Archive of SID

عوامل تاثیر گذار بر زمان آماربرداری حجم سرپای جنگل

هرمز سهرابی[١]، محمود زبیری[٢] و سیدمحسن حسینی[٣]

[١] دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

[٢] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[٣] دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٧/٦/٣٠، تاریخ تصویب: ٨٨/٢/١٤)

چکیده

مهیا نمودن اطلاعات برای تصمیم گیری و یا پژوهش در بسیاری از علوم محیطی عموما با استفاده از آماربرداری صورت می‌گیرد که سهم عمده‌ای از بودجه را به خود اختصاص می‌دهد. محدود بودن منابع مالی و زمان مورد نیاز برای آماربرداری، لزوم داشتن اطلاعات از مقدار و عوامل موثر بر این امر را تشدید می‌کنند. همچنین جایگزین شدن ابزارهای نوین مانند سامانه تعیین موقعیت جهانی یا متر لیزری به جای ابزارهای سنتی در آماربرداری نیاز به پژوهش‌های جدید را گوشزد می‌کند. در این پژوهش با استفاده از مطالعه زمانی، زمان مورد نیاز برای عملیات آماربرداری زمینی به تفکیک زیر عملیات‌ها و تاثیر شرایط جوی و شرایط فیزیکی زمین بر مدت زمان پیمایش مسیر و اندازه‌گیری نمونه مورد بررسی قرار گرفت. روش مورد استفاده جهت مطالعه زمانی، روش پیوسته‌ی رابطه‌ای بود. به این منظور زمان‌های مورد نیاز فعالیت‌های مختلف برای ١٥٠ نمونه ١٠ آری با ابعاد شبکه ۴۰۰×۳۰۰ متر اندازه‌گیری گردید. زمان خالص کل برداشت یک نمونه ٥٧ دقیقه و مقدار ناخالص آن ٨۶ دقیقه به دست آمد. برای بررسی تاثیر شرایط جوی و فیزیکی زمین بر مدت زمان اندازه‌گیری و پیمایش مسیر از تحلیل کوواریانس دو طرفه استفاده گردید. تاثیر شرایط جوی و شرایط فیزیکی زمین بر مدت زمان اندازه‌گیری نمونه و پیمایش مسیر معنی‌دارگردید. شرایط نامساعد جوی و فیزیکی زمین، مدت زمان اندازه‌گیری نمونه را به ترتیب ٣٣ و ۴٣ درصد نسبت به شرایط مساعد افزایش می‌دهند. همچنین شرایط نامساعد جوی و فیزیکی زمین مدت زمان پیمایش مسیر بین دو نمونه را به ترتیب ٢٠ و ۴٧ درصد افزایش می دهند. در مجموع تاثیر شرایط فیزیکی زمین بر مدت زمان آماربرداری بیشتر از شرایط جوی بود. با استفاده از متغیرهای فاصله (D) و شیب مسیر (S) مدل رگرسیونی برای پیش بینی مدت زمان مورد نیاز برای پیمایش مسیر بین دو نمونه به‌دست آمد. متغیر تعداد درخت در نمونه تاثیر بسزایی در مدت زمان اندازه‌گیری نمونه داشت، ولی شیب قطعه نمونه در تحلیل کوواریانس نقش معنی‌دار نداشت.

واژه‌های کلیدی: مطالعه زمانی، تحلیل کوواریانس، آماربرداری جنگل، شرایط جوی، شرایط فیزیکی زمین.

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٣٨١-۴۴٢۴۴٠١ فاکس: ٠٣٨١۴۴٢۴۴٢٣ E-mail: hmsohrabi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بدون تردید رکن هر تصمیم‌گیری داشتن اطلاعات صحیح است. مهیا نمودن اطلاعات برای تصمیم گیری و یا پژوهش در بسیاری از علوم محیطی عموما با استفاده از آماربرداری صورت می‌گیرد که این امر سهم عمده‌ای از بودجه را به خود اختصاص می‌دهد (David & Gonzalez, 2005). محدود بودن منابع مالی و زمان مورد نیاز برای آماربرداری، لزوم داشتن اطلاعات از مقدار و عوامل موثر بر این امر را تشدید می‌کنند (Evans & Viengkham, 2000). اگرچه امروزه روش‌های متعددی به عنوان مکمل عملیات میدانی ابداع و به کار گرفته شده‌اند، اما لزوم عملیات میدانی همچنان به قوت خود باقی است. از آنجا که این فعالیت پرمخاطره، زمان بر و پرهزینه است (Kajisa, et al., 2007)، برای بررسی و بهینه سازی از جایگاه خاصی برخوردار می‌باشد. یکی از رهیافت‌های مناسب بهینه سازی، کسب آگاهی از زمان آماربرداری و عوامل موثر بر آن به واسطه مطالعه زمانی‌است (David & Gonzalez, 2005). این روش قدمتی طولانی در صنایع و علوم جنگل برای تحلیل و بهینه سازی زمان دارد.

مطالعه زمانی در محدوده‌ی وسیعی از علوم مختلف و نیز در بخش های مختلفی از علوم جنگل مانند آماربرداری، بهره‌برداری و حمل ونقل به‌کار گرفته شده است. این روش ابزار مناسبی برای بررسی فعالیت‌های لازم برای هدف مشخصی در عرصه و مقایسه‌ی روش‌ها و ابزارهای مورد مطالعه می‌باشد (McDonald & Fulton, 2005). مطالعه زمانی از نظر روش اندازه‌گیری زمان به دو روش پیوسته و منقطع تقسیم می‌شوند (Sarikhani, 2008). از نظر هدف مطالعه، دو نوع مطالعه رابطه‌ای[1] و مطالعه مقایسه‌ای[2] وجود دارد (David & Gonzalez, 2005). در روش رابطه‌ای هدف بررسی روابط زمان مورد نیاز و عوامل تاثیرگذار بر آن و در روش مقایسه‌ای هدف مقایسه‌ی روش‌ها و ابزارهای مختلف است. پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور عموما از نوع مقایسه‌ای هستند. تاکنون در آماربرداری جنگل، به منظور انتخاب ابعاد شبکه و قطعه نمونه در آماربرداری از توده‌های جنگلی (Namiranian, 1996)، مقایسه آماربرداری تصادفی سیستماتیک با استراتیفیکاسیون (Akhavan et al., 2001)، بررسی آماربرداری بهینه در جنگل‌های ارسباران (Alijanpour, 2001)، مقایسه قطعات نمونه دایره‌ای و ترانسکت (Nimvari, et al. 2004) از مطالعه زمانی استفاده شده است. در خارج از کشور نیز برای مقایسه‌ی روش‌های مختلف آماربرداری (Evanes & Viengkham, 2001) و برای ارزیابی رلاسکوپ لیزری (Kalliovirta et al., 2005) از مطالعه زمانی استفاده گردیده است. در پژوهش دیگری با استفاده از مطالعه زمانی، زمان مورد نیاز بخش‌های مختلف عملیات آماربرداری مشخص گردید و مهمترین عوامل تاثیر گذار بر زمان آماربرداری در طراحی‌های مختلف شبکه، طرح آماربرداری، مساحت نمونه و شکل نمونه و در روش معینی از طراحی شبکه و شکل و روش نمونه، وجود موانع عرصه گزارش شد (David & Gonzalez, 2005) .

