Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Wood and Forest Science and Technology

Print ISSN: 2322-2077
Online ISSN: 2322-2786

Skid trails planning using the AHP and GIS

Majid Lotfalian[1] | Ozra Abkar[2] | Seyed Ataollah Hosseini[3] | Aidin Parsakhoo[4] | Nastaran Nazariani[*5]

1. Professor, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Sari, Sari, Iran. E-mail: mlotfalian@yahoo.com
2. M.Sc. Graduate of Forest Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Sari, Sari, Iran. E-mail: oabkar@yahoo.com
3. Professor, Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: at.hosseini@ut.ac.ir
4. Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: parsakhoo@gau.ac.ir
5. Corresponding Author, Postdoc Researcher of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Sari, Sari, Iran. E-mail: nazariani69@yahoo.com

Article Info

Article type:
Short Paper

Article history:
Received: 11.22.2021
Revised: 01.17.2022
Accepted: 01.27.2022

Keywords:
AHP,
District 4 Section 2 Neka Zalmarud,
GIS,
Land transit map,
Skid trail

ABSTRACT

Background and Objectives: Wood transport in the forest is one of the most difficult and the most expensive affairs in logging. Skid trails, which are, in fact, a compliment to the transport network, bear a close relationship to the conditions of the forest-roads network, silviculture methods, logging methods, topography, slope, soil characteristics, and other factors. In this study, the efficiency of GIS and AHP in preparing a control map for a skidding network.

Materials and Methods: For this purpose, parcels 18 and 19 of district 4, part 2 of Neka Zalem rood with an area measuring 97 hectares, have been selected. We have attempted to design a questionnaire filled by some experts according to influential factors in skid road planning such as slope, soil, geology, stand per hectare, streams, aspect, forest type, elite trees, and altitude. These factors were weighted in Export Choice (EC) software via a pairwise method. Finally, the status of the designed skid road and existing skid road was compared. The Chi-square test was used to compare the most appropriate variant and the existing route statistically.

Results: Evaluation results of existing routes and options extracted from the land crossing capability map showed that the passing path length Percentage on the land by appropriate power is less than the proposed options and the passing path length Percentage on the land by inappropriate power is more than designed options.

Conclusion: The Chi-square test results showed that the designed skid trails were significantly better than existing skid roads regarding passing from suitable areas (p=0.0001).

Cite this article: Lotfalian, Majid, Abkar, Ozra, Hosseini, Seyed Ataollah, Parsakhoo, Aidin, Nazariani, Nastaran. 2022. Skid trails planning using the AHP and GIS. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 29 (1), 77-88.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JWFST.2022.19706.1948
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۷۷
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۸۶

طراحی مسیرهای چوبکشی در جنگل با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی

مجید لطفعلیان[۱] | عذرا آبکار[۲] | سید عطاالله حسینی[۳] | آیدین پارساخو[٤] | نسترن نظریانی*[٥]

۱. استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: mlotfalian@yahoo.com
۲. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: oabkar@yahoo.com
۳. استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: at.hosseini@ut.ac.ir
٤. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: parsakhoo@gau.ac.ir
۵. نویسنده مسئول، پژوهشگر مقطع پسادکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: nazariani69@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
گزارش کوتاه علمی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۹/۰۱
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۱۱/۰۷

واژه‌های کلیدی:
تحلیل سلسله‌مراتبی،
سامانه اطلاعات جغرافیایی،
سری ٤ بخش ۲ نکا ظالمرود،
مسیر چوبکشی،
نقشه قابلیت عبور اراضی

چکیده

سابقه و هدف: عملیات چوبکشی در جنگل یکی از مشکل‌ترین و پرهزینه‌ترین امور بهره‌برداری است. مسیرهای چوبکشی که درواقع تکمیل‌کننده شبکه حمل‌ونقل محسوب می‌شود، ارتباط تنگاتنگی با وضعیت شبکه جاده‌های کامیون‌رو، شیوه‌های جنگل‌شناسی، روش‌های بهره‌برداری، وضعیت توپوگرافی، شیب، قابلیت‌های مکانیکی خاک و عوامل دیگر دارند، بنابراین در پژوهش حاضر سعی شده تا کارایی GIS و AHP در تهیه نقشه کاربری برای طراحی مسیرهای چوبکشی بررسی شود.

مواد و روش‌ها: برای این منظور پارسل‌های ۱۸ و ۱۹ سری ٤ بخش ۲ نکا ظالمرود با مساحتی معادل ۹۷ هکتار در نظر گرفته شده است. با توجه به عوامل مؤثر در طراحی مسیر چوبکشی یعنی شیب، خاک، زمین‌شناسی، موجودی در هکتار، آبراهه، جهت، تیپ جنگل، درختان مهم و ارتفاع، نسبت به تنظیم پرسشنامه اقدام و توسط متخصصان تکمیل و جمع‌آوری گردید. این عوامل به روش مقایسه دوبه‌دو، در نرم‌افزار Expert Choice (EC)، وزن‌دهی شدند. درنهایت مشخصات مسیرهای پیشنهادی با مسیر موجود مقایسه گردید. جهت مقایسه آماری بین مناسب‌ترین گزینه و مسیر موجود، از آزمون مربع کای استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از ارزیابی مسیرهای موجود و گزینه‌های پیشنهادی بر روی نقشه قابلیت عبور اراضی نشان داد که درصد عبور طول مسیر موجود از روی منطقه با توان مناسب نسبت

به گزینه‌های پیشنهادی کم‌تر و درصد عبور مسیر موجود بر روی منطقه با توان نامناسب نسبت به گزینه‌های طراحی‌شده بیش‌تر است.

