Archive of SID

پژوهش های آبخیزداری شماره ۸۷، تابستان ۱۳۸۹
(پژوهش و سازندگی)

ارزیابی تخمین حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی با استفاده از GIS و اندازه گیری زمینی

• **باریس مجنونیان**، دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران- گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل(نویسنده مسئول)
• **سید مهدی علیزاده**، دانشجوی دکتری دانشگاه تهران
• **علی اصغر درویش صفت**، دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران- گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل
• **احسان عبدی**، دکتری دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش:خرداد ماه ۱۳۸۸
تلفن تماس:۰۹۱۲۱۴۸۱۹۴۲
E- mail: bmajnoni@ut.ac.ir

چکیده

شبکه جاده در جنگل به عنوان ابزار اصلی مدیریت و از عمده سرمایه گذاری های طرح های جنگلداری محسوب می شود. لذا استفاده از ابزارهای مختلف در جهت کاهش هزینه ها امری ضروری است. برآورد حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی شبکه جاده یکی از بخش های وقت گیر در مراحل مختلف تهیه پروژه جاده های جنگلی است که می تواند به عنوان مشخصه ای مهم در هزینه ساخت جاده مطرح باشد و به عنوان معیاری برای ارزیابی گزینه های شبکه جاده بکار گرفته شود. هدف از این پژوهش استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی در برآورد حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی شبکه جاده و بررسی میزان تطابق آن با واقعیت زمینی است. این مطالعه در سری چلیر جنگل خیرود صورت گرفت. ابتدا مدل ارتفاعی رقومی تهیه و به منظور فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز به کار رفت. سپس شبکه جاده با استفاده از ضمیمه PEGGER در نرم افزار ArcView ، بر اساس اصول فنی و نیازهای جنگلداری طراحی شد. پس از آن حجم عملیات خاکی شبکه جاده طراحی شده، در محیط GIS محاسبه شد. برای ارزیابی صحت حجم عملیات خاکی محاسبه شده در محیط GIS، شبکه جاده در جنگل پیاده و در فواصل ۱۰۰ متری، شیب عرضی دامنه برداشت شد. پس از ترسیم ۱۱۵ پروفیل عرضی برداشت شده در ۱۱/۴ کیلومتر مسیر جاده، حجم عملیات خاکی به روش های دستی و رقومی محاسبه و مورد مقایسه آماری قرار گرفت. نتایج حاصل از اعمال آزمون t جفتی اختلاف معنی داری را بین حجم عملیات خاکی محاسبه شده در دو روش نشان داد.

کلمات کلیدی: طراحی شبکه جاده، حجم عملیات خاکی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، مدل ارتفاعی رقومی، پروفیل عرضی.

www.SID.ir

Archive of SID

Watershed Management Research Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 87 pp: 64-69

Evaluating of Estimation of Cut and Fill Operations Using GIS and Field Measurement
(Case Study: Kheiroud Forest – Chelir District)

By: B. Majnonian, Assistant Prof., Natural Resources Faculty, University of Tehran (Corresponing Author;Tel:+989121481942), S. M. Alizadeh, Ph.D. Student University of Tehran, A.A. Darvishsefat, Assistant Prof., Natural Resources Faculty, University of Tehran, E. Abdi, Ph.D. University of Tehran

Road network as the basis of forest management and road construction is one of the most important cost factor of investment. So, it is necessary to use different tools due to decreasing the expenses in planning and evaluating forest road network. Estimation of the volume of cut and fill operations is one of the time consuming and tiring parts in preparation of forest road project stages which can be used as an important construction cost factor and applied as a criterion for evaluating of road network variants. The objective of this study is Using GIS in estimation of the volume of cut and fill operations and investigating its rectification with ground truth through field measurement. This study was carried out in Chelir district of Kheiroud forest. Firstly a digital elevation model (DEM) was derived and was used to provide terrain data. Then a road network regarding technical principles and forestry necessities were designed using PEGGER (an extent ion for Arc view software) and digital topographic maps. Afterwards the volume of cut and fill operations was calculated in GIS environment. In order to testing the calculated volume operations in GIS environment, the road network was checked in the forest and the side slope was measured at every 100 meters. Using side slopes which were measured in 11/4 KM of road length, 115 cross-profiles were drawn. The volume of cut and fill were estimated by two manual and digital methods and were compared by paired samples T Test. The results suggested a significant difference between two methods

