عملكرد تراكتور كشاورزي و سيستم سنتي در حمل الوار و بهترين تركيب آنها

نجيبه گيلاني‌پور[١]، اكبر نجفي*[٢]، سيدمهدي حشمت‌الواعظين[٣]
[١] دانشجوي كارشناسي ارشد جنگلداري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تربيت مدرس، ايران
[٢] استاديار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تربيت مدرس، ايران
[٣] استاديار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٩/٧/٤، تاريخ تصويب: ٩٠/٦/٢٠)

چكيده

داشتن اطلاعات دقيق در زمينه كارائي سيستم‌هاي چوبكشي جنگل به منظور بهبود وضعيت اقتصادي يک پروژه، براي مديران و پيمانكاران جنگل امري ضروري است. در اين پژوهش عملكرد سيستم‌هاي چوبكشي تراكتور كشاورزي و سنتي (حمل با قاطر) در حمل الوار به منظور تعيين بهترين تركيب اين دو سيستم ارزيابي شده است. براي مطالعه اجزاي كار از روش زمان‌سنجي پيوسته استفاده، تجزيه و تحليل داده‌ها با استفاده از spss١٧ انجام و مدل پيش‌بيني زمان چوبكشي با بكارگيري مدل رگرسيون چندگانه حاصل شده است. در مدل چوبكشي تراكتور كشاورزي متغيرهاي فاصله چوبكشي و شيب و در مدل چوبكشي سنتي متغيرهاي فاصله چوبكشي و اثر متقابل فاصله و شيب به عنوان متغيرهاي مؤثر معني‌دار شده‌اند. ميزان توليد تراكتور كشاورزي و سيستم سنتي ٨/٤٠ و ١/٢٧ مترمكعب در ساعت و هزينه اين دو سيستم به ترتيب ١٥٩٥٧ و ٧٨٤٣٤ ريال به ازاي هر مترمكعب بدست آمده است. بر اساس نتايج بدست آمده بهترين تركيب سيستم سنتي و تراكتور تريلي‌دار در انتقال الوار در صورتي حاصل مي‌شود كه تمامي الوارها تا جايي كه مسير چوبكشي وجود دارد با تراكتور حمل شوند و از سيستم سنتي فقط در جاهايي كه امكان احداث مسير چوبكشي ماشين‌رو نيست استفاده شود كه با اين تركيب ٣٥ درصد از هزينه انتقال الوار كاسته خواهد شد.

واژه‌هاي كليدي: سيستم‌هاي چوبكشي، زمان‌سنجي پيوسته، مدل رگرسيون چندگانه، هزينه ساعتي، توليد ساعتي

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠٩١١-٢١٤٤٤٢١ فاكس: ٠٢٦-٣٢٢٤٩٣١٢ E-mail: a.najafi@modares.ac.ir

مقدمه

بهره‌برداري يک سلسله اقدامات پشت سر هم و زنجيره‌اي است که بايد با نظم و ترتيب معيني به انجام برسد تا به هدف مورد نظر دست يافت. اهداف بهره‌برداري جنگل در واقع انجام طرح‌ها و عملياتي است که به طور عملي و تکنيکي قابل انجام، از لحاظ اقتصادي قابل قبول، از لحاظ محيط زيستي سالم و بي‌خطر و از لحاظ تجاري قابل دستيابي باشد. براي نايل شدن به اين اهداف لازم است بهترين برنامه‌ريزي‌ها صورت گرفته و به طور پيوسته اين برنامه‌ريزي‌ها بهبود بخشيده شود Heinimann (2004).

سرشت کار بهره‌برداري و خصوصيات محصول جنگل ايجاب مي‌کند که امکانات و ماشين‌آلات مختص اين کار مورد استفاده قرار گيرد که معمولا احتياج به سرمايه‌گذاري سنگين دارد Sobhani & Ghasemzade (1989) و Sobhani (1999). سنگيني فوق العاده اين سرمايه‌گذاري دليل موجهي بر توجه و دقت در طراحي و مديريت اجرائي برنامه‌هاي بهره‌برداري است. روش‌هاي مختلفي براي خروج چوب‌آلات از جنگل وجود دارد. تا جنگ جهاني دوم، بهره‌برداري و خروج چوب‌آلات در جنگل‌هاي جهان در بيشتر کشورها به صورت غيرمکانيزه و با نيروي دست و حيوانات انجام مي‌شد. بعد از جنگ جهاني دوم، بهره‌برداري صنعتي از جنگل‌هاي دنيا، به خاطر افزايش تقاضاي چوب در بازارهاي جهاني و توسعه اقتصادي بعد از جنگ گسترش يافت Dykstra (1996) و Miyata (1980). در سال‌هاي اخير سهم چوبکشي با حيوانات در بسياري از کشورهاي در حال توسعه و کشورهاي پيشرفته دوباره در حال افزايش است که يکي از علت‌هاي اصلي آن محدوديت‌هاي زيست‌محيطي است Jourgholami (2008) و Ghafarian (2007). با توجه به محدوديت زمين، هزينه بالا و مسائل زيست‌محيطي استفاده ترکيبي از سيستم‌ها روش مناسبي است. يعني اينکه با توجه به متغيرهاي موجود، چوبکشي به وسيله سيستم‌هاي مختلف به صورت ترکيبي انجام گيرد. بدين ترتيب هر سيستم را بر اساس قابليت‌ها و توانايي آن مي‌توان در جهت استفاده بهينه بکار گرفت.

