



بررسی دقت دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت Trupulse360 در اندازه‌گیری ارتفاع درختان

*سمیرا ساسانی‌فر^۱ و منوچهر نمیرانیان^۲

^۱ دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشگاه ارومیه، آستاد گروه جنگلداری، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۱۴

چکیده

سابقه و هدف: آماربرداری در جنگل امری است که نیاز به صرف زمان طولانی می‌باشد. حتی با وجود علوم پیشرفته‌ای مانند سنجش از دور نیاز است که پا به عرصه گذاشته و اطلاعات دقیقی از منبع جنگلی تهیه کرد. به‌نظر می‌رسد در این راستا استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری به روز می‌تواند بسیار مفید واقع شود. این امر به شرطی قابل‌پذیرش است که این دستگاه‌ها مورد آزمون و خطا قرار بگیرند. این پژوهش به‌منظور ارزیابی کارایی و صحت داده‌های اندازه‌گیری ارتفاع توسط دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت TP360 در در یک توده ون واقع در بخش چلیز جنگل آموزشی پژوهشی خیرود انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، ارتفاع کل ۱۵۵ اصله درخت و ارتفاع ساقه بدون شاخه ۱۹۹ اصله درخت هم با شیب‌سنج سونتو و هم با دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت اندازه‌گیری و محاسبه‌های لازم جهت به‌دست آوردن ارتفاع کل درخت و ارتفاع ساقه بدون شاخه بر روی داده‌های خام شیب‌سنج سونتو، انجام شد. ارتفاع‌های به‌دست آمده از طریق شیب‌سنج سونتو و دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت وارد محیط SPSS شده و برای مقایسه میانگین داده‌های دو گروه از آزمون t جفتی استفاده شد.

یافته‌ها: مقدار سطح معنی‌داری حاصل از آزمون در مقایسه میانگین‌های ارتفاع کل درخت حاصل از اندازه‌گیری توسط دو دستگاه، صفر و سطح معنی‌داری حاصل از مقایسه ارتفاع ساقه بدون شاخه ۰/۰۲۶ به‌دست آمد. بنابراین میانگین‌های ارتفاع کل درخت حاصل از اندازه‌گیری توسط دو دستگاه هم در سطح پنج درصد و هم در سطح یک درصد معنی‌دار و میانگین ارتفاع ساقه بدون شاخه درختان از یکدیگر در سطح پنج درصد معنی‌دار است.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان می‌دهد که کارایی دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت در زمانی که درختان دارای برگ هستند، کاهش می‌یابد. چنان‌چه عامل برگ و سایر موانع دیدروی دقیق حذف شوند و این دستگاه در فصل بدون برگ درختان مورد استفاده قرار گیرد، کارایی دستگاه افزایش خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: شیب‌سنج سونتو، دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت (Trupulse360)، آزمون t جفتی

