

# ارزیابی کاربرد سیستم موقعیت یاب جهانی در مساحی و

## شبکه بندی عرصه های جنگلی

هاشم حبشی ۱، سید محسن حسینی ۲، رامین رحمانی ۳، جهانگرد محمدی ۴، شعبان شتایی ۳

۱-دانشجوی دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، گروه جنگلداری، صندوق پستی

۳۵۶-۴۶۴۱۴، تلفن: ۰۱۷۱۲۲۶۱۱۲۸، پست الکترونیک: [Habashi@modares.ac.ir](mailto:Habashi@modares.ac.ir)

۲-استادیار دانشگاه تربیت مدرس ۳- استادیار دانشگاه گرگان ۴- دانشیار دانشگاه شهرکرد

### چکیده:

بسیاری از اطلاعات مورد استفاده در مدیریت جنگل مبنای جغرافیایی داشته و نیازمند به روز شدن می باشند. عموماً نقشه های موجود که از عکس های هوایی تهیه شده اند چنین پتانسیلی را ندارند و سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) می تواند چنین امکانی را فراهم نمایند. استفاده ی روز افزون از این فناوری در مدیریت جنگل و مساحی عرصه های منابع طبیعی برای تفکیک انفال از مستثنیات باعث گردیده تا توجه متخصصین منابع طبیعی به GPS فزونی یابد. در این مقاله کاربرد گیرنده GPS دستی که از ارزانترین و شایع ترین GPS های مورد استفاده ی کارشناسان جنگل می باشد، در تعیین موقعیت های مکانی نقاط و مساحی عرصه ها در محیط جنگل های شمال کشور مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق با استفاده یک دستگاه GPS دستی مدل گارمین موقعیت ۸۱ نقطه با فواصل ۵۰×۵۰ متر بصورت یک شبکه ی منظم مربعی الشکل برداشت گردید. با استفاده از این موقعیت های جغرافیایی مساحت هر یک از شبکه های مربعی با ابعاد متفاوت و متغیر با روابط اقلیدسی بدست آمد. جهت مقایسه نتایج با واقعیت زمینی با استفاده از یک دستگاه دوربین نقشه برداری موقعیت هر یک از نقاط نسبت به یکدیگر برداشت و مساحت هر یک از شبکه های متغیر محاسبه گردید. با استفاده از معیار مجذور مربع میانگین خطا، میزان معنی دار بودن تفاوت مساحت های حاصل از دستگاه GPS با مساحت های بدست آمده از مساحی نقشه برداری شده در هر یک از مساحت های متغیر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که دقت سیستم موقعیت یاب جهانی در زیر تاج پوشش متراکم در حد پایین می باشد که با افزایش سطح مساحی، پلی گونهای برداشت شده موزون تر خواهند شد. آزمون اماری انجام شده نشان داد از گیرنده ی گارمین مدل Etrex تنها می توان برای سطح بالای ۳ هکتار با خطای ۱۰ درصد جهت مساحی عرصه های جنگلی سود جست.

کلمات کلیدی: ایران، جنگل، سیستم موقعیت یاب جهانی، شبکه بندی، مساحی.

### ۱ - مقدمه:

سیستم موقعیت یاب جهانی<sup>۱</sup> فناوری نوینی است که اطلاعات مربوط به موقعیت مکانی و زمانی را در هر لحظه به زمین ارسال می کند. این اطلاعات از طریق گیرنده های دستی دریافت، پردازش و در نهایت بر صفحه نمایشگر قابل مشاهده می باشد. علاوه بر موارد فوق دستگاه قابلیت ارائه اطلاعات متعدد دیگر از قبیل ارتفاع، فشار، دما، سرعت و ... را دارا می باشد. تواناییها و قابلیت های گسترده GPS طیف متنوعی از کاربردهای آنرا فراهم نموده است. نقشه برداری، هدایت ماشینها، کشتی ها و هواپیماها، ردیابی پرندگان و اکتشافات همگی بخشی از زمینه های استفاده از GPS می باشد. Roy (1991) نخستین بار برای استفاده از GPS در محیط جنگلی آنرا به یک تیر بلند به

<sup>۱</sup> GPS(Global Position System)