Keywords: Planning road network, Forest road project, GIS, DEM, Cross-profile

مقدمه

شـبکه جاده به عنوان شـریان حیاتی واحد¬های جنگلـداری و اولین مبنای سـازماندهی زمیـن در طرح¬هـای جنگلداری، ضرورتـی انکارناپذیـر دارد. بدون وجود یک شـبکه جاده کارآمد، امکان اجرای طرح¬های اقتصادی، فنی، پژوهشی، حفاظتـی و نیز کاربرد اصول پـرورش جنگل امکان¬پذیر نخواهـد بود. همچنین جـاده های جنگلی به منظور حمل و نقل مواد اولیه، افراد و ابزارآلات و نیز برقراری ارتباط بین روستاها با شهرها کاربرد دارند. لذا جاده های جنگلی به لحاظ اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی حائز اهمیت هسـتند(Erdas et al., ۱۹۹۵). از طرفی احداث جاده¬های جنگلی به علت هزینه¬های سنگین مربوط به احداث و نگهداری و نیز اثر¬ات منفی بر محیط زیست و حیات وحش دارای حساسیت زیاد از نظر اقتصادی، زیسـت محیطی و افکار عمومی اسـت. عملیات جاده¬سازی در جنگل با اختصاص حجم بالایی از سـرمایه به خود یکی از مهمترین مشخصه¬های هزینه در مدیریت جنگل اسـت و هزینه پروژه جاده سازی عاملی تعیین کننده در ارزیابی گزینه های شبکه جاده به حساب می آید (Tan ۱۹۹۲,). لذا استفاده از ابزار و وسایل مختلف بـه منظـور کاهش هزینه¬ها، در عین حفظ و ارتقاء کیفیـت کار، در امر طراحی و ارزیابی شبکه جاده ضروری است.

مسیری که جاده بر روی نقشه دنبال می¬کند، مسیر تراز جاده (مسیر هادی) نامیده می¬شود. مهمترین بخش در طراحی جاده¬های جنگلی، تعیین مسیر تراز جاده است. اشتباه در تعیین مسیر تراز جاده، مشکلات اقتصادی و فنی بسیاری در مراحل بعدی سـاخت جاده ایجاد کرده و همچنین باعث کاهش عمر مفید جاده در آینده می¬شود(Sekin, ۱۹۸۴). هزینه¬های جاده¬سازی به طور اعم، موثرترین مشـخصه در ارزیابی و انتخاب مسـیر ترازهای مختلف جاده¬های جنگلی اسـت. (Matthews, ۱۹۴۲) از طرف دیگر مهمترین عاملی که هزینه پروژه را تحت تاثیر قـرار می¬دهد، میزان حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی اسـت (Gumus et al., ۱۹۹۸). به همین منظور از بین گزینه¬های مختلف طراحی شـده، گزینه¬ای که مسـیر تراز آن دارای حداقل میزان حجم عملیات خاکی باشد، به عنوان بهترین گزینه در نظر گرفته می¬شودThuresson, ۱۹۹۵)).

کلیه عملیاتی که به منظور کندن هرگونه مواد خاکی و سـنگی و یا برداشـت مواد ناشـی از ریزش و لغزش (صرف نظر از جنس و کیفیت آنها) در حریم راه و به هر منظور مانند ایجاد شیب مناسب برای ترانشه¬ها انجام شود، خاکبرداری نامیده می‌شـود. منظور از خاکریزی، ریختن هرگونه مصالح سنگی و غیرسنگی صرفنظر از جنس آنها، به منظور پرکردن فضاهای خالی است (سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۸). بـه منظور برآورد حجم عملیات خاکی به روش دسـتی، پروفیل عرضی دامنه مورد نیاز است. پروفیل عرضی معرف سطح مقطع عرضی دامنه در محل هر پیکه از مسیر قطعی جاده است. مهمترین هدف از تهیه پروفیل¬های عرضی، تهیه مقاطع عرضی برای تجسـم وضعیت عملیات خاکی و مهمتر از آن، محاسـبه سطح مقاطع عرضی برای محاسـبه حجم خاکبرداری¬ها و خاکریزی¬ها در طول مسـیر راه است. این کار، برای مهندسان ناظر، زیربنای کنترل عملیات و برای پیمانکاران، مبنای برآورد

www.SID.ir

Archive of SID

حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی و محاسبات هزینه¬های آن است (سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۸). روش¬های مختلفی برای برداشت پروفیل عرضی وجود دارد. در جاده¬سازی جنگل، برداشت شیب دامنه سمت بالا و پایین از محور وسط جاده به وسیله شیب¬سنج، کفایت می¬کند. در صورت صخره¬ای بودن و ناهمگن بودن شیب عرضی¬، لازم است وضعیت شیب در فواصل ۱/۵، سه، ۴/۵ و شش متری اندازه¬گیری شود تا به این ترتیب، مقطع عرضی با دقت بیشتری قابل ترسیم باشد. در نهایت مقطع برداشت شده بر روی کاغذ میلیمتری ترسم و سطح عملیات خاکی (خاکبرداری و خاکریزی) آن مقطع بدست می¬آید. با ضرب کردن سطح مقطع عملیات خاکی در فاصله افقی تا مقطع عرضی برداشت شده مجاور، حجم عملیات خاکی بدست خواهد آمد(سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۸).