هدف از این پژوهش زمان سنجی آماربرداری حجم سرپای جنگل و بررسی عوامل تاثیر گذار بر آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی بخشی از جنگل‌های لیره‌سر (حوزه آبخیز ۳۵، طرح جنگل‌داری طوبی) به مساحت ۲۲۴۰ هکتار واقع در ۲۵ کیلومتری شهر تنکابن با حداقل و حداکثر طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه و ۱۸ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه و ۳۸ ثانیه و حداقل و حداکثر عرض ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه و ۴۸ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه و ۱۳ ثانیه می‌باشد. حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۶۰۰ و ۱۳۶۰ متر می‌باشد. در مورد کلاسه‌های شیب ۴۵ درصد مساحت منطقه را کلاسه ۰ تا

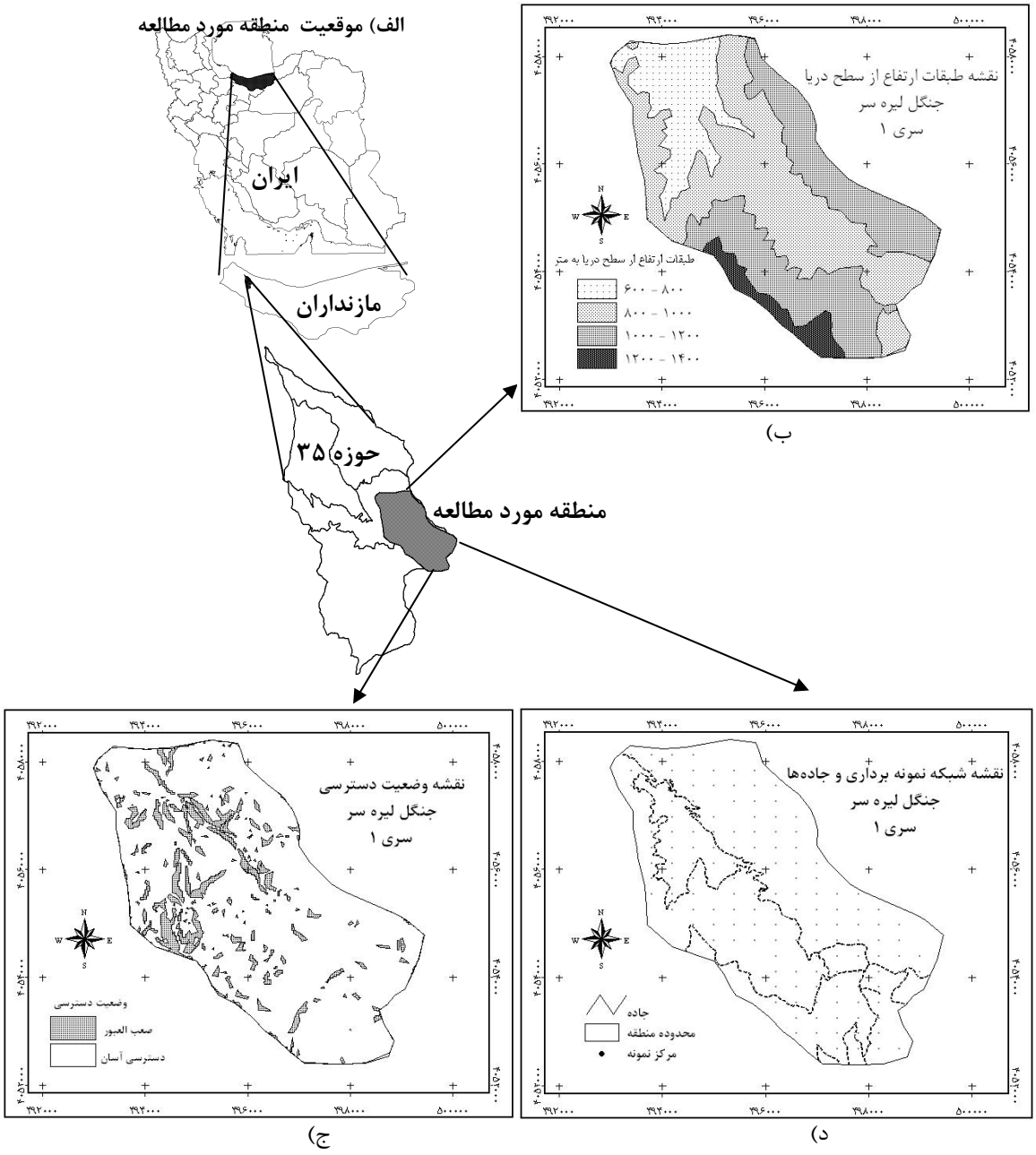
۱- Correlation studies

۲- Comparative studies

www.SID.ir

Archive of SID

٪۳۰ ، ۴۰ درصد ۳۰ تا ٪۵۰، ۱۲ درصد ۵۰ تا ٪۸۰ و ۳ درصد را بالای ۸۰٪ تشکیل می‌دهد (شکل ۱ج).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (الف)، ارتفاع از سطح دریا (ب)، وضعیت دسترسی بر اساس شیب (ج)،

www.SID.ir

Archive of SID

روش و ابزار آماربرداری

آماربرداری از این منطقه به صورت منظم تصادفی با شبکه‌ای به اضلاع ۳۰۰×۴۰۰ متر توسط تیمی متشکل از دو کارشناس در نیمه‌ی دوم اردیبهشت ۱۳۸۷ صورت گرفت. قرارگیری شبکه به صورتی بود که ضلع کوچک در جهت ارتفاع قرار گیرد (Zobeiry, 2009). تعداد نمونه‌های طراحی شده ۱۶۱ نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۰/۱ هکتار بود (شکل ۱ د). در هر یک از این نمونه‌ها، گونه و قطر برابر سینه برای همه درختان نمونه، ارتفاع و قطر تاج سه درخت نزدیک به مرکز و قطورترین درخت اندازه‌گیری گردید.

ابزار مورد استفاده در عملیات آماربرداری عبات بودند از:

- سامانه تعیین موقعیت جهانی[1] برای تعیین مراکز نمونه
- متر لیزری با برد ۵۰ متر برای اندازه‌گیری فواصل درختان مرزی از مرکز نمونه و فاصله تا درختان شاهد در اندازه‌گیری ارتفاع درختان
- متر دستی ۵۰ متری برای اندازه‌گیری فواصل در مواردی که به‌کار گیری متر لیزری مقدور نبود
- خط کش دوبازوی ۸۰ سانتی‌متری برای اندازه‌گیری قطر برابر سینه
- نوار قطر سنج برای اندازه‌گیری درختان قطورتر از ۸۰ سانتی‌متر
- شیب سنج سونتو برای اندازه‌گیری ارتفاع درختان و قرائت شیب نمونه

روش مطالعه زمانی

بر اساس تعریف Barnes (1968)، مطالعه زمانی عبارتست از آنالیز روش‌ها، مواد، ابزار و وسایل مورد استفاده یا مورد بررسی در یک فعالیت مشخص به منظور (David and Gonzalez, 2005):