Ghafarian (2008) توليد و هزينه حمل چوب و ميزان فرآورده‌هاي بدست آمده از تبديل به روش سنتي را در جنگل آموزشي و پژوهشي دانشگاه تهران واقع در خيرود بررسي کرد و نتيجه گرفت که ميزان توليد در حمل چوب‌هاي هيزمي ۲/۱۳ مترمکعب در ساعت، حمل چوب‌هاي هيزمي با وسيله ويژه V مانند (که مخصوص چوبکشي با حيوانات است) ۳/۲۷ مترمکعب در ساعت و براي چوب‌هاي کاتيني ۱/۲۴ مترمکعب در ساعت بود. هزينه حمل چوب بر پايه قرارداد پيمانکار مربوطه براي چوب‌هاي هيزمي ۱/۰۲ دلار در مترمکعب، براي چوب‌هاي کاتيني ۱/۲۸ دلار در مترمکعب بوده است.

Naghdi (2005) عملکرد اسکيدر چرخ لاستيکي تيمبرجک مدل ۴۵۰c را در سري ۹ جنگل شفارود در شمال ايران مورد بررسي قرار داد و به اين نتيجه رسيد که بهترين مدل زمان انجام کار به صورت تابعي از متغيرهاي مستقل حجم بار در هر نوبت، فاصله چوبکشي، مسافت وينچ کردن بار و تعداد گرده‌بينه در هر نوبت چوبکشي است. ميزان توليد با و بدون تأخير به ترتيب ۱۰/۵۶ و ۱۳/۳۸ مترمکعب در ساعت است. هزينه تيمبرجک با احتساب زمان‌هاي تأخير ۳۲۹۹۵ ريال به ازاي هر مترمکعب و هزينه بدون احتساب زمان تأخير ۲۶۶۵۳ ريال به ازاي هر مترمکعب است.

عمليات چوبکشي تيمبرجک ۳۸۰ در يک منطقه‌ي جنگل‌کاري شده کاج راديياتا بررسي شد و ميزان توليد تيمبرجک در خاک خشک ۱۰/۱ مترمکعب و در خاک مرطوب ۵/۲ مترمکعب بدست آمده است. با بررسي فازهاي مختلف عمليات نشان داده شد که زمان کل هر سيکل کاري، با سرعت تراکتور در حال حرکت بدون بار، حجم بار حمل شده و فاصله چوبکشي رابطه خطي دارد Curro Verani and (2001).

Wang (1999) امتيازها و معايب چوبكشي با حيوانات در مقايسه با چوبكشي با ماشين را در منطقه يانگ چين بررسي كرد. امتيازهاي روش سنتي شامل اثرگذاري كم بر روي خاک، صدمه كم به توده باقيمانده و نهال‌هاي جوان، نداشتن آلودگي شيميايي، انعطاف‌پذيري زياد و معايب آن توليد كم، سرعت پايين، محدوديت از نظر شيب، محدوديت دسترسي در زمين‌هاي سنگي و مردابي، حساسيت زياد به شرايط بد آب و هوائي برشمرده شد. Wang (1997) نيز عمليات چوبكشي در دو روش با در نظر گرفتن عواملي مانند ميانگين حجم چوب از ٠/٢ تا٠/٦ مترمكعب و حجم قطع در هكتار ٢٠ تا ٦٠ مترمكعب و شيب ١٥ تا ٢٧ درصد را مورد بررسي قرار داد و فاصله چوبكشي به عنوان مهم‌ترين متغير شناخته شد. نتايج نشان داد كه اگر فاصله چوبكشي تا ١٧٦٩ متر باشد چوبكشي حيواني اقتصادي‌تر است و در غير اين صورت چوبكشي ماشيني بهتر است.

تراكتور كشاورزي[1] از جمله ماشين‌هايي است كه در امر انتقال چوب در جنگل‌هاي شمال ايران استفاده مي‌شود. تاكنون مطالعه‌اي در مورد تراكتور كشاورزي، ميزان توليد و هزينه آن گزارش نشده است. مطالعاتي كه در زمينه ارزيابي سيستم‌هاي چوبكشي در جنگل انجام شده است، در مورد عملكرد اسكيدرهاي مختلف مخصوصا تيمبرجک بوده است. همچنين هيچ مطالعه‌اي در مورد تركيب سيستم‌هاي سنتي و تراكتور كشاورزي در عمليات حمل و خروج چوب در كشور صورت نگرفته است. اين مطالعه، به منظور ارزيابي عملكرد تراكتور كشاورزي و قاطر در حمل الوار و نيز تعيين بهترين تركيب بكارگيري آن انجام شده است.