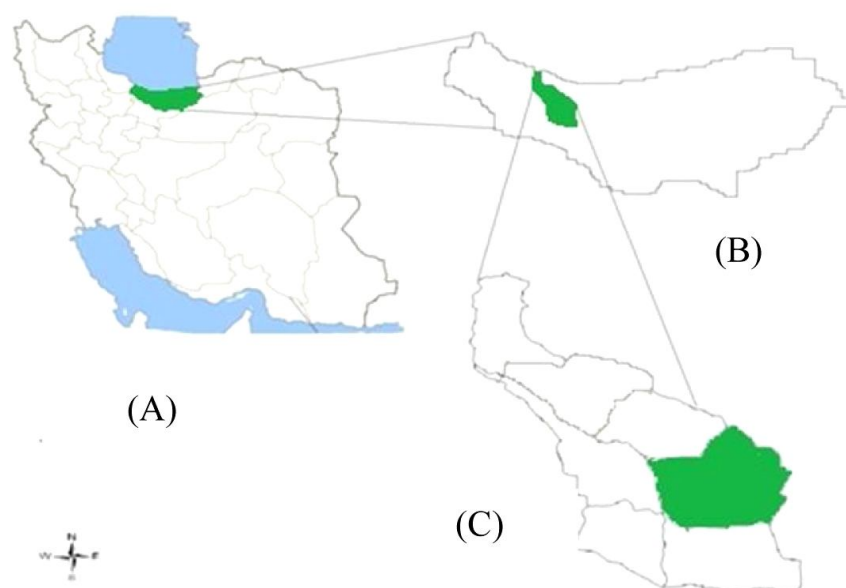
مقدمه

امروزه اهمیت اطلاعات دقیق و به‌روز از وضعیت جنگل بیش از پیش افزایش یافته است. داده‌های ماهواره‌ای به دلیل برخورداری از مزایایی چون سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار، به هنگام بودن، سهولت پردازش و استفاده بهنگام با داده‌های میدانی می‌توانند در این زمینه نقش مؤثری ایفا کنند (۷)، ولی در بعضی موارد این روش‌ها پاسخگوی نیاز اطلاعاتی نبوده و کارشناسان جنگل جهت مدیریت مناسب این منابع مجبور به ورود به عرصه جنگل و برداشت اطلاعات به‌طور مستقیم از محیط جنگل می‌باشند. برداشت داده از جنگل نیز به دلیل شرایط طبیعی حاکم بر جنگل نیازمند صرف زمان و در نتیجه هزینه زیاد است، در این راستا امروزه ابزارهای اندازه‌گیری در زمینه‌های مختلف به بازار عرضه شدند که با داشتن ویژگی‌هایی مانند سرعت عمل بالا، صرف زمان و هزینه کم‌تر، می‌توان جهت برداشت داده در جنگل از آن‌ها استفاده کرد. بنابراین بهتر است میزان دقت و صحت داده‌های به‌دست آمده از طریق این ابزارهای جدید آزموده شود و سپس استفاده از این ابزارها در سایر پژوهش‌ها نیز توصیه شود. در راستای استفاده از این تکنولوژی‌ها در مطالعه‌ای در جنگل‌های بوره‌آل مشخص شد که میانگین ارتفاع درختان توسط داده‌های سیستم لیزری اسکنر هوایی با دقت بالایی اندازه‌گیری می‌شود (۵). پژوهشگران در مطالعات دیگری دریافتند که سیستم لیدار قادر به تولید داده‌های ارتفاعی خیلی دقیق از هر پایه درخت می‌باشد (۴). در مطالعه‌ای دیگر ارتفاع درختان پلت و ممرز با استفاده از سیستم لیدار و دستگاه ورتکس اندازه‌گیری شده و نتایج نشان داده که استفاده از سیستم لیدار جهت اندازه‌گیری ارتفاع

درختان در جنگل مناسب و دقیق می‌باشد (۳). هم‌چنین در پژوهشی دیگر جهت برآورد حجم درختان، اندازه‌گیری ارتفاع درختان با دستگاه ورتکس صورت گرفته است (۱). نوری (۲۰۱۲)، در پژوهش‌های خود در فصل بدون برگ از دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت Trupulse360 جهت اندازه‌گیری ارتفاع درختان استفاده کرده و نتایج مطلوبی به‌دست آورده است (۶). به دلیل این‌که دستگاه Trupulse360 از جمله دستگاه‌های جدید می‌باشد که وارد علم جنگل شده و در عرصه به راحتی قابل حمل است و اندازه‌گیری با آن نیز بسیار راحت و سریع می‌باشد، در این پژوهش سعی شده است دقت این دستگاه در اندازه‌گیری ارتفاع درختان در مقایسه با دستگاه شیب‌سنج سونتو ارزیابی و نکاتی که در استفاده از آن باید مدنظر قرار گیرد، مطرح شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: جنگل آموزشی پژوهشی خیرود در ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. از شمال به نوار ساحلی و روستای خیرود و از جنوب به بیلاقات و روستای کلیک محدود می‌گردد. رودخانه خیرود زهکش اصلی این حوزه به‌شمار می‌آید. این جنگل شامل ۷ بخش می‌باشد. که مطالعه حاضر در بخش چلیز در یک توده ون (*Fraxinus excelsior*) تقریباً همسال به وسعت یک هکتار موجود در این بخش انجام گرفته است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در سطح ایران (A)، استان مازندران (B) و جنگل خیرود و سری چلیر (C).
Figure 1. Location of study area in Iran country (A), province, Kheyroud forest (B) and Chelir section (C).

اندازه‌گیری از طریق شیب‌سنج، به‌وسیله دستگاه TP360 نیز اندازه‌گیری شد. همچنین ارتفاع ساقه بدون شاخه ۱۹۹ اصله درخت نیز به‌طور تصادفی علاوه بر شیب‌سنج با دستگاه TP360 اندازه‌گیری و ثبت شدند. با وجود این‌که عملیات میدانی و اندازه‌گیری در شهریورماه انجام شده است و اندازه‌گیری ارتفاع درختان با دستگاه TP360 به‌دلیل واضح نبودن هدف جهت دیدروی (نوک تاج درختان) با مشکل مواجه بود ولی با این‌حال نهایت دقت در استفاده از این دستگاه و اندازه‌گیری ارتفاع به‌کار برده شده و از بین تمامی درختان توده که مورد اندازه‌گیری و بررسی قرار گرفتند، درختانی که دارای موقعیت مناسبی جهت اندازه‌گیری با دستگاه TP360 را داشتند جهت ارزیابی این دستگاه انتخاب شدند. جهت اطمینان از دقت اندازه‌گیری و صحیح بودن اعداد به‌دست آمده هر درخت ۲ الی ۳ بار با دستگاه TP360 اندازه‌گیری شده و در صورت تغییر جزئی اندازه‌های به‌دست آمده، میانگین اعداد به‌عنوان اندازه

وسایل مورد استفاده: دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت Trupulse360 یا همان دستگاه TP360، ابزاری است سبک وزن، لیزری و انعطاف‌پذیر که برای نیازمندی‌های اندازه‌گیری در تمامی علوم و رشته‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که جهت اندازه‌گیری فاصله، آزیموت، شیب و ارتفاع درخت در جنگل نیز می‌تواند کاربرد داشته باشد (۶). شیب‌سنج سونتو نیز ابزاری است که در اندازه‌گیری ارتفاع درختان در جنگل استفاده می‌شود.