- یافتن اقتصادی‌ترین راه برای انجام کار مورد نظر
- استاندارد کردن مواد و ابزار و وسایل مورد نیاز
- تعیین دقیق زمان مورد نیاز برای فعالیت مورد نظر
- کمک به آموزش مبتدیان در روش‌های جدید

در این پژوهش مطالعه زمانی به روش پیوسته‌ی رابطه‌ای و تا دقت دقیقه انجام گردید. برای این منظور، آماربرداری به فعالیت‌های اصلی تقسیم و زمان شروع و خاتمه فعالیت مورد نظر ثبت و سپس با کسر این دو مقدار از یکدیگر مدت زمان صرف شده محاسبه گردید. به منظور بررسی اثر عوامل جوی (مانند بارندگی و مه غلیظ و ...) و شرایط فیزیکی زمین (وجود زیر اشکوب مزاحم، سنگلاخ و ...) در پیمایش مسیر و اندازه‌گیری نمونه، شرایط کار در سه گروه مساعد، متوسط و نامساعد ثبت گردید (جدول ۱).

۱- GPS

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ١- تشریح وضعیت‌های مساعد، متوسط و نامساعد از نظر شرایط جوی و فیزیکی زمین

	عوامل مورد بررسی	
	شرایط فیزیکی زمین	شرایط جوی
مساعد	مسیر یا سطح نمونه بدون زیراشکوب یا سنگلاخ یا موانع مزاحم	شرایط جوی عاری از مه و بارندگی مزاحم
متوسط	وجود زیر اشکوب مزاحم یا سنگلاخ در بخشی از مسیر یا سطح نمونه	وجود مه یا بارندگی به میزانی که اختلال اندکی در عملیات آماربرداری ایجاد گردد
نامساعد	وجود زیر اشکوب مزاحم یا سنگلاخ در بخش عمده‌ی مسیر یا سطح نمونه	وجود مه غلیظ یا بارندگی شدید به شکلی که عملیات آماربرداری با اختلال جدی مواجه گردد

روش تحلیل اطلاعات

پس از جمع آوری اطلاعات در عرصه، داده‌های جمع آوری شده در محیط نرم‌افزار اکسل[١] وارد و با استفاده از قابلیت این نرم افزار برای محاسبه‌های زمانی، زمان هر فعالیت محاسبه و مقادیر آن با میانگین حسابی به دست آمد. عملیات آماربرداری به چهار فعالیت تقسیم گردید: ١) حرکت از محل اسکان تا محل پیاده شدن در عرصه، ٢) پیمودن مسیر بین خودرو تا محل قطعه نمونه، ٣) پیمودن مسیر بین دو قطعه نمونه و ۴) اندازه‌گیری قطعه نمونه. تحلیل‌های آماری تنها برای زمان‌های خالص پیمایش و اندازه‌گیری صورت گرفت. مدت زمان ناخالص به دو صورت گزارش گردید: ١) با در نظر گرفتن زمان‌های تلف شده مانند استراحت در طول روز، صرف ناهار و غیره ٢)، علاوه بر زمان‌های ذکر شده، مدت زمان تعطیلی کامل کار به منظور استراحت نیز در نظر گرفته شد.

تحلیل کوواریانس با استفاده از داده‌های مدت زمان خالص پیمایش مسیر و اندازه‌گیری با استفاده از SPSS نسخه ١۶ و تحلیل رگرسیون در نرم افزار Minitab نسخه ١۵ انجام گرفت. علت این امر تنوع گزینه‌های موجود در هر یک از نرم افزارها برای تحلیل مورد نظر بود. در ابتدا به وسیله روش‌های بصری بررسی اطلاعات، مانند هیستوگرام و پلات جعبه‌ای[٢] وضعیت پراکنش داده بررسی و داده‌های پرت (داده‌هایی که بیش از ٣ برابر طول پلات جعبه‌ای از کناره‌های آن فاصله دارند) و بی قواره (داده‌هایی که بیش از ١/۵ برابر طول پلات جعبه‌ای از کناره‌های آن فاصله دارند) مشخص و درمورد حذف یا استفاده آن‌ها تصمیم‌گیری گردید. نرمال بودن باقیمانده‌های هر یک از مدل‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی گردید. همگنی واریانس‌ها نیز با آزمون لون[٣] بررسی شد و در صورت نیاز داده‌ها تبدیل گردید. به منظور احراز اعتبار مدل رگرسیونی، ٣٠ نمونه به صورت تصادفی از مجموعه‌ی کل نمونه‌ها کنار گذاشته شد. سپس این نمونه‌ها در معادله به دست آمده قرار داده شدند و بر اساس نتایج معادله‌ی رگرسیونی، مجذور میانگین مربعات خطا[۴](معادله ١)، مجذور میانگین مربعات خطای نسبی[۵] (معادله ٢)، اریبی[۶] (معادله ٣) و اریبی نسبی[٧] (معادله ۴) محاسبه گردید.

١- Excel

٢- Box Plot

٣- Leven

٤- Root mean square error (RMSE)

٥- Relative RMSE

٦- Bias

٧- Relative bias

www.SID.ir

Archive of SID

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$ معادله ۱

$$RMSE_r = \frac{RMSE}{\overline{y}} \times 100$$ معادله ۲

$$Bias = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - y_i)}{n}$$ معادله ۳

$$Bias_r = \frac{Bias}{\overline{y}} \times 100$$ معادله ۴

y_i مقدار واقعی مشاهده i

$\hat{y}_i$ مقدار برآوردی مشاهده i

$\overline{y}$ میانگین مشاهدات واقعی

n تعداد مشاهدات

برای بررسی اثر شرایط جوی و شرایط فیزیکی زمین بر مدت زمان پیمایش مسیر و اندازه‌گیری نمونه از تحلیل کوواریانس دوطرفه[۱] در قالب طرح کاملا تصادفی - آزمایش فاکتوریل استفاده شد (Farshadfar, 2001). به دلیل آن‌که در طی مسیر در واقع شیب و فاصله‌ی مسیر تعیین کننده‌ی زمان هستند و عوامل جوی و شرایط فیزیکی زمین مقدار زمان مورد نیاز را تغییر می‌دهند، لذا باید از روشی استفاده نمود که بتواند همزمان با بررسی فاکتورها، اثر سایر عوامل را از از تحلیل بیرون بکشد. به عبارتی میانگین ها را به شکلی تصحیح نماید که بتوان اثر واقعی فاکتورهای مورد بررسی را آزمود. این شرایط برای بررسی تاثیر دو فاکتور مذکور بر مدت زمان مورد نیاز برای اندازه‌گیری قطعه نمونه نیز صادق است. لذا هم متغیرهای[۲] مورد استفاده در تحلیل مذکور برای بررسی اثر شرایط جوی بر مدت زمان پیمایش، شیب متوسط مسیر (که با استفاده از نقشه توپوگرافی در محیط GIS به دست آمده بود) و فاصله مورد پیمایش بود. همچنین هم متغیرها در بررسی تاثیر عوامل مذکور بر مدت زمان اندازه گیری، شیب نمونه و تعداد درخت در نمونه بود. برای بررسی رابطه شیب و فاصله با مدت زمان پیمایش مسیر و ایجاد مدل برآورد زمان مورد نیاز، از تحلیل رگرسیون گام به گام[۳] استفاده شد و براساس روش‌های تشخیص و علاج رگرسیون[۴]، مدل مناسب انتخاب گردید (Mesdaghi, 2004).