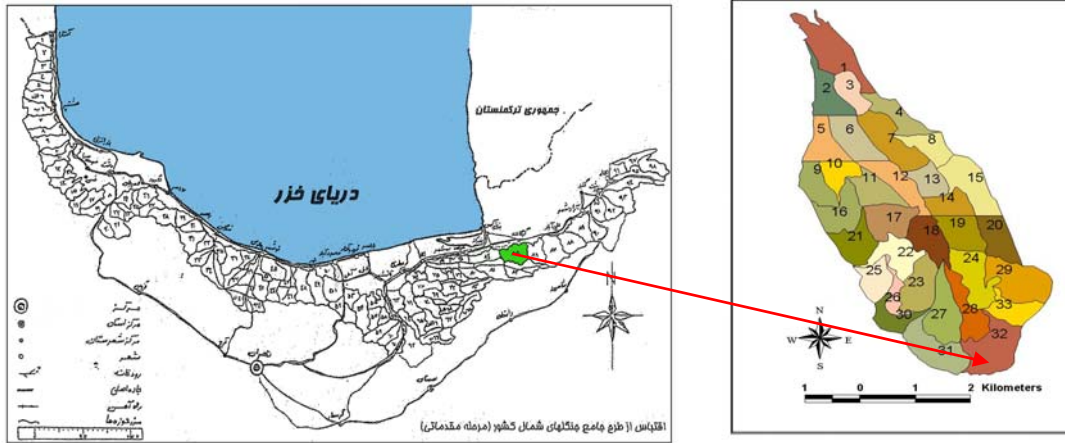
ارتفاع ۱۰ متر بست و آنرا بالای تاج برد تا بتواند موقعیت نقطه را ثبت نماید. بهرحال سنگینی تیر که در حدود ۴/۵ کیلوگرم بود استفاده از آنرا دشوار می نمود. مطالعات اولیه در رابطه با دقت GPS زیر تاج پوشش جنگلی مربوط به سال ۱۹۹۳ و مطالعات Spruce و همکاران می باشد. این محققین در رابطه با سرعت عمل اسکیدرها در شرایط بدون پوشش و زیر تاج پوشش جنگلی مطالعه کردند و دریافتند که دقت GPS زیر اشکوبهای گیاهی کاهش می یابد. مطالعه ای را در رابطه با دقت GPS توسط Veal و همکاران در سال ۲۰۰۱ در شرایط تاج پوشش متفاوتی انجام گردید. سه شرایط مختلف تاج پوشش در جنگل کاج انتخاب شد. تاج پوشش باز (پوشش تاج در برش یکسره اخیر در حد صفر درصد بود) تاج پوشش سبک (تاج پوشش حداکثر در حد ۵۷ درصد بود) و تاج پوشش متراکم (تاج پوشش در این نواحی در حد ۸۵ درصد بود). نقشه پارسها با تکنیک های نقشه برداری سنتی بصری و به کمک GPS مورد استفاده قرار گرفت و مشخص شد که با افزایش تراکم تاج پوشش بی نظمی ها و انفصالیهای بیشتری در نقشه های تولید شده بوسیله GPS حاصل میشود.

با توزیع بهینه ماهواره ها زمان دستیابی به مختصات نقاط با دقتی قابل قبول زیر تاج پوشش جنگلی کاهش یافت. امروزه استفاده از این سیستم در علوم مهندسی جنگل جهت ارزیابی عملکرد ماشین آلات بهره برداری جنگل و بهبود فعالیت های مهندسی (Taylor et al, 2001) در آماده سازی رویشگاه و مدیریت متمرکز جنگلکاری ها، برداشت مختصات قطعات جنگلکاری یا مناطق احیایی (Bilodeau et al, 1993) عمومیت یافته است. توسعه فناوری GPS همراه با افزایش دقت آن موجب شده تا استفاده از این ابزار در طرحهای جنگلداری افزایش یابد. هر چند روند استفاده از آن در ایران تا کنون کند بوده است اما با رواج استفاده از نقشه های دیجیتال در سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS کاربرد آن گسترش یافته است. ممیزی اراضی و تفکیک انفال از مستثنیات، پیاده کردن قطعات نمونه آماربرداری طرحهای جنگلداری در شمال و غرب کشور به کمک GPS انجام می شود. گرچه دقت نقطه ای موقعیت مکانی قابل اندازه گیری و در حدی قابل قبول است اما دقت مساحی آن در محیط جنگلی مشخص نمی باشد. این مقاله کاربرد GPS را بعنوان ابزاری جهت مساحی اراضی جنگلی ارزیابی می نماید و کمک خواهد نمود تا حد کمینه مساحی را با سیستم موقعیت یاب جهانی دریابیم.