مواد و روش‌ها

تحقيق حاضر در پارسل ٣٠٣ (چوبكشي رو به بالا) جنگل آموزشي-پژوهشي دانشگاه تربيت مدرس انجام شده است. طول جغرافيايي منطقه بين "٣٦°٣١'٥٦ شمالي و "٣٦°٣٢'١١ و عرض جغرافيايي از "٥١°٤٧'٥٦ شرقي تا "٥١°٤٧'٤٩ شرقي مي‌باشد. متوسط ارتفاع از سطح دريا ٦٥٠ متر است. مساحت اين پارسل ٩٢ هكتار است كه حدود ٦٠ درصد آن قابل بهره‌برداري است. ميزان بارندگي بر اساس آمار نزديكترين ايستگاه هواشناسي موجود (ايستگاه هواشناسي نوشهر) ١٣٠٨ ميليمتر است. تيپ جنگلي در پارسل ٣٠٣ راش-انجيلي به همراه ساير گونه‌ها مي‌باشد. طول مسير چوبكشي در اين پارسل ٥٠٠ متر بوده و زمان‌سنجي در فصول بهار و تابستان انجام شده است. در پارسل مورد مطالعه ٥٠٠ متر مسير چوبكشي وجود دارد و در اين مسير, حمل الوار با تراكتور كشاورزي انجام شده است. در ساير مناطق پارسل كه امكان دسترسي به مسير به وجود نداشت, چوبكشي با قاطر از محل قطع تا دپو انجام شده بود. در واقع تا فاصله ١٤٠٠ متر هم چوبكشي با قاطر صورت گرفت.

مطالعه زماني

در اين مطالعه دو سيستم حمل الوار با قاطر و تراكتور كشاورزي بررسي شد. گروه كاري در سيستم سنتي (حمل الوار با قاطر) اغلب شامل چند قاطر، يک نفر مسئول بارگيري و يک نفر مسئول هدايت حيوان به طرف دپو و تخليه بار بوده است. عمدتا" چند قاطر به صورت گروهي با ريسمان‌هايي به هم متصل مي شدند. در سيستم تراكتور يک راننده و يک كارگر جهت بارگيري مشغول فعاليت بودند. مشخصات فني تراكتور در جدول ١ نشان داده شده است.

[1] Farm tractor

جدول ١- مشخصات فني تراكتور كشاورزي مدل ٨٥٠٢ دو ديفرانسيل

طول	عرض	ارتفاع	قدرت موتور	مصرف سوخت
٣/٨ متر	٢/١ متر	٢/٥٢ متر	٨٠/٥ اسب بخار	٨ ليتر در ساعت

در اين بررسي به منظور ارزيابي عملكرد ماشين از روش زمان‌سنجي پيوسته[1] استفاده شد كه روش دقيقي و مناسبي براي بررسي‌هاي علمي مي‌باشد Pirbavaghar et al. (2007). در اين روش ابتدا كار به اجزاي آن تقسيم و سپس زمان اجزاي يک چرخه‌كاري اندازه‌گيري شده است. در هنگام زمان‌سنجي، زمان‌هاي مربوط به تأخيرهاي مختلف كاري نيز اندازه‌گيري و علل آنها ثبت گرديدند. هر چرخه كار حمل الوار شامل حركت خالي به سمت محل قطع از دپو، استقرار، بار زدن، حركت با بار و تخليه است.

براي تعيين تعداد نمونه مورد نياز با آماربرداري مقدماتي و تعيين واريانس زمان حمل بدون تأخير و با احتساب اينكه در سطح ٩٥ درصد، دقت مورد نظر ١٠ درصد ميانگين زمان حمل چوب است، از فرمول زير استفاده شده است.

$$N = \frac{t^2 * s^2}{E^2} \qquad (١$$

N: تعداد نمونه، t: ضريبي كه به تعداد نمونه و سطح اعتماد موردنظر بستگي دارد و از جدول t بدست مي‌آيد، s : انحراف معيار بدست آمده از آماربرداري مقدماتي، E: دقت موردنظر است.

ارائه مدل پيش‌بيني زمان چوبكشي

مدل پيش‌بيني زمان چوبكشي يک مدل رگرسيون چند متغيره است كه در آن متغيرهايي كه بر مقدار توليد (تابع) اثرگذار هستند، در مدل معني‌دار مي‌شوند. به منظور صرفه جويي در وقت و هزينه، سعي شده است كه در تهيه مدل‌ها تا حد امكان مشخصه‌هايي كه بيشترين تأثير را بر مدل مي‌گذارند و قبل از انجام عمليات قابل برآورد هستند (قابل برآورد بودن مشخصه ها اين امكان را فراهم مي سازد كه بتوان مدل بدست آمده را در پارسل‌هاي ديگر به‌كار گرفت) در نظر گرفته شوند. در اين پژوهش، متغيرهاي تأثيرگذار احتمالي همانند فاصله چوبكشي و شيب مسير در هر نوبت چوبكشي مورد اندازه‌گيري قرار گرفتند. حجم و تعداد الوار حمل شده در هر نوبت تقريبا برابر بوده است. در مورد قاطر در هر نوبت ٢ الوار و تراكتور ۴٠ الوار حمل مي شد. درنتيجه تعداد و حجم الوار به عنوان متغيرهاي تأثيرگذار در مدل در نظر گرفته نشده‌اند. تجزيه و تحليل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS١٧ انجام شده است. براي ساخت مدل چوبكشي سيستم‌ها از رگرسيون گام به گام[2] استفاده شده است.