نتیجه‌گیری: نتایج آزمون مربع کای نشان داد که مسیر پیشنهادی از لحاظ عبور از مناطق مناسب‌تر، به‌طور معنی‌داری (در سطح ۹۵ درصد) بهتر از مسیر موجود بود (P=۰/۰۰۰۱).

استناد: لطفعلیان، مجید، آبکار، عذرا، حسینی، سید عطاالله، پارساخو، آیدین، نظریانی، نسترن (۱۴۰۱). طراحی مسیرهای چوبکشی در جنگل با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی. *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۹ (۱)، ۷۷-۸۸.

DOI: 10.22069/JWFST.2022.19706.1948

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

جاده‌های جنگلی و مسیرهای خروج چوب از جمله ساختارهای پیچیده مهندسی هستند که حمل‌ونقل کارآمد و دسترسی مطمئن به جنگل به آن‌ها بستگی دارد (٦). عملیات چوبکشی در جنگل یکی از مشکل‌ترین و پرهزینه‌ترین امور بهره‌برداری است. هرچه طول مسیرهای چوبکشی از یک حد اقتصادی و معین بیش‌تر شود هزینه‌های چوبکشی نیز افزایش می‌یابد. در حال حاضر مشخصات کلی مسیرهای چوبکشی در جنگل‌های شمال کشور با استانداردها فاصله دارد که موجبات خسارت به خاک را در این مناطق فراهم آورده است (۱۰). این مسیرها که درواقع تکمیل‌کننده شبکه حمل‌ونقل محسوب می‌شود ارتباط تنگاتنگی با وضعیت شبکه جاده‌های کامیون‌رو، شیوه‌های جنگل‌شناسی، روش‌های بهره‌برداری، وضعیت توپوگرافی، شیب، قابلیت‌های مکانیکی خاک و عوامل دیگر دارند (٦). طراحی کم مسیرهای چوبکشی مشکلاتی مانند عدم امکان دسترسی به تمام تنه‌ها و بینه‌ها، افزایش وینچینگ، خروج اسکیدرها از مسیرهای چوبکشی را به همراه دارد، از طرفی دیگر طراحی زیاد مسیرهای چوبکشی سبب تخریب طبیعت و آسیب رساندن به عرصه می‌شود. بدین‌ترتیب طراحی کم و یا زیاد مسیرهای چوبکشی سبب افزایش هزینه‌ها خواهد شد (١٤). امروزه با گسترش فن‌آوری‌های نوین در زمینه طراحی شبکه جاده و مسیرهای چوبکشی و امکان استفاده GIS می‌توانیم اقدام به طراحی مسیرها با دقت بالا، با کاهش کار زمینی و با هزینه کم‌تر نماییم. آکار (۱۹۹۷)، در پژوهشی در جنگل‌های ترکیه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی اقدام به طراحی مسیر چوبکشی نمود و به این نتیجه رسید که مقدار حاصلخیزی، موجودی در هکتار درختان سرپا و هزینه از عوامل لازم در انتخاب مسیر می‌باشد (۱). راجرز و شیس (۲۰۰۱)، برنامه کامپیوتری PEEGER را برای ردیابی خودکار جاده جنگلی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] توسعه دادند. عملکرد این برنامه متکی به داده‌های DEM است که باید با دقت بالا نمایانگر شرایط واقعی زمین باشد. PEEGER، یک ابزار مناسب برای طراحی واریانت‌های مختلف جاده است و بر اساس ویژگی درصد شیب طولی جاده که توسط طراح تعیین می‌شود، عمل می‌نماید (۱۳). حسینی (۲۰۰۳)، در مطالعات خود در سری نم خانه جنگل خیرودکنار نوشهر، به اهمیت عواملی چون شیب، جهت، ارتفاع، نوع سنگ‌بستر، نفوذپذیری خاک و موجودی درختان اشاره کرد. درنهایت چنین نتیجه‌گیری شد که کاربری GIS می‌تواند هم از نظر دقت و کیفیت و هم از لحاظ سرعت و هزینه دارای امتیازاتی در طراحی شبکه جاده جنگلی باشد (۷). عزیزی‌فر و همکاران (۲۰۰٦)، با استفاده از GIS نسبت به طراحی شبکه‌های ریزبافت حمل‌ونقل یا مسیر چوبکشی در جنگل‌های سری واستون اقدام نمودند. بدین‌منظور لایه‌های رستری جاده‌ها، آبراهه‌ها، شیب، زمین‌شناسی و جهت روی هم‌گذاری و سطوح مناسب برای عبور مسیرهای چوبکشی تعیین گردید. درنهایت مسیرهای چوبکشی با در نظر گرفتن شروط کوتاه‌ترین مسیر در صورت امکان، عدم عبور از آبراهه‌ها و حداکثر فاصله بین مسیرهای چوبکشی (۱٤۰ متر) طراحی شدند. نتایج بیانگر آن بود که عدم عبور مسیرهای چوبکشی از آبراهه‌ها در کاهش هزینه‌ها تأثیر به‌سزایی دارد. محمدی سمانی و همکاران، (۲۰۱۰) در گیلان به طراحی شبکه جاده در جنگل‌های کوهستانی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[2] و GIS پرداختند. لایه‌های پراهمیت در طراحی شبکه جاده جنگلی ازجمله: شیب،