## ۲ - مواد و روشها:

### ۱-۲ منطقه مورد تحقیق :

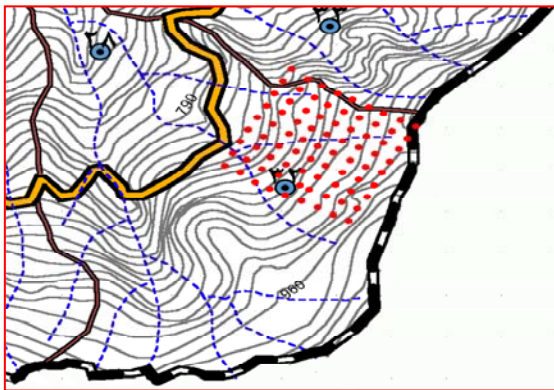
در این تحقیق بخشی از پارسل ۳۲ سری یک جنگل آموزشی دکتر بهرام نیا دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتخاب گردید. کل مساحت سری ۱۶۹۹ هکتار است که دارای ۳۳ پارسل می باشد. پارسل ۳۲ به مساحت ۷۹/۹ هکتار در حد ارتفاعی ۸۲۰ تا ۹۶۰ متر واقع شده و تیپ درختی آن راشستان آمیخته با گونه های اصلی همراه ممرز، انجیلی، توسکا و افرا می باشد. تاج پوشش این قطعه متراکم و بین ۵۵ تا ۱۰۰ درصد می باشد. این پارسل بعنوان قطعه شاهد بوده و هیچگونه برداشتی در آن انجام نشده است. متوسط تعداد درختان ۲۹۹ اصله در هکتار و قطر سطح مقطع متوسط درختان ۳۷/۸۸ سانتیمتر است.



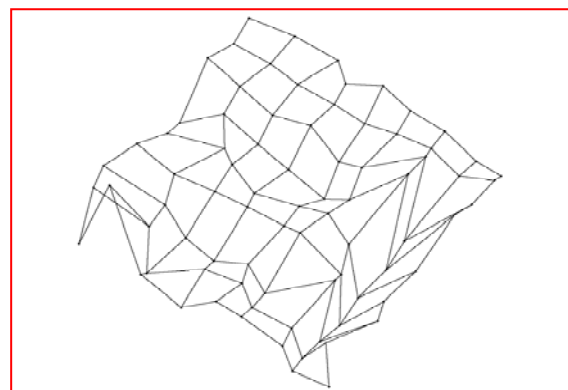
شکل شماره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در سری یک جنگل شصت کلا و جنگلهای شمال کشور

## ۲-۲ روش تحقیق:

شبکه مورد آزمایش از ۸۱ نقطه تشکیل گردیده که سطحی معادل ۱۶ هکتار ( فواصل شبکه ۵۰\*۵۰ متر و سطح کل منطقه ۴۰۰\*۴۰۰ متر ) را می پوشاند. هر نقطه شبکه با یک لوله فلزی به قطر ۴ سانتی متر روی طبیعت مشخص گردید. موقعیت آزیموتی نقاط شبکه بوسیله دوربین نقشه برداری مغناطیسی Ushikata با دقت ۱۵ دقیقه و موقعیت فاصله ای نقاط شبکه با فاصله یاب لیزری Disto با دقت ۲ میلیمتر تعیین شد. موقعیت جغرافیایی نقاط شبکه با دقت سانتی متر بدست آمد. موقعیت جغرافیایی این نقاط توسط GPS دستی یا صحت دسترسی<sup>۲</sup> نسبتاً مناسب ( ۸/۲ متر ) تعیین گردیدند. برداشت موقعیت نقاط توسط GPS با ۳ تکرار انجام شد و متوسط آنها بعنوان موقعیت نهایی نقاط منظور گردید. پس از انتقال این نقاط در محیط CAD و GIS موقعیت مکانی بعنوان یک لایه ی اطلاعاتی ثبت گردید. نقاط برداشت شده شبکه مورد نظر در شکل شماره ۳ نشان داده شده و در شکل شماره ۲ موقعیت همین نقاط که ۳ بار متوالی موقعیت آنها بوسیله GPS برداشت شد و متوسط آن بعنوان موقعیت نهایی نقاط معین گردید، نمایان است.