ميزان توليد و هزينه سيستم‌ها

ميزان توليد از نسبت متوسط حجم چوب خارج شده به زمان بدست مي‌آيد. هزينه هر سيستم شامل هزينه ماشين و هزينه كارگري است. هزينه تراكتور كشاورزي بر اساس دستورالعمل اتريش محاسبه شده است:

$$S = \frac{p}{e^{(r+d).t}}$$

١- قيمت خريد دستگاه (P)

[1] Continuous Time Study

[2] Stepwise Regression

٢- قيمت اسقاطي (S): $r=r^1-i$, $d=\frac{1}{N}*100$,

d: نرخ استهلاک، i: نرخ تورم، r^1: نرخ اسمي تنزيل، r: نرخ واقعي تنزيل، N: عمر مفيد ماشين، سال t=١٠

٣- ساعات کار برنامه‌ريزي شده (SH): ٨ ساعت در روز

۴- ساعات کار مفيد (PH): ۶ ساعت در روز

۵- ضريب بهره‌وري (U): $U=(PH/SH)\times 100$

۶- عمر مفيد ماشين (N): ٢٠ سال

٧- متوسط ارزش سرمايه‌گذاري (A): $A=[\{(P-S)*(N+1)\}/2N]+S$

٨- استهلاک (D) $D=a.\frac{r.(1+r)^t}{(-1)+(1+r)^t}$ $\alpha=P-S$

r: نرخ واقعي تنزيل، P: قيمت خريد، S: قيمت اسقاطي، t=١٠ سال

٩- سود سرمايه بانکي (I): $I=A*r$

١٠- بيمه و ماليات (T): $T=(D+I)*10\%$

١١- مجموع هزينه‌هاي ثابت در ساعت‌هاي کار مفيد (TFC/PH): $TFC/PH=(D+I+T)/PH$

١٢- مجموع هزينه‌هاي تابت در ساعات کار برنامه‌ريزي شده (TFC/SH): $TFC/SH=(D+I+T)/SH$

١٣- هزينه‌هاي جاري (متغير) (OC):

١٣-١- هزينه نگهداري و تعميرات با نرخ (F=0.9)(MR): $MR=[(P-S)/(N*PH)]*F$

١٣-٢- سوخت، روغن و گريس در ساعت (FLC): بر اساس اندازه‌گيري مصرف واقعي ماشين در حين کار محاسبه و هزينه روغن برابر ٢٠% هزينه سوخت مي‌باشد.

١٣-٣- هزينه تاير (t): ساعات عمر تاير/[قيمت تاير*(1+r)]

١٣-۴- هزينه تريلي (k): ساعات عمر تريلي/[قيمت تريلي*(1+r)]

جمع کل هزينه‌هاي جاري: $TOC=MR+FLC+t+k$

١۴- هزينه‌هاي کارگري (LC)

١۵- نرخ ماشين (MRH): $MRH/PH=TFC+TOC$

در محاسبه هزينه سيستم سنتي نيز از دستورالعمل فوق استفاده مي‌شود، با اين تفاوت که در سيستم سنتي قيمت اسقاطي وجود ندارد. عمر مفيد قاطر ۵ سال و هزينه جاري آن شامل هزينه خوراک، هزينه نعل و پالان مي‌باشد.

تعيين بهترين ترکيب سيستم‌ها

براي تعيين بهترين ترکيب سيستم‌ها، ابتدا منطقه مورد نظر به فواصل ١٠٠ متري تقسيم‌بندي شده و در هر طبقه، با استفاده از متوسط ارزش متغيرهايي که در مدل چوبکشي هر سيستم معني‌دار شده‌اند (ارزش‌ها بر اساس داده‌هاي حاصل از زمان‌سنجي بدست آمده است)، زمان چوبکشي بدست آمده و هزينه به ازاي هر متر مکعب در هر کلاسه فاصله چوبکشي محاسبه شده است. هزينه دو سيستم در هر کلاسه فاصله چوبکشي با هم مقايسه شده و سيستمي که هزينه کمتري دارد به عنوان سيستم برتر در آن فاصله چوبکشي انتخاب شده و در مجموع ترکيبي از سيستم‌ها که کمترين هزينه چوبکشي به ازاي هر مترمکعب چوب را داشته باشند، به عنوان بهترين ترکيب سيستم براي چوبکشي انتخاب شده است.

نتايج

با استفاده از رابطه ١ تعداد نمونه مورد نياز يراي ارائه مدل رگرسيوني در سيستم حمل الوار با قاطر و تراکتور کشاورزي به ترتيب ۵٣ و ۶٩ نوبت کاري برآورد گرديد.

نتايج حاصل از زمان‌سنجي اجزاء مختلف چوبکشي دو سيستم حمل الوار با تراکتور کشاورزي و قاطر در جدول ٢ ديده مي‌شود. در سيستم حمل الوار با قاطر و تراکتور کشاورزي به ترتيب حرکت خالي و بارگيري بيشترين درصد زمان هر سيکل چوبکشي را تشکيل مي‌دهند.

جدول ٢- زمان و درصد اجزاي هر سيكل چوبكشي در دو سيستم حمل الوار با قاطر و تراكتور كشاورزي

سيستم	زمان	حركت خالي	استقرار	بارگيري	حركت با بار	تخليه	تأخير فني	زمان كل
قاطر	ثانيه	۴۰۹	۱۹۱	۱۴۵	۳۹۱	۵۲	-	۱۱۸۹
	درصد	۳۴	۱۶	۱۲	۳۳	۵	-	۱۰۰
تراكتور كشاورزي	ثانيه	۱۰۳۹	۲۵	۱۶۳۲	۱۰۳۷	۲۵	۳۱۰	۳۸۷۷
	درصد	۲۶/۸	۰/۶۴	۴۲/۱۱	۲۶/۷۶	۰/۶۶	۳/۰۱	۱۰۰

در حين زمان‌سنجي حمل الوار با تراكتور كشاورزي، سه نوع تأخير فني، شخصي و اجرائي شناسايي شده، كه از بين آنها تأخير شخصي مؤثرترين نوع تأخير در افزايش زمان چوبكشي با اين سيستم مي‌باشد. در حمل الوار با سيستم سنتي تأخيري مشاهده نشده است.