1- Geographical information system (GIS)
2- Analytic hierarchy process (AHP)

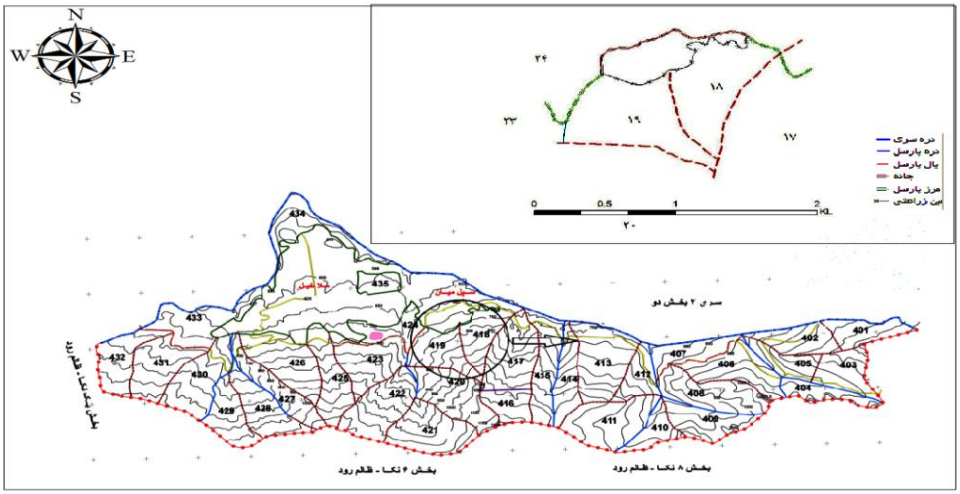
خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، جهت، موجودی در جنگل، تیپ درختان و هیدروگرافی تهیه و با نظر کارشناسان از طریق AHP اولویت‌بندی شدند. سپس به دو روش سنتی و با استفاده از نرم‌افزار PEEGER به طراحی شبکه جاده پرداخته شد. طراحی گزینه‌های مختلف از طریق نرم‌افزار PEEGER به کمک نقشه‌های به‌دست‌آمده از AHP و GIS کارایی بالاتری در عبور از نقاط مثبت و منفی نشان داد. در نتایج مشخص شد که استفاده از AHP و GIS می‌تواند یک روش مناسب در طراحی شبکه جاده جنگلی باشد (۱۶). کوشکی و همکاران، (۲۰۱۲) به بررسی انواع مسیرهای چوبکشی موجود با توجه به جدول محصول و هم‌چنین طراحی مسیرهای چوبکشی در سری یک جنگل شصت‌کلاته گرگان پرداختند. آن‌ها پس از شناسایی مسیرهای اسکیدر رو و مالرو موجود نسبت به پیشنهاد مسیرهای جدید چوبکشی با توجه به لایه‌های اطلاعاتی حجم برداشت، نوع محصول، مناطق قابل بهره‌برداری، شیب، عوارض، خاک و شبکه آبراهه‌ها در محیط GIS اقدام نمودند. نتایج یافته‌های آن‌ها نشان داد که مسیرهای پیشنهادی با این روش، کارکرد اقتصادی بهتری داشت زیرا خروج چوب برروی این مسیرها با سرعت بیش‌تری انجام می‌گرفت و هم‌چنین دسترسی به محصولات نیز تسهیل شد. در نتیجه آسیب به خاک و توده باقی‌مانده نیز کاهش پیدا کرد (۹). نتایج پژوهش ایمانی و همکاران (۲۰۱۲) در طراحی جاده جنگلی با استفاده از الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر و سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داد که با استفاده از نقشه پهنه‌بندی هزینه و الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر می‌توان مسیری با طول و هزینه ساخت کم‌تری نسبت به طراحی توسط کارشناس طراحی کرد (۸). حیاتی و همکاران (۲۰۱۳)، در برنامه‌ریزی شبکه جاده برای بخشی از جنگل‌های خیرودکنار با استفاده از نرم‌افزار PEGGER و در ترکیب لایه‌ها در محیط GIS به این نتیجه دست یافتند که شیب زمین، سنگ‌شناسی، فاصله از شبکه جریان، فاصله از گسل، حساسیت به زمین‌لغزش، حساسیت به فرسایش، زمین‌شناسی و بافت خاک از معیارهای مهم برای برنامه‌ریزی شبکه جاده جنگلی در منطقه موردمطالعه است (۵). رمضانپور آذر و همکاران (۲۰۱۷) به طراحی مسیرهای چوبکشی در پارسل‌های ۲۲ و ۲۳ جنگل دارابکلا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه AHP در سری یک جنگل دارابکلا پرداختند نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با در نظر گرفتن فواصل چوبکشی ۱۴۰ متر و با در نظر داشتن حداکثر شیب طولی مسیر چوبکشی، مثبت ۲۵ درصد در چوبکشی رو به بالا و منفی ۳۵ درصد در چوبکشی رو به پایین، واریانت دوم به دلیل درصد عبور بیش‌تر (۸۱/۸۴) از مناطق بسیار مناسب و مناسب و درصد عبور کم‌تر (۲۷/۱۵) از مناطق نامناسب و بسیار نامناسب و با ۴۷/۴۸ درصد پوشش، نسبت به واریانت اول برتری دارد. نتایج حاصل از ارزیابی نزدیک‌ترین مسیر نیز نشان داد واریانت دوم به‌علت این‌که متوسط فاصله هر گره تا مسیر آن کم‌تر است بهترین توزیع را در سطح داشته است (۱۶). پارساخو و یزدانی (۲۰۲۱) پژوهشی با هدف تهیه نقشه قابلیت عبور اراضی طرح سعدآباد- ناهارخوران استان گلستان، طراحی مسیرهای پیشنهادی و انتخاب بهترین مسیر بر اساس معیارهای قابلیت عبور از طبقات اراضی، درصد شبکه‌بندی، توزیع سطحی و تن کیلومتر تصحیح‌شده انجام دادند. نتایج نشان داد جاده موجود در مقایسه با گزینه‌های دیگر در مناطق با قابلیت عبور بهتری واقع شده است. متوسط فاصله مراکز هندسی پارسل‌ها تا جاده‌های پیشنهادی اول، دوم و جاده موجود به‌ترتیب ۹۸/۴۷۶، ۳۱/۴۸۰ و ۸۵/۴۲۸ متر بود که نشان می‌دهد جاده موجود از توزیع بهتری برخوردار بود. بیش‌ترین درصد

