# طراحی شبکه حمل ونقل و تعیین ماشین‌آلات مناسب در جنگل تحقیقاتی"واز"

علی اقتصادی[1]، هوشنگ سبحانی[2] و نصرت‌ا... رأفت نیا[3]

## چکیده

با توجه به اهمیتی که شبکه‌بندی جاده در تعیین ماشین‌آلات و مدیریت جنگل دارد بررسی آن در چهارسری از جنگل تحقیقاتی"واز" به مساحت ٤٠٨١ هکتار در سه مرحله به اجرا در آمد.

در مرحله اول جاده‌های موجود مورد بررسی و محاسبه قرار گرفت که مشخصات شبکه‌بندی به‌شرح زیر بود:

طول جاده‌های موجود ٢٣٥٣٨ متر

تراکم طولی جاده‌ها R.D=٨/٤٢ متر در هکتار

درصد شبکه‌بندی ٤٢٪

در مرحله دوم به‌دلیل قرار گرفتن جاده در طبقه‌بندی وضعیت نامناسب، شبکه‌بندی جاده‌های‌موجود مورد قبول نبوده‌است، بنابراین با بررسی عوامل مؤثر در آن مانند وضعیت شیب، توپوگرافی، زمین‌شناسی، قابلیت مکانیکی خاک، استحکام خاک، و عوامل جوی جاده‌های پیشنهادی طراحی و درطبیعت پیاده گردید. بر این اساس مشخصات شبکه‌بندی جاده‌ها به شرح زیر بدست آمد:

طول جاده‌ها ٥٠٥٥٨ متر

تراکم طولی جاده‌ها R.D=١٢/٣٦ متر در هکتار

---

١- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، ص.پ ١١٦-١٣١٨٥

٢- عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

٣- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

درصد شبکه‌بندی ٦٢٪

در مرحله سوم باتوجه به شبکه‌بندی بعمل‌آمده و وضعیت شیب، استحکام و مکانیک خاک و تولید در هر سری، ماشین‌آلات مناسب جهت خروج چوب‌آلات در جنگل پیش‌بینی گردید.

نتایج حاصل نشان می‌دهد که با توجه به رقم باکموند، میزان تراکم و درصد شبکه‌بندی اصلی درسریهای ۱،۲و۳ مناسب و سطح خوبی از جنگل را پوشش می‌دهد. با وجود افزایش تراکم طولی، درصد شبکه بندی در سری ٤ وضعیت چندان مناسبی ندارد، زیرا شیب زیاد منطقه عامل محدودکننده شبکه‌بندی اصلی ونیز در سری ۲ وضعیت استحکام خاک عامل محدود کننده برای احداث مسیرهای‌چوبکشی می‌باشد.

مطابق آزمایشهای بعمل آمده، خاک منطقه اغلب ریزدانه و دارای قابلیت باربری کم (C.B.R) و دامنه‌خمیری زیاد می‌باشد. بنابراین استفاده از آن در جاده‌سازی مشکل و با احتیاط و تغییر در خواص فیزیکی(مکانیکی) امکان‌پذیر می‌باشد. در نتیجه باتوجه به نتایج بدست آمده، یک دستگاه اسکیدر چرخ‌لاستیکی و یک دستگاه تراکتور کشاورزی برای کار به مدت ۲۰۳ روز در سال، یک دستگاه کامیون برای‌کار به مدت ۱۳۷ روز در سال، و یک دستگاه سیستم کابل هوایی جهت اجرای عملیات بهره‌برداری وخروج محصولات از جنگل ضروری می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** شبکه جاده، تراکم جاده، حمل ونقل چوب، شیب اراضی، مکانیک و استحکام خاک.

## مقدمه

جنگل عرصه تولید چوب و بستر فعالیتهای جنگل‌شناسی و جنگلداری محسوب می‌گردد. بدون وجود شبکه جاده دسترسی و حضور فعال در جنگل امکان پذیر

نخواهد بود. جهت حفظ وحراست آن و تولیدمستمرنیاز به مدیریت علمی و اعمال روشهای مطلوب می‌باشد.

احداث جاده درجنگل باتوجه به شرایط مختلف و کوهستانی بودن جنگلهای ایران با هزینه‌های‌زیادی روبرو بوده‌است، به‌طوری که ۸۵-۷۵ درصد ازهزینه‌های بهره‌برداری از جنگل مربوط به حمل‌ونقل چوب وجاده سازی می‌باشد. در کشورهای اروپایی و امریکایی تحقیقاتی در مورد شبکه جاده‌های‌جنگلی انجام گرفته‌است، به‌طوری‌که تراکم جاده‌ها دراروپای مرکزی ۲۵-۱۵ متر در هکتار برای‌جنگلهای کوهستانی و در اتریش ۲۵-۲۰ و۳۲ متر در هکتار را با توجه به شیب منطقه برای جنگلهای‌بیش از۲۰۰۰ هکتار در نظر می گیرند (Bendz & Sandberg، ۱۹۷۰).

در ایران تحقیقات کاملی در این زمینه انجام نگرفته و در طرحهای مختلف اعداد متفاوتی ذکر شده است. سازمان جنگلها و مراتع ۲۰ متر در هکتار جاده را برای جنگلهای ایران مناسب می‌داند.

هزینه‌های حمل ونقل چوب در اروپا ۱/۳ هزینه‌های بهره‌برداری است، در صورتی‌که در ایران ۲/۵ آن می‌باشد.

بنابر بررسی گلایزر در طرح جنگلداری لوه، هزینه‌های جاده‌سازی برای هر کیلومتر جاده اصلی۷۰۰۰ تا۱۰۰۰۰ دلار و برای جاده خاکی فرعی ٤۰۰ تا۵۰۰ دلار بدست آمده است (اقتصادی، ۱۳۷۰).

در نتیجه هر قدر مقدار جاده بیشتر باشد تراکم طولی افزایش یافته و فاصله بین جاده‌ها که تأثیرمستقیمی در هزینه‌های حمل چوب در جنگل دارد کاهش می‌یابد. افزایش طول جاده باعث افزایش‌هزینه جاده‌سازی، نگهداری و نیز تخریب بیشتر جنگل می شود. بنابراین باید با توجه به عوامل مؤثر درحمل و نقل، تعادلی بین هزینه‌های جاده‌سازی و شبکه‌بندی جاده بوجود آید تا بتوان با حداقل جاده بیشترین پوشش را به جنگل داد تا ضمن دسترسی به قسمتهای مختلف جنگل جهت اجرای

عملیات جنگل‌شناسی، اجرای شیوه‌های پرورشی و فنون بهره‌برداری و حفاظت جنگل، از تخریب آن نیزجلوگیری کرد.

## مواد و روشها

### الف – مواد

### مشخصات منطقه مورد مطالعه

محل مورد مطالعه جنگل تحقیقاتی "واز" است که از زیر حوزه‌های شماره ٤٩ البرز شمالی بوده، و١٤١٠٢ هکتار مساحت دارد که در ارتفاعات جنوبی بخش چمستان از توابع شهرستان نور واقع شده است.

مشخصات جغرافیایی آن عبارتند از :

طول شرقی از "١٥و '٥٥ و°٥١ تا'١٥و'١٢و°٥٢

عرض شمالی از "٣٠و'١٢و°٣٦ تا"٠و'٣و°٣٦

حداقل ارتفاع منطقه ٢٧٠ وحداکثرآن ٣٣٥٠ متر از سطح دریا می‌باشد.

این تحقیق در سریهای ١، ٢، ٣ و ٤ به مساحت ٤٠٨١ هکتار اجرا شده است.

### مشخصات اقلیمی منطقه

اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن مرطوب معتدل و براساس طبقه بندی آمبرژه، اقلیم‌حاکم بر منطقه جلگه‌ای نیمه مرطوب معتدل می باشد. با توجه به منحنی آمبروترمیک در ایستگاه چمستان (نزدیک ترین ایستگاه به منطقه) دوره خشکی ٢ ماه می‌باشد(خرداد و تیر). میانگین سالانه دمای هوا در بخش جلگه‌ای حدود ١٥ درجه سانتیگراد، در بخش میانی (کوهستانی ) ١٠ درجه سانتیگراد و در بالاترین نقطه آبخیز ٥ درجه سانتیگراد می‌باشد.

بیشترین دمای ثبت شده برای ایستگاه چمستان برابر ٤٢ درجه سانتیگراد در ماههای مرداد و شهریور وکمترین دما ۸ ـ درجه سانتیگراد مربوط به ماههای دی، بهمن و اسفند می‌باشد.

میزان بارندگی در قسمت جلگه‌ای حدود ۹۰۰ میلیمتر و در بخش میانی (میان بند) حدود ٦۰۰میلیمتر و در مناطق فوقانی حوزه حدود ۳۰۰ میلیمتر است. (خالقی و همکاران، ۱۳۷۷).

برابر بررسی انجام شده، میزان بارندگی‌های ماهانه در منطقه مورد مطالعه در مهرماه به حداکثر و درخرداد ماه به حداقل خود می‌رسد. نم نسبی حداقل٧٦/٦ و حداکثر ۸۱/۹ درصد می‌باشد.

**وضعیت زمین شناسی**

با توجه به مطالعات و اطلاعات بدست آمده از نقشه زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی قسمتی از سری ۱ وتمامی سریهای ۲و۳و٤ از واحدهای سنگی دوران دوم تشکیل شده‌اند.

مطالعات زمین ساختی نشان دهنده وجود چندین گسل اصلی و فرعی شامل گسلهای اصلی با محورشرقی و غربی در شمال روستای تنگه سر و نیز گسلهای شرقی غربی – شمال‌غربی و جنوب شرقی واقع‌در بخش مرکزی و شمال‌غرب روستای پایین واز می‌باشد.