شکل شماره ۳: موقعیت واقعی نقاط شبکه در طبیعت



شکل شماره ۲: موقعیت نقاط شبکه برداشت شده بوسیله GPS

<sup>2</sup> Accuracy availability

۳-۲ محاسبه ی میزان خطای نقاط و شبکه:

برای تست شبکه و محاسبه ی میزان خطای هر نقطه از فرمول های زیر استفاده شد.

$$\begin{aligned} Ee_i &= East_i - e_i \\ En_i &= North_i - n_i \\ Eh_i &= \sqrt{(Ee_i^2 + En_i^2)} \\ RMS &= \sqrt{Eh_i^2 + Sd_i^2} \end{aligned} \quad (1)$$

که در آن Ee خطای شرقی- غربی En خطای شمالی- جنوبی Eh میانگین خطا RMS مجذور مربعات خطا خواهد بود. برای تعیین دقت سیستم موقعیت یاب جهانی در مساحی از روش پلاتهای تودرتو<sup>۳</sup> استفاده شد. برای تعیین دقت GPS در مساحی از ابزار مساحی CAD استفاده شد و برای خنثی شدن اثر شکل قطعات و تعداد نقاط برداشت شده، شکل همه قطعات مربع یا مستطیل و تنها با چهار گوشه برداشت، مساحی انجام شد. برای محاسبه ی حداقل خطای قابل قبول در مساحی از آزمون Z-Test استفاده گردید که با استفاده از فرمول ۲ تعیین شده است. برای انجام این آزمون ابتدا قدر مطلق خطای نسبی GPS در مساحی برای مساحت های متغیر اشکال محاسبه و سپس وارد فرمول گردیدند.

$$Z = 1 - \left( \frac{\mu - \chi}{\delta \div \sqrt{n}} \right) \quad (2)$$

### ۳ - نتایج

۱-۳ تست شبکه<sup>۴</sup>:

بطور معمول در صورتی که کاهش دقت در نتیجه ی دستکاری سیگنال های ماهواره ای (دسترسی موردی<sup>۵</sup>) که توسط وزارت دفاع ایالت متحده بصورت تصادفی انجام می شود، وجود نداشته باشد، دقت تعیین موقعیت جغرافیایی نقاط ۵ تا ۱۵ متر تعیین شده است. گیرنده ی گارمین دقت تعیین مختصات نقاط را با حداقل دسترسی ۳ ماهواره بصورت Accuracy Waypoint ارائه می دهد که برای نقاط شبکه برداشت شده بطور متوسط ۸/۲ متر بدست آمد. موقعیت قطبی نقاط برداشت شده بوسیله ی GPS با موقعیت واقعی نقاط مقایسه گردید و میزان انحراف محاسبه شد. در جدول شماره ی ۱ آماره های بدست آمده از تست شبکه ارائه شده است.