شبکه‌بندی توسط گزینه پیشنهادی اول (۳/۸۲ درصد) حاصل شد. بر اساس معیار تن‌کیلومتر، هر کیلومتر جاده موجود برای خروج تمام چوب‌ها از پارسل‌ها باید تا ۹۶/۱۴۹ تن وزن را تحمل نماید. جاده موجود از لحاظ عبور از اراضی با قابلیت عبور بالا، پوشش مشترک، توزیع سطحی و تن‌کیلومتر مناسب‌تر از سایر گزینه‌ها بود. هم‌چنین ایشان بیان نمودند با تجمیع معیارهای ارزیابی شبکه جاده‌های جنگلی به کمک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی می‌توان به درک دقیق‌تری از کارایی شبکه جاده دست یافت و درنتیجه به انتخاب گزینه برتر مبادرت ورزید (۱۳). کانتریراس و همکاران، (۲۰۱۶)، در طراحی شبکه عبور ماشین‌آلات به‌منظور کاهش هزینه چوبکشی و اختلالات خاک در بخشی از جنگل‌های امریکا با مدل‌های شبیه‌سازی‌شده به این نتیجه دست یافتند که فراهم کردن یک ابزار مفید برای مهندسان جنگل و طراحی اقتصادی و کارآمد مدیران که سازگار با محیط‌زیست باشد، ضروری است (۳).

در طراحی مسیرهای چوبکشی به روش سنتی که بر مبنای جنگل‌گردشی و استفاده از نقشه‌های توپوگرافی می‌باشد، میزان شناخت طراح از عرصه محدود به فاکتورهایی مانند شیب، توپوگرافی، درختان مهم و آبراهه‌ها است. با توجه به اهمیت شناسایی عرصه و در نظر گرفتن تمامی فاکتورهای مؤثر در طراحی مسیر چوبکشی و هم‌چنین محدود بودن توان ذهنی انسان، استفاده از GIS و روش‌های تصمیم‌گیری می‌تواند در شناسایی مناطق مستعد و مناسب عبور مسیر مفید باشد. با توجه به این ضرورت در این پژوهش امکان به‌کارگیری این فنون بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه، پارسل‌های ۱۸ و ۱۹ در سری ٤ بخش ۲ نکا ظالمرود می‌باشد. این سری بین "۱۵، ′۲۰، °۵۳ تا "۰۰، ′۳۵، °۵۳ طول شرقی و "۵۵، ′۲۸، °۳۶ تا "۵۵، ′۳۶، °۳۶ عرضی شمالی قرار دارد. مساحت منطقه موردمطالعه ۹۷ هکتار می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.



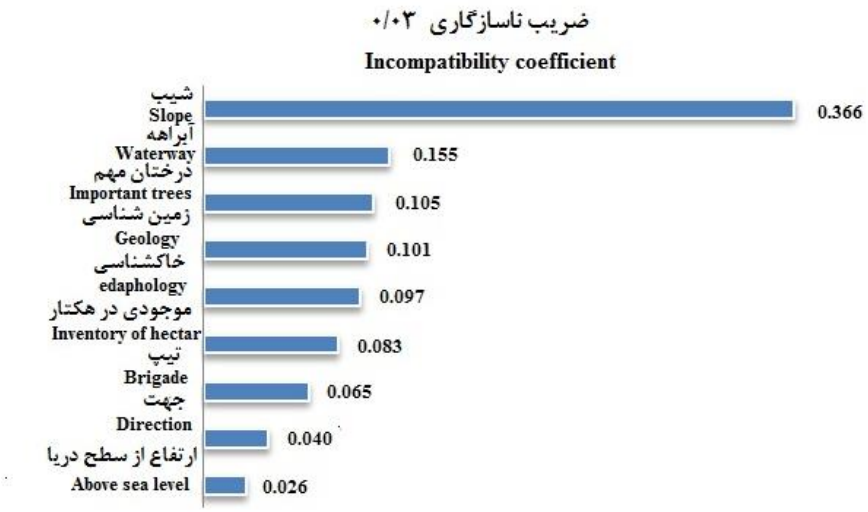
شکل ۱- نقشه سری ٤، بخش ۲، پارسل‌های ۱۸ و ۱۹.