جدول ٣- زمان و درصد تأخيرها تراكتور كشاورزي

زمان	تأخير شخصي	تأخير اجرائي	تأخير فني	زمان كل تأخيرها
دقيقه	۱۵۱/۱۳	۸۱/۲۱	۱۳۴/۳۳	۳۶۶/۶۸
درصد	۴۱/۲۱	۲۲/۱۴	۳۶/۶۳	۱۰۰

متغيرهاي فاصله چوبكشي و شيب در هنگام زمان‌سنجي در هر دو سيستم اندازه‌گيري شده‌اند كه نتايج آن در جدول ۴ آمده است. تعداد الوار و حجم آن در همه سيكل‌هاي چوبكشي در هر سيستم تقريبا با هم برابر بوده و به همين دليل اين متغيرها وارد مدل نشده‌اند. حجم كل الوار حمل شده در طول زمان‌سنجي با تراكتور كشاورزي و قاطر به ترتيب ۶۰۶ و ۲۲ مترمكعب بوده است.

جدول ۴- متغيرهاي اندازه‌گيري شده در طول زمان‌سنجي

سيستم	متغير	تعداد	متوسط	چارک اول	ميانه	چارک سوم	ماكزيمم	مينيمم
قاطر	فاصله چوبكشي (متر)	۵۳	۶۰۱	۱۸۵	۶۳۹	۹۱۷	۱۳۲۱	۵۰
	شيب (درصد)	۵۳	۲۰	۱۵/۵	۱۸	۲۵	۳۲	۳
تراكتور كشاورزي	فاصله چوبكشي (متر)	۶۹	۳۲۹	۲۳۱	۴۰۷	۴۲۴	۴۶۵	۴۰
	شيب (درصد)	۶۹	۱۷/۴۲	۱۲/۹۵	۱۶/۷۸	۱۸/۹۳	۲۵/۵۸	۴/۸۷

با استفاده از مدل رگرسيوني چندمتغيره مرحله‌اي، مدل رياضي پيش‌بيني زمان مورد نياز براي قاطر در حمل الوار به صورت زير بدست آمده است:

$Y=۶/۱۱۱+۰/۰۰۱DS+۰/۰۲۷RD^{۲}=۰/۸۱$

Y= زمان چوبکشي (دقيقه)

D= فاصله چوبکشي (متر)

DS= فاصله چوبکشي*شيب

مدل رياضي پيش‌بيني زمان حمل الوار با تراکتور کشاورزي نيز به صورت زير بدست آمده است:

$Y=۴۰/۷۹+۰/۰۳D+۰/۲۲۵RS^{۲}=۰/۸۴$

Y= زمان چوبکشي (دقيقه)

D= فاصله چوبکشي (متر)

S= شيب (درصد)

جدول آناليز واريانس ANOVA هر دو سيستم چوبکشي در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- جدول آناليز واريانس **ANOVA** مدل رگرسيوني تراکتور کشاورزي و قاطر در حمل الوار

سيستم	مدل	مجموع مربعات	درجه آزادي	ميانگين مربعات	F	sig
قاطر	رگرسيون	۲۲۳۹/۳۹	۲	۱۱۲۲/۳۹	۱۱۲/۸۴۳	۰/۰۰۰
	باقيمانده	۵۰۲/۷۱	۵۰	۹/۹۴۷		
	مجموع	۲۷۴۲/۱۰۹	۵۲			
تراکتور کشاورزي	رگرسيون	۱۰۶۲۲/۵۵	۱	۵۳۱۱/۲۷	۱۸۱/۰۹	۰/۰۰۰
	باقيمانده	۱۹۳۵/۷۴	۶۷	۲۹/۳۳		
	مجموع	۱۲۵۵۸/۲۹	۶۸			

در هر دو مدل ضريب تبيين بيشتر از ۰/۸۰ نشان مي‌دهد که مدل‌هاي برازش شده، تا حد زيادي تغييرات متغيرها را نشان مي‌دهند. شيب مسير در مدل حمل الوار با قاطر معني‌دار نشده، ولي در مدل حمل الوار با تراکتور معني‌دار شده است.

ميزان توليد و هزينه تراکتور کشاورزي و قاطر در حمل الوار:

در اين تحقيق ميزان توليد قاطر ۱/۲۷ مترمکعب در ساعت اندازه گيري شده است. همچنين ميزان توليد خالص تراکتور کشاورزي در ساعت ۸/۴۰ مترمکعب و توليد ناخالص ۷/۷۵ مترمکعب در ساعت محاسبه شد. يعني در اثر تأخير ۷/۷۳ درصد از ميزان توليد کاسته مي‌شود.