مهمترین سنگهای تشکیل دهنده حوزه دلومیت، سنگ آهک، شیل، رس سنگ، سیلت سنگ، ماسه‌سنگ، آهکهای شیلی، کنگلومرا و رسوبهای آبرفتی (شن، ماسه، قلوه سنگ) است.

به‌دلیل فراوانی رسوبهای دانه ریز مانند سیلت، رس و ماسه ریزدانه و وضعیت مورفولوژیکی و شیب‌منطقه (سازند شمشک) در مقابل فرسایش به‌ویژه زمین لغزش حساس می‌باشد (خالقی و همکاران، ۱۳۷۷).

**وضعیت خاک شناسی**

با توجه به بررسیهای انجام شده رسوبهای چهار دوران زمین‌شناسی از جنوب تا به شمال در حوزه آبخیز"واز" وجود دارد. ولی آنچه که در ترکیب و خاکزایی منطقه مؤثر می‌باشد سنگ مادر آهک و مارن بوده‌است. بخش عمده‌ای از خاک حوزه تکامل یافته، از نوع قهوه‌ای جنگلی، دارای افقهای A,B,C با افق‌هوموسی تیره می‌باشد. فراوانی مارن و آهک مارنی و نیز سنگهای آهکی ناخالص موجب سست شدن ولغزش گشته و آنها را در مقابل فرسایش آسیب پذیر می‌نماید.

خاک منطقه لومی، رسی، لومی رسی و به رنگ قهوه‌ای تیره، سیاه تا قهوه‌ای متمایل به زرد می‌باشد.بافت خاک متوسط تا خیلی سنگین می‌باشد. عمق خاک از ۱۵ تا ۱٤۰ سانتیمتر، pH خاک از ٤/٤تا۷/۵متغیر است (خالقی و همکاران، ۱۳۷۷).

**وضعیت پوشش گیاهی**

به‌طورکلی پوشش گیاهی شامل درختان، درختچه‌ها و گونه‌های علفی می‌باشد. مهمترین درختان‌موجود عبارتند از: راش، ممرز، افرا، شیردار، خرمندی، انجیلی، بلوط، ون، شمشاد، سرخدار و بارانک بوده و ارتفاع متوسط درختان بین ۲۰ تا ۳۰ متر می‌باشد.

**بررسی وضعیت راههای موجود**

در این مرحله با استفاده از نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ سازمان جنگلهاومراتع اقدام به تهیه نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ گردیده است. ضمن پیمایش جاده‌های موجودبرداشت گردید و با جنگل گردشی و استفاده از عکسهای هوایی نسبت به تطبیق آنها با طبیعت اقدام ودر روی نقشه مشخص گردید (شکل شماره ۱). سپس وضعیت و موقعیت مکانی، تراکم طولی جاده، فضای بین جاده‌ها و درصد شبکه‌بندی مورد بررسی قرار گرفت.

**وضعیت جاده‌ها در سری ۱**

این سری ۱۲۳٦ هکتار مساحت دارد. یک جاده شوسه که با هدف دسترسی روستاها توسط وزارت راه‌و ترابری احداث گردیده و به نحو عمده از خط‌القعر حوزه می‌گذرد. در حال حاضر به جز قسمتی ازسری ۱و۲ بقیه حوزه فاقد مسیر یا شبکه نفوذی ماشین‌رو به جنگل می‌باشد. طول جاده در این سری‌حدود ٦۰۱۰ متر است که به موازات رودخانه از این سری عبور می‌کند.

– یک جاده فرعی در سمت غرب این سری (فرعی درجه ۲ ) موجود می‌باشد. این جاده در حال حاضرمورد استفاده قرار نمی‌گیرد و قسمتهایی از آن ریزش نموده است. طول این جاده بابرداشتهای بعمل‌آمده ۳۲۹۰ متر می‌باشد.

– جاده فرعی درجه ۲ دیگری در قسمت شرقی سری، (مرز سری ۱ و ۲ و طرح جنگلداری غرب هراز)وجود دارد. طول این جاده ٤٦۰۰ متر می‌باشد.

**وضعیت جاده‌ها در سری ۲**

مساحت این سری ۸۵۵ هکتار می‌باشد. جاده‌های موجود عبارتند از:

– امتداد جاده اصلی که از سری یک عبور می‌نماید به طول ۲ کیلومتر.این جاده به‌عنوان اتصال کننده‌بوده در حال حاضر قابل تردد و استفاده می‌باشد.

– از جاده اصلی جاده‌ای به سمت غرب منشعب شده که تقریبا"از وسط سری عبورمی‌نماید. این جاده‌فرعی درجه ۲ بوده و به منظور شبکه‌بندی منطقه می‌توان از آن استفاده نمود. طول جاده ٤۷٤۰ متراست.

**وضعیت جاده در سری ۳**

مساحت این سری ۷۰۰ هکتار می‌باشد. جاده موجود ادامه جاده اصلی می‌باشد که از ابتدای طرح‌ادامه داشته است. به‌جز این جاده هیچ مسیر نفوذی در این سری موجود نمی‌باشد. طول این جاده۲۸۹۸ متر است.

**وضعیت جاده در سری ٤**

مساحت این جنگل ۱۲۹۰ هکتار می‌باشد. این سری فاقد هر گونه جاده (اصلی - فرعی ) می‌باشد. شکل شماره ۱ وضعیت جاده‌های موجود در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

**ب - روشها**

**تهیه نقشه‌های موضوعی**

برای تهیه نقشه‌های مورد نیاز از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۵۰۰۰۰ :۱ سازمان جغرافیایی به‌عنوان نقشه‌پایه استفاده و با کمک نرم‌افزار Ilwis 2.2 اقدام به تهیه نقشه‌های مورد نیاز جهت طراحی و پیاده نمودن‌شبکه جاده گردید.

نقشه هیدروگرافی، جهت، شیب، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی و زهکشی خاک باتوجه به اطلاعات موجود و استفاده از G.I.S تهیه شد. در نهایت نقشه استحکام‌خاک نیز با تلفیق نقشه‌های تهیه شده (بافت خاک وزهکشی) در طبقه‌بندی متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف تهیه شد (Lofler ،۱۹۷٤).

**تجزیه و تحلیل جاده‌های موجود**

جهت بررسی وضعیت موجود، ضمن مشخص نمودن موقعیت مکانی شبکه جاده روی نقشه، اقدام به‌تعیین مشخصات شبکه جاده گردید. در این بررسی، تراکم طولی جاده، فضای بین جاده‌ها، مرزحمل‌ونقل (فاصله چوبگیر) و درصد شبکه‌بندی که از عوامل مهم و اساسی در قضاوت و طراحی شبکه‌جاده‌های جنگلی می‌باشد با استفاده از فرمولهای زیر محاسبه گردید:

$$RD=\frac{L}{S} \quad (۱)$$

R.D= تراکم طولی جاده ( متر در هکتار )

L= طول جاده (متر)

S= مساحت جنگل (هکتار)

$$RS=\frac{1000(}{RD} \quad (۲)$$

R.S= فاصله متوسط بین جاده (عرض چوبگیر) به متر

$$TS=\frac{RS}{2} \quad (۳)$$

T.S=مرز حمل و نقل ( فاصله چوبگیر ) به متر

$$\%E = \frac{\text{سطح پوشیده شده توسط جاده (هکتار)}}{\text{کل سطح منطقه (هکتار)}} \times ۱۰۰ \quad (٤)$$

رقم با کموند R.D.|%E (۵)[۱]

وضعیت جاده‌های موجود و مشخصات شبکه‌بندی در جدول شماره ۱ مشخص شده است.

## مسیرهای پیشنهادی

با توجه به بررسی نتایج بدست آمده از جاده‌های موجود و کافی نبودن جاده در منطقه مورد مطالعه مسیرهای مورد نظر با توجه به وضعیت توپوگرافی، زمین شناسی، و اهداف جنگلداری وجنگل‌شناسی، در چند مرحله طراحی و مسیرهای مورد نظر در طبیعت پیاده گردید.

۱ – با کموند: با استفاده از دو عامل R.D. (تراکم طوی جاده) و E٪ (درصد شبکه‌بندی) مدلی را پیشنهاد نمود. این دو عامل در کنار هم عدد با کموند را نشان می‌دهد و آن عبارتست از شبکه‌بندی مناسبی که با کمترین تراکم بیشترین پوشش را به جنگل بدهد (رافت‌نیا، ۱۳٦۷).

مطالعه مقدماتی منطقه با استفاده از عکسهای هوایی به مقیاس ۲۰۰۰۰ :۱ و نقشه‌های موجودصورت گرفت.

نقشه‌های توپوگرافی برای سریهای ۱و۲و۳و٤ بامقیاس ۱۰۰۰۰ :۱ با منحنی میزان به فاصله ۱۰ مترجهت دقت در کار تعیین مسیر روی نقشه، مشخص نمودن نقاط سنگی، صخره‌ای، باتلاقها و نقاطرانشی و لغزشی به‌عنوان نقاط اجباری منفی که حدالامکان از این‌گونه نقاط جاده عبور داده نشود.

نقشه هیدروگرافی به منظور مشخص نمودن نحوه پراکنش یالها و دره‌هاتهیه شد، تا بتوان جاده را ازمسیری عبور داد که کمتر نیاز به احداث ابنیه فنی مانند پل و دیواره داشته باشد.

نقشه‌های خاک‌شناسی، زهکشی، زمین شناسی و هیدرولوژی جهت برنامه‌ریزی اجرایی و طراحی‌شبکه جاده بررسی گردید و نقشه شیب و جهت دامنه به منظور پیش‌بینی مسیر جاده‌های اصلی وچوبکشی و نیز کاربرد سیستمهای کابلی و انتخاب ماشین‌آلات مناسب بهره‌برداری جنگل تهیه شد.