Figure 1. Map Series 4, section 2, Parcels 18 and 19.

با توجه به عوامل مؤثر در طراحی مسیر چوبکشی یعنی شیب، خاک، زمین‌شناسی، موجودی در هکتار، آبراهه، جهت، تیپ جنگل، درختان مهم و ارتفاع، نسبت به تنظیم یک پرسشنامه اقدام گردید. سپس نقطه‌نظرات ۱۰ نفر از کارشناسان اجرایی و اساتید دانشگاه در مورد تعیین اهمیت نسبی عوامل،

جمع‌آوری گردید. تمامی نقشه‌های تهیه‌شده به دو صورت در دو مرحله ارزش‌دهی شدند. ابتدا نقشه‌های موردنظر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP ارزش‌دهی شدند (۸) که این ارزش‌دهی، ارزش برون‌لایه‌ای می‌باشد (شکل ۲). سپس هرکدام از نقشه‌ها خود به چند قسمت داخلی تقسیم شدند که به هرکدام از آن‌ها با توجه به اثری که در طراحی شبکه ریزبافت می‌توانند داشته باشند از ۱ تا ۹ ارزش‌گذاری شد که این ارزش‌دهی، ارزش درون‌لایه‌ای می‌باشد. بر اساس وزن مشخصه‌ها، نقشه‌های عوامل فوق با هم تلفیق و نقشه قابلیت عبور اراضی در چهار طبقه با عناوین بسیار نامناسب، نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تهیه گردید (شکل ۳). سپس بر روی نقشه قابلیت عبور اراضی در محیط Arc view با استفاده از نرم‌افزار PEEGER سه گزینه طراحی شد (شکل‌های ٤، ٥، ٦). طول مسیرهای عبور کرده از مناطق مختلف محاسبه و نسبت به طول کل مسیر، درصد هر یک محاسبه گردید. هم‌چنین مسیری که کم‌ترین عبور را از مناطق نامناسب و بیش‌ترین عبور را از مناطق مناسب جهت طراحی مسیر داشته است به‌عنوان مسیر برتر انتخاب گردید (جدول ۱). سپس مقایسه آماری بین مناسب‌ترین گزینه و نیز مسیر موجود مناطق مثبت و منفی مسیرهای پیشنهادی در منطقه با استفاده از آزمون مربع کای، با انتخاب سی نقطه در مسیر هر کدام از مسیرهای موجود و مناسب‌ترین گزینه انجام شد (شکل ۸).

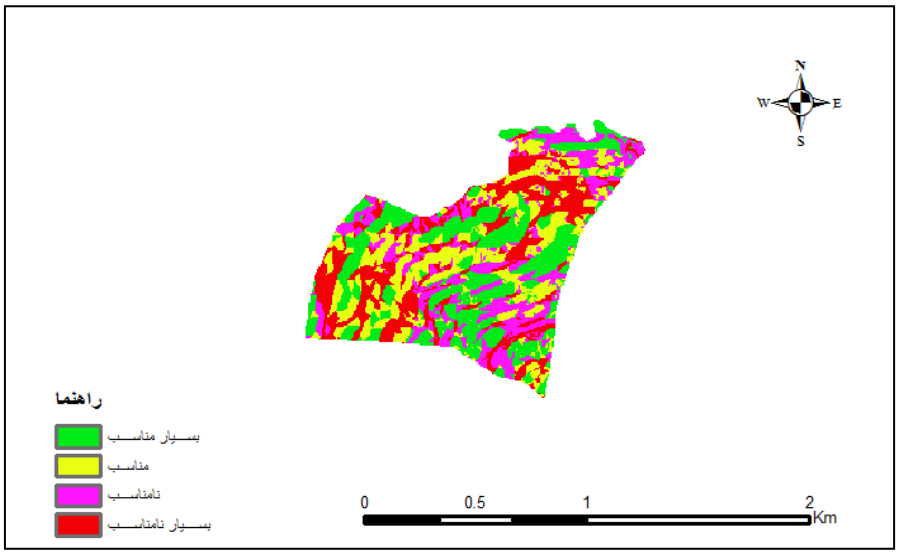
یافته‌ها: تجزیه‌وتحلیل لایه‌های مختلف بر اساس نظر کارشناسان، نشان داد که شیب با وزن نسبی ۰/۳٦٦ دارای بیش‌ترین امتیاز و بعدازآن آبراهه ۰/۱۱٥ و در رده آخر ارتفاع از سطح دریا با وزن نسبی ۰/۰۲٦ دارای کم‌ترین امتیاز می‌باشد. در این لایه‌ها، به درختانی توجه شده که از نظر جنگلشناس به هر دلیل نشانه‌گذاری نشده و از نظر سلامتی نیز سالم بوده‌اند و تلاش شده که در جریان احداث مسیر چوبکشی قطع نگردند.



شکل ۲- وزن محاسبه‌شده برای مشخصه‌ها نسبت به هدف.

