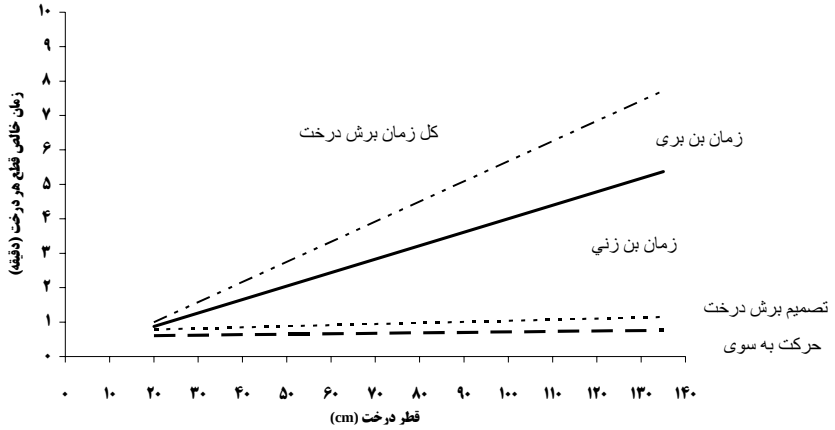
داده‌هاي بدست آمده از بررسی زماني در دو مرحله تجزيه و تحليل شدند، در مرحله اول, براى هر جزء از برش درخت نسبت به متغير مستقل قطر برابر سينه (سانتی‌متر) رابطه‌اى برازش شد (شكل ۱). با انجام اين كار مشخص شد كه بررسی اخير با نتايج كلاسيك تعريف شده (بيان شده در سابقه پژوهش) يكسان است و شكل ۱ موئد اين مطلب است. در شكل ۱ فاصله عمودي بين خطوط ميانگين زمان براي هر جزء تعريف شده و خط بالائي كل زمان لازم را براي برش هر درخت نمايش مي‌دهد. در مرحله بعد مدلسازي با عامل‌هاى وابسته انجام شد. با اندازه‌گيري عامل

۱- Normal plots

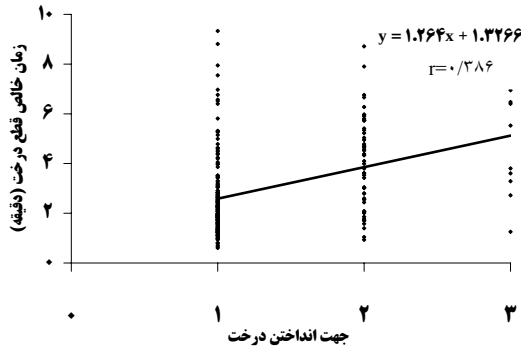
۲- Anderson- Darling

۳- Stepwise Regression

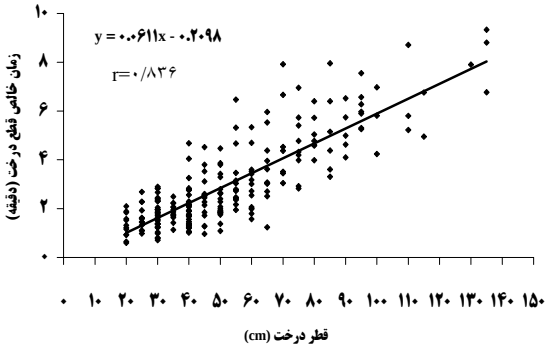
های موثر بر زمان برش درخت شامل: قطر درخت، فاصله طي شده بين دو درخت (متر)، شيب طولي مسير طي شده بين دو درخت (درصد)، شيب عرضي كنار كنده (درصد) و برای انداختن درخت، نمودار پراكنش ابر نقاط بين زمان برش درخت (يک چرخه كار) با متغيرهاي يادشده به‌دست آمد (شكل‌هاي ۲ تا ۵). همچنين مشخصه‌هاي موثر بر زمان برش اندازه‌گيري شدند، جدول ۱ مشخصه‌هاي اندازه‌گيري شده در بررسی زماني و متغيرهاي موثر بر زمان برش را نشان مي‌دهد. شكل ۳ نشان مي‌دهد كه با افزايش قطر درخت زمان خالص برش درخت به صورت خطي افزايش مي‌يابد، همچنين زمان بن‌زني و بن‌بري كه اجزاي اصلي برش درخت را تشكيل مي‌دهند با افزايش قطر افزايش مي‌يابند.