جدول ۱: تست شبکه با استفاده از GPS مدل گارمین

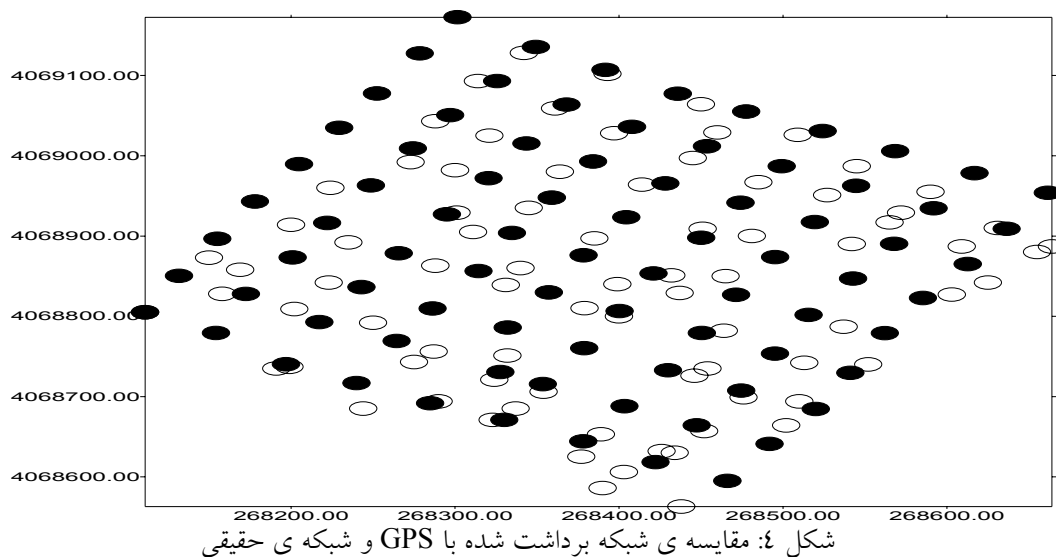
میانگین خطا (متر) Eh	انحراف معیار خطا (متر) Sd	مجذور مربعات خطا (متر) RMS
۴۵/۹۲	۲۲/۸۴	۵۱/۲۸

میزان انحراف شبکه برداشت شده نسبت به موقعیت حقیقی نقاط در شکل ۴ نشان داده شده است. نقاط تو پر شبکه حقیقی و نقاط تو خالی شبکه برداشت شده با GPS را نشان می دهد.

<sup>3</sup> Nested Plot

<sup>4</sup> Coordinate Grid Test

<sup>5</sup> Selective Availability



تست شبکه برای این تاج پوشش جنگلی نشان می دهد که گرچه میزان خطای نقطه ای Point Accuracy برداشت شده با GPS در حد نسبتاً مناسبی بوده است اما میانگین خطای شبکه در شرایط تاج پوشش جنگلی بسته ی جنگلهای مورد مطالعه بسیار بالا و دقت اندازه گیری شبکه با GPS در حد قابل قبول نخواهد بود.

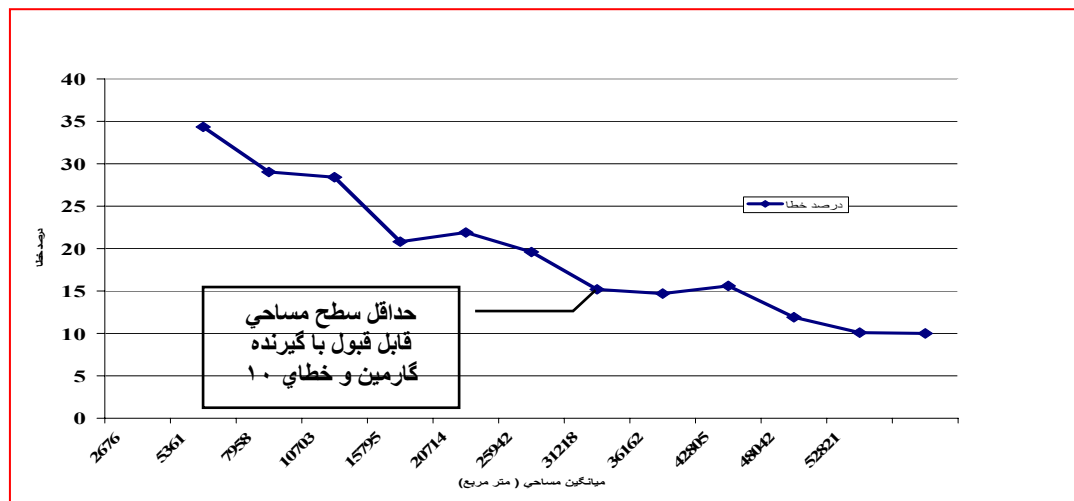
### ۲-۳ دقت GPS در مساحی

برای تعیین دقت GPS در مساحی عرصه های منابع طبیعی و تعیین حداقل مساحتی که می توان توسط GPS مساحی را انجام داد از روش پلات های تودرتو استفاده شد. میانگین نسبت خطای مساحی برای مساحت های مختلف که بوسیله ی GPS بدست آمده در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: میانگین درصد خطا در مساحی با GPS