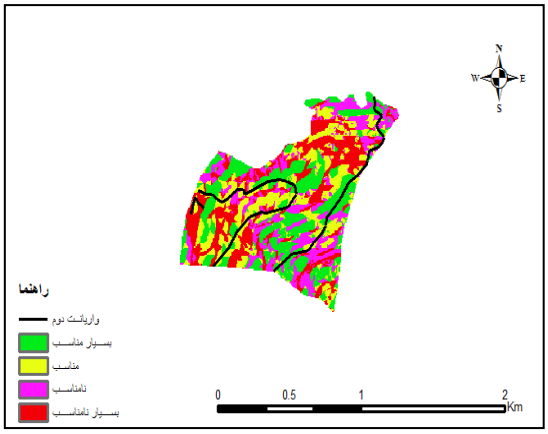
Figure 2. Calculated weight for the characteristics of the target.

با تلفیق و ترکیب نه لایه تهیه‌شده، منطقه موردمطالعه در چهار طبقه با عناوین بسیار نامناسب، نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تقسیم‌بندی گردید.



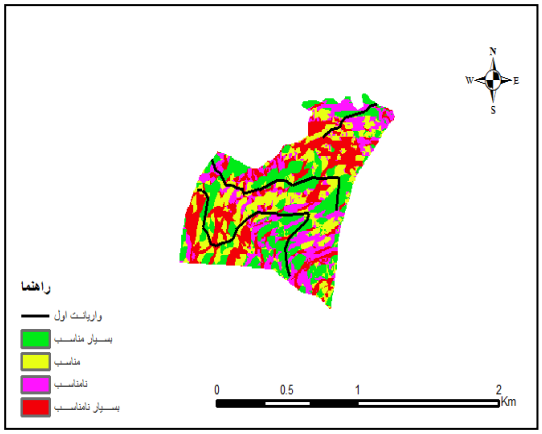
شکل ۳- نقشه قابلیت عبور اراضی منطقه موردمطالعه.

Figure 3. Cross-land capability map of the study area.



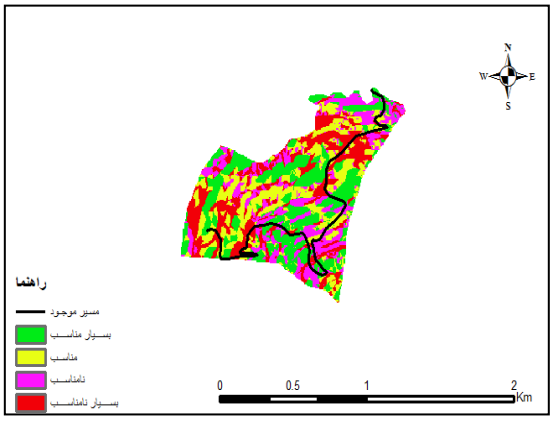
شکل ٤- موقعیت گزینه اول روی نقشه قابلیت اراضی.

Figure 4. Position first options on land capability map.



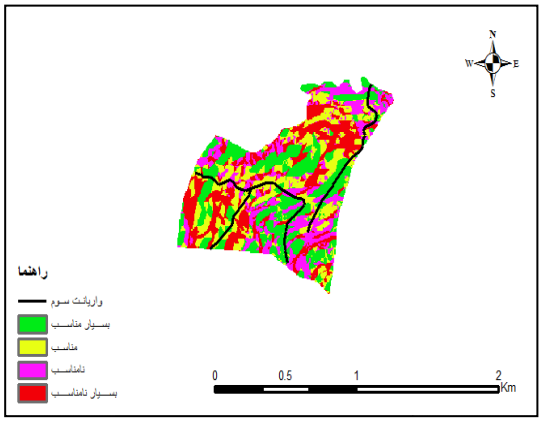
شکل ٥- موقعیت گزینه دوم روی نقشه قابلیت اراضی.

Figure 5. Position the second option on land capability map.



شکل ٦- موقعیت گزینه سوم روی نقشه قابلیت اراضی.

Figure 6. Position the third option on land capability map.



شکل ۷- موقعیت مسیر موجود روی نقشه قابلیت اراضی.

Figure 7. Position the track land capability map.

وضعیت میزان عبور سه گزینه متفاوت در سطح پارسل به گونه‌ای است که همگی به اندازه یکسان از مناطق بسیار نامناسب عبور ننمودند، نتایج حاصل از ارزیابی مسیر موجود و گزینه‌های پیشنهادی بر روی نقشه قابلیت عبور اراضی نشان می‌دهد که درصد عبور طول مسیر موجود از روی منطقه با توان مناسب نسبت به گزینه‌های پیشنهادی کم‌تر و درصد عبور مسیر موجود بر روی منطقه با توان نامناسب نسبت به گزینه‌های طراحی‌شده بیش‌تر است.

جدول ۱- میزان عبور مسیر موجود و گزینه‌های طراحی‌شده روی نقشه قابلیت عبور اراضی (ارقام بر حسب درصد).

Table 1. Existing and options designed to pass through the land crossing capability map (figures in percent).