روش تحقیق: آماربرداری درختان در داخل توده‌ای انجام گرفت که گونه غالب آن زبان‌گنجشگ است. روش آماربرداری به‌صورت صد درصد بوده و مشخصاتی مانند قطر، ارتفاع و سایر مشخصات اندازه‌ای از درختان توده ثبت شد. جهت اندازه‌گیری ارتفاع درختان از دو ابزار شیب‌سنج سونتو و دستگاه Trupulse360 استفاده شد. از میان ۵۲۹ اصله درخت موجود در توده، ۱۵۵ اصله درخت به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد و ارتفاع کل درختان علاوه بر

بدون شاخه (بین ارتفاع ساقه بدون شاخه حاصل از شیب‌سنج و ارتفاع ساقه بدون شاخه حاصل از دستگاه TP360)، انجام شد. هم‌چنین میزان درصد تفاوت اندازه‌گیری دو دستگاه جهت تعیین میزان اختلاف ارتفاع اندازه‌گیری شده در هر طبقه ارتفاعی بین دو وسیله محاسبه گردید. بین داده‌های به‌دست آمده از هر دو وسیله در هر طبقه ارتفاعی، آزمون t جفتی انجام شد تا بررسی شود که اختلاف بین دو وسیله در کدام طبقه‌ها بیش‌تر می‌باشد.

نتایج

نتایج حاصل از اجرای آزمون t جفتی متغیرهای ارتفاع کل و ارتفاع ساقه بی‌شاخه درختان اندازه‌گیری شده توسط دو وسیله شیب‌سنج سونتو و دستگاه TP360 در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۱- نتایج آزمون مقایسه t جفتی ارتفاع کل و بی‌شاخه ساقه درختان برای دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه TP360.

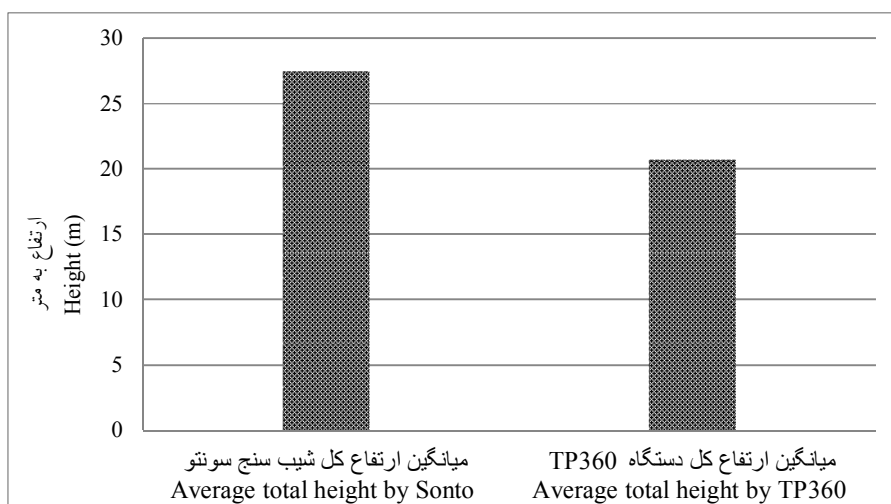
Table 1. The results of the T-test comparison test for the total height and height of trunk without branches for two devices of the Suunto and the TP360 machine.

متغیر Variable	تفاوت میانگین Average difference	انحراف معیار (±) Sd	درجه آزادی Df	\hat{T}	سطح معنی‌داری P-value
ارتفاع کل (متر) Total height (m)	6.75	±5.05363	154	16.6	0.000
ارتفاع ساقه بی‌شاخه (متر) Height of trunk without branches (m)	0.32	±2.02026	198	2.25	0.026

میانگین ارتفاع کل و ارتفاع ساقه بی‌شاخه درختان توسط دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه Trupulse360 به ترتیب ۲۷/۴۴ و ۲۰/۶۹ به‌دست آمد (شکل ۲).