چون در اطراف گسلها به دلیل فعال بودن عوامل تکتونیکی فعالیت حرکات توده‌ای بیشتر بوده استو در نتیجه احداث جاده باعث لغزش و تخریب جنگل می‌شود، نقشه ژئولوژیکی منطقه جهت تعیین‌محل گسلها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

با توجه به اینکه خاک به عنوان زیربنا در جاده‌سازی ونیز بستر جاده محسوب می‌شود، شناخت خصوصیات آن در مناطقی که جاده‌سازی و حمل ونقل در آن انجام می‌شود ضروری می‌باشد. وضعیت‌مکانیکی خاک از نظر ترافیک پذیری و حمل ونقل در جنگل از عوامل مهم محسوب می‌گردد، چون‌فشارهای ناشی از تردد ماشین‌آلات و بارگزاری جاده مستقیماً روی آن بوده در نهایت عملکرد آنان راتحت تأثیر قرار خواهد داد. ضمن بررسی و شناسایی صحرایی خاک، برای تعیین مشخصات مکانیکی‌آن سه

نمونه از سه مسیر مختلف و هشت نمونه از کل منطقه برداشت و آزمایشهای مکانیک خاک انجام‌گردید. نتایج وضعیت مکانیک خاک در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

همچنین نقشه استحکام خاک جهت مشخص نمودن وضعیت پایداری و ثبات خاک در منطقه موردمطالعه تهیه شد.

نقشه پوشش گیاهی و رویشگاهی با توجه به اهداف جنگل‌شناسی همگام با طبیعت جهت استفاده‌بهینه از مسیرها در اجرای عملیات بهره‌برداری و جنگل‌شناسی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

براساس داده‌های فوق و مطالعات مربوطه اقدام به تعیین مسیر جاده در سریهای مورد نظر و ترسیم‌مسیرها روی نقشه‌های مربوطه گردید. شکل شماره ۲ جاده‌های موجود و پیشنهادی را نشان می‌دهد.

محاسبه ماشین‌آلات مورد نیاز بر اساس میزان رویش در جنگل معادل ۳/۲٤ سیلو در هکتار (میربادین وشهریاری، ۱۳۷۸) و بر اساس میزان حمل گرده‌بینه و چوب توسط اسکیدر(۳۰ مترمکعب در روز) و تراکتورکشاورزی (۲۰ متر مکعب در روز) (سبحانی، ۱۳۷۸) و همچنین مطالعات سازمان جنگلها و مراتع در موردمتوسط حمل بار توسط کامیون معادل ۳۰ مترمکعب در روز (سازمان جنگلها و مراتع، ۱۳٦٦) صورت گرفته‌است. فصل مساعد کاری نیز در منطقه ۱٤۰ روز در سال در نظر گرفته شده است.

**جدول شماره ۱- بررسی وضعیت جاده‌های موجود در منطقه مورد مطالعه**

| سریهای مورد مطالعه | مساحت (هکتار) | مشخصات شبکه‌بندی | | | | | | نتایج بررسی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول جاده (متر) | متوسط فاصله جاده (متر) | متوسط فاصله حمل چوب (متر) | تراکم طولی جاده (متر/هکتار) | درصد شبکه‌بندی (%) | رقم باکموند (D/E%) | |
| ۱ | ۱۲۳٦ | ۱۱۱۳۰ | ۱۱۱۱ | ۲۷۷/۷ | ۹ | ٤۲ | ٪٤۲ /۹ | باتوجه به تراکم و درصد شبکه‌بندی و رقم باکموند شبکه‌بندی جاده نامناسب است |
| ۲ | ۱۲٦۹ | ۳۱۷ | ۷/۸۸ | ٤۱ | ۷/۸۸ | ٤۱ | ٪۵۰ /۹/۳ | باتوجه به درصد شبکه‌بندی و رقم باکموند، پوشش جاده در این سری نامناسب است |
| ۳ | ۷۰۰ | ۲٦٦۰ | ۲٦۳۱/٦ | ٦۵۷/۹ | ۳/۸ | ۱۱ | ٪۱۱ /۳/۸ | باتوجه به درصد شبکه‌بندی و رقم باکموند، پوشش جاده نامناسب است |
| ٤ | ۱۲۹۰ | – | – | – | – | – | – | فاقد جاده اصلی و فرعی است. |
| کل منطقه | ٤۰۸۱ | ۲۱۷۷۰ | ٤۸۱۷/٦ | ٤٦۸/۱ | ۷/٤ | ۳٤ | ٪۳٤ ۷/٤ | شبکه بندی نامناسب بوده باید کامل گردد. |

**جدول شماره ۲- بررسی وضعیت جاده‌های موجود و پیشنهادی**

| سری مورد مطالعه | مساحت (هکتار) | مشخصات شبکه‌بندی | | | | | | نتایج بررسی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول جاده (متر) | متوسط فاصله جاده (متر) | متوسط فاصله حمل چوب (متر) | تراکم طولی جاده (متر/هکتار) | درصد شبکه‌بندی (%) | رقم باکموند (D/E%) | |
| ۱ | ۱۲۳٦ | ۱٦۸۹۱ | ۷۳۰ | ۱۸۲/۵ | ۱۳/۷ | ٦۵ | ٪٦۵ ۱۳/۷/ | باتوجه به رقم باکموند درصد شبکه‌بندی قابل قبول است |
| ۲ | ۸۵۵ | ۱۳۱۱٤ | ٦۵۳ | ۱٦۲/۲۵ | ۱۵/۳ | ۷۳ | ٪۷۳ ۱۵/۳ | باتوجه به درصد شبکه‌بندی و رقم باکموند، پوشش جاده و شبکه‌بندی بسیار خوب می‌باشد. |
| ۳ | ۷۰۰ | ۱۵۱۱۹ | ٤٦۳ | ۱۱۵/۵ | ۲۱/٦ | ۷۹ | ٪۷۹ ۲۱/٦/ | باتوجه به درصد شبکه‌بندی و رقم باکموند، پوشش شبکه‌بندی در این سری بسیار خوب می‌باشد. |
| ٤ | ۱۲۹۰ | ۷۳۳۵ | ۱۷۵۷/۵ | ٤۳۹ | ۵/٦۹ | ۳٤ | ٪۳٤ ۵/۷/ | باتوجه به درصد شبکه‌بندی و رقم باکموند، پوشش شبکه‌بندی کامل نبوده بایستی توسط کابل هوایی تکمیل گردد. |

**جدول شماره ۳ – مشخصات شبکه‌بندی اصلی و فرعی درمنطقه مورد مطالعه**

| سری | طول جاده اصلی (متر) | طول جاده فرعی (متر) | تراکم جاده اصلی (%) | تراکم کل (%) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱٦۸۹۱ | ٥۲۰۰ | ۱۳/۷ | ۱۷/۹ |
| ۲ | ۱۳۱۱٤ | ٤٤۰۰ | ۱٥/۳ | ۲۰/٥ |
| ۳ | ۱٥۱۱۹ | ٤۰۰۰ | ۲۱/٦ | ۲۷/۳ |
| ٤ | ۷۳۳٥ | ۸٤۰۰ | ٥/۷ | ۱۲/۲ |
| جمع کل | ٥۲٤٥۹ | ۲۲۰۰۰ | ٥٦/۹ | ۷۷/۹ |

## نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه با شیب در سری ۱

دراین سری بیش از نیمی از طول جاده‌های پیش‌بینی شده (٥۲/٦٪) در شیب مناسب واقع شده‌اند. بنابراین طراحی مسیرهای پیشنهادی با شیب عرصه مطابقت داشته، امکان چوبکشی زمینی رامهیا می‌سازد. ۲۸/۱٪ جاده‌هااز مناطق با شیب ۳۰٪ تا ٦۰٪ و ۱۹/۳٪ از مناطق با شیب بیش از ٦۰٪عبور نموده است (جدول شماره ٤).

## نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه با استحکام خاک در سری ۱

مقایسه جاده‌های موجود و پیش بینی شده نشان می‌دهد که ۸۱/۷ ٪ جاده‌های موجود از مناطق بااستحکام متوسط و ۱۸/۳ ٪از مناطق با استحکام ضعیف عبور نموده است. در صورتی‌که ۹۸/٦٪ جاده‌های پیشنهادی از مناطق با استحکام ضعیف عبور نموده است.

## نتایج حاصل ازشبکه‌بندی جاده درسری ۲

با مقایسه شبکه‌بندی جاده‌های موجود و پیشنهادی نتایج زیر به دست آمده است :

طول جاده‌های اصلی و فرعی از ۷۹۸۰ متر به ۱۳۱۱٤ متر رسیده است. تراکم طولی جاده از ۹/۳ متردرهکتار به ۱٥/۳ متر در هکتار و درصد شبکه‌بندی از ٥۰ ٪ به ٦٦ ٪

رسیده است. طول راههای فرعی دراین سری ٤٤٠٠ متر می‌باشد، در نتیجه تراکم شبکه‌بندی اصلی و فرعی ۲۰/۵ متر در هکتار می‌باشد.باتوجه به رقم باکموند (جدول شماره ٤)، درصد شبکه‌بندی جاده دراین سری کافی و پوشش مناسب‌حاصل گردیده است.

**نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه با شیب در سری ۲**

دراین سری حدود ٥٩/٤٪ از طول جاده‌ها در مناطق با شیب ٪۳۰-۰ واقع گردیده‌اند. بنابراین عملیات‌جاده‌سازی و بهره‌برداری به‌آسانی امکان‌پذیراست. ۲٥/٤٪ جاده‌ها در مناطق با شیب ٪٦۰-۳۰ و۱٥/۲٪ در مناطق با شیب بیشتراز ٦۰٪ واقع گردیده‌است (جدول شماره ٥)، بنابراین در زمان‌جاده‌سازی باید خاکبرداری با وسایلی مانند بیل مکانیکی و با حداقل عرض ترافیکی انجام گیرد.

**نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه بااستحکام خاک در سری ۲**

مقایسه جاده‌های موجود و پیش‌بینی شده نشان می‌دهد که ٥۹/٥٪ جاده‌های موجود از مناطق بااستحکام متوسط و ٤۰/٥٪ از مناطق با استحکام ضعیف عبور نموده درصورتی‌که ٤٤/٥٪ جاده‌های‌پیشنهادی از مناطق متوسط و ٥٥/٥٪ آن از مناطق با خاک ضعیف عبور نموده است. این امر نشان می‌دهد که در این سری جاده‌سازی با محدودیت استحکام خاک روبرو می‌باشد.

همچنین از کل جاده‌های موجود و پیشنهادی ٤٦/۳٪ آنها در خاکهای با استحکام ضعیف و ٥۳/۷٪ آنها در خاکهای با استحکام متوسط واقع شده‌اند (جدول شماره ٦). بنابراین ایجاد مسیرهای چوبکشی وفرعی از طریق انشعاب از این جاده‌ها در عمل بااشکال مواجه است و عملیات جاده‌سازی وبهره‌برداری منوط به رعایت فصل مناسب کاری خواهد بود.

## نتایج حاصل ازشبکه‌بندی جاده درسری ۳

با مقایسه شبکه‌بندی جاده‌های موجود و پیشنهادی نتایج زیر به دست آمده است:

طول جاده‌های اصلی و فرعی از ۲٦٦۰ متر به ۱۵۱۱۹ متر رسیده است. تراکم طولی جاده از ۳/۸ متر در هکتار به ۲۱/٦ متر در هکتار و درصد شبکه‌بندی از۱۱٪ به ۷۹٪ رسیده است. طول راههای فرعی دراین سری ٤۰۰۰ متر و درصد شبکه‌بندی اصلی و فرعی ۲۷/۳ متر در هکتار می‌باشد (جدول شماره ٤).

## نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه با شیب در سری ۳

دراین سری حدود ۳۰/۹٪ ازطول جاده‌ها در مناطق با شیب ٪۳۰-۰ قرار دارند، بنابراین عملیات‌جاده‌سازی و بهره‌برداری به‌آسانی امکان‌پذیراست (جدول شماره ۵).

٤٤/٦ ٪ جاده‌ها در مناطق با شیب ٪٦۰-۳۰ و ۲٤/۵٪ در مناطق با شیب بیشتراز ٦۰٪ واقع گردیده‌اند،بنابراین در زمان جاده‌سازی، خاکبرداری باید با وسایلی مانند بیل مکانیکی و با حداقل عرض ترافیکی‌انجام شود.

**جدول شماره ٤ – درصد تراکمی جاده‌های پیشنهادی براساس طبقه‌بندی شیب**

| طبقات شیب منطقه (%) | جاده در سری ۱ (%) | جاده در سری ۲ (%) | جاده در سری ۳ (%) | جاده در سری ٤ (%) |
|---|---|---|---|---|
| ۰-۳۰ | ۵۲/٦ | ۵۹/٤ | ۳۰/۹ | ۱۸/٤ |
| ۳۰-٦۰ | ۲۸/۱ | ۲۵/٤ | ٤٤/٦ | ۵۲/۸ |
| >٦۰ | ۱۹/۳ | ۱۵/۲ | ۲٤/۵ | ۲۸/۸ |

**جدول شماره ۵ – درصد تراکمی جاده‌های پیشنهادی براساس طبقه‌بندی استحکام خاک**

| استحکام خاک (%) | جاده در سری ۱ (%) | جاده در سری ۲ (%) | جاده در سری ۳ (%) | جاده در سری ٤ (%) |
|---|---|---|---|---|
| خیلی ضعیف | ۰/٦ | ۰ | ۰ | ۲۱/۵ |
| ضعیف | ۱۱/۹ | ٤٦/۳ | ۳۷/٦ | ٦۲/۹ |
| متوسط | ۸۷/۵ | ۵۳/۷ | ٦۲/٤ | ۱۵/٦ |

## نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه بااستحکام خاک در سری ۳

مقایسه جاده‌های موجود و پیش‌بینی شده نشان می‌دهد که ۱۰۰ ٪ جاده‌های موجود از مناطق بااستحکام متوسط عبور نموده، در صورتی‌که ٤۵/٦ ٪ جاده‌های پیشنهادی از مناطق دارای خاک بااستحکام متوسط و ۵٤/٤ ٪ از مناطق با خاک ضعیف عبور نموده است. این امر نشان می‌دهد که احداث جاده‌های چوبکشی در این سری با محدودیت استحکام خاک روبرو می‌باشد.

همچنین از کل جاده‌های موجود و پیشنهادی ۳۷/٦ ٪ در خاکهای با استحکام ضعیف و ٦۲/٤٪ درخاکهای با استحکام متوسط واقع شده‌اند (جدول شماره ۵).

## نتایج حاصل ازشبکه‌بندی جاده درسری ٤

در این سری جاده‌ای وجود نداشته است، بنابراین جاده‌های پیشنهادی طراحی شده‌است. نتایج حاصل‌از شبکه‌بندی جاده به شرح زیر می‌باشد:

طول جاده‌های اصلی ۷۳۳۵ متر و راههای فرعی ۸٤۰۰ متر، تراکم طولی جاده‌های اصلی ۵/۷ متردر هکتار و درصد شبکه‌بندی ۳٤ ٪ می‌باشد. با توجه به رقم باکموند (جدول شماره ۲)، درصدشبکه‌بندی اصلی و پوشش جاده در این سری کافی نمی‌باشد. به‌دلیل کمی تراکم جاده‌های اصلی،جهت دسترسی بیشتربه جنگل اقدام به طراحی شبکه‌بندی فرعی گردید. در این صورت تراکم شبکه‌جاده‌های جنگلی به ۱۲/۲ متر در

هکتار رسیده است (جدول شماره ۳). با توجه به وضعیت توپوگرافی‌منطقه تراکم جاده نسبتاً مناسب بوده و جهت پوشش کافی بایستی از سیستم کابل هوایی استفاده نمود.

**نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه با شیب در سری ٤**

دراین سری حدود ۱۸/٤ ٪ازطول جاده‌ها در مناطق با شیب ٪۳۰-۰ واقع گردیده‌اند، بنابراین عملیات‌جاده‌سازی و بهره‌برداری به‌آسانی امکان‌پذیراست (جدول شماره ٤).

۵۲/۸٪ جاده‌ها در مناطق با شیب ٪٦۰-۳۰ و حدود ۲۸/۸٪ در مناطق با شیب بیشتراز ٦۰٪ واقع‌گردیده‌اند، بنابراین در زمان جاده‌سازی باید خاکبرداری با وسایلی مانند بیل مکانیکی و با حداقل عرض‌ترافیکی انجام گیرد.

**نتایج بررسی وضعیت جاده در رابطه بااستحکام خاک در سری ٤**

نتایج حاصل از بررسیها نشان می دهد که ۱۵/٦٪ جاده‌های پیشنهادی از مناطق بااستحکام متوسط و۲۱/۵٪ آنها از نقاطی که دارای خاک بااستحکام خیلی ضعیف می‌باشند و ٦۲/۹٪ آنهااز مناطق بااستحکام ضعیف عبور نموده‌اند(جدول شماره ۵).

**نتایج حاصل ازآزمایشهای مکانیک خاک**

براساس نتایج بدست آمده خاک منطقه اغلب ریزدانه با خاصیت خمیری کم و دارای بافت سنگین‌می‌باشد. به علت بالا بودن میزان رس، در اثر بارندگی و رطوبت سریعاً اشباع شده و در صورت وجودآب کافی به حد روانی رسیده و پایداری خود را از دست می‌دهد. همچنین با توجه به آزمایشهای بعمل‌آمده حدود آتربرگ خاک منطقه مورد مطالعه دارای حد روانی بیش از ۳۰ بوده(جدول شماره ٦)،بنابراین خاک دارای چسبندگی زیاد می‌باشد. این امر در زمان استفاده از ماشین‌آلات باعث محدودیت‌خواهد شد. مقایسه بین آزمونهای C.B.R تر و خشک نشان می‌دهد که قابلیت عبور و مرور این خاک باجذب آب به سرعت پایین می‌آید. این امر در جاده‌سازی به‌عنوان حالت نامطلوب تلقی می‌شود

**جدول شماره ٦- خلاصه نتایج آزمایشهای مکانیک خاک مسیر جاده‌های پیشنهادی**

| بررسی وضعیت خاک | درصد رطوبت خاک | تورم خاک gr/cm3 | قابلیت باربری C.B.R | شاخص خمیری IP% | حد خمیری PL% | حد روانی LL% | طبقه‌بندی خاک VSCS | عمق برداشت m | شماره نمونه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شن‌لای‌دار، همراه با دانه، با حد روانی بالا، دامنه خمیری متوسط، قهوه‌ای روشن تازرد، خاک ناپایدار ولی قابل تثبیت: با احتیاط می‌توان به‌عنوان زیرسازی استفاده نمود | ۲۵ | ۰/۹–۱/۵ | ۳–۸ | ۷ | ٤۹ | ٥٦ | GM | ۰/۳–۱/۵ | ۱ |
| رس‌لای‌دار، خاک ریزدانه، با حد خمیری بالا، قهوه‌ای تیره، خاک ناپایدار: از آن نمی‌توان به‌عنوان مصالح زیرسازی استفاده نمود، قابلیت باربری خاک بسیار بد تابد می‌باشد | ۲۷ | ۱/۰۷–۱/۷۵ | ۲–٤/۵ | ۱٤ | ٤٤ | ۵۸ | MH | - | ۲ |
| لای‌رس، خاک ریزدانه، همراه با سنگ‌ریزه، قهوه‌ای، با حد خمیری بالا، پایداری زمین برای زیرپی خیلی بد: از آن نمی‌توان به‌عنوان مصالح زیرسازی استفاده نمود | ۳۰ | ۱/۱۹–۱/٦٤ | ۳–۵ | ۹ | ٤۲ | ۵۱ | MH | - | ۳ |

**عوامل مؤثر در تعیین ماشین‌آلات بهره‌برداری**

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسیهای منطقه و ماشین‌آلات مناسب بهره‌برداری و حمل‌ونقل باید اشاره نمود که عوامل‌شیب، استحکام‌خاک، توپوگرافی، آب و هوا و تکنیکهای خروج چوب، در تعیین ماشین‌آلات مؤثرند.