محاسبه حجم عملیات خاکی و استفاده از آن در تعیین گزینه ها، به میزان قابل توجهی هزینه ها را کاسته و باعث صرفه جوئی در زمان تهیه پروژه جاده جنگلی می شود (Gumus et al., ۱۹۹۸). یکی از مهم¬ترین مشخصه¬های هزینه، میزان حجم عملیات خاکی است که برآورد آن طی مراحل تهیه پروژه جاده¬های جنگلی انجام می¬گیرد. برآورد سریع و آسان حجم عملیات خاکی گزینه¬های مختلف شبکه جاده می¬تواند کمک موثری در ارزیابی گزینه¬ها از نظر یکی از مشخصه¬های مهم هزینه یعنی حجم عملیات خاکی باشد. تاکنون در مطالعات محدودی از قابلیت¬های GIS به عنوان ابزاری برای برآورد حجم عملیات خاکی در جاده¬های جنگلی استفاده شده است که می¬توان از مطالعات زیر نام برد.

عبدی (۱۳۸۴) در قالب پایان¬نامه کارشناسی¬ارشد، به طراحی گزینه¬های مختلف شبکه جاده جنگلی با حداقل هزینه ساخت با استفاده از GIS در بخش نم خانه جنگل خیرود پرداخت. در این تحقیق از مدل ارتفاعی رقومی با اندازه تفکیک ۲۰ متر که از نقشه¬های توپوگرافی رقومی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استخراج شده بود استفاده گردید. در بخشی از این پژوهش، گزینه¬های طراحی شده از نظر حجم عملیات خاکی با یکدیگر مقایسه شدند. محاسبه حجم عملیات خاکی با استفاده از پروفیل نرمال انجام و در نهایت نتیجه¬گیری شد که استفاده از روش رقومی در برآورد حجم عملیات خاکی شبکه جاده طراحی شده موجب صرفه¬جویی زیادی از لحاظ زمان ارزیابی و به تبع آن صرفه¬جویی اقتصادی خواهد شد.

Gumus et al (۱۹۹۸). به محاسبه حجم عملیات خاکی در پروژه جاده جنگلی با استفاده از GIS پرداختند. هدف از این مطالعه محاسبه حجم عملیات خاکی با حداقل هزینه و بر اساس مدل ارتفاعی رقومی بود که از سامانه¬های اطلاعات جغرافیایی استخراج شده بود. چهار پروژه جاده جنگلی به عنوان مطالعه موردی انتخاب شده و برای محاسبه حجم عملیات خاکی از مدل ارتفاعی رقومی که از نقشه¬های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استخراج شده بود، استفاده شد. نتایج نشان داد که بدون بکار¬گیری GIS، استفاده از اطلاعات زیاد ممکن نبوده و تحلیل این حجم زیاد اطلاعات امکانپذیر نیست. ضمنا این مطالعه پس از ساخت جاده انجام شده و در کاهش هزینه¬های احداث جاده تاثیری نداشته است.

با توجه به موارد فوق، هدف از پژوهش حاضر استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) در برآورد حجم عملیات خاکی شبکه جاده و بررسی میزان تطابق آن با واقعیت زمینی از طریق اندازه¬گیری¬های میدانی است.

منطقه مورد مطالعه

جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر و در استان مازندران است که بین ′ ۲۷ ° ۳۶ تا ′ ۴۰ ° ۳۶ عرض شمالی و ′ ۳۲ ° ۵۱ تا ′ ۴۳ ° ۵۱ طول شرقی واقع شده است. جنگل خیرود از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و از جنوب به ییلاق و روستای کلیک محدود می¬شود. مطالعه حاضر در سری چلیر جنگل خیرود (چهارمین سری از جنگل خیرود) با مساحت ۸۴۶ هکتار انجام گردید.

مواد و روش¬ها

اولین گام در این پژوهش شناخت و ارزیابی کلی و ابتدایی منطقه از نظر قابلیت طراحی شبکه جاده با استفاده از GIS بود. به این منظور، ابتدا با استخراج خطوط توپوگرافی از نقشه رقومیdgn سه¬بعدی اقدام به تهیه مدل ارتفاعی رقومی شد. با توجه به هدف مطالعه و تراکم خطوط میزان، ابعاد پیکسل معادل ۲۰ متر تعیین شد و به منظور نرم کردن تصویر یک بار فیلتر میانگین ۳×۳ روی آن اعمال شد.