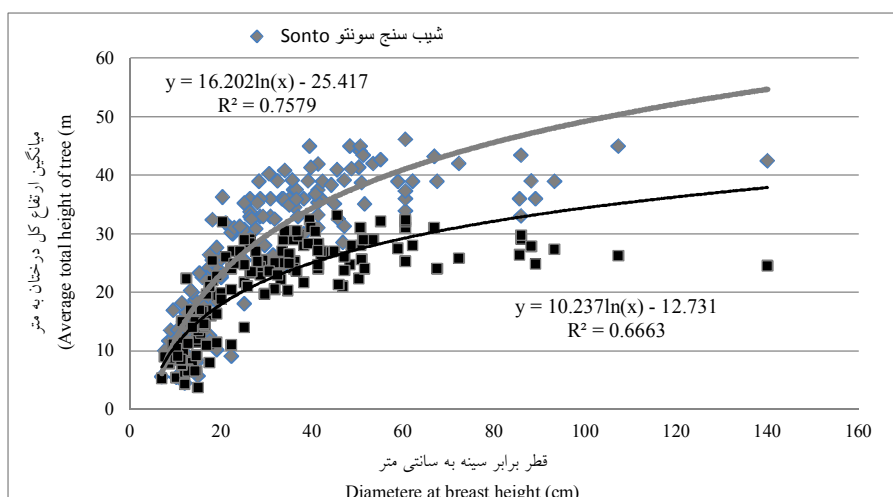
نهایی ثبت شده است. دلیل تفاوت در تعداد نمونه، عدم امکان نشانه‌روی به دلیل شرایط جوی نامناسب و وجود مانع، به نوک تاج تمامی درختانی بود که ارتفاع ساقه بدون شاخه آن‌ها اندازه‌گیری شدند. داده‌های به‌دست آمده جهت محاسبه‌های اولیه وارد نرم‌افزار Excel شده و ارتفاع کل ۱۵۵ اصله درخت و ارتفاع ساقه بدون شاخه ۱۹۹ اصله درخت براساس داده‌های حاصل از شیب‌سنج سونتو به‌دست آمدند. ارتفاع‌های به‌دست آمده از شیب‌سنج سونتو و همچنین ارتفاع به‌دست آمده از دستگاه TP360 وارد نرم‌افزار آماری SPSS شده و نرمال بودن پراکنش داده‌ها با استفاده از آزمون کلوموگروف اسمیرونوف بررسی و آزمون t جفتی برای داده‌ها، به‌صورت جداگانه برای ارتفاع کل (بین ارتفاع کل حاصل از شیب‌سنج و ارتفاع کل به‌دست آمده از دستگاه TP360) و برای ارتفاع ساقه

نتایج نشان داد که دو ابزار شیب‌سنج سونتو و دستگاه TP360 از نظر متغیر ارتفاع کل اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($P < 0/01$) و اندازه‌های به‌دست آمده از نظر متغیر ارتفاع ساقه بدون شاخه درختان از طریق دو ابزار نیز، دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($P < 0/05$) (جدول ۱).



شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین ارتفاع کل درخت اندازه‌گیری شده توسط دو دستگاه سونتو و دستگاه TP360.

Figure 2. Comparison of the mean total height of the tree measured by the Suunto and TP360 machines.

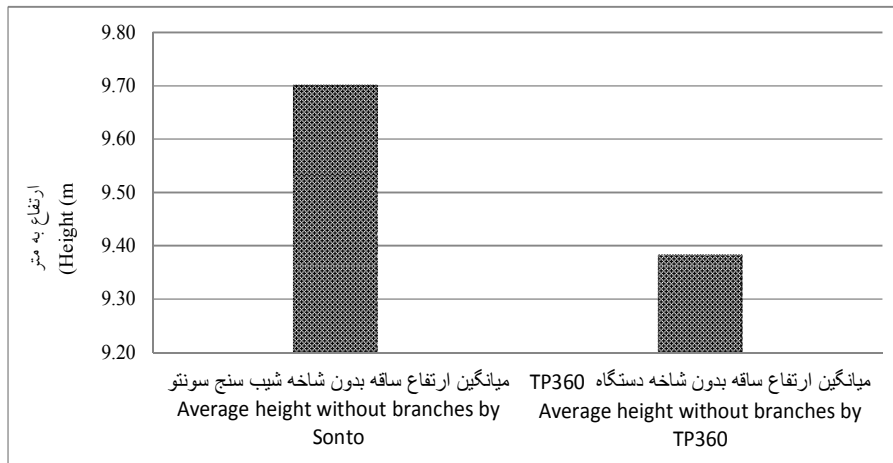


شکل ۳- نمودار مقایسه پراکنش ابر نقاط بین ارتفاع کل و قطر برابر سینه اندازه‌گیری شده توسط دو دستگاه سونتو و دستگاه TP360.

Figure 3. Comparison of cross-sectional dispersion diagrams between total height and diameter at breast height measured by two Sonto and TP360 machines.

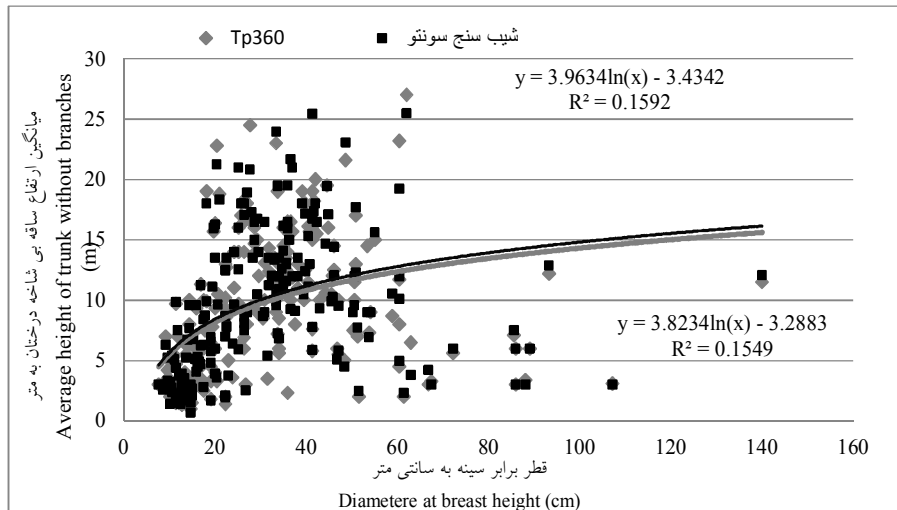
میانگین ارتفاع کل و ارتفاع ساقه بی‌شاخه درختان توسط دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه Trupulse360 به ترتیب ۹/۷۰ و ۹/۳۸ به دست آمد (شکل ۴).