نتایج

از بین نمونه‌های طراحی شده، ۱۱ نمونه به دلیل واقع شدن در محل‌های صعب العبور قابل اندازه‌گیری نبودند. میانگین حسابی زمان مورد نیاز فعالیت‌های مختلف در جدول ۲ آمده است. این مقادیر با احتساب زمان خالص و زمان تلف شده فعالیت مورد نظر محاسبه شده و زمان‌هایی مانند مدت زمان صرف ناهار، استراحت در محل اسکان و تاخیرهای طولانی به دلیل بارندگی لحاظ نگردیده است. با احتساب زمان‌های مذکور، مدت زمان اندازه‌گیری یک نمونه به طور متوسط ۸۶ دقیقه می باشد.

۱- Two way analysis of covariance

۲- Covariate

۳- Stepwise regression analysis

٤- Regression diagnosis

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٢- متوسط مدت زمان فعالیت‌های تشکیل دهنده آماربرداری

نوع فعالیت	مدت زمان خالص فعالیت (دقیقه)	مدت زمان ناخالص فعالیت (دقیقه)
حرکت از محل اسکان به عرصه و بلعکس (روزانه)	۴۵	۴۸
اندازه‌گیری نمونه (هر نمونه)	۲۴	۲۵
حرکت از نمونه اندازه‌گیری شده به نمونه بعد (هر پیمایش)	۲۵	۲۷
حرکت از محل پیاده شدن از خودرو تا نمونه و بلعکس (روزانه)	۲۰	۲۳
کل زمان اندازه‌گیری نمونه	۵۷	۶۰

از آنجایی که شرایط فیزیکی زمین و نیز شرایط جوی تحت کنترل نمی‌تواند باشد، بنابراین تعداد مشاهده‌های به‌دست آمده برای هر یک از سطوح عوامل مذکور نابرابر است. لذا تحلیل کوواریانس به صورت طرح نامتعادل[1] خواهد بود. (شکل٢). از طرف دیگر به دلیل آنکه تعداد نمونه لازم در یک تیمار برای اندازه‌گیری واریانس آن حداقل ٣ مشاهده است، در بررسی شرایط جوی و فیزیکی زمین بر مدت زمان پیمایش، چون تیمار شرایط متوسط جوی به همراه شرایط مساعد زمین تنها ٢ تکرار داشت، تیمار حذف گردید. سایر موارد تکرار کافی داشتند.

اثر شرایط فیزیکی زمین و شرایط جوی بر مدت زمان پیمایش

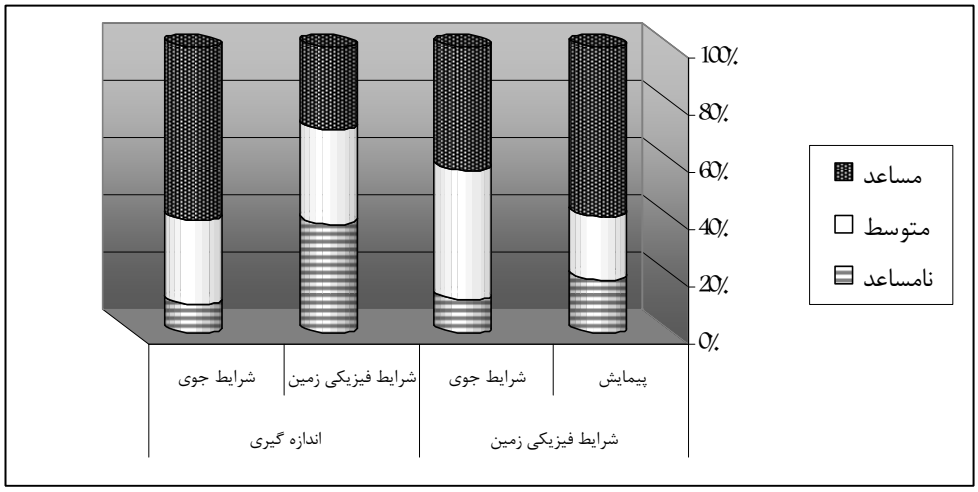
نتایج تحلیل کواریانس دو طرفه برای بررسی اثر شرایط فیزیکی زمین و شرایط جوی بر مدت زمان پیمایش نشان داد که از نظر آماری اثر شرایط فیزیکی زمین و جوی با اطمینان ٩٩ درصد معنی‌دار می‌باشد. اما اثر متقابل این دو عامل معنی دار نبود لذا بررسی اثرهای اصلی کافی است. بعلاوه هم‌متغیرهای شیب مسیر و مسافت نیز با اطمینان ٩٩ درصد تاثیر بسزایی در مدل تحلیل واریانس داشتند (جدول ٣). متوسط فاصله پیموده شده در این تحلیل ٣٧٥ متر بود. آزمون نرمال بودن باقیمانده‌های مدل تحلیل کواریانس، تبعیت باقیمانده‌ها را از این توزیع تایید نمود (p-value=٠/٤٦، k.s.=٠/٨٥).

با توجه به همگنی واریانس‌ها (F=٠/٨، p-value=٠/٥٩) مقایسات چندگانه با آزمون LSD انجام گرفت. نتایج آزمون LSD برای مقایسه اثر شرایط مساعد، متوسط و نامساعد جوی بر مدت زمان پیمایش مسیر نشان می‌دهد که مدت زمان متوسط پیمایش مسیر در شرایط متوسط و مساعد با اطمینان ٩٥ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. درحالیکه مدت زمان پیمایش مسیر در شرایط نامساعد بیشتر از دو مورد مذکور است (شکل ٣- راست). از طرف دیگر مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD برای بررسی تاثیر شرایط فیزیکی زمین در مدت زمان پیمایش مسیر نشان داد که با اطمینان ٩٥ درصد مدت زمان پیمایش مسیر در شرایط نامساعد بیشتر از شرایط متوسط و نیز شرایط متوسط بیشتر از شرایط مساعد است (شکل ٣-چپ).