**تأثیر عامل شیب در انتخاب ماشین‌آلات**

شیب از عوامل مهم در کارایی و فعالیت ماشین‌آلات بهره‌برداری به‌ویژه تراکتورها و اسکیدرها است. درشیبهای مختلف چگونگی عملکرد ماشین‌آلات چوبکشی، متفاوت می‌باشد، بنابراین به منظور کسب بازدهی حداکثر، ماشین‌آلات متناسب با شیب منطقه انتخاب می‌شود. در شیبهای بالا استفاده ازاسکیدر مقدور نیست، زیرا درموقع حرکت آنها شیارهایی در خاک جنگل ایجاد می‌شود که در اثر ادامه‌کار خطر فرسایش خاک جنگل حتمی می‌باشد. اسکیدر و فورواردر تا شیب ۱۰٪ در تمام جهات می‌توانند حرکت کنند و در شیبهای بین ۳۰ تا۵۰ درصد باید در مسیرهای چوب کشی که به‌طور مورب‌ایجاد می شوند حرکت نمایند. جدول شماره ۷ شیب اراضی برای عملیات چوب‌کشی توسط‌تراکتورهای کشاورزی و اسکیدر، و جدول شماره ۸ نوع ماشین‌آلات بهره‌برداری جنگل و قدرت جابه‌جایی آنها را در شیبهای مختلف نشان می‌دهد.

**جدول شماره ۷ – محدوده شیب جهت انتخاب ماشین‌آلات بهره‌برداری**

**(Heinrich، ۱۹۸۷)**

| نوع ماشین | محدوده شیب |
|---|---|
| تراکتور کشاورزی | ٪ ۲۵ – ۲۰ |
| اسکیدرها | ٪ ٤۰ – ۳۵ |
| اسکیدرهای چرخ لاستیکی | ٪ ۵۰ – ٤۰ |
| اسکیدرهای چرخ زنجیری | ٪ ۵۰ – ٤۰ |

**جدول شماره ۸ – عملکرد ماشینهای بهره‌برداری و قدرت جابه جایی آنها در شیبهای مختلف**

| کلاسه شیب | نوع وسیله کشنده | نحوه کار ماشین |
|---|---|---|
| ۰– ۱۰٪ | اسکیدر،فوروواردر،تراکتورهای چوبکشی | حرکت در تمام جهات |
| ۱۰–۲۰٪ | اسکیدر،فوروواردر،تراکتورهای چوبکشی | حرکت در جهت شیب روی مسیر چوبکشی |
| ۲۰–۳۰٪ | اسکیدر یا تراکتور چوبکشی | حرکت در جهت شیب |
| ۳۰–۵۰٪ | اسکیدر یا تراکتور چوبکشی | حرکت به صورت مورب در دامنه درمسیر جاده‌چوبکشی |
| < ۵۰٪ | وسایل کابلی | حرکت به صورت مستقیم به بالا یا پایین دامنه |

## تأثیر عامل استحکام خاک در انتخاب ماشین‌آلات

استحکام خاک در طراحی مسیر جاده‌های چوبکشی و در نتیجه تعیین نوع ماشین‌آلات نقش اساسی‌دارد. باتوجه به عدم اجرای عملیات زیرسازی و روسازی در مسیرهای چوبکشی، خاک طبیعی‌مستقیما"در معرض ماشین‌آلات قرار گرفته و در صورت نداشتن استحکام مناسب، امکان استفاده ازماشین‌آلات غیرممکن می‌شود.

باتوجه به بررسیهای بعمل آمده در بعضی از سریها استحکام خاک اجازه ایجاد مسیر چوبکشی‌رانداده، بنابراین نمی‌توان از ماشین‌آلات کشنده زمینی استفاده نمود. در نتیجه با داشتن شیب مناسب‌در جنگل، این عامل نقش تعیین کننده در انتخاب ماشین‌آلات بهره‌برداری خواهد داشت.

## تأثیر عوامل جوی در استفاده از ماشین‌آلات

عوامل جوی به خصوص بارندگی تأثیر منفی بر کارایی ماشین‌آلات بهره‌برداری از جنگل دارد.باتوجه به‌نتایج آزمایشهای مکانیک خاک منطقه مورد مطالعه، خاک اغلب دانه ریز و دارای حد روانی بالا (بیش از۳۵) می‌باشد، بنابراین خاک منطقه دارای چسبندگی زیاد بوده، به طوری که استفاده از ماشین آلات‌چوبکشی را با مشکل روبرو ساخته و باعث کاهش بازدهی آنان می‌شود. باتوجه به میزان زیاد رس‌درخاک (بیش از ۱۵٪)، هنگام بارندگی در اثر جذب آب متورم شده و به‌کندی خشک می‌شود، بنابراین‌تردد ماشین‌آلات به سختی صورت می‌گیرد.

قدرت باربری خاک(C.B.R) بسیارکم بوده (۸-۲)، در اثر رطوبت شدیداًکاهش می‌یابد. حرکت‌ماشین‌آلات چوبکشی در روی این خاکها باعث ایجاد شیارهای عمیق گردیده و در ادامه، تخریب‌جاده‌های چوبکشی و فرعی را به دنبال خواهد داشت.

عوامل جوی بر زمان مساعد کاری نیز اثر می‌گذارند. باتوجه به ضریب خشکی منطقه که محاسبه‌گردید، فصل مساعد کاری ۱٤۰ روز بدست آمده است، بنابراین کاربرد ماشین‌آلات و نیز ساخت واستفاده از جاده‌های چوبکشی بستگی به این روزها دارد.

## تعیین ماشین‌آلات مناسب

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی عوامل مؤثر در انتخاب ماشین‌آلات و عملکرد آنان، وضعیت وتیپ جاده‌های اصلی، فرعی و جاده‌های چوبکشی و نیز میزان برداشت سالانه، نوع ماشین‌آلات در هرسری به شرح زیر می‌باشد:

### تعیین ماشین آلات در سری ۱

با توجه به طبقه‌بندی شیب در بیش از نیمی از عرصه، امکان استفاده از اسکیدر چرخ لاستیکی وتراکتورهای کشاورزی جهت حمل چوب‌آلات وجود دارد. همچنین

در ۲۸٪ از عرصه به دلیل دارا بودن‌شیب بیش از ۳۰ درصد می‌توان از اسکیدر چرخ زنجیری سود برد و تنها در ۱۹ ٪ درصد ازعرصه‌هابه‌دلیل شیب بیش از ٦۰٪ باید از کابل‌های هوایی استفاده شود. بنابراین ۸۱٪ عرصه قابل‌استفاده توسط ماشین‌آلات کشنده زمینی می‌باشد.

با توجه به مسیرهای چوبکشی (فرعی) و جهت حمل از کابلهای هوایی (کابل کرین متحرک) با برد حدود ۱۰۰۰ متر به تعداد ۱ دستگاه مورد نیاز می‌باشد.

از نظر خاک، این سری دارای ۸۱/٤ ٪ استحکام متوسط می‌باشد. بنابراین استفاده از ماشینهای حمل‌ونقل زمینی امکان‌پذیر می‌باشد و ۱۸/٦ درصد از عرصه از نظر استحکام خاک ضعیف بوده که در آن محدوده بایستی عملیات چوبکشی بااستفاده ازسیستم کابل هوایی انجام شود. بنابراین دراین‌سری بین عامل شیب واستحکام خاک هم آهنگی وجود دارد.

نظربه اینکه درمنطقه طرح جنگلداری تهیه نشده‌است، میزان برداشت چوب‌آلات از جنگل (امکان‌برداشت) مشخص نمی‌باشد. باتوجه به داده‌های زیر تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز در این سری محاسبه‌شده است :

رویش متوسط سالانه جنگل ۳/۲٤ سیلو در هکتار می‌باشد.

مساحت سری ۱۲۳٦ هکتارکه ٤۰۰ هکتار آن حفاظتی و ۸۳٦ هکتار آن قابل کار می‌باشد.

میزان حمل گرده‌بینه توسط اسکیدر ۳۰ مترمکعب و چوب‌آلات هیزمی توسط تراکتور کشاورزی،۲۰ مترمکعب در روز می‌باشد.

متوسط حمل بار توسط کامیون ۳۰ متر مکعب در روز می‌باشد.

فصل مساعد کاری در منطقه مورد مطالعه ۱٤۰ روز می‌باشد.