با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی منطقه، نقشه شیب دامنه در محیط Idrisi تهیه گردید. با در نظر گرفتن هدف بررسی، وضعیت ژئومرفولوژی، شکل زمین مورد مطالعه و مقیاس نقشه، منطقه مورد مطالعه به پنج طبقه شیب شامل ۲۰٪-۰٪، ۴۰٪-۲۰٪، ۵۰٪-۴۰٪، ۶۰٪-۵۰٪ و بیش از ۶۰٪ تقسیم¬بندی شد(عبدی ۱۳۸۴). سپس با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی منطقه، نقشه جهات جغرافیایی در محیط Idrisi تهیه شد. با استفاده از این نقشه طبقات جنوبی و غربی که برای عبور جاده مناسب¬تر هستند مشخص و در طراحی شبکه جاده اولویت داده شدند. در این پژوهش چهار جهت اصلی جغرافیایی (شمال، شرق، جنوب، غرب) و یک طبقه به عنوان مناطق مسطح (بدون جهت) در نظر گرفته شد و شامل کلیه مناطق با شیب کمتر از ۱۰٪ بود.

طراحی شبکه جاده برای سری چلیر

به منظور طراحی شبکه جاده، ابتدا نقاط اجباری مثبت و منفی بر روی نقشه رقومی تعیین گردید. به منظور هرچه کاربردی¬تر شدن شبکه¬های جاده پیشنهادی این پژوهش، جاده احداث شده در این سری به طول ۴۷۳۴ متر، به وسیله یک دستگاه موقعیت یاب GPS مدل Garmin-Etrex برداشت شد. علاوه بر این جاده احداث شده، سری چلیر دارای دو ورودی جاده در ارتفاع ۸۷۰ متری (ورودی تاشه¬زه) و ۱۱۹۰ متری (ورودی آغوزک¬بن) بود. از این ورودی¬های جاده و همچنین جاده موجود در سری، در طراحی¬ شبکه جاده استفاده گردید.

برآورد حجم عملیات خاکی به روش رقومی

به منظور برآورد حجم عملیات خاکی به روش رقومی، تعداد پیکسل عبوری

جدول۱- سطح عملیات خاکی به مترمربع در طبقات شیب (عبدی ۱۳۸۴)

طبقات شیب	سطح عملیات خاکی به مترمربع
٪۰ -٪ ۲۰	۱/۱۲
٪۲۰ -٪ ۴۰	۳/۹
٪۴۰ -٪ ۵۰	۸/۷۶
٪۵۰ -٪ ۶۰	۱۷/۷
بیش از ٪۶۰	۱۴/۱

www.SID.ir

Archive of SID

شبکه جاده طراحی شده از هر کدام از پنج طبقه شیب استخراج و با توجه به پروفیل استاندارد (شکل ۱) و مندرجات جدول ۱ که منتج از پروفیل استاندارد هستند (عبدی ۱۳۸۴)، سطح متوسط عملیات خاکی هر طبقه محاسبه گردید.

با ضرب کردن تعداد پیکسل هر طبقه در سطح متوسط آن طبقه و سپس ضرب کردن در عدد ۲۰ متر (اندازه پیکسل) و در نهایت محاسبه مجموع عملیات همه طبقات، برآوردی از حجم عملیات خاکی شبکه جاده طراحی شده به مترمکعب بدست آمد. با تقسیم حجم کل عملیات خاکی هر گزینه به طول آن حجم عملیات خاکی در واحد طول (کیلومتر) محاسبه و به عنوان شاخصی به منظور ارزیابی به کار رفت.

برآورد حجم عملیات خاکی به روش برداشت¬ زمینی

به منظور برآورد حجم عملیات خاکی شبکه جاده، می¬بایست شبکه جاده در جنگل پیاده می¬شد. همزمان با شیب¬سنجی شبکه جاده در جنگل، شیب عرضی دامنه در فواصل ۱۰۰ متری برداشت شد تا برآوردی از حجم عملیات خاکی این شبکه جاده به دست آید. ۱۱۵ عدد پروفیل عرضی طبق جدول ۲ (مجنونیان۱۳۸۳) بر روی کاغذ میلیمتری ترسیم گردید. در مرحله بعد ابتدا سطح عملیات خاکی و سپس حجم عملیات خاکی مسیر به دست آمد.

در نهایت حجم عملیات خاکی به دست آمده در هر یک از پروفیل¬ها با معادل آن در روش رقومی با استفاده از آزمون t جفتی در سطح ۵٪ مقایسه گردید.