١- Unbalanced design

www.SID.ir

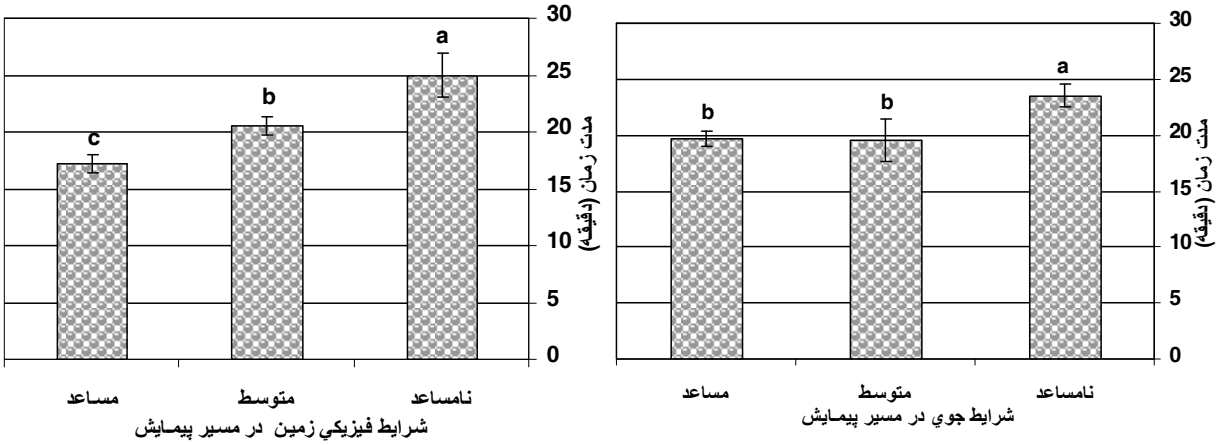
Archive of SID



شکل ۲- درصد مشاهده‌ها در هر یک از وضعیت مساعد، متوسط و نامساعد از نظر شرایط جوی و فیزیکی زمین

جدول ۳- اثر شرایط فیزیکی زمین و جوی بر مدت زمان پیمایش مسیر

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
شرایط فیزیکی زمین	۴۵۱/۵	۲	۲۲۵/۸	۸/۱	۰/۰۰
شرایط جوی	۲۷۶/۶	۲	۱۳۳/۸	۴/۸	۰/۰۱
اثر متقابل	۲۳۶/۱	۴	۵۹/۰	۲/۱	۰/۰۸
مسافت	۹۸۶/۸	۱	۹۸۶/۸	۳۵/۵	۰/۰۰
شیب مسیر	۱۱۷۹/۸	۱	۱۱۷۹/۸	۴۲/۵	۰/۰۰
خطا	۳۹۴۶/۱	۱۴۲	۲۷/۸		
کل	۶۷۴۲۴	۱۵۳			



شکل ۳- نتایج آزمون LSD برای بررسی اثر شرایط جوی (راست) و فیزیکی زمین (چپ) بر مدت زمان پیمایش مسیر در سطح ۵ درصد خطا.

www.SID.ir

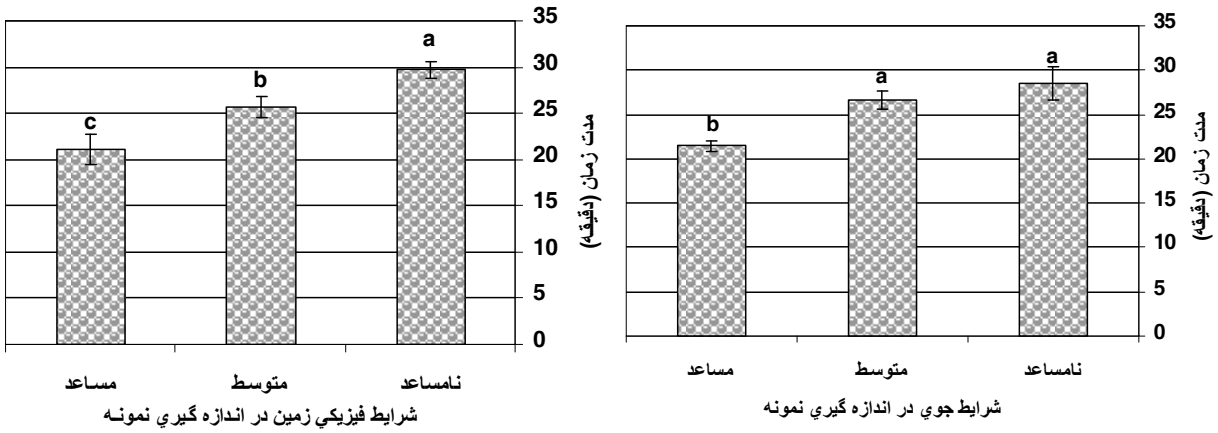
Archive of SID

اثر شرایط فیزیکی زمین و شرایط جوی بر مدت زمان اندازه‌گیری نمونه

نظر به همگن نبودن واریانس‌های در این تحلیل، زمان و تعداد درخت در نمونه با عملگر Log در پایه ١٠ تبدیل گردیدند. نتایج تحلیل کوواریانس دو طرفه برای بررسی تاثیر شرایط فیزیکی زمین و شرایط جوی بر مدت زمان اندازه‌گیری نمونه نشان داد که عوامل مذکور با ٩٩ درصد اطمینان معنی‌دار هستند. . اثر متقابل دو عامل مذکور نیز معنی‌دار نبود (جدول ۴). به‌علاوه تحلیل مذکور حاکی از آن است که شیب نمونه تاثیر معنی داری ندارد، اما لگاریتم تعداد درخت نمونه در مدل تحلیل کوواریانس تاثیر معنی‌دار و بسزایی دارد. نتایج آزمون کولموگروف اسمیرونوف نرمال بودن باقیمانده‌های مدل تحلیل کوواریانس را تایید نمود (p-value=٠/٩٨، k.s.=٠/۴۶)

جدول ۴- اثر شرایط فیزیکی زمین و جوی بر لگاریتم مدت زمان اندازه‌گیری نمونه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
شرایط فیزیکی زمین	٠/٢٧٥	٢	٠/١٣٧	١٢/٧	٠/٠٠٠
شرایط جوی	٠/١٧۴	٢	٠/٠٨٧	٨/١	٠/٠٠٠
اثر متقابل	٠/٠٢٣	۴	٠/٠٠۶	٠/۵	٠/٧١٧
شیب نمونه	٠/٠٢٠	١	٠/٠٢٠	١/٩	٠/١٧٠
لگاریتم تعداد درخت در نمونه	٠/١١٣	١	٠/٠١١	١٠/۵	٠/٠٠٢
خطا	١/۴٨٨	١٣٨	٠/٠١١		
کل	٢/۶۴٩	١۴٩	کل		



شکل ۴- نتایج آزمون LSD جهت بررسی اثر شرایط شرایط جوی (راست) و فیزیکی زمین (چپ) بر مدت زمان اندازه‌گیری نمونه در سطح ۵ درصد خطا

با توجه به همگنی واریانس‌ها (F=١/٢، p-value=٠/٣٠) مقایسه‌های چندگانه با آزمون LSD انجام گرفت. نتایج مقایسه‌ی سطوح مختلف عوامل مورد بررسی نشان داد که شرایط جوی نامساعد و متوسط اختلاف معنی‌داری ندارند. اما هردوی آن‌ها زمان بیشتری نسبت به شرایط مساعد را موجب شده‌اند. همچنین آزمون مذکور برای

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه شرایط مساعد، متوسط و نامساعد نشان داد که اختلاف معنی داری وجود داشته و به ترتیب در هر یک از شرایط زمان افزایش می‌یابد (شکل۴).