بنابراین اگر میزان برداشت را برابر میزان رویش سالیانه فرض نماییم مقدار تولید برابراست با:

سیلو در هکتار ۳/۲٤×۸۳٦=۲۷۰۸/٦

مترمکعب در هکتار ۲۷۰۸/٦×۰/۸۵=۲۳۰۲/۳

با درنظر گرفتن ٦۰٪ چوب‌آلات به صورت صنعتی و٤۰٪ به‌صورت هیزمی، میزان تولید برابر است با:

مترمکعب گرده بینه (صنعتی) ۲۳۰۲/۳× ٪٦۰= ۱۳۸۱/٤

مترمکعب چوب هیزمی ۲۳۰۲/۳×٪ ٤۰=۹۲۰/۹

باتوجه به تولید روزانه، روز کار برای هر دستگاه ماشین عبارت است از:

روز کار برای یکدستگاه اسکیدر ۱۳۸۱/۳۰:٤=٤٦

روز کار برای یکدستگاه تراکتور کشاورزی ۹۲۰/۲۰:۹=٤٦

روز کار برای یکدستگاه کامیون ۲۳۰۲/۳۰:۳=۷۷

بادر نظر گرفتن فصل مساعد کاری، تولید روزانه برابر است با:

مترمکعب تولید چوب صنعتی در روز ۱۳۸۱/۱٤۰:٤= ۹/۹

مترمکعب تولید چوب هیزمی در روز ۹۲۰/۱٤۰:۹= ٦/٦

با در نظر گرفتن میزان حمل گرده بینه توسط اسکیدر و تراکتور کشاورزی در روز، تعداد ماشین‌آلات برابراست با:اسکیدر مورد نیاز در روز ۹/۳۰:۹= ۰/۳

تراکتور کشاورزی مورد نیاز در روز ٦/۲۰:٦= ۰/۳

با توجه به متوسط حمل چوب توسط کامیون، تعداد موردنیاز در این سری برابر است با:

مترمکعب تولید چوب در روز ۲۳۰۲/۱٤۰:۳=۱٦/٤

تعداد کامیون مورد نیاز در روز ۱٦/۳۰:٤=۰/۵

**تعیین ماشین‌آلات در سری ۲**

در این سری حدود ٦٠٪ از عرصه دارای شیب متعادل است که باایجاد مسیرهای چوبکشی باتوجه به‌وضعیت شبکه جاده توسط اسکیدر چرخ لاستیکی قابل بهره‌برداری می‌باشد. ۲۵٪ ازعرصه دارای‌شیب ٪٦٠-۳۰ است که درصورت ایجاد مسیرهای چوبکشی به صورت مورب، باتوجه به استحکام‌خاک می‌تواند بهره‌برداری راتوسعه دهد. باتوجه به عامل شیب واستحکام می‌توان با استفاده ازسیستم‌تلفیقی کابل واسکیدر، چوب‌آلات راخارج نمود.

۱۵٪ از عرصه دارای شیب بیش از ٦٠٪ می‌باشد.این مناطق توسط سیستم کابل هوایی قابل دسترس می‌باشند.ازنظر استحکام خاک ٥٤٪ عرصه دارای استحکام متوسط و ٤٦٪ دارای استحکام ضعیف می‌باشد. بنابراین در سری مورد مطالعه ۸۵٪ ازنظر شیب و ٥٤٪ از نظر استحکام خاک قابل کار با ماشین‌آلات کشنده زمینی جهت عملیات بهره‌برداری می‌باشد. در نتیجه در نقاطی که شیب اجازه چوبکشی‌زمینی را می‌دهد محدودیت استحکام خاک مانع از ایجاد مسیرهای چوبکشی می‌شود.

تعداد ماشین‌آلات مناسب برای این سری به‌شرح زیر خواهد بود:

مساحت این سری ۸۵۵ هکتار، میزان رویش سالانه ۳/۲٤ سیلو در هکتار، حمل گرده‌بینه توسط اسکیدر ۳۰ مترمکعب و چوب‌آلات هیزمی توسط تراکتور کشاورزی ۲۰ مترمکعب و میزان حمل چوب‌توسط کامیون ۳۰ متر مکعب در روز می‌باشد. فصل مساعد کاری در منطقه مورد مطالعه ۱٤۰ روز است.

بنابراین اگر میزان برداشت را برابر میزان رویش سالیانه فرض نماییم مقدار تولید برابراست با:

سیلو در هکتار ۳/۲٤×۸۵۵=۲۷۷۰/۲

مترمکعب در هکتار ۲۷۷۰/۲×۰/۸۵=۲۳٥٤/۷

با درنظر گرفتن ٦٠٪ چوب‌آلات به صورت صنعتی و٤٠٪ به‌صورت هیزمی، میزان تولید برابر است با:

مترمکعب گرده‌بینه (صنعتی) ١٤١٢/٨ =٪٦٠ ×٢٣٥٤/٧

مترمکعب هیزمی ٩٤١/٩ =٤٠ ٪×٢٣٥٤/٧

باتوجه به تولید روزانه، روز کار برای هر دستگاه ماشین عبارت است از:

روز کار برای یکدستگاه اسکیدر ١٤١٢/٨/٣٠:٤=٤٧

روز کار برای یکدستگاه تراکتور کشاورزی ٩٤١/٢٠:٩=٤٧

روز کار برای یکدستگاه کامیون ٢٣٥٤/٣٠:٧=٧٨

بادر نظر گرفتن فصل مساعد کاری، تولید در سری ۲ برابر است با:

مترمکعب تولید چوب صنعتی در روز ١٤١٢/١٤٠:٨= ١٠/١

مترمکعب تولید چوب هیزمی در روز ٩٢٠/١٤٠:٩= ٦/٦

با در نظر گرفتن میزان حمل گرده بینه توسط اسکیدر و تراکتور کشاورزی در روز، تعداد ماشین‌آلات برابراست با:اسکیدر مورد نیاز در روز ١٠/٣٠:١= ٠/٣

تراکتور کشاورزی مورد نیاز در روز ٦/٢٠:٦= ٠/٣

با توجه به متوسط حمل چوب توسط کامیون، تعداد موردنیاز در این سری برابر است با:

مترمکعب تولید چوب در روز ٢٣٥٤/١٤٠:٧=١٦/٨

تعداد کامیون مورد نیاز در روز ١٦/٣٠:٨=٠/٦

همچنین ٥٤٪ از مساحت این سری را خاک باوضعیت استحکام ضعیف تشکیل می‌دهد. بنابراین جهت‌بهره‌برداری این مناطق نیاز به یک دستگاه کابل هوایی می‌باشد.

**تعیین ماشین‌آلات در سری ۳**

دراین سری ٦٠٪ ازعرصه دارای استحکام متوسط و ٤٠٪ دارای استحکام ضعیف می‌باشد. بنابراین در٦٠٪ عرصه می‌توان از ماشین‌آلات کشنده زمینی استفاده نمود. ۳۰٪ ازعرصه دارای شیب متعادل‌است که در آن می‌توان از اسکیدر و ۲۵٪ ازعرصه دارای شیب ٦٠-۳۰ بوده که درآنجا می‌توان بااحداث جاده چوبکشی به صورت مورب، عملیات چوبکشی بااسکیدر چرخ لاستیکی و در غیر این صورت از اسکیدر چرخ زنجیری استفاده نمود. در ۵٪ عرصه دیگر می‌توان به کمک تراکتور چرخ‌زنجیری اقدام نمود. در ۲۵٪ عرصه ضمن داشتن شیب زیاد ازنظر استحکام خاک هم در وضعیت نامناسب بوده است و قاعدتاً حفاظتی می‌باشد. درصورت بهره‌برداری باید از کابلهای هوایی استفاده شود.

تعداد ماشین‌آلات مناسب برای سری ۳ به‌شرح زیر خواهد بود:

مساحت این سری ۷۰۰ هکتار، میزان رویش سالانه ۳/۲٤ سیلو در هکتار، حمل گرده‌بینه توسط اسکیدر ۳۰ مترمکعب و چوب‌آلات هیزمی توسط تراکتور کشاورزی ۲۰ مترمکعب و میزان حمل چوب‌توسط امیون، ۳۰ متر مکعب در روز می‌باشد. فصل مساعد کاری در منطقه مورد مطالعه ۱٤۰ روزاست.

بنابراین اگر میزان برداشت را برابر میزان رویش سالیانه فرض نماییم مقدار تولید برابراست با:

سیلو در هکتار ۳/۲٤×۷۰۰=۲۲٦۸

مترمکعب در هکتار ۲۲٦۸×۰/۸۵=۱۹۲۷/۸

با درنظر گرفتن ٦٠٪ چوب‌آلات به صورت صنعتی و٤٠٪ هیزمی، میزان تولید برابر است با:

مترمکعب گرده‌بینه (صنعتی) ۱۹۲۷/۸× ٪٦٠=۱۱٥٦/۷

مترمکعب هیزمی ۱۹۲۷/۸×٪ ٤٠=۷۷۱/۱

باتوجه به تولید روزانه، روز کار برای هر دستگاه ماشین عبارت است از:

روز کار برای یکدستگاه اسکیدر ۱۱۵٦/۳۰:۷=۳۹

روز کار برای یکدستگاه تراکتور کشاورزی ۷۷۱/۲۰:۱=۳۹

روز کار برای یکدستگاه کامیون ۱۹۲۷/۳۰:۸=٦٤

بادر نظر گرفتن فصل مساعد کاری تولید برابر است با:

مترمکعب تولید چوب صنعتی در روز ۱۱۵٦/۱٤۰:۷=۸/۳

مترمکعب تولید چوب هیزمی در روز ۷۷۱/۱٤۰:۱=۵/۵

با در نظر گرفتن میزان حمل گرده بینه توسط اسکیدر و تراکتور کشاورزی در روز، تعداد ماشین‌آلات برابراست با:اسکیدر مورد نیاز در روز ۸/۳۰:۳= ۰/۳

تراکتور کشاورزی مورد نیاز در روز ۵/۲۰:۵= ۰/۳

با توجه به متوسط حمل چوب توسط کامیون، تعداد موردنیاز در این سری برابر است با:

مترمکعب تولید چوب در روز ۱۹۲۷/۱٤۰:۸= ۱۳/۸

تعداد کامیون مورد نیاز در روز ۱۳/۳۰:۸= ۰/۵

همچنین ٤۰٪ از مساحت این سری را خاک باوضعیت استحکام ضعیف تشکیل می‌دهد. بنابراین جهت‌بهره‌برداری این مناطق نیاز به یک دستگاه کابل هوایی می‌باشد. باتوجه به همجوار بودن این سری باسری ٤ از این سیستم درنقاط پرشیب آن سری نیز استفاده خواهد شد.