مشاهدات و نتایج

نتایج بررسی منطقه از لحاظ شیب

در سری چلیر، طبقه شیب ۴۰٪-۲۰٪ با ۵۸/۷۲٪ بیشترین فراوانی و طبقه بیش از ۶۰٪ با۱/۰۶٪ به ترتیب بیشترین وکمترین فراوانی را تشکیل می¬دهند. درصد فراوانی هر طبقه شیب در شکل (۲) ملاحظه می¬شود.

نتایج بررسی منطقه از لحاظ جهت¬های جغرافیایی

در سری چلیر طبقه جهت جنوبی با ۴۳/۹۸٪ بیشترین فراوانی و طبقه جهت شرقی با ۳/۳۵٪ کمترین فراوانی را دارد. درصد فراوانی هر طبقه در شکل (۳) ملاحظه می¬شود.

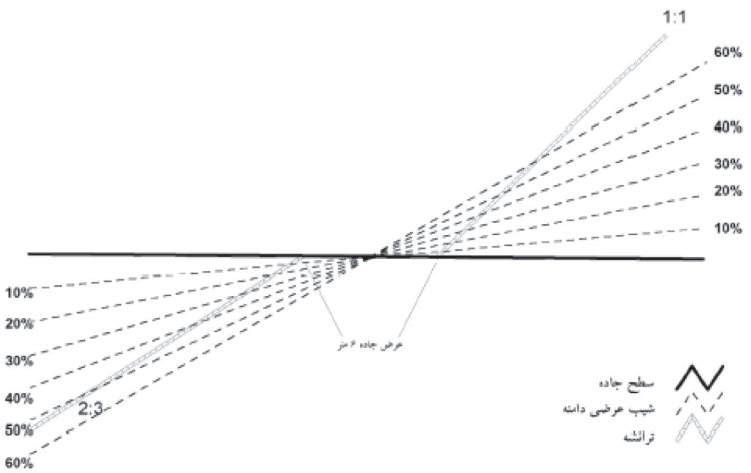
موقعیت جاده موجود در سری و ورودی¬های جاده به سری

شکل (۴) موقعیت جاده احداث شده در سری و ورودی¬های جاده به سری که به وسیله GPS برداشت شد را نشان می¬دهد. از این ورودی¬های جاده و همچنین جاده موجود در سری، در طراحی¬ شبکه جاده با استفاده از ضمیمه PEGGER استفاده شد که در شکل¬ (۵) ملاحظه می¬شود.

شبکه جاده طراحی شده برای سری چلیر پس از پیاده شدن در جنگل و برخورد به یکسری عوارض که در نقشه ها قابل رویت نبود، دچار تغییراتی شد. این تغییرات در شکل (۶) نشان داده شده است.

جدول۲- مشخصات پروفیل های رسم شده برای برآورد حجم عملیات خاکی (مجنونیان ۱۳۸۳)

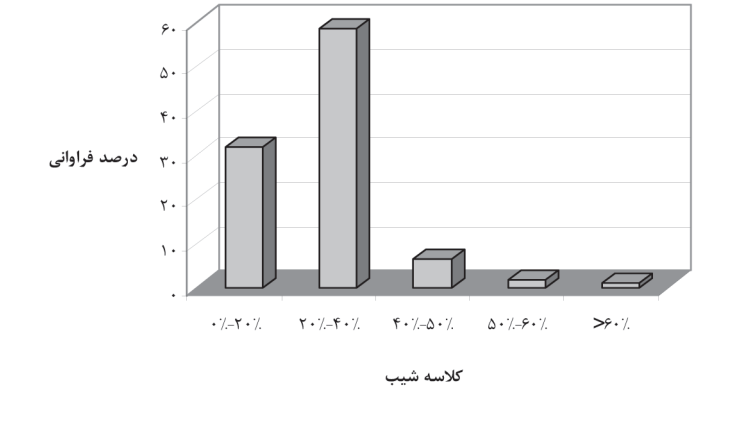
عرض جاده (متر)	شیب شیروانی خاکریزی	شیب شیروانی خاکبرداری	کلاسه شیب
۶	۲ : ۳	۱ : ۱	کمتر از ٪۶۰
۶	----------	۱ : ۱	٪۶۰ -٪۸۰
۶	----------	۱ : ۰/۵	٪۸۰ -٪۱۰۰
۶	----------	۱ :۰ /۱	بیشتر از٪۱۰۰



