Evaluation of Kinematic and Static Methods of Monitoring with GNSS Systems after Calibration in the Mobile Topographer pro Application on the Smartphone

Dr. Fayez Deeb *
Dr. Nada Mahfoud **
Maher Ghatrouf ***

(Received 28 / 1 / 2024. Accepted 15 / 5 / 2024)

□ ABSTRACT □

The development of low-cost Global Navigation Satellite System (GNSS) chips has inspired the development of advanced positioning, navigation, and timing devices. Due to their low cost, GNSS chips are now ubiquitous, such as smartphones, tablets and wearable smart watches, with users' GNSS receivers being accurate to several meters under conditions An ideal observation, its accuracy is reduced to tens of meters under more complex observational conditions. In this research, the accuracy of each of the following was evaluated:

- Syrian horizontal stereographic coordinates before calibrating the application. Mobile Topographer pro.
- The Syrian horizontal stereographic coordinates after calibrating the Mobile Topographer Pro application on one of the points with known coordinates.

The results are presented in tables and graphs. The mean square error was $\sigma\Delta x = 0.659$m and $\sigma\Delta y = 0.518$m after calibration and $\sigma\Delta x = 2.945$m and $\sigma\Delta y = 2.379$m before calibration.

Keywords: Global Navigation Satellite Systems (GNSS), smart cellular phones, known point calibration.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

*** Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
**** Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
***** Postgraduate student (MA), Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Maherghatrouf@gmail.com**

تقييم الطرق الحركية والساكنة للرصد بنظم GNSS بعد المعايرة في تطبيق Mobile Topographer pro على الهاتف الذكي

د. فايز ديب*

د. ندى محفوض**

ماهر غطروف***

(تاريخ الإيداع 28 / 1 / 2024. قُبِل للنشر في 15/ 5 / 2024)

□ ملخّص □

ألهم تطوير رقائق النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) المنخفضة التكلفة تطوير أجهزة متقدمة لتحديد المواقع والملاحة والتوقيت. ونظرًا لتكلفتها المنخفضة، أصبحت رقائق النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) موجودة الآن في كل مكان، مثل الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية والساعات الذكية القابلة للارتداء، حيث تبلغ دقة تحديد موقع مستقبلات النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) للمستخدمين عدة أمتار في ظل ظروف رصد مثالية، يتم تقليل دقتها إلى عشرات الأمتار في ظل ظروف رصد أكثر تعقيدًا. وفي هذا البحث تمّ تقييم دقة كل مما يلي:

- الإحداثيات الأفقية الستيريوغرافية السورية قبل معايرة تطبيق Mobile Topographer pro .
- الإحداثيات الأفقية الستيريوغرافية السورية بعد معايرة تطبيق Mobile Topographer pro على إحدى النقاط معلومة الإحداثيات.

تم عرض النتائج في جداول ومخططات بيانية، كان الخطأ المتوسط التربيع $\sigma\Delta x= 0.659m$ و $\sigma\Delta y= 0.518m$ بعد المعايرة و $\sigma\Delta x= 2.945m$ و $\sigma\Delta y= 2.379m$ قبل المعايرة.

الكلمات المفتاحية :النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS)، الهواتف الخلوية الذكية، معايرة نقطة معلومة.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* أستاذ – قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

** أستاذ مساعد - قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

*** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
Maherghatrouf@gmail.com

مقدمة:

لم تعد أنظمة الملاحة العالمية حكراً على الاستخدامات العسكرية، بل أصبحت متاحة للاستخدامات المدنية حتى في الهواتف المحمولة وغيرها من الأجهزة الحديثة، وذلك بفضل نظام (جي. بي.أس) GPS الذي طورته وزارة الدفاع الأمريكية. والدقة التي تم الحصول عليها من هذا النظام كانت حوالي المتر في التحديد المطلق وعدة سنتيمترات في التحديد النسبي ولمسافات تصل إلى عشرات الكيلومترات. في الوقت الحاضر وصلت دقة تحديد المواقع باستخدام نظام GPS إلى عدة مليمترات خلال فترات رصد قصيرة من عدة دقائق [1]. وقد أصبح أسلوب التعيين ثلاثي الأبعاد فعّال جداً مع بداية دخول أنظمة ملاحة فضائية عالمية جديدة لتحديد المواقع، كالنظام العالمي للأقمار الصناعية الروسي غلوناس GLONASS، وهناك أنظمة جديدة يجري تطويرها كالنظام الأوروبي GALILEO والنظام الصيني COMPASS/BeiDou والنظام الإقليمي للملاحة بالأقمار الصناعية الهندي IRNSS وغيرها. و حين تدخل هذه النظم جميعها في مرحلة التشغيل الكامل ستوفر للمستخدمين إشارات لتحديد المواقع من أكثر من مئة قمر صناعي.