هزينه سيستم شامل هزينه‌هاي ثابت و متغير است که در جدول زير محاسبه شده است (جدول ۶):

جدول ۶- هزينه سيستم سنتي و تراکتور کشاورزي در حمل الوار

عنوان هزينه	نوع هزينه	هزينه قاطر (ريال)	هزينه تراکتور کشاورزي (ريال)
استهلاک	ثابت	۱۶۶۹۸۹۷	۸۳۶۷۲۴۷
سود سرمايه	ثابت	۱۸۰۰۰۰	۲۲۸۵۹۸۴
بيمه و ماليات	ثابت	۱۸۴۹۸۹	۱۰۶۵۳۲۳
مجموع هزينه ثابت در ساعات کار مفيد	ثابت	۱۶۹۵	۹۷۶۵
مجموع هزينه ثابت در ساعات برنامه‌ريزي شده	ثابت	۱۲۷۱	۷۳۲۴

ادامه جدول ۶- هزينه سيستم سنتي و تراکتور کشاورزي در حمل الوار

عنوان هزينه	نوع هزينه	هزينه قاطر (ريال)	هزينه تراکتور کشاورزي (ريال)
تعميرات	متغير	-	۳۱۲۵۰
سوخت (خوراک)	متغير	۲۱۳۱۲	۱۴۳۲۵
لاستيک (نعل)	متغير	۱۰۶۲	۲۳۹۰
تريلي (پالان)	متغير	۲۳۰۲	۳۱۸۷
مجموع هزينه جاري	متغير	۲۴۶۷۶	۵۱۱۵۲
هزينه کارکنان	متغير	۷۳۱۲۵	۷۳۱۲۵
هزينه کل سيستم	ثابت و متغير	۹۹۴۹۶	۱۳۴۰۴۳

در زمان انجام اين پژوهش قيمت يک دستگاه تراکتور ۱۵۰ ميليون ريال، قيمت هر قاطر ۱۵ ميليون ريال، تعداد روز کاري ۲۰۰ روز در سال، نرخ واقعي تنزيل ۲ درصد و نرخ تورم ۱۶ درصد مي‌باشد.

هزينه توليد قاطر در حمل الوار:

ريال در هر مترمکعب۷۸۴۳۴= (۱/۲۷)/۹۹۴۹۶= ميزان توليد / هزينه سيستم

هزينه توليد تراکتور کشاورزي در حمل بدون احتساب تأخير:

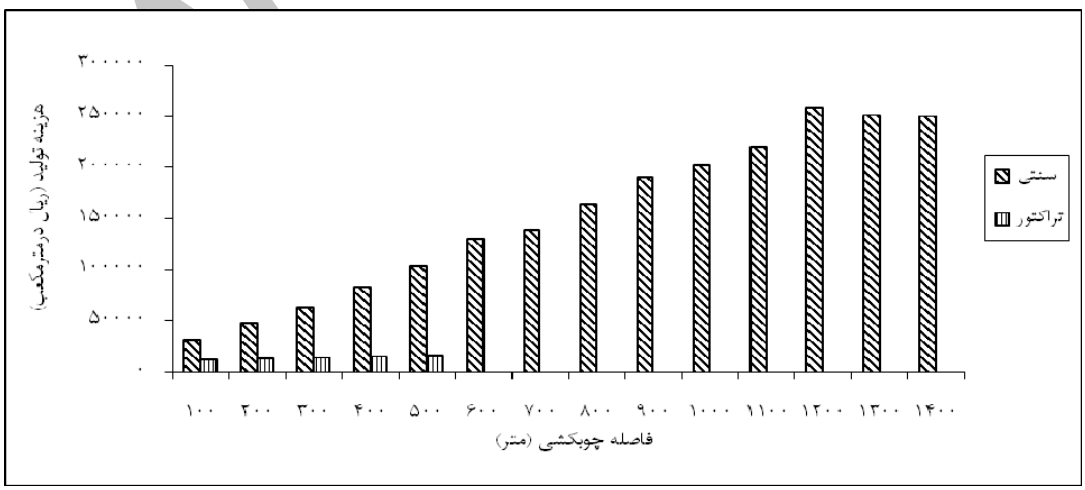
ريال در هر مترمکعب ۱۵۹۵۷ = (۸/۴۰)/ ۱۳۴۰۴۳= ميزان توليد بدون تأخير/ هزينه سيستم

هزينه توليد تراکتور کشاورزي در حمل الوار با احتساب زمان تأخير:

ريال در هر مترمکعب۱۷۲۹۴ = (۷/۷۵)/۱۳۴۰۳۴= ميزان توليد با تأخير/ هزينه سيستم

تعيين بهترين ترکيب سيستم‌هاي چوبک‌شي تراکتـور و قاطر براي حمل الوار

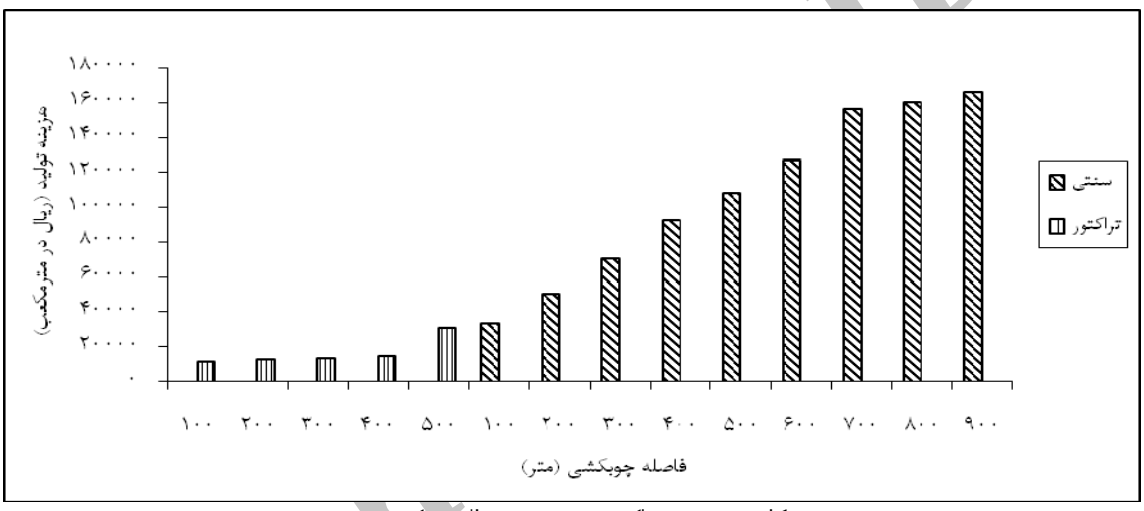
عملکرد دو سيستم تراکتور کشاورزي و قاطر در پارسل ۳۰۳ با هم مقايسه شده است تا بهترين ترکيب بکارگيري آنها تعيين شود. نتايج حاصل از بررسي اين دو سيستم در شکل‌هاي ۱و۲ آمده است. در اين پارسل حدود ۵۰۰ متر مسير چوبکشي وجود دارد.



شکل ۱- هزينه توليد هر متر مکعب الوار با دو سيستم

همانطور كه در شكل ١ ديده مي‌شود، هزينه سيستم سنتي به ازاي هر مترمكعب الوار بيشتر از تراكتور است. بنابراين اگر تمامي الوارها تا جايي كه مسير چوبكشي وجود دارد با تراكتور حمل شود و سيستم سنتي فقط در جاهايي كه مسير وجود ندارد و امكان احداث مسير نيست فعاليت كند، بهترين تركيب سيستم سنتي و تراكتور تريلي‌دار در انتقال الوار حاصل مي‌شود. نتيجه حاصل از بهترين تركيب اين دو سيستم در شكل ٢ آمده است.

اگر چنين تركيبي در جنگل بكارگرفته شود به ازاي هر مترمكعب الوار ۴۰۶۹۷ ريال از هزينه خروج الوار از عرصه كاسته خواهد شد. به عبارتي اگر در جاهايي كه مسير وجود دارد حمل الوار با تراكتور انجام گيرد و در ساير نقاط، كشيدن الوار با قاطر باشد، با اين تركيب ٣٥ درصد از هزينه انتقال الوار كاسته خواهد شد.



شكل ٢- هزينه تراكتور و سنتي در حالت تركيب بهينه

بحث و نتيجه‌گيري

در سيستم سنتي حركت خالي و حركت با بار بيشترين درصد زمان هر نوبت چوبكشي را تشكيل مي‌دهند كه با نتايج Ghafarian (2007) و Jourgholami (2008) مطابقت دارد. اين امر نشان دهنده زياد بودن فاصله چوبكشي در بكارگيري اين سيستم است. بنابراين به منظور كاهش زمان و هزينه، بايد از اين سيستم در فواصل چوبكشي كمتر استفاده شود. در سيستم حمل الوار با تراكتور كشاورزي بيشترين زمان مربوط به بارگيري است. چون براي استفاده از حداكثر ظرفيت تراكتور، الوارها بايد بر روي تريلي چيده شوند و از طرف ديگر الوارها در طول مسير پراكنده هستند. از اينرو بارگيري در مدت زمان بيشتري انجام شده است. همچنين بدليل اينكه تراكتور كشاورزي چرخ لاستيكي است، سرعت قابل ملاحظه‌اي دارد و زمان حركت خالي و با بار در اين ماشين كمتر از زمان بارگيري مي‌باشند. مدت زمان استقرار در سيستم سنتي بيشتر از تراكتور كشاورزي است. زيرا برخلاف تراكتور امكان متوقف كردن قاطر در يک نقطه وجود ندارد و مهار كردن قاطر براي استقرار در كنار الوار مدتي به طول مي‌انجامد.

در مدل پيش‌بيني زمان چوبکشي سيستم سنتي، عامل شيب معني‌دار نشده است که با نتايج مطالعه Ghafarian (2008) که در مورد حمل هيزم و کاتين بوده مغايرت دارد و با نتيجه Jourgholami (2008) که در مورد حمل الوار با قاطر است مطابقت دارد. متوسط شيب در مسير حمل الوار با قاطر ۲۰ درصد بوده است و اين ميزان شيب براي قاطر محدود کننده نيست. فاصله چوبکشي در مدل چوبکشي حمل الوار با قاطر معني‌دار شده است که با نتايج Ghafarian (2008) و Jourgholami (2008) مطابقت دارد. زيرا با افزايش فاصله چويکشي بدليل خسته شدن حيوان، سرعت حرکت آن کم شده و بازدهي آن کاهش مي‌يابد.

هزينه ساعتي تراکتور کشاورزي از قاطر بيشتر است. زيرا هزينه ثابت و متغير اين سيستم نسبت به قاطر بيشتر است. اما از آنجايي که تراکتور در هر نوبت چوبکشي مي‌تواند حدود ۴۰ الوار حمل کند، در نتيجه ميزان توليد آن نسبت به قاطر بالا بوده و هزينه حمل هر مترمکعب الوار به وسيله تراکتور کشاورزي کمتر از قاطر است. ميزان توليد الوار با سيستم سنتي ۱/۲۷ مترمکعب بدست آمده است که با ميزان توليد حمل الوار با قاطر در مطالعه Jourgholami (2008) تقريبا برابر است.