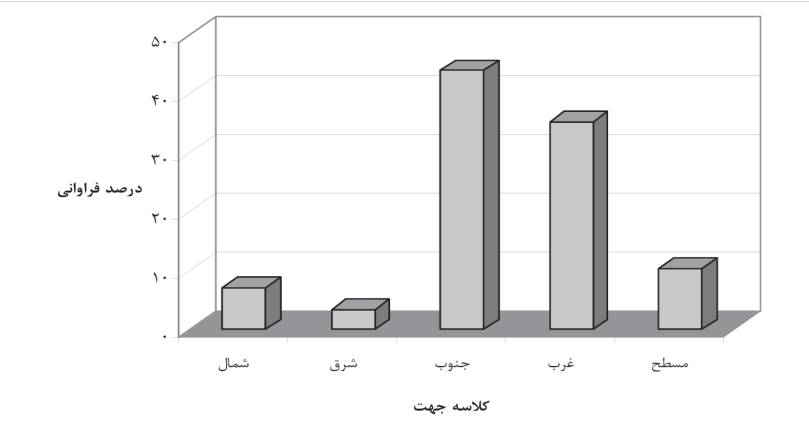
شکل ۱- رابطه سطح عملیات خاکی با شیب های مختلف دامنه (مجنونیان و همکاران ۱۳۸۶)

www.SID.ir

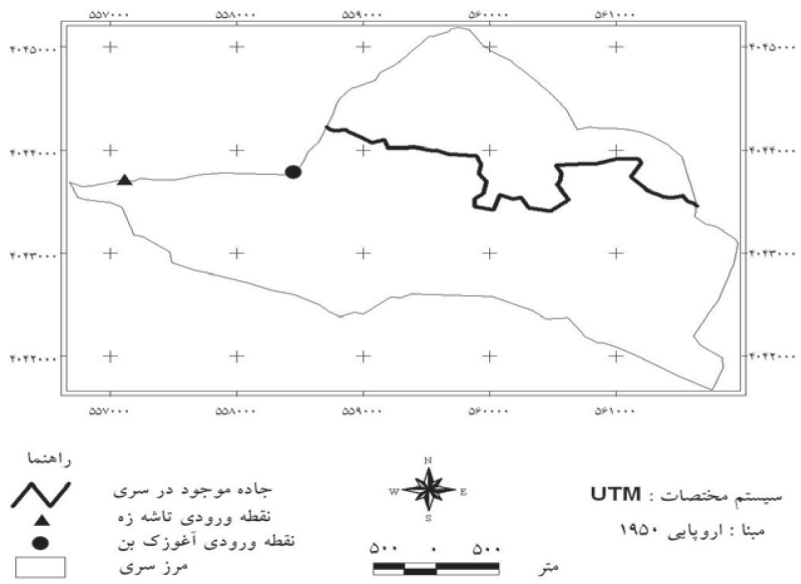
Archive of SID



شکل ۲- درصد فراوانی طبقات شیب در سری چلیر



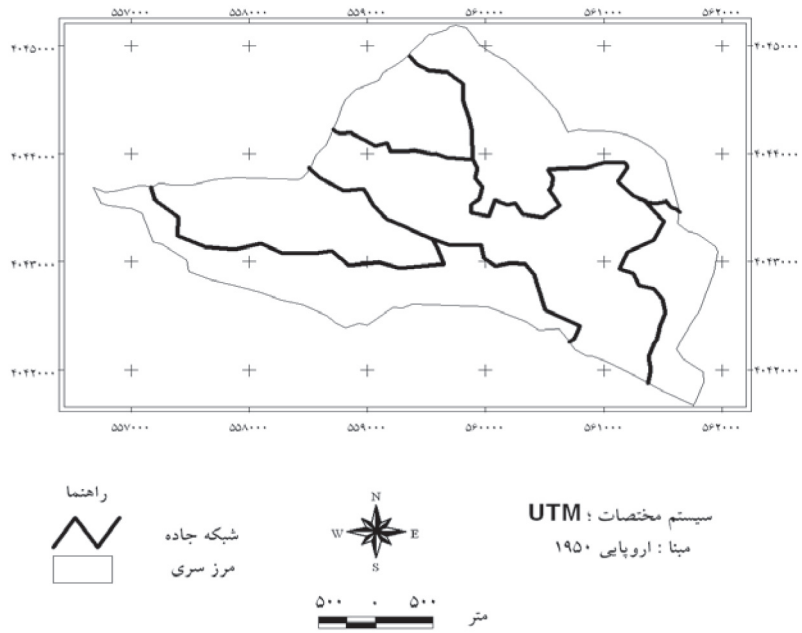
شکل ۳- درصد فراوانی طبقه جهت های جغرافیایی در سری چلیر