تتمتع تقنية المسح باستخدام نظام الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية بميزات هامة جعلتها تستخدم في كافة المجالات ومنها الأعمال المساحية المختلفة. من ميزات هذه الأنظمة عدم ضرورة الرؤية المتبادلة بين محطات الرصد عكس تقنيات الرصد المساحي التقليدي، وتحديد المواقع على الأرض، في البحر أو في الفضاء وأخذ الأرصاد في النهار وفي الليل وفي أي طقس. بالإضافة إلى إمكانية رصد خطوط قواعد يصل طولها إلى مئات الكيلومترات.

على الرغم من الميزات العديدة لهذا النظام هناك بعض الصعوبات والعقبات التي تعاني منها تقنية المسح بنظام الأقمار الصناعية الملاحي العالمي أهمها تحويل الإحداثيات العالمية المنسوبة للإهليلج WGS84 إلى الإحداثيات المحلية المطلوبة في مختلف الأعمال المساحية. تختلف دقة قياسات نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية GNSS باختلاف طريقة الرصد الحقلي (الساكن، السريع الساكن، المتحرك). وتعتبر الطريقة الساكنة النسبية من أدق الطرق في تحديد المواقع [2]. تم في هذه البحث تقييم دقة الرصد النسبي بأنظمة الملاحة العالمية المتوفرة في أجهزة الاستقبال في الوقت الحاضر.

أهمية البحث وأهدافه:

نجح فريق من العلماء في تحسين دقة نظام تحديد المواقع العالمGPS في الهواتف الذكية، وذلك من خلال الجمع بين الإشارات الواردة من أربعة أنظمة أقمار صناعية للملاحة العالمية (GNSS)، حيث يعتقد أن هذه الإمكانية الجديدة ستحدث ثورة في التطبيقات التي تتطلب تحديد المواقع من مرتبة السنتمترات، فضلا عن الانخفاض الكبير في التكاليف عند استخدام الهواتف الذكية، و من هنا يكمن هدف البحث في تقييم دقة البيانات المساحية كإحداثيات النقاط الناتجة من تطبيقMobile Topographer على الهواتف الذكية و ذلك لمعرفة إمكانية الاستفادة منها في الأعمال المساحية.

طرائق البحث ومواده:

تتلخص طريقة الدراسة في النقاط التالية:

- تقييم كل من الإحداثيات الأفقية الستيريوغرافية السورية لنقاط مقاسة بتطبيقMobile Topographer قبل وبعد معايرته.

- مقارنة البيانات الناتجة من هذا التطبيق مع البيانات الناتجة من الطرق التقليدية (محطة رصد متكاملة) وذلك بالاعتماد على التوضيح بالأشكال البيانية و الجداول لكل المعلومات.

للوصول إلى الهدف المطلوب من البحث وجب علينا دراسة ما يلي:

1.في القسم النظري تم التركيز على شرح مبسط لنظام GNSS و تطبيقMobile Topographer .

2.في القسم العملي: تم شرح لجميع البيانات اللازمة من إحداثيات أفقية و بكل من الطرق التقليدية و تطبيق Mobile Topographer، ثم مقارنة النتائج وتحليلها ومناقشتها من خلال الجداول و المخططات البيانية.