**تعیین ماشین‌آلات در سری ٤**

این سری دارای حداقل شبکه‌بندی جاده می‌باشد. تنها در ۱۸/٤٪ ازعرصه می‌توان از تراکتور کشاورزی واسکیدر استفاده نمود. در ۵۲/۸٪ عرصه که دارای شیب ٪۶۰-۳۰ می‌باشد باتوجه به‌استحکام خاک، مسیرهای فرعی وچوبکشی با احتیاط ودرجهت خطوط تراز احداث شده و تلفیقی از کابل هوایی و سیستم زمینی بکار می‌رود. ۲۸/۸٪ ازعرصه دارای شیب بیش از٦۰٪ می‌باشد و در عمل بهره‌برداری‌توسط کابلهای هوایی امکان‌پذیر خواهد بود. ازنظر استحکام خاک وضعیت بهتر از شیب می‌باشد، زیرا٦٤٪ دارای استحکام متوسط بوده که می‌توان بااحداث جاده‌های فرعی، جهت بهره‌برداری از ماشین‌آلات کشنده زمینی اقدام نمود. ۳٦٪ از سطح این سری فقط با سیستم کابلهای هوایی قابل بهره‌برداری می‌باشد. تعداد ماشین‌آلات مناسب برای این سری به شرح زیر خواهد بود:

مساحت این سری ۱۲۹۰ هکتار، میزان رویش سالانه ۳/۲٤ سیلو در هکتار، حمل گرده‌بینه توسط اسکیدر، ۳۰ مترمکعب و چوب‌آلات هیزمی توسط تراکتور کشاورزی، ۲۰ مترمکعب و میزان حمل‌چوب توسط کامیون، ۳۰ متر مکعب در روز می‌باشد. فصل مساعد کاری در منطقه مورد مطالعه ۱٤۰روز است.

بنابراین اگر میزان برداشت را برابر میزان رویش سالیانه فرض نماییم مقدار تولید برابراست با:

سیلو در هکتار ۳/۲٤×۱۲۹۰=٤۱۷۹/٦

مترمکعب در هکتار ٤۱۷۹/٦×۰/۸۵=۳۵۵۲/۷

با درنظرگرفتن٦۰٪ چوب‌آلات به‌صورت صنعتی و٤۰٪ به صورت هیزمی، میزان تولید برابراست با:

مترمکعب گرده بینه (صنعتی) ۳۵۵۲/۷× ٪٦۰=۲۱۳۱/٦

مترمکعب هیزمی ۳۵۵۲/۷×٪ ٤۰=۱٤۲۱/۱

باتوجه به تولید روزانه، روز کار برای هر دستگاه ماشین عبارت است از:

روز کار برای یکدستگاه اسکیدر ۲۱۳۱/۳۰:٦=۷۱

روز کار برای یکدستگاه تراکتور کشاورزی ۱٤۲۱/۲۰:۱=۷۱

روز کار برای یکدستگاه کامیون ۳۵۵۲/۳۰:۷=۱۱۸

بادر نظر گرفتن فصل مساعد کاری، تولید برابر است با:

مترمکعب تولید چوب صنعتی در روز ۲۱۳۱/۱٤۰:٦= ۱۵/۲

مترمکعب تولید چوب هیزمی در روز ۱٤۲۱/۱٤۰:۱= ۱۰/۱

با در نظر گرفتن میزان حمل گرده بینه توسط اسکیدر و تراکتور کشاورزی در روز، تعداد ماشین‌آلات برابراست با:اسکیدر مورد نیاز در روز ۱۵/۳۰:۲= ۰/۵

تراکتور کشاورزی مورد نیاز در روز ۱۰/۲۰:۱= ۰/۵

با توجه به متوسط حمل چوب توسط کامیون، تعداد موردنیاز در این سری برابر است با:

مترمکعب تولید چوب در روز ۳۵۵۲/۱٤۰:۷= ۲۵/٤

تعداد کامیون مورد نیاز در روز ۲۵/۳۰:٤= ۰/۸

باتوجه به اینکه ٤٦٪ از مساحت این سری را خاک باوضعیت استحکام ضعیف تشکیل می‌دهد. بنابراین‌جهت بهره‌برداری این مناطق نیاز به یک دستگاه کابل هوایی می‌باشد.

باتوجه به وجود مسائل پیش‌بینی نشده در کار چوبکشی بااسکیدر، از جمله خراب شدن و تعمیرات،یک دستگاه اسکیدر به عنوان جایگزین پیش‌بینی می‌شود. همچنین یک دستگاه لودر جهت بارزدن‌گرده‌بینه‌ها و چوب‌آلات روی کامیونها برای هر سری پیش‌بینی شده که در محل دپو چوب‌آلات مستقر می‌شود (جدول شماره ۹).

**جدول شماره ۹ – تعیین تعداد ماشین‌آلات در منطقه مورد مطالعه**

| نوع ماشین‌آلات | تعداد/ دستگاه |
|---|---|
| اسکیدر چرخ لاستیکی با قدرت ۱۲۵ اسب بخار و بیشتر و برای ۲۰۳ روز کار در سال | ۱ |
| تراکتور دو دیفرانسیل با قدرت ۷۵ اسب بخار و برای ۲۰۳ روز کار در سال | ۱ |
| کامیون با ظرفیت ۱۰ تن و بیشتر و برای ۳۳۷ روز کار در سال | ۱ |
| سیستم کابل هوایی که به‌طور مشترک در سریهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرند | ۱ |

## بحث و نتیجه‌گیری

باتوجه به اینکه پر هزینه‌ترین بخش ازفعالیتهای جنگلداری مربوط به عملیات بهره‌برداری از جنگل‌می‌باشد و دراین مرحله کار چوبکشی و حمل ونقل محصولات جنگل به مراکز مصرف، باهزینه زیادوماشین‌آلات گران قیمت روبرو است، بنابراین احداث شبکه جادههای پیش‌بینی شده جهت تسریع درسرویس‌دهی واستفاده بهینه از سطوح مختلف جنگل ضروری می‌باشد.

برابر بررسیهای بعمل آمده، عوامل مؤثر در طراحی شبکه جاده مشخص گردید. باتوجه به نتایج بدست آمده از عملیات صحرایی، نقشه‌های تهیه شده وتجزیه وتحلیل داده‌ها، سطح جاده موجود به‌علت کمی تراکم و درصد شبکه‌بندی، مناسب نبوده ونمی‌تواند جنگل را به‌خوبی پوشش دهد. بنابراین‌باتوجه به عوامل مؤثر درطراحی شبکه جاده، جاده‌های اصلی و فرعی جهت دسترسی جنگل با درصد شبکه‌بندی کافی پیش‌بینی شده است. درنتیجه میزان جاده‌های موجود وپیش بینی شده از ۵۲۵۴۹ متربا تراکم طولی ۷/۸ متر در هکتار به ۱۲/۸ متر در هکتار و درصد شبکه‌بندی از ۳۷ درصد به ٦۰ درصد رسیده است با درنظر گرفتن شبکه فرعی میزان تراکم به ۱۹/۵ متردرهکتار و درصد شبکه‌بندی به ۷۰٪ رسیده است.

از نتایج بدست آمده می‌توان در طرحهای جاده‌سازی وبهره‌برداری جهت تعیین مسیر جاده‌های اصلی وفرعی و چگونگی استفاده‌از سیستم‌های هوایی استفاده نمود.

در این تحقیق بیشترین عوامل مؤثر درطراحی شبکه جاده‌های اصلی عامل شیب، قابلیت مکانیکی‌خاک، حجم تولید، روشهای جنگلداری وبهره‌برداری و عوامل جوی بوده و درطراحی شبکه‌های فرعی‌مانند مسیرهای چوبکشی، ژ عامل استحکام خاک، شیب و عوامل جوی مؤثر بوده است.

وضعیت باربری خاک (C.B.R) در حالت تر و خشک نشان می‌دهد که قابلیت عبور ومرور این خاکها باجذب آب به‌سرعت پایین آمده، در اثر استفاده از ماشین‌آلات بهره‌برداری و جاده‌سازی حالت نامطلوبی‌را ایجاد می‌نماید (مجنونیان، ۱۳٦۷). بنابر این بکار گیری ماشین‌آلات در فصول مرطوب ضمن کاهش‌کارایی باعث فرسایش خاک جنگل خواهد شد.

با توجه به وضعیت استحکام خاک که در حالت آرمانی حداکثر به‌صورت متوسط می‌باشد لزوم‌بکارگیری ماشین‌آلاتی مانند فوروواردر و اسکیدر چرخ لاستیکی برای مناطق کم شیب (حداکثر۳۰٪) واسکیدر چرخ لاستیکی همراه با چرخ زنجیری به‌صورت تلفیقی در شیب ٦۰-۳۰ درصد لازم است.بنابراین در سریهای ۱،۲و۳ تلفیق سیستم چوبکشی توسط فوروواردر، اسکیدر و کامیون و در سری ٤تلفیق اسکیدر چرخ لاستیکی، چرخ زنجیری وکامیون همراه با سیستم کابل هوایی می‌تواند ضمن‌دسترسی کامل به مناطق مختلف جنگل باعث پوشش کافی جهت حمل ونقل چوب‌آلات شود.