رابطه فاصله نمونه و شیب زمین با مدت زمان پیمایش مسیر

با محاسبه رگرسیون گام به گام و مقایسه نتایج آن‌ها، بر اساس دو اصل سادگی مدل و بهترین برازش، رگرسیون دو متغیره انتخاب گردید. در این رگرسیون، متغیر مستقل متغیرهای فاصله به متر و شیب به درجه هستند. علاوه بر آزمون‌های آماری، روش‌های گرافیکی بررسی تطبیق رگرسیون نیز به کار گرفته شد تا بتوان از صحت مدل اطمینان بیشتری پیدا نمود (شکل ۵). نتایج تحلیل باقی‌ماندها حاکی از آن است مدل مذکور برازش نسبتا خوبی دارد و تنها در ابتدا و انتهای محدوده‌ی داده‌ها تخطی اندکی از مفروضات دیده می‌شود. برای بررسی اثر این تخطی از آزمون دوربین واتسن[1] استفاده شد که نتایج آن نشان داد فرض استقلال خطاها مورد تایید است (مقدار آماره دوربین واتسن = ۰/۶۲). نرمال بودن توزیع خطاها با آزمون کولموگروف اسمیرونوف بررسی گردید که نتایج تبعیت توزیع خطاها را از توزیع نرمال تایید نمود (p =۰/۳۳).

نتایج تحلیل واریانس رگرسیون خطی مورد نظر حاکی از آن است که این مدل در سطح ۹۹ درصد اطمینان معنی‌دار است (جدول ۵). جدول ۶ نشان‌دهنده آزمون معنی داری ضرایب رگرسیون با استفاده از آزمون t است. نتایج نشان می‌دهد که ضرایب به دست آمده از مدل با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشند. مقادیر شاخص‌های احراز اعتبار مدل نیز حاکی از آن بودند که مدل به دست آمده از اعتبار مناسبی برخوردار است (RMSE=۵/۸، RMSEr=۲۵/۹٪، Bias=۱/۸ و $Bias_r$ =۸/۱٪).

در تحلیل فوق اگر چه شرایط جوی و عرصه نقش عمده‌ای در تعیین مدت زمان مورد نیاز داشتند، اما نظر به آنکه این داده‌های از نوع ترتیبی بودند، همچنین پیش‌بینی شرایط جوی یا عرصه به سادگی برای استفاده در مدل ممکن نیست و در صورت امکان، کاملا ذهنی است و نیز، در مدل به ناچار باید متوسط این شرایط را قرار داد، لذا از دخیل نمودن آنها در مدل‌سازی صرف‌نظر گردید. به علاوه چون مقادیر زمان مورد نیاز حاوی اطلاعاتی از تاثیر شرایط مذکور است، لذا مدل ایجاد شده خود در برگیرنده‌ی متوسط اثرهای مذکور است.

ایجاد مدل برای پیش بینی زمان بر اساس تعداد درخت در نمونه و یا شیب نمونه گرچه ممکن بود، اما داشتن این اطلاعات مستلزم آماربرداری است و لذا چنین مدلی فاقد کاربرد خواهد بود. بنابراین این مدل‌سازی انجام نگردید.

۱- Durbin-Watson

www.SID.ir

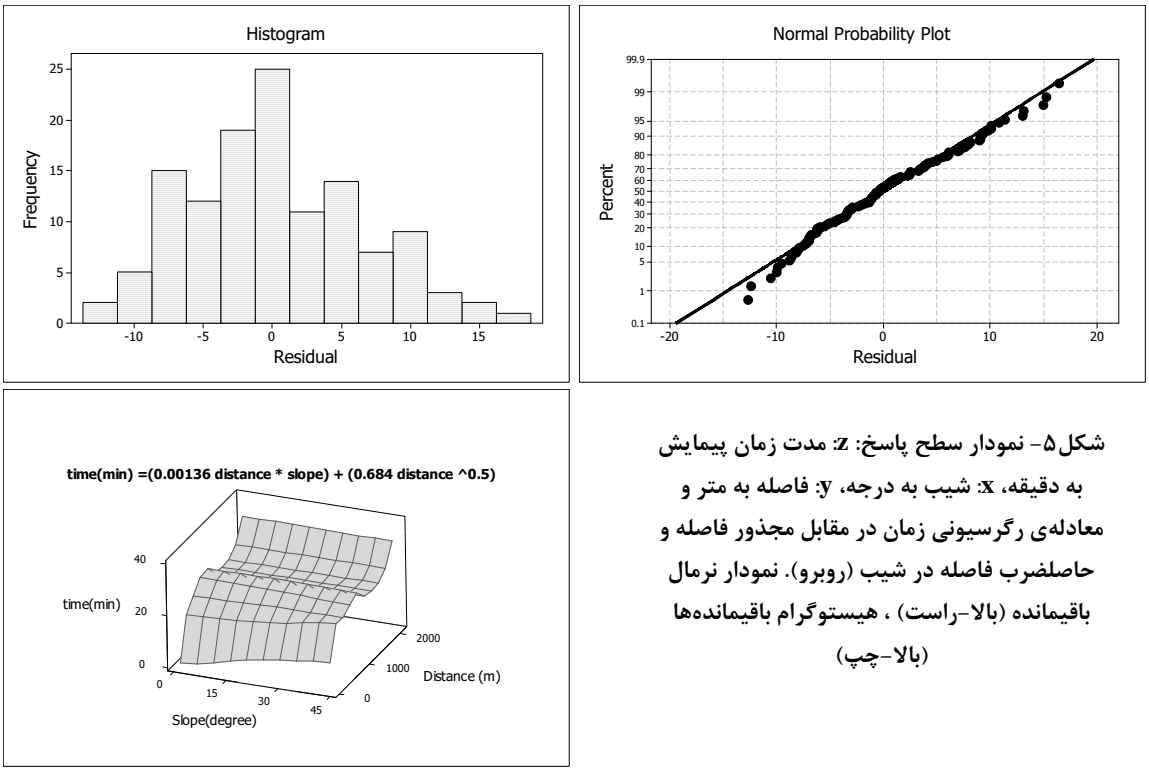
Archive of SID

جدول ۵- نتایج تحلیل رگرسیون خطی تک متغیره، متغیر وابسته مدت زمان پیمایش مسیر (دقیقه) و متغیرهای مستقل شیب (درجه) و فاصله (متر) مسیر

منابع تغییرات	مجموع مربعات خطا	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	۲۹۹۷/۷۲	۱	۲۹۹۷/۷۲	۶۸/۶۱	۰/۰۰
باقیمانده‌ها	۶۶۸۴/۶۷	۱۵۳	۴۳/۶۹		
کل	۹۶۸۲/۳۹	۱۵۴			

جدول ۶- نتایج آزمون t برای ضرایب رگرسیون

ضرایب رگرسیون	مقدار ضرایب	اشتباه معیار	t	Sig.
ضریب اول	۰/۰۰۱۳۶	۰/۰۰۰۲	۷/۷۳	۰/۰۰
ضریب دوم	۰/۵۲۱	۰/۱۰۲۵	۵/۱۱	۰/۰۰



شکل۵- نمودار سطح پاسخ: z: مدت زمان پیمایش به دقیقه، x: شیب به درجه، y: فاصله به متر و معادله‌ی رگرسیونی زمان در مقابل مجذور فاصله و حاصلضرب فاصله در شیب (روبرو). نمودار نرمال باقیمانده (بالا-راست) ، هیستوگرام باقیمانده‌ها (بالا-چپ)