نظم الملاحة العالمية GNSS:

نظام الملاحة العالمية هو نظام يعمل على تحديد المواقع على سطح الأرض باستخدام الأقمار الصناعية في جملة إحداثيات عالمية موحدة ومعروفة WGS84 ، وأصبحت تعرف هذه الأنظمة بمصطلح (GNSS)، وقد تم تطوير هذا النظام في آواخر الثمانينيات، ومع التطور التكنولوجي الحديث أصبح هناك العديد من أنظمة الملاحة العالمية، وهي متعددة الاستخدامات خاصة بعد دمج نظام تحديد المواقع العالمي مع أنظمة الهاتف المحمول. وفيما يلي أشهر أنظمة الملاحة العالمية:

النظام الأمريكي: Global Positioning System – GPS

النظام الروسي غلوناس– Global’naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema

النظام الأوروبي – نظام غاليليو– (GALILEO)

النظام الصيني – نظام بيدو– (BeiDou)

النظام الياباني (Quasi-Zenith Satellite System – QZSS)

النظام الهندي– (Indian Regional Navigational Satellite System – IRNSS)

مكونات نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية GNSS:

تتكون نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية GNSS العاملة في مجال تحديد المواقع من نظامين هما: النظام الأمريكي GPS والنظام الروسي GLONASS. تقسم هذه الأنظمة إلى ثلاثة أقسام أساسية: قسم الفضاء – قسم التحكم– قسم المستخدم. [3]

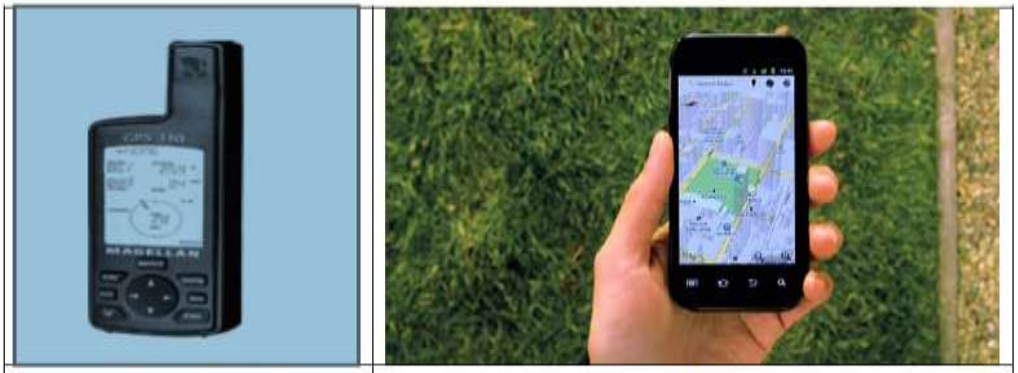
أجهزة الاستقبال:

يعد جهاز الاستقبال الآلة الوحيدة التي تُمكن مستخدم هذا النظام من الحصول على المعلومات سواء معلومات عن تحديد الموقع أو معلومات عن الأقمار الصناعية، ويتكون جهاز الاستقبال من وحدتين رئيسيتين هما معدات الاستقبال Hardware وبرامج المعالجة Software، وبصفة عامة يمكن تقسيم أنواع أجهزة الاستقبال إلى أجهزة ملاحية (Navigation Receivers) وأجهزة جيوديزية (Geodetic Receivers) تتوزع استخداماتها بأشكال مختلفة تماماً سواء في الاستخدامات المدنية أو الاستخدامات العسكرية أو الاستخدامات العلمية.

- **<u>الأجهزة الملاحية</u>** :تتميز الأجهزة الملاحية بسهولة استخدامها دون الحاجة لخبرة كبيرة، كما أنها غالباً رخيصة الثمن، مما يقلل من دقة الإحداثيات نتيجة رخص مكوناتها الداخلية ونذكر من أنواعها[7][8]

1- أجهزة لنظام الملاحة اليدوي:

وهي المتوفرة في الجوالات (الهواتف الذكيةSmartphone)، والأجهزة المحمولة (Handheld) كما في الشكل (2)



الشكل (1) أجهزة لنظام الملاحة اليدوي

2- أجهزة لنظام الملاحة للمركبات:

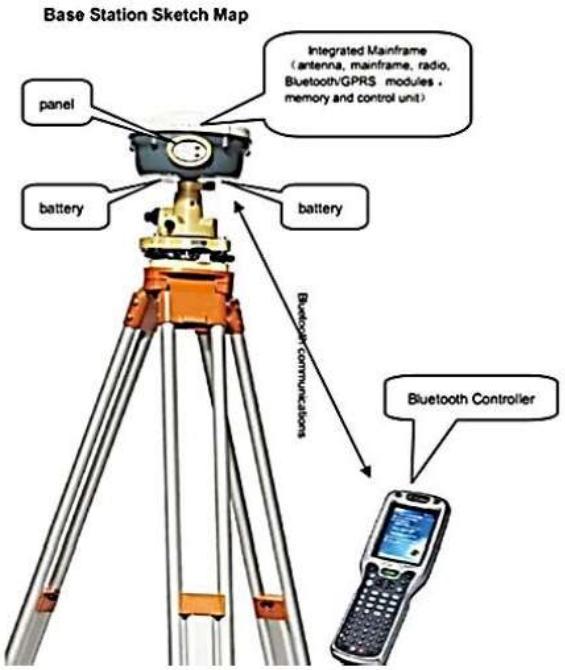
وهي تركب في المركبات وتقوم بإرشادها حول الطرق التي يجب اتباعها للوصول إلى الهدف وتقوم بعرض أقرب الطرق وما إلى ذلك، ومن هذا النوع الذي يستخدم في الملاحة البحرية أو في السيارات والناقلات.

الشكل (2) أجهزة لنظام الملاحة للمركبات

3- أجهزة نظام التعقب:

وهو النظام الذي يحدد مكان حامل الجهاز مرسل الإشارة ويسمى Tracking system .

- **<u>الأجهزة الجيوديزية</u>** :ويطلق عليها اسم الأجهزة الهندسية والتي تتميز بدقة عالية في استقبال إشارات الأقمار الصناعية، وبالتالي دقة عالية في حساب الإحداثيات، ولكنها غالية الثمن. يستخدم هذا النوع من الأجهزة في أعمال المساحة(الشكل4) ، ومعظم الأجهزة المستخدمة في المساحة تستخدم تقنيات رصد و حساب خاصة لتعطي خطأ في حدود عدة ميلليمترات و ذلك تبعاً لطول خط القاعدة المرصود في القياسات النسبية.



الشكل(3) أجهزة استقبال للأعمال المساحية

تحديد المواقع بالهواتف الذكية:

يحتوى الهاتف الذكي على وحدة استقبال(Receiver) لتحديد المواقع، في هذه التقنية تعتمد أجهزة الاستقبال الموجودة في الهواتف الخلوية على الحصول على معلوماتها من الأقمار الصناعية بدلا من محطات المحمول يتم حساب الفترة الزمنية التي تستغرقها الإشارة المرسلة من الأقمار الصناعية إلى جهاز الاستقبال وبالتالي يتم احتساب المسافة بين القمر الصناعي وجهاز الاستقبال لحظياً، ولكن يحتاج إرسال المعلومات من الأقمار الصناعية إلى كمية كبيرة من الطاقة المستهلكة من بطارية الجهاز خاصة في الأجهزة القديمة وللتغلب على هذه المشكلة تقوم شبكة المحمول المقدمة للخدمة بإمداد جهاز الاستقبال ببعض المعلومات الأساسية مثل أقرب قمر صناعي من الجهاز يمكن من خلاله الحصول على معلومات تحديد الموقع مما يوفر كثيرا من الوقت والطاقة المستهلكة أيضاً. و لقد تم الاستفادة من تقنية GNSSفي الهواتف الذكية بإنشاء تطبيقات مساحية عديدة مثل تطبيق Mobile Topographer .