با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ مشخص می‌شود که دستگاه TP360 ارتفاع کل درختان را به‌طور متوسط کم‌تر از شیب‌سنج سونتو تعیین کرده است و اختلاف میانگین ارتفاع کل به دست آمده از دو وسیله ۶/۷۵ سانتی‌متر می‌باشد و این اختلاف در درختان با ارتفاع‌های بالاتر بیشتر به چشم می‌خورد.



شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین ارتفاع ساقه بدون شاخه درخت اندازه‌گیری شده توسط دو دستگاه سونتو و دستگاه TP360.

Figure 4. Comparison of the mean height of trunk without branches of the tree measured by the Suunto and TP360 machines.



شکل ۵- نمودار مقایسه پراکنش ابرنقاط بین ارتفاع تنه بی‌شاخه و قطر برابر سینه اندازه‌گیری شده توسط دو دستگاه سونتو و دستگاه TP360.

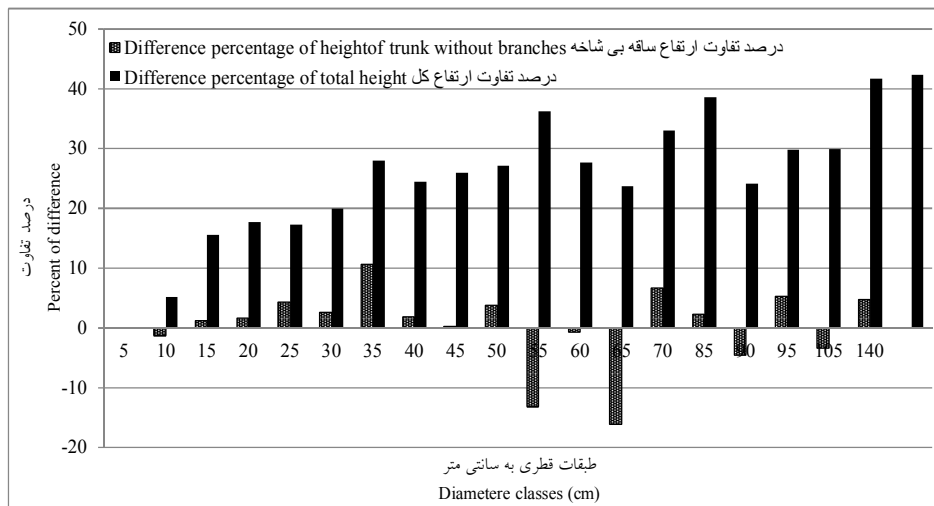
Figure 5. Comparison of cross-sectional dispersion diagrams between height of trunk without branches and diameter at breast height measured by two Suunto and TP360 machines.

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود این اختلاف نسبت به اختلاف به‌دست آمده بین ارتفاع کل حاصل از دو وسیله کمتر می‌باشد. درصد تفاوت ارتفاع اندازه‌گیری شده توسط دو دستگاه، به‌وسیله رابطه ۱ محاسبه شد.

با توجه به شکل‌های ۴ و ۵ مشخص می‌شود که دستگاه TP360 به‌طور متوسط ارتفاع ساقه بدون شاخه درختان را کمتر از شیب‌سنج سونتو تعیین کرده است و اختلاف میانگین ارتفاع ساقه بدون شاخه به‌دست آمده از دو وسیله ۰/۳۲ سانتی‌متر می‌باشد که

$$\text{درصد تفاوت اندازه‌گیری} = \frac{\sum (\text{میانگین ارتفاع TP360} - \text{میانگین ارتفاع سونتو})}{\text{میانگین ارتفاع سونتو}} \times 100 \quad (1)$$