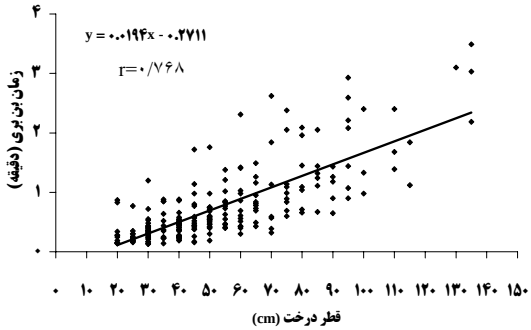

شكل ۱- اجزاي تشكيل دهنده يك سيكل برش درخت



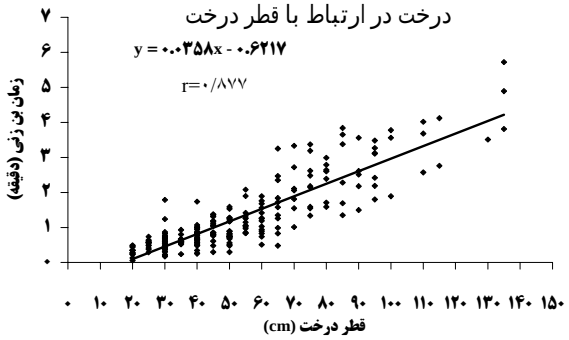

شكل ۲- نمودار پراكنش ابر نقاط زمان خالص برش درخت در ارتباط با جهت انداختن درخت




شكل ۳- نمودار پراكنش ابر نقاط زمان خالص برش درخت در ارتباط با قطر درخت




شكل ۴- نمودار پراكنش ابر نقاط زمان بن بري برش درخت در ارتباط با قطر درخت




شكل ۵- نمودار پراكنش ابر نقاط زمان بن زني برش درخت در ارتباط با قطر درخت

جدول ۱- مشخصه‌هاي آماري بررسی زماني عمليات برش درخت با اره موتوري

| مشخصه | قطر درخت (cm) | حركت به سوی درخت (دقيقه) | تصميم برای انداختن (دقيقه) | زمان بن زني (دقيقه) | زمان بن بري (دقيقه) | زمان گوه زدن (دقيقه) | تاخير فني و سوختگيري و سرويس (دقيقه) | كل زمان كار (دقيقه) | فاصله بين دو درخت (دقيقه) | شيب طولي مسير طي شده (درصد) | شيب عرضي كنار كنده (درصد) | برای انداختن (كد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ميانگين | ۵۲/۳ | ۰/۶۵ | ۰/۲۳ | ۱/۲۵ | ۰/۷۴ | ۰/۱ | ۰/۳۴ | ۷/۲۲ | ۲۵/۴۲ | ۲۸/۴۹ | ۲۶/۰۷ | ۱/۳۱ |
| كمينه | ۲۰ | ۰/۰۹ | ۰/۰۵ | ۰/۰۶ | ۰/۱۳ | ۰ | ۰ | ۰/۶ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ |
| بيشينه | ۱۳۵ | ۲/۸۲ | ۲/۱۵ | ۵/۷ | ۳/۴۹ | ۴/۱۷ | ۲۳/۳۷ | ۷۵/۱۹ | ۱۰۵ | ۶۵ | ۷۰ | ۳ |
| انحراف از معيار | ۲۴/۶ | ۰/۴۲ | ۰/۲۱ | ۱/۰ | ۰/۶۲ | ۰/۴۸ | ۱/۹ | ۱۴/۵۱ | ۱۶/۵۹ | ۱۴/۳۵ | ۱۵/۲۸ | ۰/۵۵ |

جدول ۲- هزينه‌يابي سامانه برش درخت با اره موتوري

| مشخصه‌هاي هزينه | هزينه‌هاي ثابت (ريال) | | | | هزينه‌هاي متغير (ريال) | | | | نرخ ماشين (ريال) | هزينه كارگري (ريال) | كل هزينه سامانه (ريال) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | استهلاک | سود سرمايه | بيمه و ماليات | هزينه در ساعت كار مفيد | تعمير و نگهداري | سوخت و روغن | زنجير | هزينه در ساعت كار مفيد | | | |
| هزينه (ريال) | ۸۰۴۰۰۰ | ۱۴۸۷۴۰ | ۱۸۴۷۴۰ | ۲۸۲۲۴ | ۵۰۰۰ | ۷۶۰۰ | ۴۰۴۲ | ۱۶۶۴۲ | ۴۴۸۶۶ | ۲۰۸۳۳۳ | ۲۵۳۲۰۰ |