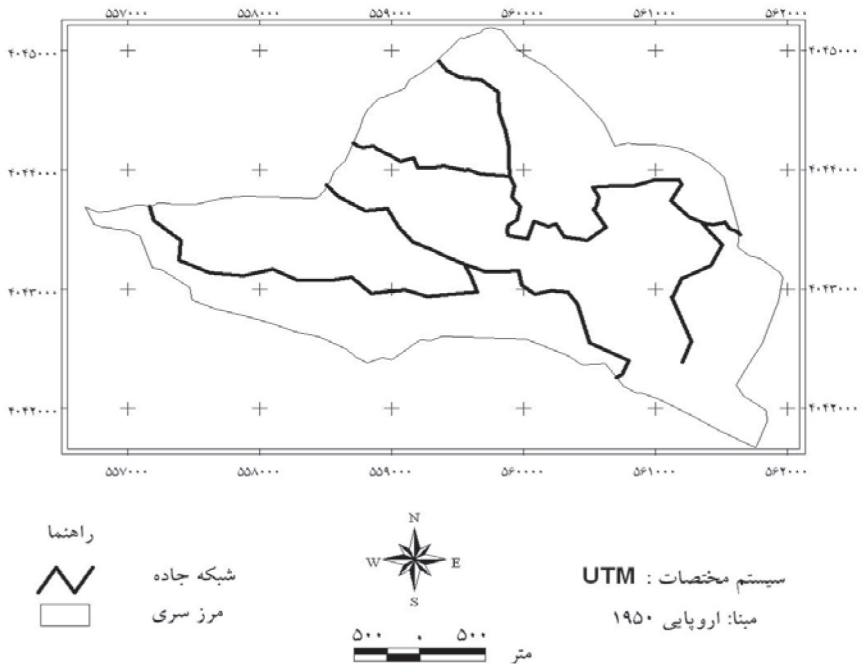
شکل۴- موقعیت جاده موجود در سری و ورودی های تاشه زه و آغوزک بن

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- شبکه جاده طراحی شده برای سری چلیر



شکل ۶ - شبکه جاده طراحی شده پس از عملیات میدانی

www.SID.ir

Archive of SID

درصد عبور شـبکه جاده طراحی شـده از طبقات شیب و جهت در جداول (۳) و (۴) ملاحظه می¬شوند.

جدول ۳- درصد عبور شبکه جاده از طبقات شیب

طبقه شیب	درصد عبور شبکه جاده از طبقات
٪۰-٪۲۰	۲۳/۶۹
٪۲۰-٪۴۰	۶۴/۶۸
٪۴۰-٪۵۰	۸/۴۹
٪۵۰-٪۶۰	۱/۴۹
بیش از ٪۶۰	۱/۶۵

جدول ۴- درصد عبور شبکه جاده از طبقات جهت جغرافیایی

طبقه جهت جغرافیایی	درصد عبور شبکه جاده از طبقات
شمال	۶/۷
شرق	۵/۸۱
جنوب	۵۱/۴۱
غرب	۳۱/۱۴
مسطح	۴/۹۴

حجم عملیات خاکی گزینه طراحی شده، در روش رقومی ۳۴۵۲/۴۶ مترمکعب در واحد طول (کیلومتر) و جمعاً ۵۳۹۸۷/۹۳ مترمکعب درکل مسـیر شـبکه جاده برآورد شد. این میزان در کل مسیر به روش برداشت زمینی ۸۱۰۵۱/۹۱ مترمکعب بدسـت آمد. با توجه به اینکه طول کل مسـیر پیاده شده در جنگل ۱۱/۴ کیلومتر بود، حجـم عملیات خاکی در واحد طول (کیلومتر) ۷۱۰۹/۸۱ متر مکعب بدسـت آمد. حجم عملیات خاکی به دسـت آمده در هر یک از پروفیل¬ها با معادل آن در روش رقومی با اسـتفاده از آزمون t جفتی در سطح ۵٪ مقایسه شد و تفاوت معنی داری ((p value = ۰،۰۰۰ را نشان داد.