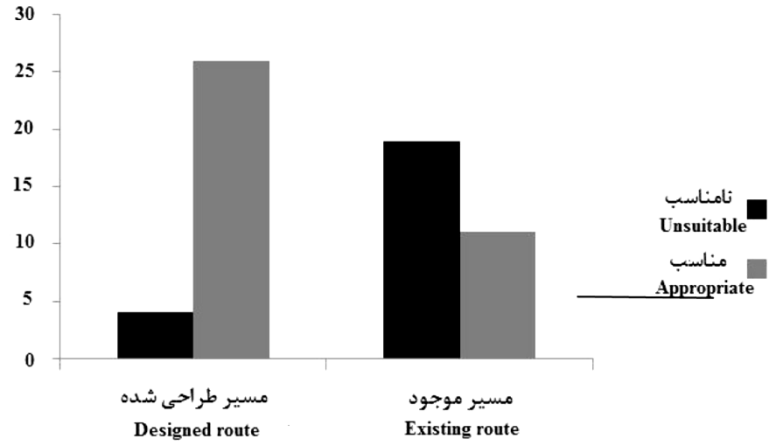
گزینه سوم Third option	گزینه دوم Second option	گزینه اول First option	مسیر موجود Existing route	درصد عبور Pass percentage / توزیع طبقات Distribution of classes
1.69	9.64	4.85	23.1	بسیار نامناسب Very inappropriate
13.77	3.12	6.82	24.99	نامناسب Unsuitable
41.64	36.73	39.82	22.87	مناسب Appropriate
42.9	50.51	48.51	29.04	بسیار مناسب Very convenient

جدول ۲- محاسبه متوسط فاصله هر گره (نقاط تلاقی در شبکه نقاط تصادفی سیستماتیک) تا مسیر برای هر گزینه.

Table 2. Calculate the distance of each node (intersections in the network systematic random points) to track for each option.

گزینه‌ها Options	متوسط فاصله هر گره تا مسیر برای هر گزینه (متر) Average to path for each option (m)
گزینه اول First option	29.37
گزینه دوم Second option	43.85
گزینه سوم Third option	47.58

نتایج آزمون مربع کای دودر خصوص مقایسه گزینه مسیر موجود و مناسب‌ترین گزینه (گزینه اول)، نشان داد که مسیر پیشنهادی از لحاظ عبور از مناطق مناسب‌تر، دارای رابطه معنی‌داری با مسیر موجود است.



شکل ۸- بررسی شرایط ۳۰ نقطه در روی نقشه قابلیت عبور اراضی.

Figure 8. Inspection of 30 land crossing point on the map feature.

نتیجه‌گیری

در منطقه موردمطالعه با توجه به عوامل نه‌گانه (شیب، جهت، ارتفاع، موجودی در هکتار، تیپ جنگل، زمین‌شناسی، خاکشناسی، هیدرولوژی و درختان مهم) و از تلفیق نقشه‌های فوق، نقشه قابلیت عبور اراضی به‌دست آمد. سپس نقشه قابلیت عبور اراضی در چهار طبقه با عناوین بسیار نامناسب، نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تهیه گردید. نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد عبور مسیر پیشنهادی، از مناطق بسیار مناسب می‌باشد، ولی در مسیر موجود درصد بیش‌تری از طول آن از مناطق بسیار نامناسب عبور کرده است و مسیر موجود در مقایسه با مسیر طراحی‌شده به میزان کم‌تری از مناطق بسیار مناسب عبور کرده است، زیرا طراحی مسیرهای چوبکشی موجود، صرفاً با توجه به شیب منطقه و نیز طراحی بصری در عرصه صورت می‌گیرد و در طراحی آن از نقشه‌ها و لایه‌های تهیه‌شده در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی استفاده نمی‌گردد. هم‌چنین مقایسه بین مسیر موجود و مسیر طراحی‌شده با استفاده از آزمون مربع کای نشان می‌دهد که عبور مسیر طراحی‌شده از مناطق بسیار مناسب به‌طور معنی‌داری از نظر آماری نسبت به مسیر موجود بیش‌تر است. در مطالعه‌ای نتایج نشان داد که استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌تواند دقت طراحی و کیفیت شبکه جاده جنگلی را افزایش داده و باعث کاهش هزینه‌ها شود (۷). بنابراین در این پژوهش با توجه به نظر پژوهش‌گران جاده‌سازی و تجزیه‌وتحلیل نظرات کارشناسان با روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، بهترین و مؤثرترین لایه‌ها در طراحی مسیرهای چوبکشی مشخص شدند که باید در طراحی این مسیرها بیش‌تر از سایر فاکتورها به آنها دقت شود. نتیجه فوق با نتایج (ایمانی و همکاران، ۲۰۱۲؛ حیاتی و همکاران، ۲۰۱۳) همخوانی دارد، ایشان در بررسی خود استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی را ابزار مناسبی به جهت طراحی مسیر مناسب شبکه جاده‌های جنگلی و کاهش هزینه‌های جاده‌سازی معرفی کردند (۵ و ۸). تهیه نقشه‌های توان اراضی جهت ردیابی مسیر می‌تواند به‌عنوان راهنمایی مناسب در طراحی مسیرهای چوبکشی استفاده شود به گونه‌ای که با در دست داشتن نقشه‌ای حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، می‌توان به‌عنوان فاکتوری مؤثر در تصمیم‌گیری جهت طراحی مسیر استفاده نمود.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش به‌منظور بهینه‌سازی طراحی مسیرهای چوبکشی به‌نحوی‌که بتوان تعداد بیش‌تری از معیارهای تأثیرگذار را در فرآیند طراحی وارد نمود از قابلیت AHP و GIS استفاده شد. استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به‌منظور وزن دهی، امکان استفاده از ورود معیارهای مختلف کمی و کیفی در مطالعه و استفاده از نظرات متخصصان ذی‌ربط، سبب افزایش دقت مطالعه و کسب نتایج صحیح‌تر شد. بنابراین در این پژوهش با توجه به نظر اساتید جاده‌سازی و تجزیه‌وتحلیل نظرات کارشناسان با روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، بهترین و مؤثرترین لایه‌ها در طراحی مسیرهای چوبکشی مشخص شدند که باید در طراحی این مسیرها بیش‌تر از سایر فاکتورها به آن‌ها توجه شود. تهیه نقشه‌های توان اراضی جهت ردیابی مسیر می‌تواند به‌عنوان راهنمایی مناسب در طراحی مسیرهای چوبکشی استفاده شود به گونه‌ای که با در دست داشتن نقشه حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، می‌توان به‌عنوان فاکتوری مؤثر در تصمیم‌گیری جهت طراحی مسیر استفاده نمود. استفاده از برنامه Pegger برای پیش‌بینی مقدماتی مسیر چوبکشی نتایج قابل‌قبولی را ارائه داد. با اجرای برنامه Pegger در این پژوهش این نتیجه به دست آمد که برنامه Pegger در شیب‌های تند برای پیش‌بینی مسیرهای کوتاه بسیار خوب عمل می‌کند. با توجه به طرز عمل این برنامه چنان‌چه درصد شیب طولی مدنظر کاهش یابد این برنامه مسیر طولانی و طولانی‌تری را پیشنهاد می‌نماید که در چنین مسیر طولانی، توپوگرافی نمی‌تواند به دقت نشان داده شود.