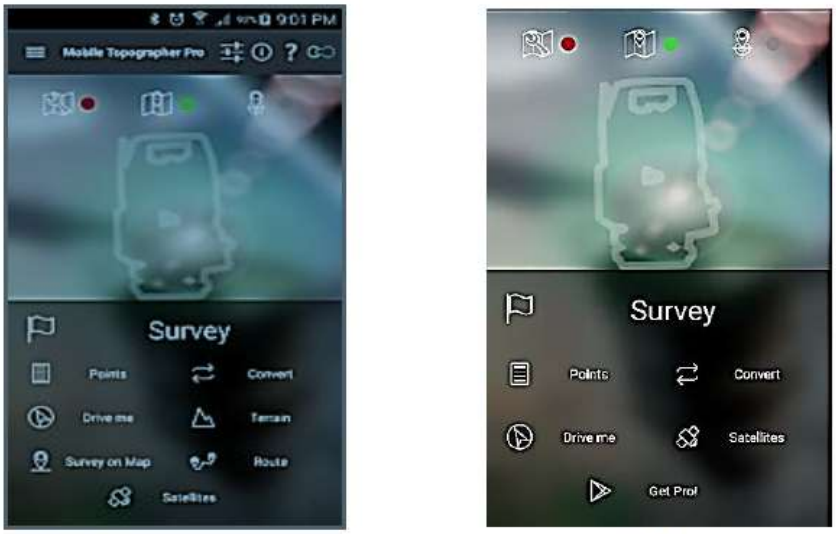
تطبيقMobile Topographer :

يعد نظام تحديد المواقع من أروع الميزات الموجودة بالهواتف الذكية الحديثة حيث يقوم بالمساعدة في تحديد المواقع كما يمنح القدرة على معرفة أين أنت، وأين تريد ان تذهب، وكيفية الوصول إلى الأماكن، ويعتبر تطبيق Mobile Topographerمن التطبيقات التي تعتمد على تقنية GNSS و من أفضل الأدوات التي تمكن المستخدم من القيام بعملية المسح الجغرافي بشكل عام و مميز وبكل سهولة بعيداً عن التعقيد، و من أهم ميزاته النقاط التالية:[10]

- الدقة في تحديد النقاط و المواقع بفضل تحسين إشارة ال GNSS وامكانية المعايرة الأفقية.
- حساب المتوسط الموزون لكل إحداثي .
- حساب محيط و مساحة مضلع.
- إنشاء مسار في نسخة Pro.
- إنشاء خريطة طبوغرافية في نسخة pro.

- تصدير بيانات النقاط إلى ملفات،csv ،kml ،gpx ، dxf .
- الاستعانة بخريطة جوجل .
- الرصد الآلي في نسخة pro .

بوجود هذا التطبيق بإمكاننا السفر وقطع المسافات والتجول في أي بلد، وذلك عن طريق إدخال الإحداثيات يدوياً وتحويلها إلى أسماء مناطق محددة، مع بيان المكان بشكل دقيق، كما يوفر هذا البرنامج بوصلة، تساعد على تحديد اتجاه المنطقة التي نريد الوصول إليها، ويوضح الشكل (5) واجهة التطبيق:



نسخة (StgrDev) نسخة (Pro)

الشكل (4) واجهة تطبيقMobile Topographer

آلية استخدام تطبيق Mobile Topographer:[11][12]

1- إجراء القياس أثناء الصباح الباكر أو المساء المتأخر (للتغلب على أخطاء الأيونوسفير والتروبوسفير المتأثرة بالشمس) .

2- تشغيل جهاز الاستقبال لمدة 15 دقيقة قبل البدء بالقياس، و ذلك بتشغيل التطبيق و الدخول لشاشة القياس (survey).

3- وضع الهاتف المحمول عند النقطة المراد قياسها وذلك على ثلاثية أرجل.

4- الضغط على (start increasing accuracy) وانتظر (5 إلى 10) دقائق مع الفحص الدائم لقيم (Hdop) قبل الضغط على (start increasing accuracy) حيث يجب أن تكون (Hdop= 1-1.3) وفيما إذا كانت أكبر من ذلك يجب الانتظار بضعة دقائق حتى تصبح القيم أفضل.

5- الضغط على (stop increasing accuracy) وإضافة النقطة إلى القائمة بالضغط على الأيقونة التي تحتوي إشارة (+) كما في الشكل (6)

6- بعد الانتهاء من قياس جميع النقاط يتم تخزين قائمة النقاط ومغادرة الحقل.