مدل پيش‌بيني زمان برش درخت با اره موتوري

مدل رياضي پيش بيني زمان برش درخت با اره موتوري عبارت‌است از معادله رگرسيون چند متغيره زمان برش يك درخت، به صورت تابعي از متغيرهاي قطر درخت، جهت انداختن درخت و فاصله طي شده بين دو درخت:

رابطه (۲)

$$Y = -۱/۱۱۷۹۶ + ۰/۰۵۳۰۲\ x_1 + ۰/۶۶۸۳۳\ x_2 + ۰/۰۱۶۹۹\ x_3$$

كه در رابطه ۲:

Y= زمان برش يك درخت (دقيقه)؛

$X_1$= قطر درخت (cm)؛

$X_2$= جهت انداختن درخت (با كد ۱: جهت گرايش درخت، ۲: جهت جانبي ميل ۰تا ۹۰ درجه و ۳: خلاف گرايش ۹۰ تا ۱۸۰ درجه)؛

$X_3$= فاصله طي شده بين دو درخت (متر).

جدول ۲ خلاصه جدول تجزيه واريانس مدل رابطه ۲ را نشان مي‌دهد. در جدول ۲ ميزان F بدست آمده، بيانگر اين است كه در سطح $\alpha = ۰.۰۱$، معني دار مي‌باشد و متغيرهاي وارد شده در مدل تا ۷۲/۵ درصد تغيير را نشان مي‌دهند.

جدول ۲- تجزيه واريانس مدل رياضي پيش‌بيني زمان قطع درخت با اره موتوري

| منبع | كل مربعات | درجه آزادي | ميانگين مربعات | $F=\frac{MSK}{MSe}$ | $R^2$ (%) | r | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رگرسيون | ۴۵۲/۳۸ | ۳ | ۱۵۰/۸ | ۱۸۱/۴ | ۷۲/۵ | ۰/۸۵ | ۰/۰۰۰ |
| خطا | ۱۷۱/۲۴ | ۲۰۶ | ۰/۸۳ | | | | |
| كل | ۶۲۳/۶۲ | ۲۰۹ | | | | | |

احراز اعتبار مدل

به منظور احراز اعتبار مدل رياضي پيش بيني زمان برش درخت، سه نمونه از اطلاعات بدست‌آمده از زمان‌سنجي را از داده‌هاي جمع‌آوري شده مربوط به هر منطقه به طور كاملا تصادفي جدا كرده و در تهيه مدل‌ها دخالت نداده، پس از برازش مدل رگرسيوني از آنها براي تعيين اعتبار مدل بهره‌گيري شد. جدول ۳ اطلاعات مربوط به اندازه‌هاي ديده شده، برآورد شده با مدل و دو حد پايين و بالاي دامنه پيش بيني براي سه نمونه در سطح اطمينان ۹۵ درصد نمايش مي‌دهد. در نهايت نتيجه‌گيري شد كه مدل رگرسيوني زمان برش درخت از اعتبار آماري برخوردار است.

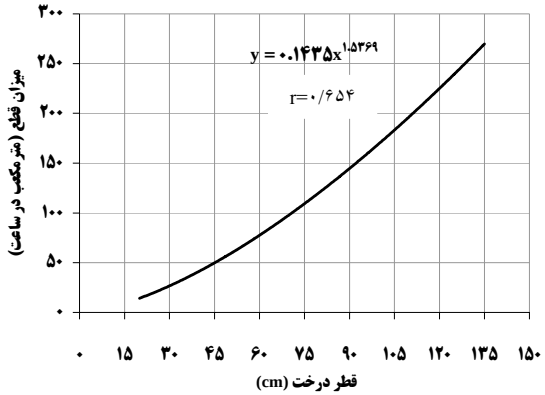
جدول ۳- نمونه اندازه‌گيري شده (مشاهده)، برآورد مشخصه به كمك مدل رگرسيوني و دو حد پايين و بالاي پيش‌بيني در سطح اطمينان ۹۵%

| نمونه | $X_1$ (cm) | $X_2$ (كد) | $X_3$ (m) | زمان مشاهده (دقيقه) | زمان برآورد (دقيقه) | حدود اعتماد | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | حد پايين | حد بالا |
| ۱ | ۶۵ | ۲ | ۴۵ | ۳/۰۱ | ۴/۴۳ | ۲/۴۱ | ۶/۰۲ |
| ۲ | ۲۰ | ۱ | ۸ | ۰/۹۳ | ۰/۷۵ | -۰/۰۷ | ۱/۵۶ |
| ۳ | ۱۱۰ | ۲ | ۸ | ۵/۸ | ۶/۱۸ | ۴/۶۳ | ۷/۷۵ |