بحث

همانطـور که در بخش نتایج بیان شـد، برآورد حجـم عملیات خاکی به روش رقومی حدودا نصف میزان برآورد شـده به روش دستی و منطبق با واقعیت میدانی می¬باشـد. آزمون t جفتی نیز اختلاف معنـی¬دار و بزرگتر بودن میانگین مربوط به روش دسـتی را نشـان داد. عبدی (۱۳۸۴) فقط به ارزیابـی گزینه¬ها از لحاظ محاسـبه میزان حجم عملیات خاکی به روش رقومی پرداخت و اختلاف میزان آن را با روش دسـتی بیان نکرده اسـت. Gumus et al (۱۹۹۸) نیز فقط به برآورد حجم عملیات خاکی با استفاده از GIS پرداختند و از آن به عنوان ¬گامی با ارزش در راسـتای کاهش هزینه¬های پروژه¬¬های جاده¬های جنگلی یاد می¬کند در حالی¬که صحت آن را بررسی نمی¬کند. علت اختلاف بین دو روش در این مطالعه ممکن اسـت به میزان دقت داده های مکانی مورد استفاده (نقشه¬های توپوگرافی رقومی dgn) باز¬گردد. اگر عوارض موجود در این نقشـه¬ها با عوارض موجود در طبیعت همخوانی نداشـته باشد، بروز چنین اشـتباهاتی دور از ذهن نیست. به هر حـال اختلاف موجود بین میزان حجم عملیات خاکی برآورد شـده به روش رقومی و مقدار محاسـبه شده به روش برداشـت زمینی می¬تواند بیانگر این مطلب باشد که نقشـه های موجود هنوز قابلیت های لازم برای برآورد حجم عملیات خاکی در پروژه های جاده سازی را نداشته و نمی¬توان با اطمینان از آنها برای برآورد حجم عملیات خاکی استفاده کرد.(۲۰۰۳) Akay نیز از GIS برای برآورد حجم عملیات خاکی اسـتفاده و نتایج را منطبق با واقعیت عنوان نمود. لازم به ذکر است که مدل رقومی ارتفاع استفاده شده در مطالعه وی، حاصل از داده های لیدار بوده که از دقت مکانی بسـیار بالایی برخوردار است. Reutebuch et al. (۲۰۰۳) صحت ارتفاعی داده های لیدار را حدود ۲۵ سـانتیمتر گزارش و این داده ها را بسـیار مناسـب به منظور تهیه مدل ارتفاعی رقومی دانستند.

سپاسگزاری

در پایـان لازم می¬دانیم که مراتب قدردانی خـود را از جناب آقای مهندس جواد میرعرب رضی، جناب آقای دکتر وحید اعتماد مدیر محترم جنگل آموزشـی و پژوهشـی دانشکده منابع طبیعی دانشـگاه تهران و همچنین کارکنان و کارگران زحمتکش آن جنگل اعلام نمائیم. همچنین از داوران محترمی که با نظرات ارزشمند خود باعث ارتقائ پژوهش حاضر گردیدند، کمال سپاسگزاری را داریم.

پاورقی‌ها

1- - Alignment
2- Geographic Information System
3- Design file
4- Slope
5- Aspect
6- Global Positioning System
7- LIDAR

منابع مورد استفاده

۱- سـازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۸، دستورالعمل تهیه پروژه راه¬های جنگلی، نشریه شماره ۱۴۸. صفحه ۱۹۰

۲- عبدی، احسـان، ۱۳۸۴، طراحی شـبکه جاده جنگلی با حداقل هزینه سـاخت با استفاده از GIS، پایان¬نامه کارشناسی¬ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۸۴ صفحه.

۳- مجنونیان، باریس، ۱۳۸۳. جزوه درسـی جاده¬سـازی ۱، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۵۹ صفحه.

۴- مجنونیـان، باریس، عبدی ا و علی اصغـر درویش صفت، ۱۳۸۶، طراحی و ارزیابی فنی شـبکه جاده جنگلی از لحاظ قابلیت دسترسـی با اسـتفاده از GIS، مجله منابع طبیعی ایران، ۹۱۹-۹۰۷: (۳)

5- Akay, A.E., 2003. Minimizing total cost of construction, maintenance and transportation costs with computer aided forest road design. Ph.D

www.SID.ir

Archive of SID

9- Reutebuch, S.E., McGaughey, R.J., Anderson, H., and Carson, W., 2003. Accuracy of a high resolution digital terrain model under a conifer forest canopy. Can. J. Remote Sensing. 29 (5): 527-535.

10- Sekin, O. B., 1984, Preparation of Route Plan in a Forest Road Project, Istanbul University. Journal of Forestry faculty, Number 3, Istanbul, p. 92-108.

11- Tan, J., 1992, planning of forest road networks by a spatial data handling-network routing system. Acta Forestalica Fennica., 227 p.

12- Thuresson, T., 1995. Forest Road Optimization Using Grid based Geographical Information System, Swedish University of Agricultural Sciences, Section of Forest Measurement and Management; Umea.

Thesis. Oregon state university, Corvallis, Oregon. 229 p.

6- Erdas, o. Acar, H. H. Tundy, M., Karaman, A., 1995, Problems and its suggestion of solution interested in forest ergonomy and production, forest roads, transportation of forest products, forestry mechanization and cadastral, turkey forestry report, Karadeniz technical university, Faculty of forestry, Published No: 48, Trabzo, 44 – 79 p.

7- Gumus, S. H. Hulusi Acar, Metin Tunay & Ayhan Atesoglu, 1998. Calculation of Cut and Fill Volume by GIS in Forest Road Projecting, Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, 61080, Trabzon Turkey. 0061-B1

8- Matthews, D, M., 1942. Cost Control in the Logging Industry, McGrow-Hyll Book Co, Newyork.

www.SID.ir