تعداد تکرار	میانگن مساحت واقعی (متر مربع)	میانگین مساحی با GPS (متر مربع)	میانگین خطا (متر مربع)	انحراف معیار خطا (متر مربع)	درصد خطا
۶۴	۲۶۷۶/۱	۲۴۵۶/۴	۹۱۵	۲۵/۱۳	۳۴/۳۵
۶۴	۵۳۶۰/۹	۵۰۲۵/۱	۱۵۵۵/۶	۲۰/۹۶	۲۹/۰۲
۶۴	۷۹۵۷/۷	۷۴۷۵/۶	۲۱۹۸/۹	۲۱/۸۶	۲۸/۴۱
۶۴	۱۰۷۰۳/۱	۱۰۰۴۰/۷	۲۲۳۲/۲	۱۶/۴۷	۲۰/۸۲
۳۱	۱۵۷۹۵/۴	۱۵۳۶۷/۱	۳۵۵۴/۸	۱۴/۳	۲۱/۹
۳۱	۲۰۷۱۴/۱	۱۹۲۲۲/۸	۴۱۷۸/۳	۱۶/۷	۱۹/۶
۲۹	۲۵۹۴۲/۲	۲۴۷۵۱/۱	۴۰۴۷/۹	۹/۴	۱۵/۲
۲۹	۳۱۲۱۷/۶	۳۰۴۶۶/۲	۴۷۵۹/۷	۱۲/۱	۱۴/۷
۲۹	۳۶۱۶۲/۲	۳۴۵۲۶/۶	۵۸۹۱/۶	۱۱/۳	۱۵/۶
۲۰	۴۲۸۰۵/۴	۴۱۵۵۰/۵	۵۱۱۴/۸	۸/۳	۱۱/۹
۲۰	۴۸۰۴۱/۷	۴۷۵۴۴/۳	۴۸۴۸/۴	۷/۸	۱۰/۱
۲۰	۵۲۸۲۰/۶	۵۰۲۴۷/۸	۴۵۴۵/۳	۷/۵	۱۰

چنانکه مشخص است با افزایش سطح قطعات نمونه درصد خطا و انحراف معیار آن کاهش می یابد و این کاهش از ۳۵ درصد خطا برای مساحت ۲۶۷۱ متر مربع به ۱۰ درصد خطا برای ۵۲۸۲۱ متر مربع می باشد. کاهش انحراف معیار خطا نیز نشان دهنده همگن تر شدن شکل قطعات برداشت شده با GPS می باشد و گویای آنست که با افزایش سطح قطعات نمونه GPS بهتر اشکال را برداشت می نماید. شکل شماره ۵ نشان دهنده میزان کاهش درصد خطا با افزایش سطح مساحی توسط GPS می باشد.



شکل شماره ۵: نمودار کاهش درصد خطا با افزایش سطح مساحی توسط GPS

آزمون Z-Test انجام شده با فرض حداقل خطای ۱۰ درصد برای کلیه پلی گونهای مساحی شده با GPS انجام شد و نتیجه برای مساحتهای متناظر در جدول ۳ آمده است. مقادیر محاسبه شده ی Z نشان می دهد که GPS برای سطوح بزرگتر از ۳ هکتار با فرض وجود ۱۰ درصد خطا دارای دقت کافی بوده و می توان از آن در عرصه های جنگلی استفاده نمود.

جدول ۳: آزمون Z-Test انجام شده برای تعیین حداقل سطح مساحی با GPS با فرض وجود ۱۰ درصد خطا