الشكل (5) خطوات العمل على تطبيق Mobile Topographer Pro

تختلف دقة الإحداثيات من جهاز إلى آخر حسب رقائق GNSS الموجودة بالهاتف الذكي، تبعاً لنسخة التطبيق المستخدمة Mobile Topographer StgrDev (أو) Mobile Topographer Pro ، علماً أنه يمكنً تحسين الدقة في هذا التطبيق نتيجة لاستخدام المتوسطة الموزونة في حساب الإحداثيات و السماح للمستخدم بإجراء معايرة على نقطة معلومة الإحداثيات الأفقية بحيث يصبح العمل شبيهاً بمبدأ الرصد الحركي بالزمن الحقيقي RTK المستخدم بأجهزة الاستقبال الجيوديزية، مع العلم أن حساب الأخطاء لإجراء تصحيح الأرصاد اللاحقة في هذا التطبيق تتم في لحظة المعايرة فقط و أما في تقنية الرصد RTK فإنها تتم مع كل رصدة.

معايرة نقطة معلومة calibrate known point:

من أجل معايرة التطبيق يمكن استخدام نقطة وحيدة ذات إحداثيات معلومة بشكل دقيق وموجودة بالقرب من منطقة المسح حيث أنه بعد الانتهاء من المعايرة فإن التصحيحات ستطبق على جميع القراءات التالية، ويتم تطبيق هذه المعايرة على منطقة محددة في زمن محدد، حيث أن هذه المعايرة يتم تطبيقها حوالي 3 ساعات ولنقاط تبعد عن نقطة المعايرة بنصف قطر حوالي 11كيلومتر وإنه من المستحسن إعادة هذه المعايرة في كل مرة قبل البدء بدورة مسح جديدة. و إن خطوات المعايرة هي:

- وضع الهاتف المحمول في موقع بحيث تكون إحداثياته الأفقية الدقيقة معلومة و اختيار المعايرة على نقطة معلومة الإحداثيات و يتم ذلك من إعدادات التطبيق.
- السماح للتطبيق أن يحدد إحداثيات هذه النقطة (لمدة 5 دقائق) ثم ستعرض الإحداثيات المحسوبة للنقطة لكن من المحتمل أن تكون بعيدة عن القيم الحقيقية.
- كتابة الإحداثيات الدقيقة للنقطة والضغط على زر القبول وبالتالي فإن التصحيحات ستخزن وسيتم استخدامها من الآن في كل القراءات.

النتائج والمناقشة:

تم في القسم العملي المقارنة بين الإحداثيات المحسوبة باستخدام الطرق التقليدية والإحداثيات المحسوبة باستخدام التطبيق قبل وبعد المعايرة، وحساب مساحة مضلع ومحيطه وتأثير العوائق المحيطة من خلال مقارنة النتائج في كل

حالة مع النتائج من الإحداثيات الحقيقية الناتجة بالطريقة التقليدية المبينة في الجدول والتي كانت ضمن حرم جامعة تشرين كما يبين الشكل التالي.

الشكل (6) منطقة العمل

<u>الحالة الأولى</u>: تم حساب الإحداثيات باستخدام الطرق التقليدية وذلك كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (1) الإحداثيات المحسوبة باستخدام الطرق التقليدية

Y(m)	X(m)	اسم النقطة
152108.436	-303182.884	A
152110.165	-303121.591	B
152080.219	-302929.929	D
151892.004	-302943.330	G
151884.606	-303029.004	H
151779.668	-303024.625	I
151648.798	-303003.262	K
151680.154	-303150.441	O
151751.882	-303196.168	P
151823.809	-303224.531	Q
151918.167	-303202.989	R
151986.176	-303236.199	S

<u>الحالة الثانية</u>: تم تركيز الهاتف المحمول على ثلاثية أرجل فوق كل نقطة ومن ثم رصد إحداثيات النقاط (بدون معايرة) وباستخدام جهاز من نوع Redmi Note 5 plus من شركة Xiaomi، وكانت النتائج كما في الجداول التالية.