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، عملیات آماربرداری جنگل برای برآورد حجم سرپا با استفاده از مطالعه زمانی پیوسته‌ی رابطه‌ای بررسی گردید. به منظور امکان پذیر نمودن مقایسه نتایج با سایر پژوهش‌ها، زمان‌ها به نفر دقیقه (که در این تحقیق با ضرب زمان هر نمونه در ۲، تعداد افراد تیم، به دست آمد) تبدیل گردید. نتایج نشان داد که مقدار زمان مورد نیاز در اندازه‌گیری نمونه ۱۰ آری با ابعاد شبکه ۴۰۰×۳۰۰ متر به صورت خالص ۱۰۴ نفر دقیقه بود که این زمان با احتساب زمان‌های هدر رفته با افزایشی حدود ۱۵ درصد به ۱۲۰ نفر دقیقه خواهد رسید. از طرف دیگر با احتساب زمان‌های مورد نیاز در زمان‌های

www.SID.ir

Archive of SID

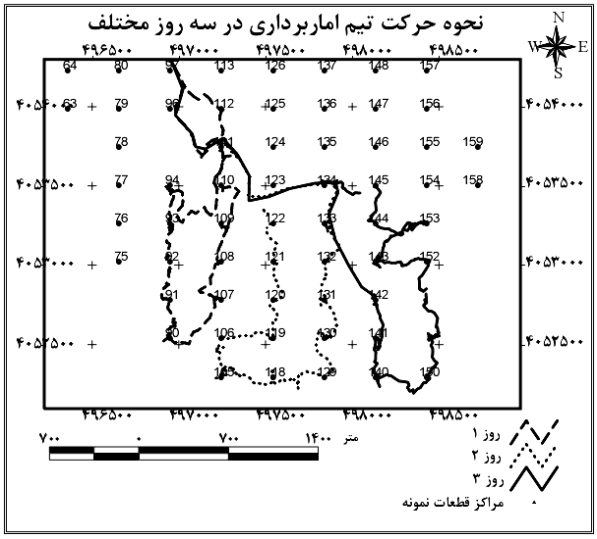
غیر فعالیت، زمان کل اندازه‌گیری یک نمونه با ۶۵ درصد افزایش نسبت به زمان خالص به ۱۷۲ نفر دقیقه می‌رسد. به دلیل تفاوت ابزارهای مورد استفاده و نیز ابعاد متفاوت شبکه آماربرداری، روش نمونه برداری، مساحت قطعات نمونه و داده‌های مورد اندازه‌گیری، نتایج حاضر با نتایج پژوهش‌های پیشین اختلاف دارد..(2001) Akhavan et al زمان مورد نیاز اندازه‌گیری یک نمونه با مساحت ۱۰ آر و ابعاد شبکه ۲۰۰×۱۵۰ متر را در بخش پاتم ۱۰۸ نفر دقیقه و در بخش نمخانه ۹۶ نفر دقیقه گزارش نمودند. Nimvari et al., (2004) زمان لازم برای برداشت نمونه ۲۰ آری با ابعاد شبکه ۱۰۰×۱۰۰متر در جنگل‌های غرب ۷۷/۳ دقیقه گزارش نمود.

همان‌گونه که انتظار می‌رفت، اثر شرایط جوی و شرایط فیزیکی زمین بر مدت زمان پیمایش مسیر و اندازه‌گیری نمونه تاثیر آماری معنی‌داری داشتند. زمان مورد نیاز پیمایش مسیر با فاصله متوسط ۳۷۵ متر در شرایط مساعد فیزیکی زمین حدود ۳۴ نفر دقیقه بود که این مقدار در شرایط نامساعد با ۴۷ درصد افزایش به ۵۰ نفر دقیقه می‌رسد. همچنین شرایط جوی نامساعد مدت زمان پیمایش مسیر را با ۲۰ درصد افزایش از ۴۰ نفر دقیقه به ۴۸ نفر دقیقه افزایش می‌دهد. Namiranian (1996) مدت زمان لازم برای طی مسافت ۱۰۰ متر را در بخش نمخانه ۱۶ دقیقه و ۱۸ ثانیه گزارش نموده است. بر اساس این پژوهش فاصله ۱۰۰ متر با شیب صفر در ۵ دقیقه و ۱۲ ثانیه طی می‌شود. تفاوت این دو به دلیل اختلاف ابزار پیمایش فاصله است که در بررسی مذکور با متر کشی و در این پژوهش با استفاده از GPS بوده است. مدت زمان اندازه‌گیری نمونه نیز متاثر از شرایط جوی و فیزیکی زمین بود؛ به شکلی که مدت زمان اندازه‌گیری نمونه در شرایط مساعد فیزیکی زمین ۴۲ نفر دقیقه بود که با نامساعد شدن شرایط با ۴۳ درصد افزایش، به ۶۰ نفر دقیقه می‌رسید. از طرف دیگر شرایط جوی بر مدت زمان اندازه‌گیری نیز تاثیر داشته و این زمان را از ۴۲ نفر دقیقه به ۵۶ نفر دقیقه افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر، ۳۳ درصد زمان اندازه‌گیری نمونه با نامساعد شدن شرایط افزایش می یابد. به طور کلی می‌توان دید که شرایط جوی تاثیر کمتری نسبت به شرایط فیزیکی زمین در مدت زمان مورد نیاز برای پیمایش یا اندازه‌گیری دارد که با نتایج David & Gonzalez (2005) مشابه است.

بررسی حاضر امکان برآورد مدت زمان مورد نیاز پیمایش مسیر با استفاده از اطلاعات فاصله و شیب را تایید نمود. نظر به این‌که داده‌های مورد استفاده در این تحلیل مربوط به پیمایش مسیر در فواصل مختلف با حداقل فاصله ۱۰ متر و حداکثر ۲۱۰۰ متر بود، لذا امکان به کارگیری مدل رگرسیونی به دست آمده برای برآورد زمان مورد نیاز در مناطق دیگر در دامنه مذکور در صورت مشابه بودن ابزار پیمایش وجود دارد. البته عوامل متعدد دیگری نیز بر مدت زمان آماربرداری تاثیر دارند که اندازه‌گیری آن‌ها عملا مقدور نیست. از این بین می‌توان عواملی مانند وضعیت روحی آماربرداری، زمان فعالیت مورد نظر در طول روز، تعداد روزهایی که آماربردار در حال فعالیت بوده است، الگوی حرکتی صحیح و نحوه انتخاب مسیر و عوامل متعدد دیگر که در بسیاری از موارد غیر قابل اندازه‌گیری هستند را برشمرد (شکل ۶).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- نقشه مسیرهای پیموده شده توسط آماربردار در سه روز کاری در منطقه مورد مطالعه (برداشت شده به‌وسیله GPS)

در تحلیل کواریانس دوطرفه برای بررسی تاثیر شرایط فیزیکی زمین و شرایط جوی بر مدت زمان اندازه‌گیری ملاحظه گردید که بر خلاف انتظار، تاثیر شیب در نمونه از نظر آماری معنی‌دار نبود. دلیل اول این امر آن است که در مدل مورد بررسی با استفاده از تحلیل کوواریانس با توجه به آن‌که سهم عمده‌ای از تغییرات زمانی را شرایط جوی (میانگین مربعات خطای ۴۵۱) و شرایط عرصه (میانگین مربعات خطای ۳۵۰) در مدل تیین می‌نمودند، لذا نقش شیب بسیار کمرنگ شده و از نظر آماری معنی دار نخواهد بود. دلیل دیگر آنکه، دیدروی برای اندازه‌گیری ارتفاع در شیب‌های بیشتر نسبت به شیب‌های کمتر آسان‌تر است و از فاصله‌ی کمتری می‌توان ارتفاع درختان شاهد را اندازه‌گیری نمود و بنابراین زمان اندازه‌گیری ارتفاع درختان شاهد نسبت به شیب‌های کمتر کاهش می‌یابد. در نهایت می‌توان دلیل این امر را پایین بودن تنوع متغیر مورد نظر در مشاهدات دانست.