منابع

1. Acar, H. 1997. Preparation offorest transport plans in mountainous regionsTurkish. J. of Agriculture and Forestry. 21: 2. 201-206.
2. Azizi Far, V., Safari, A., and Jafari, A. 2006. Transport skid roads network designing in forest road using geographic information system (GIS). Conference Geomatics, Tehran. 9p. (In Persian)
3. Contreras, M.A., Parrott, D.L., and Chung, W. 2016. Designing skid-trail networks to reduce skidding cost and soil disturbance for ground-based timber harvesting operations. Forest Science. 62: 1. 48-58.
4. Dykstra, D.P., and Heinrich, R. 1996. FAO model code of forest harvesting practice, Rom. 95p.
5. Hayati, E., Majnounian, B., Abdi, E., Sessions, J., and Makhdoum, M. 2013. An expert-based approach to forest road network planning by combining Delphi and spatial multi-criteria evaluation. Environmental Monitoring and Assessment. 185: 2. 1767-1776. (In Persian)
6. Heninger, R., Scott, W., Dobkowski, A., Miller, R., Anderson, H., and Duke, S. 2002. Soil disturbance and 10-year growth response of coast Douglas- Fir on nontilled skid trails in the Oregon Cascades. Canadian J. of Forest Research. 32: 2. 233-246.
7. Hosseini, S.A. 2003. Planning of forest roads network using GIS. Khiroudkenar forest. Ph.D. thesis. Tarbiat Modares Univ. Tehran, Iran. 145p. (In Persian)
8. Imani, P., Najafi, A., and Ghajar, E. 2013. Forest road design using the shortest path algorithm and GIS. J. of Forest and Poplar. 20: 3. 471-460. (In Persian)
9. Kooshki, M., Hayati, E., Rafatnia, N., and Ahmadi, M.T. 2012. Using GIS to evaluateand design skid trails for forest products. Taiwan J. of Forest Science. 27: 1. 117-24. (In Persian).
10. Lotfalian, M., Shirvani, Z., and Naghavi, H. 2009. Investigation of effective factors on skid roads erosion. Iranian J. of Forest. 1: 2. 115-124. (In Persian)

11. Malchzewski, J. 1999. GIS and multi-criteria decision analysis. New York: John Wiley & Sons, 392p.
12. Mohammadi Samani, K., Hosseini, S.A., Lotfalian, M., and Najafi, A. 2010. Caspian J. of Environmental Science. 8: 151-162. (Translated In Persian)
13. Parsakhoo, A., and Yazdani, M. 2021. Determination of the most appropriate recommended route using analytical hierarchy process (AHP) of forest road network evaluation criteria in geographical information system (GIS). J. of Environmental Science and Technology. 23: 3. 227-236. (In Persian)
14. Qajar, A. 2005. Review and provide appropriate road network, in order to optimize themanagement offorestry. Dissertation MA Forestry University Natural Resources Gillan. 72p.
15. Rafiee, A. 2005. Study performance distributed and congestion network ways forest to exit timber. Dissertation MA Forestry University Natural Resources Sari. 139p. (In Persian)
16. Ramazanpoure Azar, S., Akbari, H., and Lotfalian, M. 2017. Forest skid roads planning using geographic information system (GIS) and analytic hierarchy process (AHP): (Case Study: Darabkola forest). Scientific J. of Wood and Forest Science and Technology Research. 24: 3. 49-66. (In Persian)
17. Rogers, W.L. 2005. Automating contour based route projection for preliminary forestry. Road Design, Using GIS MSc. Thesis, Washington State University, Collage of Forest Resources, 59p.
18. Rogers, W.L., and Schiess, P. 2001. Pegger and road view Anew GIS tool to assist engineers in operations planning. Proceedings, International Mountain Logging and eleventh pacific Northwest Skyline Symposium. Dec. 2001. University of Washington. Seattle. pp. 177-183.