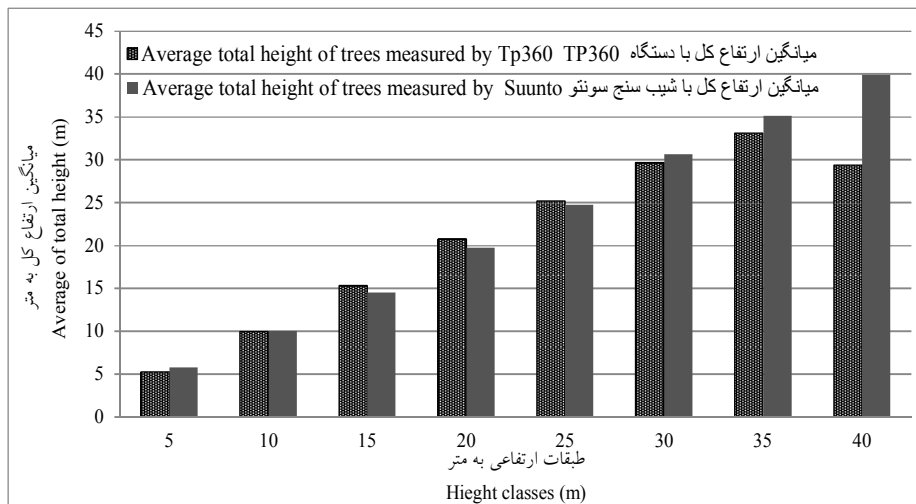
دو وسیله در هر طبقه



شکل ۶- نمودار مقایسه درصد تفاوت ارتفاع کل درخت و ارتفاع ساقه بدون شاخه درخت اندازه‌گیری شده توسط دو دستگاه سونتو و دستگاه TP360.

Figure 6. Comparison of the percentage difference of the total height of tree and the height of the trunk without branches measured by two Suunto and TP360 machines.

با توجه به شکل ۶ مشخص می‌شود که درصد تفاوت ارتفاع کل بیش‌تر از درصد تفاوت ارتفاع ساقه بدون شاخه حاصل از دو وسیله شیب‌سنج و دستگاه TP360 است.



شکل ۷- نمودار میانگین ارتفاعات کل درختان در طبقات ارتفاعی حاصل از دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه TP360.

Figure 7. Graph of the mean total height of trees measured by Suunto and the TP360 machine.

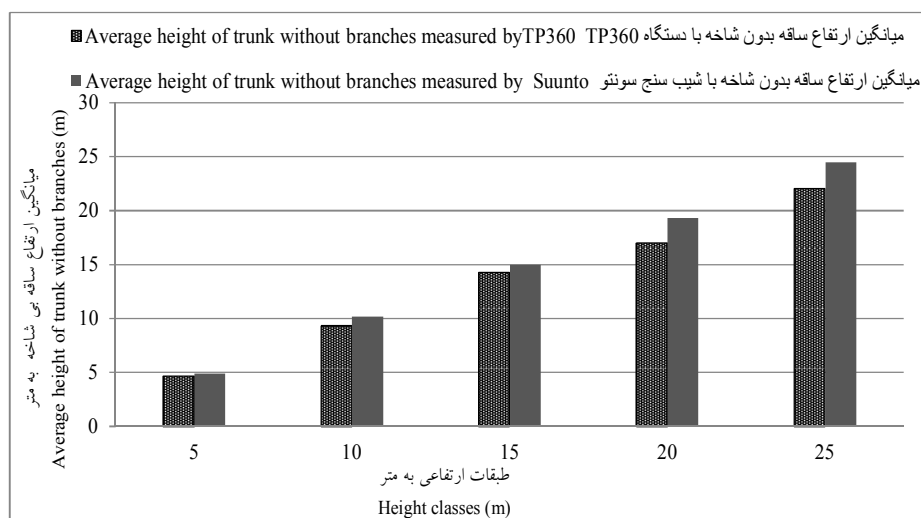
جدول ۲- نتایج آزمون مقایسه t جفتی ارتفاع کل برای دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه TP360.

Table 2. The results of the T-test of total height of tree for two Suunto and TP360 machine.

سطح معنی‌داری P-value	\hat{T}	درجه آزادی DF	تفاوت میانگین Average difference	طبقه‌های ارتفاعی به متر Height classes (m)
0.15	-1.67	5	-0.51	5
0.99	-0.003	19	-0.001	10
0.039	-2.26	15	-2.07	15
0.043	-2.28	11	-2.80	20
0.000	-8.50	10	-3.92	25
0.000	-10.02	19	-6.31	30
0.000	-31.26	35	-9.70	35
0.000	-23.47	23	-1.05	40

طبقه‌های ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متری در سطح یک درصد و در سایر طبقه‌ها در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

با توجه به شکل و جدول ۲ مشاهده می‌شود که تفاوت میانگین بین دو وسیله در طبقه‌های ارتفاعی بالا افزایش می‌یابد. میانگین‌ها در طبقه‌های ۵ و ۱۰ سانتی‌متری با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و در



شکل ۸- نمودار میانگین ارتفاعات ساقه بدون شاخه درختان در طبقات ارتفاعی حاصل از دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه TP360.

Figure 8. Graph of the mean height of trunk without branches measured by Suunto and the TP360 machine.

جدول ۳- نتایج آزمون مقایسه t جفتی ارتفاع ساقه بدون شاخه برای دو دستگاه شیب‌سنج سونتو و دستگاه TP360.

Table 3. The results of the T-test of height of trunk without branches for two Suunto and TP360 machine.