محاسبه ميزان توليد سامانه برش درخت با اره موتوري

در اين پژوهش ميزان توليد ساعتي برش درخت با اره موتوري با در نظر گرفتن زمان‌هاي تاخير و بدون آن، به ترتيب برابر ۳۱/۶ مترمكعب در ساعت (۷ درخت در ساعت) و ۶۸/۴ مترمكعب در ساعت (۱۸ درخت در ساعت) است. ميزان توليد ساعتي با احتساب زمان‌هاي تاخير حدود ۴۶ درصد كمتر از توليد خالص برش درخت با اره موتوري

است. بررسي ميزان توليد (مترمكعب در ساعت) برش با اره موتوري نشان مي‌دهد كه با افزايش قطر، ميزان توليد بدون تاخير برش درخت به صورت رابطه تواني افـزايش مـي‌يابـد (شكل ۶).

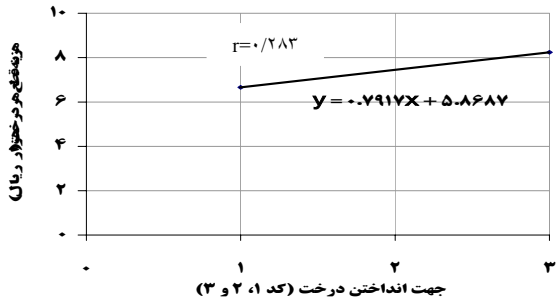



شكل ۶- ميزان تغيير توليد (متر مكعب در ساعت) برش درخت با اره موتوري با قطر درخت (**cm**)

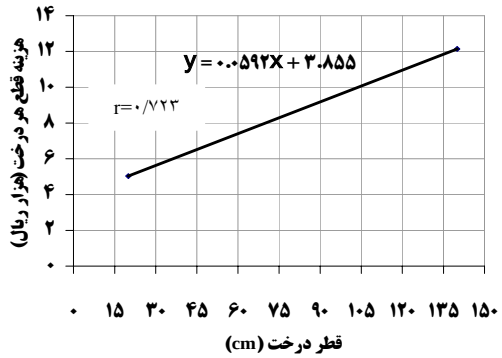
هزينه سامانه برش درخت با اره موتوري

به منظور محاسبه هزينه سامانه از دسـتوركار پيـشنهادي تهيـه طـرح بهـره‌بـرداري سـازمان جنگـل‌هـا و مراتـع و آبخيزداري كشور (۱۳۷۶) بهره‌گيری شـده اسـت. بـا بهـره گيری از اين دسـتوركار، هزينـه سـامانه بـرش كـه از كـل هزينه‌هاي اره موتوري و هزينه كاركنان تشكيل مـي‌گـردد، محاسبه شده است. از تقسيم هزينه سامانه بر ميزان توليـد، مي‌توان هزينه برش واحد توليد (درخـت يـا مترمكعـب) را محاسبه نمود. مبنـاي محاسـبه قيمـت‌هـا بـر پايـه قيمـت ماشين و ديگر لوازم و وسايل در سال۱۳۸۷ است، با توجـه به آب و هواي منطقه و همچنين اشتغال كارگران جنگل به امور ديگر، شمار روزهاي كار ۱۵۰ روز محاسـبه شـد. عمـر مفيد ماشين (اره‌موتوري) ۴ سال، قيمت خريد ۱۲ ميليـون ريال و ضريب بهره‌وري ۸۰ درصد در نظر گرفته شده است. جدول ۲ خلاصه هزينه‌يابي سامانه برش را نشان مـي‌دهـد. گروه اره موتورچي متشكل از سه نفر شـامل اره موتـورچي، كمک اره موتورچي و كارگر همراه مـي‌باشـد. هزينـه واحـد توليد (ريال بر مترمكعب) با احتـساب زمـان‌هـاي تـاخير و بدون احتساب آن، براي برش درخت به ترتيب برابـر ۸۰۰۰ و ۳۷۰۰ ريال بر مترمكعب به‌دست آمـد. هزينـه بـرش هـر درخت با احتساب زمان‌هاي تاخير و بدون احتـساب آن بـه ترتيب برابر با ۳۶۱۷۰ و ۱۴۰۷۰ ريال بـه ازاي هـر درخـت است.