تراکتور کشاورزي در داخل کشور توليد مي‌شود و در مقايسه با ساير ماشين‌آلات مورد استفاده براي امر چوبکشي در جنگل، قيمت خريد آن پايين‌تر است و با توجه به اينکه ميزان توليد تراکتور نسبت به قاطر بيشتر است، بنابراين استفاده از تراکتور براي حمل الوار بمراتب اقتصادي تر است و توصيه مي‌شود در جاهايي که مي‌توان براي حمل الوار از تراکتور استفاده کرد، اين سيستم جايگزين سيستم سنتي شود و از سيستم سنتي در جاهايي استفاده شود که امکان احداث مسير چوبکشي وجود ندارد. به عبارتي ديگر حمل الوار تا کنار مسير چوبکشي با قاطر و بر روي مسير با تراکتور کشاورزي انجام شود. در عين حال لازم است پژوهش هايي در ارتباط با تخريب و تعداد روزهاي قابل کار اين دو سيستم نيز صورت پذيرد.

References

- Curro, P., S. Verani, 2001. On the maximum skidding output of the Timberjack 380 Forest Tractor, Journal of Forest Engineering, 1(2): 35-39.
- Damerow, G., 1994. Logging the new fashioned way, Mother Earth News, Issue 143, p 291-99.
- Dykstra, D.P., R. Heinrich, 1996. FAO model code of forest harvesting practice, Italy, Rom. 59 p.
- Ghafarian, M., 2007. Study of log production and cost of log transportation by mules and the amount of products through traditional processing method, Journal of the Iranian Natural Resources, 60(2): 493-504.
- Ghafarian, M., T. Durston, H. Sobhani, M. Mohajer, 2008. Mule logging in Northern Forests of Iran: A study of productivity, Cost and damage to soil and seedlings, Croatian Journal of Forest Engineering, p 67-75.
- Heinimann, H.R., 2004. Forest operation under mountainous conditions, Elseveir 2td, 7pp.
- Jourgholami, M., B. Majnoonian, M. Zobayri, J. Feghhi, 2008. Evaluation performance mule for transport timber in two aspect upward and downward (Case study: Kheirood Kenar Forest), Journal of the Iranian Natural Resources, 61(3), pp 625-636.
- Miyata, E.S., 1980. Determining fixed and operating costs of logging equipment, USDA Forest Service. Genaral Thechnical Report.
- Naghdi, R., 2005. Survey efficiency Timberjak 450c in Shafarood of Gilan Forest, Journal of the Iranian Natural Resources, 57: 675-687.

- Pirbavaghar, M., H. Sobhani, J. Feghhi, A.A. Darvishsefat, M. Mohadjer, 2007. Study of productivity and cost of Timberjak 450c in two aspect skidding in synthetic utilization system (Case study: Kheirood Kenar Forest), Journal of the Iranian Forest and Populus Researchs, 15 (4): 374-385.

- Sobhani, H., R. Ghasemzade, 1989. Survey factors effective on a rubber wheel of machine, Journal of the Iranian Natural Resources 43: 53-64.

- Sobhani, H., 1999. Utilization plan review secondry Namkhane part of kheyroodkenar Experimental Forest. Natural resources of Karaj college. Tehran university.

- Wang, L., 1997. Assessment of animal skiding and ground machin skiding under mountain Conditions, Journal of Forest Engineering, p 57-64.

- Wang, L., 1999. Environmentally sound timber extracting techniques for small tree harvesting, Presentation at the 1999 ASAE Annual Intrenational Meeting Sponsored by ASAE, Toronto, Canada, 7 pp.

Optimum combination of animal and farm tractor skidding systems in wood harvesting

N. Gilanipoor[1], A. Najafi[2], S.M. Hesmatollvaezin[3]
[1] Forestry graduate student, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modarres University
[2] Forestry Department, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modarres University
[3] Forestry Department, Faculty of Natural Resources of karaj, Tehran University
(Received: 26 September 2010, Accepted: 11 September 2011)

Abstract

Having accurate information regarding to performance of skidding operations is essential to improve the economic status of a project for forest managers and contractors. The current study assessed the performance of farm tractor and mule logging systems to determine optimum combination of them. For this purpose continuous time study was used. The production model was developed using multiple regression model. Independent effective variables on farm tractor productivity were identified as skid trail slope and skidding distance and for animal system productivity the effect of skidding distance and interaction of distance and slope were significant. Productivity rate of farm tractor and animal skidding were 8.40 and 1.27 m^3/hr, respectively. Costs of farm tractor and mule system were estimated 15,957 and 78,434 Rials per cubic meter, respectively. The results indicated that to reach best combination of two systems, timber must be transported as far as possible on skid trails by tractor, in this case total skidding cost will be reduced by 35%. Animal skidding system still must be limited in area where there is impossible to construct skid trail.

Key words: Skidding systems, Animal skidding, Farm tractor, Continuous time study, Multiple regression model, Hour cost, Hour productivity.

*Corresponding author: Tel: +98 191 3251665 Fax: +98 26-32249312 E-mail: a.najafi@modares.ac.ir