سطح معنی‌داری P-value	\hat{T}	درجه آزادی Df	تفاوت میانگین Average difference	طبقه‌های ارتفاعی به متر Height classes (m)
0.31	1.01	61	0.25	5
0.025	2.30	54	0.85	10
0.043	2.09	39	0.74	15
0.011	2.85	16	2.31	20
0.013	5.31	3	4.73	25

سنج سونتو در دو سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌داری است. ولی در اندازه‌گیری ارتفاع ساقه بدون شاخه درختان به دلیل نبود یا کمبود عامل برگ در مسیر دیدروی، کارایی دستگاه TP360 قوی‌تر بود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان چنین بیان نمود که کارایی دستگاه TP360 در هنگام اندازه‌گیری درختانی که ارتفاع کم‌تر دارند افزایش می‌یابد. همان‌طور که هریک و وینکر (۲۰۰۴)، نیز بیان کردند به نظر می‌رسد در زیر تاج پوشش درختان پهن‌برگ، اندازه‌گیری ارتفاع درختان چیره و بلند قامت در عرصه به دلیل گستردگی تاج آن‌ها و تاج درختان مجاور، تراکم زیاد تاج پوشش و قرار گرفتن درختان در لایه‌های مختلف ارتفاعی با خطا همراه باشد (۲). اختلاف اندازه‌های به دست آمده توسط دستگاه TP360 همچنین می‌تواند ناشی از وجود مه در فضای جنگل که سبب پخش لیزر در محیط و ایجاد خطا در محاسبه فاصله تا هدف مورد نظر (درخت) می‌شود، باشد. این خطا به خصوص زمانی که شخص اندازه‌گیر به نوک درخت دید می‌رود، به دلیل غلیظ‌تر شدن مه، بارش باران و جریان هوا به خصوص در قسمت بالای توده (نوک درختان)، ناپیدا بودن نوک

با توجه به شکل ۸ و جدول ۳ مشخص می‌شود که قدرت تعیین ارتفاع ساقه بدون شاخه درختان نیز توسط دستگاه TP360 در ارتفاعات بالا نسبت به شیب‌سنج سونتو کاهش می‌یابد. میانگین‌ها در طبقه ۵ سانتی‌متری باهم اختلاف معنی‌داری نداشته و در سایر طبقه‌ها اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها وجود دارد ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

اختلاف میانگین معنی‌دار موجود بین داده‌های حاصل از دو ابزار مختلف نشان‌دهنده عدم کارایی مورد انتظار دستگاه TP360 در فصل سبز جنگل است. نوری (۲۰۱۲)، از این دستگاه در فصل زمستان جهت اندازه‌گیری ارتفاع درختان استفاده کرده و نتایج مطلوب و قابل‌قبول به دست آورده است (۶). اصلی‌ترین عامل این اختلاف عامل برگ می‌باشد که در اندازه‌گیری ارتفاع کل درختان، برگ‌های درختان با ایجاد مانع سبب شده‌اند تا دستگاه TP360 نتواند کارایی خود را بخوبی نشان دهد و در نتیجه میانگین ارتفاع اندازه‌گیری شده توسط این دستگاه در این ارتفاع، با میانگین ارتفاع اندازه‌گیری شده توسط شیب

خود دستگاه در عرصه، آنالیز داده‌ها بسیار راحت خواهد بود و نیازی به اندازه‌گیری شیب در عرصه و به‌دست آوردن فاصله افقی در هنگام آنالیز داده نیست. کاهش خطای آنالیز داده به دلیل وارد کردن مستقیم اندازه‌های ارتفاع در محیط نرم‌افزار از دیگر مزایای این دستگاه است. اندازه‌گیری فاصله افقی بین درختان و آزیموت در جنگل با استفاده از این وسیله بسیار راحت می‌باشد. یکی دیگر از مزایای دستگاه TP360 تخمین مناسب و نزدیک به واقعیت اندازه ارتفاع درختانی با ارتفاع کم (طبقه‌های ارتفاعی ۵ و ۱۰ متر) است (جدول‌های ۲ و ۳).

رهیافت ترویجی

استفاده از ابزار به روز در امر آماربرداری جنگل جهت صرفه‌جویی در زمان و هزینه بسیار مهم و قابل‌توجه می‌باشد. در رابطه با دستگاه اندازه‌گیری فاصله و آزیموت Trupulse360 و با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان چنین گفت که استفاده از این دستگاه در فصولی که درختان دارای برگ هستند با خطا همراه است. در این فصول وجود زادآوری در کف جنگل و درهم فشردن شدن تاج و جریان باد، وجود مه و سایر عوامل سبب ایجاد مانع در مسیر پرتاب لیزر شده و امر اندازه‌گیری را دچار خطا می‌کند. به دلیل نامرئی بودن لیزر پرتاب شده از این دستگاه امکان این‌که شخص اندازه‌گیر برخورد لیزر با اشیاء دیگر به‌جز هدف را متوجه نشود، وجود دارد. توصیه می‌شود در صورت لزوم استفاده از این دستگاه، فصول بدون برگ، جهت امر داده‌برداری انتخاب شود.