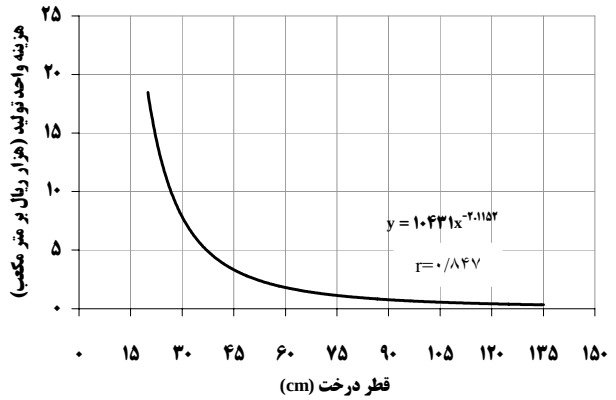
به منظور تعيين اثـر تغييـر متغيـر قطـر درخـت و بـراي انداختن بر روي زمان و هزينه بـرش درخـت بـا ثابـت نگـه داشتن ميانگين ديگر متغيرها و تغيير متغير قطر درخـت و براي انداختن، زمان و هزينه برش بـا اره موتـوري محاسـبه گرديد و نتايج نشان داد كه با افزايش دو متغير بالا، زمان و هزينه برش به صورت خطي افزايش يافته است (شـكل ۷ و ۸). اگرچه هزينه برش به ازاي هر درخت با افزايش قطر بـه تبع افزايش زمان افزايش مي‌يابد ولـي هزينـه واحـد توليـد (مترمكعب) چوب برش شده با افزايش قطر كمتر مي‌شود و به صورت يك تابع نمائي كم شونده اسـت بـه علـت اينكـه هزينه توليد با افزايش حجم سرشكن شده و كاهش مي‌يابد (شكل ۹).




شكل ۷- اثر تغيير جهت انداختن درخت بر روي هزينه برش هر درخت (ريال)




شكل ۸- اثر تغيير متغير قطر درخت بر روي هزينه برش هر درخت (ريال)



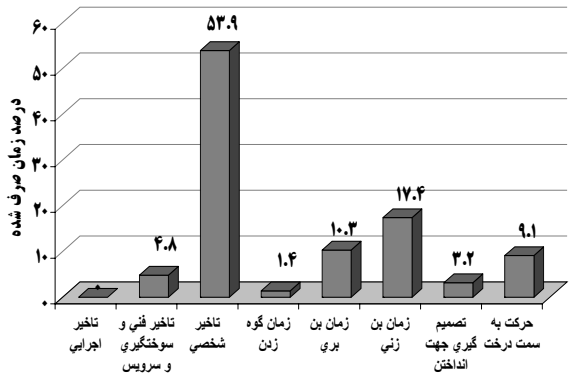

شكل ۹- اثر تغييرات قطر درخت بر روي هزينه واحد توليد (ريال بر مترمكعب)

تجزيه عليت[1]

هر متغيري مانند x از دو راه بر روي متغير وابسته (تابع) اثر مي‌گذارد، يكي اثر مستقيم و ديگري اثر غير مستقيم. اثر مستقيم در واقع مهم‌ترين عامل در اجراي برنامه‌هاي اجرائي مي‌باشد، زيرا با شناخت متغيري كه بيشترين تاثير را در روي تابع دارد، مي‌توان براي كاهش متغير وابسته (در اين پژوهش قطر درخت) از آن بهره برد. اين اثر نشان مي‌دهد كه افزايش يا كاهش در اين متغير اثري بر روي ديگر متغيرها نمي‌گذارد. آزمون تجزيه عليت يا مسير نشان داد كه متغير قطر درخت بيشترين تأثير را بر مدل و زمان برش يك درخت دارد (۷۲ درصد).