نتایج عملی این پژوهش حاکی از آن بود که استفاده از GPS (مدل Garmin 60CSX map) برای یافتن مراکز نمونه ممکن بوده و سرعت عملیات نسبت به متر کشی، بسیار افزایش می‌یابد. در این بررسی در هیچ موردی مشکلی در استفاده از این ابزار نبود. اما متر لیزری که به منظور اندازه‌گیری فواصل مورد نیاز در اندازه‌گیری به کار گرفته شد، دارای محدودیت‌هایی بود. از جمله این‌که مه غلیظ، موانع و زیراشکوب استفاده از آن را محدود و در مواردی ناممکن می‌ساختند. اگرچه این وسیله باعث تسریع عملیات می‌شود، اما در نظر گرفتن هزینه و محدودیت‌های آن نقشی موثر در طراحی و برنامه‌ریزی عملیات آماربرداری دارد.

در نهایت چنین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با توجه به نتایج به‌دست آمده، شرایط آماربرداری تاثیر بسزایی در مدت زمان و بالتبع هزینه فعالیت‌های مربوط به این عملیات دارد. لذا در وحله‌ی اول به منظور تصمیم گیری درباره زمان آماربرداری، لازم است توجه ویژه‌ای به شرایط جوی مبذول گردد. در وحله‌ی دوم دیده می‌شود که افزایش فاصله تاثیر کمتری نسبت به نامساعدتر شدن شرایط فیزیکی زمین در مدت زمان مورد نیاز دارد. به عبارت دیگر آماربرداری بایستی سعی نماید تا حد ممکن از مسیرهای نامساعد اجتناب نماید، حتی اگر این امر موجب افزایش مسافت پیموده شده گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

در اینجا لازم است از زحمات آقای مهندس سعادتی، سرپرست محترم طرح جنگل‌داری طوبی، و پرسنل محترم آن مجموعه که در امر آماربرداری کمک‌های شایانی نمودند تشکر گردد. همچنین زحمات آقایان مهندس آق‌ارکاکلی، سیدولی زاده و رضایی‌پور در عملیات میدانی درخور تقدیر است.

References

- Akhavan, R., Zobeiri, M. and Namiranian, M. 2001. A study of stratification method using for volume estimation in Kheyroodkenar Forest, Iranian Journal on Natural Resources, 54 (3): 245-254.
- Alijanpour, A. 2001. Investigation and determination of optimum statistical methods and its application at Arasbaran Forest, PhD Thesis in Forestry, Faculty of Natural resources, 160 p.
- Barnes, R.M. 1968. Motion and time study-design and measurement of work. John Wiley and Sons Incorporated, New York, 515-516.
- Farshadfar, E. 2001. Experimental designs for agricultural research, Islamic Azad University Scientific Publication Center, 762 p.
- David J. and Gonzalez, D. 2005. A time study and description of the work methods for the field work in the National Inventory of Landscapes in Sweden, Sveriges Lantbruksuniversitet, 80 p.
- Evans, T.D. and Viengkham, V.O. 2001. Inventory time-cost and statistical power: a case study of Lao rattan, Forest Ecology and Management, 150: 313-322.
- Kallaiovirta, J., Laasasenaho J. and Kangas, A. 2005. Evaluation of the laser-relascope, Forest Ecology and Management, 204: 181-194.
- McDonald, T.P. and Fulton, J.P. 2005. Automated time study of skidders using global positioning data, Computer and Electronics in Agriculture, 48: 19-37.
- Mesdaghi, M. 2004. Regression methods: for research in agriculture and natural resources, University of Emam Reza Publication, 290 p.
- Namiranian, M., 1996. Eine uber die besten Netz-und probeflachegrosse im Plenterwald (Nord Iran), Iranian Journal on Natural Resources, 48: 77-92.
- Nimvari, J.E., Zobeiri, M., Sobhani, H. and Zangeneh, H.P. 2004. A comparison of randomized systematic sampling with circle shape plot and transect method, based on precision and cost (case study in Sorkhedizeh of Kermanshah), Iranian Journal on Natural Resources, 56(4): 383-395.
- Tsuyoshi, K., Murakami, T., Mizoue, N. and Yoshida S. 2007. Differences in spectral trajectory with stand volume development between Japanese larch and Japanese oak in Hokkaido, Japan. Journal of Forest Research, 10.1007, 1-7.
- Sarikhani, N. 2008. Forest utilization, 3rd Ed., Tehran University Publication, 728 p.
- Zobeiry, M. Forest inventory (measurement of tree and forest), 4rd Ed., Tehran University Publication, 401 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Factors influence inventory of forest stand volume

H. Sohrabi[1], M. Zobeiri[2] and S.M. Hosseini[3]
[1] PhD student of forest biometry, Tarbiat Modares University: e.mail: hmsohrabi@yahoo.com
[2] Proffesor, Facultey of Natural Resources, Tehran University
[3] Associetaed Prof., Facultey of Natural Resources, Tarbiat Modares University
(Received: 20 September 2008, Accepted: 04 May 2009)

Abstract

Required data for research or decision making for lots of environmental sciences have been provided by field inventory which consume a great deal of the budget. As time and financial resources for inventory are limited, having more information about the effective factors that influences inventory is necessary. Also, new instruments in forest inventory such as GPS or laser meter needs to be studied. In this research, required time for field inventory with respect to weather and field conditions were assessed using continues correlation time study method. Required time for each part of field operation was recorded based on 150 10R plots with 300×400 sampling design. Total pure and gross time for recording plots data was 57 and 86 minutes, respectively. The results of two way ANCOVA showed a significant effect of weather and field condition on required time for measuring plots data and crossing distances between plots. Required time for measuring plot data was increased 33 and 43 percent while weather and field condition getting worse, respectively. On the other hand, undesirable weather and field condition increased time for crossing distances between plots 20% and 47% respectively. A regression model for estimating required time of inventory based on distance (d) and slope (s) between plots were developed. The results of ANCOVA also revealed that the effect of number of trees on required time for measuring data was significant but the effect of slope of plots was not significant.

Keywords: Time study, Analysis of covariance, Forest inventory, Weather condition, field condition

*Corresponding author: Tel: +98 381 4424401 , Fax: +98 381 4424423 , E-mail: hmsohrabi@yahoo.com

www.SID.ir