درخت و افزایش ارتفاع و فاصله تا هدف (پخش بیش‌تر در محیط)، افزایش می‌یابد، در این شرایط با تشخیص جزئی نوک درخت می‌توان با شیب‌سنج سونتو درصد شیب نوک را قرائت کرد ولی در صورت استفاده از دستگاه TP360 هدف‌روی بسیار سخت و احتمال برخورد لیزر به نوک درخت جهت تعیین دقیق فاصله و در نتیجه ارتفاع بسیار کم شده و سبب ایجاد خطا در اندازه به‌دست آمده می‌شود. از دیگر عواملی که سبب کاهش دقت اندازه‌گیری توسط دستگاه TP360 می‌شود وجود زادآوری در سطح توده که در مرحله نهال بوده و ارتفاع آن‌ها به اندازه قد انسان می‌رسد، می‌باشد. این موضوع مانع از برخورد دقیق لیزر به ارتفاع دید (برابر چشم) روی تنه درخت هدف شده که سبب ایجاد خطا در اندازه‌گیری فاصله، ارتفاع نهایی کل درخت و ارتفاع ساقه بدون شاخه می‌گردد. همچنین تراکم بالای توده و درهم فشردن شدن تاج درختان سبب می‌شود تا پیدا کردن مکان مناسب جهت دید رفتن به نوک درخت به‌طوری‌که کوچک‌ترین برگی مانع مسیر لیزر نباشد بسیار دشوار و خسته‌کننده است و سبب صرف زمان بیش‌تری می‌شود. خطای زیادی به هنگام اندازه‌گیری ارتفاع درختان خمیده با دستگاه TP360 به‌وجود می‌آید که یکی دیگر از مشکلات استفاده از این دستگاه در کار آماربرداری از جنگل می‌باشد.

دستگاه TP360 دارای مزایایی هم‌چون افزایش سرعت کار در جنگل به دلیل نیاز نداشتن به اندازه‌گیری فاصله شخص اندازه‌گیر با درخت به‌وسیله متر و سبک وزن بودن دستگاه و راحتی حمل در جنگل است. همچنین به دلیل تصحیح شیب توسط

منابع

1. Bayati, H., and Njafai, A. 2013. Performance comparison artificial neural networks with regression analysis in trees trunk volume estimation. J. For. Wood Prod. 66: 2. 177-191. (In Persian)
2. Heurich, M., and Weinacker, H. 2004. Automated tree detection and measurement in temperate forest of central Europe using laser scanning data. In: Proceedings of the ISPRS working group VIII/2, Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment, Freiburg, Germany, 3-6 October 2004, Pp: 198-203.
3. Khorrami, R.A., Darvishsefat, A.A., Tabari Kochaksaraei, M., and Shataee Jouybari, Sh. 2014. Potential of LIDAR data for estimation of individual tree height of *Acer velutinum* and *Carpinus betulus*. Iran. J. For. 6: 2. 127-140. (In Persian)
4. Naesset, E., and Bjercknes, K. 2001. Estimating tree heights and number of stems in young forest stands using airborne laser scanner data. Remote Sensing of Environment, 78: 328-340.
5. Næsset, E., and Økland, T. 2002. Estimating tree height and tree crown properties using airborne scanning laser in a boreal nature reserve. Remote Sensing of Environment, 79: 1. 105-115.
6. Nuri, Z. 2013. Inventory method, multi-pure beech ecological approach to Iran. PhD Thesis of Department of Natural Resources. Tehran University. 143p. (In Persian)
7. Riyahi Bakhtiyari, H.R. 2000. Determine the most appropriate method of natural cover mapping using satellite data in 1:250000 scale Arjan plain area. M.Sc. Thesis. Department of Natural Resources. Tehran University. 111p. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 6 (1), 2017
<http://ejang.gau.ac.ir>

Survey equality of two instrument of measurement set of distance and azimuth (Trupulse360) and sonto Clinometers in measurement of tree height

***S. Sasanifar¹ and M. Namirania²**

¹Ph.D. Student, Dept. of Forestry, Urmia University,

²Full Professor, Dept. of Forestry, University of Tehran

Received: 10/18/2014; Accepted: 04/03/2015

Abstract

Background and Objectives: This research was conducted in order for evaluation of efficiency and accuracy of measured data of height by measurement set of distance and azimuth (Trupulse360) in a *Fraxinus* stand situated in Chelir part of Kheyroud training and research forest.

Materials and Methods: Forest inventory is a time consuming process. Even with advanced science such as remote sensing, it needs to be developed and provided with accurate information from the forest source. It seems that using up-to-date measuring devices can be very useful in this regard. This is acceptable provided that these machines are tested and error-prone. In this study, total height of 155 trees and trunk height without branches in 199 trees were measured through both Suunto Clinometers and measurement set of distance and azimuth (Trupulse360). Necessary calculation for total height and height without branches was conducted on data of Suunto clinometers. Obtained heights from clinometers and TP360 instruments were entered in SPSS environment and paired t-test was used for comparison mean of two groups.

Results: Significance levels (P-value) of comparing mean test (t-test) of obtained total height and trunk height without branches through two measurement sets were obtained 0 and 0.026 respectively. Therefore the differences between means of total height in two measurement sets are significant in two levels of 5 and 1% but the differences between means of trunk without branches are significantly only in 5 percent.

Conclusion: The results showed that efficiency of TP360 set decrees when the tree have leaves. If the leaves and other visibility obstacle are removed and also this instrument be used in no leaves season, the efficiency will be improved.

Keywords: Suunto clinometers, Measurement set of distance and azimuth (Trupulse360), Paired t-test

* Corresponding author: s.sasanifar@yahoo.com