تجزيه و تحليل اجزاي برش درخت با اره موتوري

بيشترين زمان صرف شده در يک نوبت برش درخت مربوط به تاخير شخصي، زمان بن زني و زمان بن بري به ترتيب با ۵۳/۹، ۱۷/۴ و ۱۰/۳ درصد است (شكل ۱۰). به طور ميانگين حدود ۴۶ درصد از زمان كار توليدي[2] است. ميانگين زمان خالص يك چرخه كار برش برابر است با ۲/۹۸ دقيقه و ميانگين زمان يك چرخه برش درخت با زمان تاخير برابر با ۷/۲۳ دقيقه است. هرچند نشانه‌گذاري درختان به شيوه تك‌گزيني باعث شده است كه ۹ درصد از زمان يك چرخه كاري صرف پيدا نمودن درخت نشانه‌گذاري شده، شود. تاخيرهاي شخصي كه به طورعمدتا مربوط به زمان‌هاي استراحت و صرف غذا است، بيش از نيمي از زمان چرخه كاري را به خود اختصاص داده است كه مي‌توان با مديريت مناسب اين نوع تاخيرها، به افزايش بازده كار كمك نمود.




شكل ۱۰- درصد زمان صرف شده اجزای يک نوبت برش درخت با اره موتوري با احتساب زمان

بحث

برش درخت با اره موتوري يك عمليات بسيار پيچيده است و عامل‌های بسيار زيادي بر روي توليد و كارآئی برش اثر مي‌گذارند. هرچند بسياري از اين عامل‌ها قابل شناسائي و تعيين نمي‌باشند و حتي بسياري از آنها قابليت كمي شدن را ندارند. در اين پژوهش متغيرهائي كه بيشترين اثرگذاري بر روي زمان برش درخت دارند در نظر گرفته شدند. در بررسی‌های انجام شده (۱۶، ۱۷، ۱۳، ۱۴ و ۱۵)

۱- Path Analysis

۲- Productive work time

متغيرهاي تاثيرگذار بـر روي زمـان بـرش يـك درخـت بـه ترتيب اهميت عبارت‌اند از: قطـر برابـر سـينه، فاصـله بـين درختان، شدت برداشت، نـوع گونـه. در ايـن پـژوهش نيـز عامل‌های موثر و معني‌دار بر روي زمان برش عبارت بودنـد از قطر درخت ( به تنهائي بـيش از ۷۰ درصـد عامـل‌هـا را پوشش مـي‌دهـد)، جهـت انـداختن درخـت و فاصـله بـين درختان. برای انـداختن درخـت بـا در نظـر گـرفتن تمايـل درختـان بـويژه در درختـان بـستر زمـان زيـادي را صـرف مي‌كند كه در بررسی‌های همانندكمتر مدنظر قـرار گرفتـه است كه عمده دليل آن وجود گونه‌هاي پهن برگ بـستر در جنگل‌هاي شمال ايران است.

در اين پژوهش بـر پايـه دسـتوركار بـين‌المللـي در مـورد زمان‌سنجي (۷) زمان سوخت گيـري و تعميـر و نگهـداري جزء زمان كار در نظر گرفته شده است. در بررسی‌های يـاد شده در مرور منابع (۱۳، ۱۷، ۱۵ و ۱۴)، چهار جـزء كـاري براي برش درخت با اره موتوري در نظر گرفتـه شـده اسـت كه شامل حركت به سوی درخت، پيدا كردن درخت، بـرش درخت و سرشاخه‌زني و تاج‌بري است. در اين بررسی، برش درخت به دو جزء بن‌زني و بن‌بري تقسيم شده است و نكته قابل توجه اين است كه عمليات بينه‌بري و سرشاخه‌زني بـه همراه برش درخت انجام نمي‌شـود و اره موتـورچي پـس از برش و انداختن درخـت بـه طـرف درخـت بعـدي حركـت مي‌كند.

برازش هر جزء از برش درخت نسبت بـه متغيـر مـستقل قطر برابر سينه (cm) نشان داده است كه دو جزء بن‌زني و بن‌بري بيشترين ميزان تغييرها را با افزايش قطر برابر سينه درخت دارند در حالي‌كه دو جزء حركت به سوی درخـت و تصميم براي برش درخت داراي تاثيرپذيري كمتري نـسبت به قطر برابر سينه درخت هستند كه نتايج پژوهش لـورتز و همكاران (۱۴) موید اين مطلب است.