میانگین سطح مساحی شده با GPS	۳/۱۵۶۳۶	۱/۵۱۰۵	۱/۵۸۶۳۸	۸/۰۳۰۰۱	۱/۸۳۶۵۱	۷/۸۱۱۵۱	۱/۱۵۸۶۸	۱/۱۱۶۳۰۶	۱/۱۱۱۱۳۰۶	۱/۰۵۵۱۳	۱/۳۳۵۸۶
میانگین سطح واقعیت زمینی	۱/۱۸۱۱۶	۵/۰۳۳۱۵	۸/۸۵۰۰۷	۱/۱۰۸۰۱	۳/۵۷۵۵۱	۱/۳۱۸۰۶	۱/۱۳۳۵۵	۱/۸۱۱۱۶	۱/۱۱۱۱۶	۳/۵۰۷۸۳	۸/۱۳۰۷۳
درصد خطا	۳۴/۳	۲۹/۰	۲۸/۴	۲۰/۸	۲۱/۹	۱۹/۶	۱۵/۲	۱۴/۷	۱۵/۷	۱۱/۹	۱۰/۱
Z-score @0.05	$4.5 \times 10^{-15}$	$1.9 \times 10^{-13}$	$8.0 \times 10^{-12}$	$7.4 \times 10^{-8}$	$6.7 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$	$6.9 \times 10^{-4}$	0.011	0.017	0.15	0.47

## نتیجه گیری:

اختلاف مختصات حاصل از GPS با اهمیت تر از مختصات مشابه استخراجی از نقشه های ترسیمی یا رقومی است. اطلاعات نقشه ای مشکلات و مسائل دیرینه ای را که حاصل از تعیین سطح مبنای مسطحاتی، سیستم تصاویر، عملیات نقشه برداری و خطاهای رایج در آنها می باشد را هنوز دارد. گرچه دقت GPS در محیط های باز قابل قبول و برای تولید نقشه در محیط GIS مناسب می باشد اما زیر تاج پوشش جنگلی و بخصوص در شرایط جنگلهای شمال که میزان تاج پوشش درختان بالاست استفاده از این ابزار برای تولید نقشه نیاز به یکسری مراحل محاسباتی معین خواهد داشت. تست شبکه در این تحقیق نشان داد که دقت GPS مدل گارمین برای شبکه بندی کم بوده که با مطالعات Ackerman (1999) مشابهت نشان می دهد. بکار گیری این گیرنده برای شبکه بندی رایج فعلی در شمال کشور که ۲۰۰\*۱۵۰ متر می باشد توصیه نمی شود اما برای غرب که فواصل شبکه بزرگتر است می توان از آن بهره برد. حداقل سطح مساحی با این دستگاه ۳ هکتار با ۱۰ درصد خطا بدست آمد لذا برای تعیین سطح مستثنیاتی با سطوح کوچکتر از این مقدار قابل توصیه نمی باشد.

## منابع مورد استفاده:

- ۱- زبیری، م.، ۱۳۸۱، زیست سنجی (بیومتری) جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۱ صفحه
- ۲- صالح آبادی، ع.، ۱۳۷۶، GPS و کاربرد آن، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، ۱۹۸ صفحه
- ۳- لارنس، ل.، ۱۳۸۳، چگونگی استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی، مترجم نوریان، ف. و فرخنده، م.، مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران، ۱۶۵ صفحه
- 4- Ackerman, F., 1999, Operational rules and accuracy models for GPS, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol 29, B3, Commission III, Washington, pp. 691-700
- 5 - Bilodeau, J, M., Gosselin, S. Lowell, K. Edwards, G. Gold, C., 1993, Operational integration of GPS into forest management activities which use a GIS to monitor forest operations, GIS 93 symposium, Vancouver British Columbia, 6 p.
- 6- Garmin GPS guide and manual, 2000, Garmin Corporation, USA, 22 p.
- 7- Roy, Y. 1991. Evaluation de la rapidité et de la précision du système GPS en milieu boisé. Travail réalisé dans le cadre du cours: Projet de levés intégrés, Université Laval, Centre de recherche en géomatique.
- 8 - Spruce, M.D., Taylor S.E., Wilhoit, J.H. and B.J. Stokes. 1993. Using GPS to track forest machines. ASAE Technical Paper No. 93-7504. ASAE, St. Joseph, MI. 23 p.
- 9 -Taylor. S.E, McDonald .T.P, Veal .M.W, Grift. T.E, 2001, Using GPS to Evaluate Productivity and Performance of Forest Machine Systems. First International Precision Forestry Symposium Bell Harbor Conference Center Seattle, Washington, USA, 10 p.
- 10 - Veal, M.W., Taylor, S.E. McDonald, T.P. Tackett, D.K. and M.R. Dunn. 2001. Accuracy of tracking forest machines with GPS. Transactions of ASAE. Paper No. 98-7018.