## پیشنهادها

پیشنهادهای زیر جهت بهبود روشهای اجرایی ارائه می‌شود:

۱- با توجه به اینکه در این جنگل طرح جنگلداری تهیه و اجرا نشده است لازم است با در نظر گرفتن‌شبکه‌بندی پیشنهادی نسبت به تهیه طرح جنگلداری و

بهره‌برداری اقدام تا ضمن ساماندهی مدیریت‌جنگل محل و میزان دقیق برداشتها و روشهای بهره‌برداری با توجه به ماشین‌آلات پیشنهاد شده مشخص‌شود.

۲- با توجه به محدودیت استحکام خاک در ایجاد مسیرهای چوبکشی و عملیات بهره‌برداری رعایت‌فصل مساعدکاری جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش بازده کار ماشین‌آلات ضروری می‌باشد.

۳- استفاده از سیستم حمل هوایی با توجه به محدودیت احداث جاده به علت وضعیت شیب منطقه واستحکام خاک، جهت دسترسی به قسمتهای مختلف جنگل به ویژه در ارتفاعات که از تیپهای مهم واقتصادی تشکیل شده‌اند ضروری می‌باشد. بدیهی است در صورت کاربرد وسایل کشنده زمینی‌خسارات جبران ناپذیری به توده و خاک جنگل وارد خواهد شد.

٤- به علت ریزدانه بودن خاک و میزان رس بالا و عدم زهکشی کافی در بعضی از نقاط که دارای شیب‌متعادل می‌باشند امکان استفاده از ماشین‌آلات زمینی وجود ندارد. بنابر بکارگیری کابلهای هوایی در این‌مناطق پیشنهاد می‌شود (قسمتی از سریهای ۱و ۲).

۵- احداث دپو در مناطق پیش‌بینی شده با فواصل مناسب جهت بارگیری به‌موقع چوب‌آلات.

٦- احداث بانکت یا جویهای کناری جاده‌های پیش‌بینی شده جهت خروج به موقع آب از سطح جاده‌به منظور جلوگیری از تخریب آنان.

۷- با توجه به اینکه اکثر نقاط در منطقه مورد مطالعه از سازندهای حساس به فرسایش (سازند شمشک) تشکیل شده و دارای گسل می‌باشند (از جمله در سریهای ۲ و۳ و قسمتی از سری ٤)می‌بایست در امر جاده‌سازی دقت لازم بعمل آمده و جاده‌ها را در حداقل عرض ترافیکی حتی‌الامکان با بولدوزرهای کوچک و بیل مکانیکی احداث نمود.

## منابع و مآخذ


۱- اقتصادی، ع. ۱۳۷۰. بررسی فواصل کشیدن و حمل ونقل گرده‌بینه در حوزه نکاءچوب، پایان نامه‌کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۲ صفحه.

۲- خالقی، پ. حسینی، س.م.، عباسی، ح.، فروهر، م. و قلیچ‌نیا، ح. ۱۳۷۷. نیمرخ‌جنگلهای خزر ـ جنگل تحقیقاتی"وازرود"- انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۱۹۸،۳۸۰ صفحه.

۳- رأفت نیا، ن. ۱۳٦۷. طرح و پروژه جاده‌های جنگلی. انتشارات دانشگاه مازندران شماره انتشار۱۰۸، ۲۲۷ صفحه.

٤- سازمان جنگلها و مراتع، ۱۳٦٦. دیدگاهها و برنامه‌های اجرائی بهره‌برداری، انتشارات دفتربهره‌برداری، ۲٦ صفحه.

۵ـ سبحانی، ه. ۱۳۷۸. طرح بهره‌برداری سومین تجدیدنظر طرح جنگلداری بخش نم خانه جنگل‌آموزشی دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران، ۱۱٤ صفحه.

٦ـ مجنونیان، ب. ۱۳٦۷. نتایج اولیه بررسی خواص مکانیکی خاک جنگل خیرودکنار جهت استفاده‌کاربردی درجاده سازی. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ٤۲: ۱۰۵ – ۱۱۳.

۷- میربادین، ع. و شهریاری، ق. ۱۳۷۸. تعیین رویش قطری درختان و درختچه‌های ایران (راش) درجنگل تحقیقاتی "واز"، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، نشریه تحقیقات جنگل و صنوبر(۲)، شماره ۲۱۲: ۱ – ۵۱.

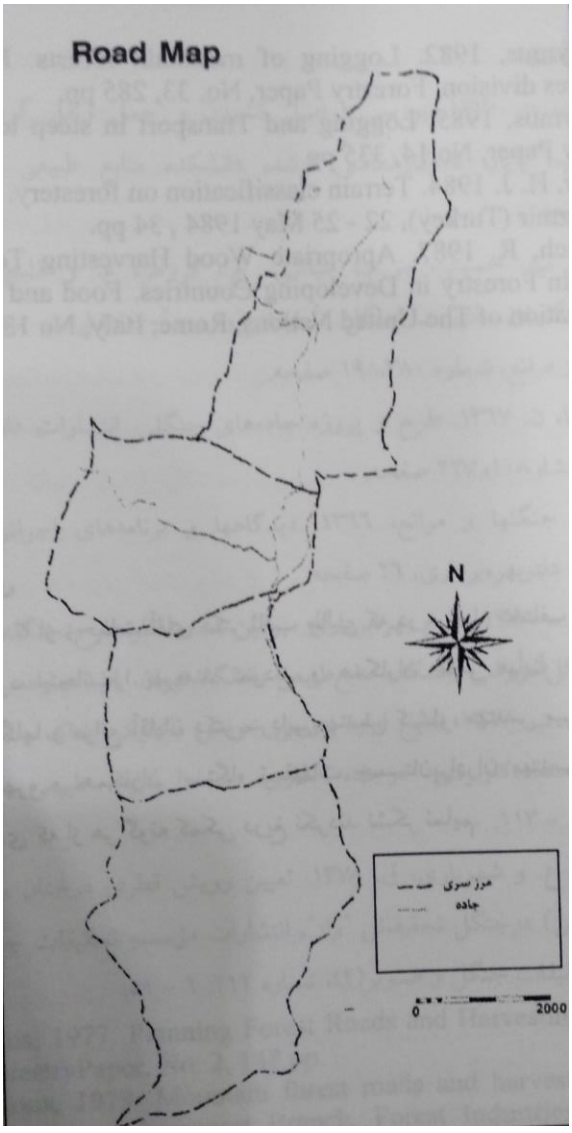
8- Anonymus, 1977. Planning Forest Roads and Harvesting Systems. FAO, ForestryPaper, No. 2, 148 pp.

9- Anonymous, 1978. Mountain forest roads and harvesting. FAO, Forest logging andtransport Branch, Forest Industries Division, Forestry Department, No.14, 254 pp.

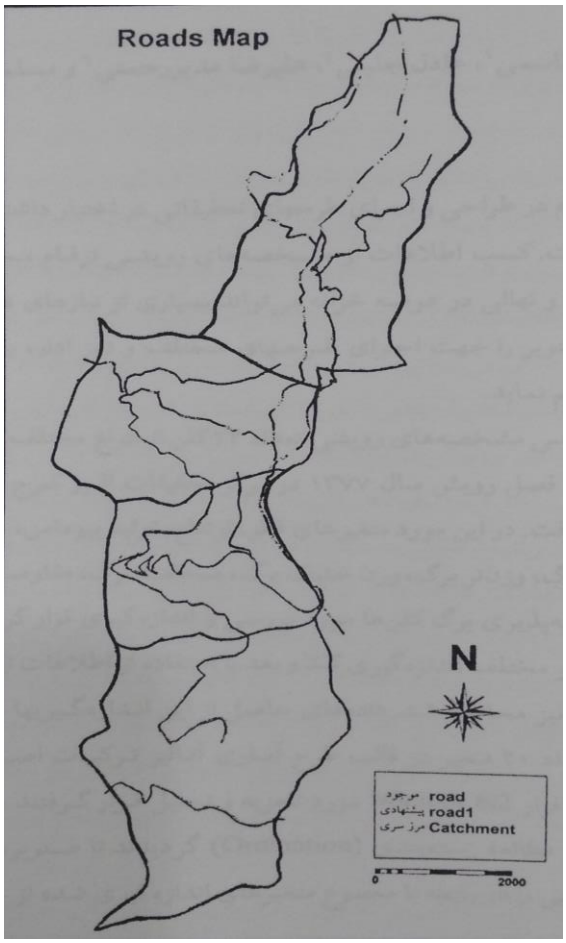
10- Anonymus, 1982. Logging of mountain forests. FAO, Forest industries division, Forestry Paper, No. 33, 285 pp.
11- Anonymus, 1985. Logging and Transport in steep terrain. FAO, Forestry Paper, No.14, 335 pp.
12- Loffler, H. J. 1984. Terrain classification on forestery. Final report heldat Izmir (Turkey), 22 - 25 May 1984 , 34 pp.
13- Heinrich, R. 1987. Apropriate Wood Harvesting Technique in Mountain Forestry in Developing Countries. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Italy, No 133, 14 pp.

## سپاسگزاری

لازم است تا از زحمات آقای دکتر ثاقب طالبی که در مراحل مختلف این تحقیق از تجربیات خود اینجانب‌را بهره‌مند نمودند و همکاران عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع آقایان دکتر سردابی،مهندس کنشلو، مهندس میرآخورلو، آقای حسین نیکچهره و همکاران ایستگاه تحقیقات چمستان‌برادران مهندس ابراهیمی و مهندس صیادی که از هر گونه کمکی دریغ نکردند تشکر نمایم.




**شکل شماره ۱ – جاده‌های موجود در منطقه مورد مطالعه**




**شکل شماره ۲ – جاده‌های موجود و پیشنهادی در منطقه مورد مطالعه**