ميزان توليد ساعتي با احتساب زمان‌هاي تاخير حدود ۴۶ درصد كمتر از توليد خـالص بـرش درخـت بـا اره موتـوري است. تاخيرهاي شخصي بيش از نيمي از زمان چرخه كاري را به خود اختصاص داده اسـت كـه مـي‌تـوان بـا مـديريت مناسب اين نوع تاخيرها، به افزايش بازده كار و توليد كمك نمود. بررسي ميزان توليد (مترمكعب در ساعت) برش با اره موتوري نشان مي‌دهد كه با افزايش قطر، ميزان توليد بدون تاخير برش درخت به صورت رابطه تواني افـزايش مـي‌يابـد (۱۶، ۱۷، ۱۳، ۱۴ و ۱۵). ميانگين زمان خالص يك چرخـه كار برش برابر است با ۲/۹۸ دقيقـه و ميـانگين زمـان يـك چرخه برش درخت با زمان تاخير برابر با ۷/۲۳ دقيقه است. اره موتورچي بايد فاصله بين درختان را براي يافتن درختان طي نمايد كه اين با توجه به شـدت نـشانه‌گـذاري و شـيوه نشانه‌گذاري تك‌گزيني، سبب افزايش زمـان بـرش درخـت خواهد بود. در هنگام برش درخت سعي شده است كه برش به صورت هدايت شده صورت گيرد و با بهره‌گيری از بن‌زني محاسبه شده و دقيق درخت در برای مناسب انداخته شـود تا كمترين آسيب به چوب تنه و عرصه و زادآوري وارد شود. در مواردي هم براي نيل به اين منظور با بهره‌گيری از گـوه، درخت در جهت‌های جانبي يا خـلاف گـرايش آن انداختـه شد.

هزينه واحد توليد (ريال بر مترمكعب) با احتساب زمان‌هـا تاخير و بدون احتساب آن، براي بـرش درخـت بـه ترتيـب برابر ۸۰۰۰ و ۳۷۰۰ ريال بر مترمكعب بدست آمـده اسـت. هزينه برش هر درخت با احتساب زمان‌هاي تـاخير و بـدون احتساب آن به ترتيب برابر بـا ۳۶۱۷۰ و ۱۴۰۷۰ ريـال بـه ازاي هر درخت است. اگرچه هزينه برش به ازاي هر درخت با افزايش قطر به تبع افزايش زمان افـزايش مـي‌يابـد ولـي هزينه واحد توليد (مترمكعب) چوب برش شده بـا افـزايش قطر كمتر مي‌شود و به صورت يك تابع نمـائي كـم شـونده است به علت اينكه هزينه توليد با افـزايش حجـم سرشـكن شده و كاهش مي‌يابد (شكل ۹).

در اين پژوهش با مشخص كـردن متغيرهـا و عامـل‌هـاي مؤثر در زمان برش، مدل رياضي پـيش بينـي زمـان بـرش درخت در منطقه مشخص شد، به كمك اين مدل مي‌تـوان در هر قطعه‌های با تعيين ميزان ميانگين متغيرهاي مؤثر در مدل، زمان برش را برآورد نموده و بر پايه‌ی آن هزينه‌هـاي برش و امكانات مورد نياز در برنامه‌ريزي كـار را پـيش‌بينـي نمود. نگارنـدگان اميدوارنـد كـه نتـايج ايـن بررسـي مـورد بهره‌گيری علاقمندان و مجريان قـرار گيـرد و ايـن كـار در صورت لزوم در ديگر طرح‌ها جنگلداري شمال كشور به كار برده شود.

## منابع


۱- اعتماد، وحيد. ۱۳۸۱. بررسي كمي و كيفي بذر درخت راش در جنگل‌هاي استان مازندران. رساله دكتري جنگلداري. دانشكده منابع طبيعي. دانشگاه تهران. ۲۵۸ ص.

۲- زبيري، محمود. ۱۳۸۴. آماربرداري در جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۲۳۸. چاپ سوم. ۳۸۵ ص.

ساريخاني، نصرت‌ا.... ۱۳۸۰. بهره‌برداري جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۰۹۹. چاپ دوم. ۷۷۶ ص.

۳- سازمان جنگل‌ها و مراتع كشور، ۱۳۷۶. دستورالعمل تهيه برنامه‌ي بهره‌برداري. ۳۹ ص.

۴- گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، ۱۳۷۴. طرح جنگلداري نخستين تجديدنظر بخش نمخانه جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار نوشهر. دانشكده منابع طبيعي كرج. دانشگاه تهران. ۳۲۰ ص.

۵- نيكوي، مهرداد. ۱۳۸۶. بهينه كردن هزينه‌هاي توليد و كاهش صدمات بهره‌برداري و حمل و نقل به چوب، درخت و جنگل با طراحي بهره‌برداري. رساله دكتري جنگلداري. دانشكده منابع طبيعي. دانشگاه تهران. ۲۱۵ ص.

6- Bjorheden, R. and M.A. Thompson. 1995. An International Nomenclature for Forest Work Study. Paper presented at the XX IUFRO World Congress, Tampere, 6-12 August 1995. Manuscript. 16 p.

7- Conway, S. 1976. Logging practices. Miller Freeman Publication. USA. 465 PP.

8- Dykstra, D.P. and R. Heinrich. 1996. FAO model code of forest harvesting practice. FAO. Rome. 97 PP.

9- FAO, 1976, Harvesting planted forests in developing countries. A manual on techniques, roads, production and costs. FOI: TF-INT 74 (SWE). FAO, Rome.76 PP.

10- Heinimann, H.R. 2004. Forest operation under mountainous conditions. Elseveir 2td. 7p.

11- International Labour Office (ILO), 1998. Safety and health in forestry work. Geneva. Italy. 116 PP.

12- Li, Y., J. Wang, G. Miller and J. McNeel. 2006. Production economics of harvesting small-diameter hardwood stands in central Appalachia. Forest Prod. J. 56(3):81-86.

13- Lortz, D., R. Kluender, W. McCoy, B. Stokes, and J. Klepac. 1997. Manual felling time and productivity in southern forests. Forest Prod. J. 47(10):59-63.

14- Rummer, R. and J. Klepac. 2002. MECHANIZED OR HAND OPERATIONS: WHICH IS LESS EXPENSIVE FOR SMALL TIMBER? Published in Small Diameter Timber: Resource Management, Manufacturing, and Markets proceedings from conference held February 25-27, 2002 in Spokane, Washington. Compiled and edited by D.M. Baumgartner, L.R. Johnson, and E.J. DePuit. Washington State University Cooperative Extension. 268 pp.

15- Sessions, J., 2007. Harvesting operation in the Tropics. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 170 PP.

16- Wang, J., C. Long, J. McNeel and J. Baumgras. 2004. Productivity and cost of manual felling and cable skidding in central Appalachain hardwood forests. Forest Prod. J. 54(12):45-51.

# Manual felling productivity and costs in single selection method (Case study: Namkhaneh District, Kheyroud Forest)

**B. Majnounian[*1], M. Jourgholami[2], M. Zobeiri[3] and J. Feghhi[4]**
[1] Associate prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R.Iran
[2] Ph.D. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R.Iran
[3] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R.Iran
[4] Assistant prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R.Iran
(Received:13 May 2008, Accepted: 27 November 2008)

## Abstract

Tree felling is the most important component among tree harvesting components which has strongly effect on the tree harvesting processes. Manual tree felling is the most labor-intensive component of all harvesting operation and frequently represents a bottleneck in production. This research was carried out in 220 & 225 compartment of Namkhaneh district in Kheyroud Forest. Objectives of this study were time study of tree felling operation, estimating of productivity and costs of chainsaw, developing regression model and estimating crew, machine and budget. Factor affecting total felling time regression model (increasing order of importance) were DBH of harvested tree, direct of felling regard to the lay and inter-tree distance. The hourly production of chainsaw felling with and without delay time were 31.6 $m^3$/h (7 tree/h) & 68.4 $m^3$/h (18 tree/h), respectively. Productivity of chainsaw felling was increasing related to tree DBH as power. The unit cost of chainsaw felling with and without delay time were 8000 and 3700 Rials/$m^3$, respectively. The unit cost decreased as simple exponential equation when DBH of harvested tree increased. Total felling cycle time without delay averaged 2.98 minutes and with delay time averaged 7.23 minutes.

**Keywords:** Tree felling, Time study, Regression model, Production, Cost, Single selection

*Corresponding author: Tel: +98 261 2249312 , Fax: +98 261 2249312 , E-mail: bmajnoni@ut.ac.ir