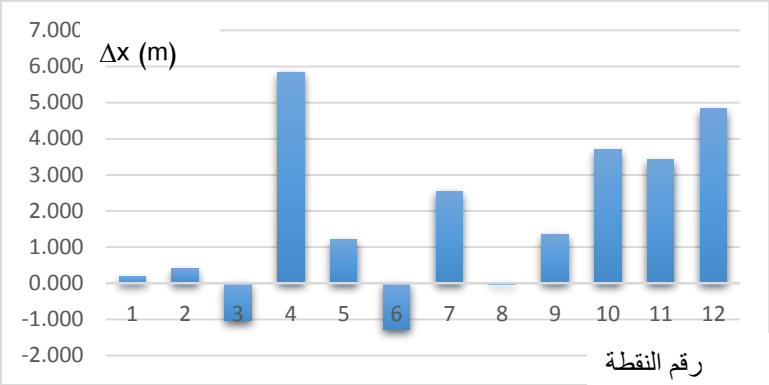
جدول (2) نتائج قياسات ال GPS بالهاتف المحمول بدون معايرة ومع معايرة

نتائج قياسات ال GPS بالهاتف المحمول مع معايرة		نتائج قياسات ال GPS بالهاتف المحمول بدون معايرة		
Y(m)	X (m)	Y (m)	X (m)	اسم النقطة
152108.429	-303182.96	152108.101	-303182.702	A
152110.521	-303120.753	152113.391	-303121.191	B
152080.310	-302929.729	152080.622	-302930.956	D
151892.995	-302943.13	151895.698	-302937.493	G
151885.544	-303028.074	151888.376	-303027.793	H
151779.343	-303023.977	151782.627	-303025.894	I
151648.674	-303002.331	151646.865	-303000.71	K
151679.772	-303149.561	151679.115	-303150.472	O
151751.267	-303195.658	151751.639	-303194.818	P
151823.468	-303223.987	151825.357	-303220.842	Q
151918.167	-303202.989	151919.739	-303199.562	R
151985.734	-303235.48	151988.456	-303231.372	S

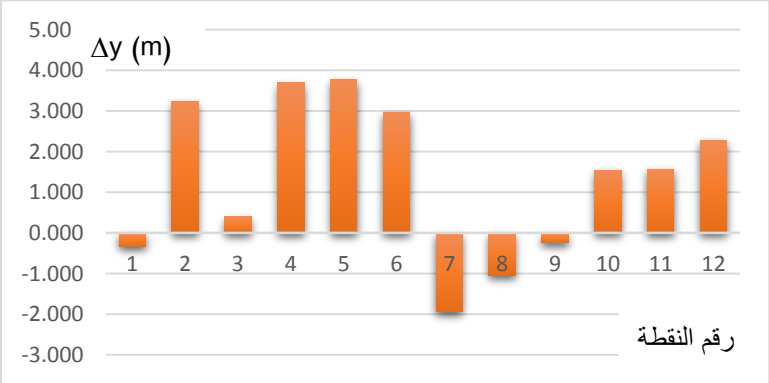
الجدول التالي يوضح فروق الإحداثيات بين القيم المقاسة باستخدام التطبيق وذلك قبل المعايرة والقيم المقاسة باستخدام الطريقة التقليدية والخطأ المتوسط التربيع.

جدول (3) فروق الإحداثيات مع الطريقة التقليدية قبل المعايرة

Δy (m)	Δx (m)	اسم النقطة
-0.335	0.182	A
3.226	0.400	B
0.403	-1.027	D
3.694	5.837	G
3.770	1.211	H
2.959	-1.269	I
-1.933	2.552	K
-1.039	-0.031	O
-0.243	1.350	P
1.548	3.689	Q
1.572	3.427	R
2.280	4.827	S
2.945		σΔx (m)
2.379		σΔy (m)



الشكل (7): قيم فروق x بالمتر وذلك قبل المعايرة



الشكل (8) قيم فروق y بالمتر وذلك قبل المعايرة

الحالة الثالثة : سيتم الاستفادة من إمكانية تحسين دقة الإحداثيات الأفقية بالاعتماد على معايرة الجهاز على نقطة معلومة الإحداثيات الأفقية و التي تمت على النقطة R وتبين النتائج أن المعايرة قد زادت من دقة الإحداثيات الأفقية الناتجة من تطبيق Mobile Topographer Pro حيث أن فروق الإحداثيات و الخطأ المتوسط التربيعي لها أقل من الحالة السابقة.

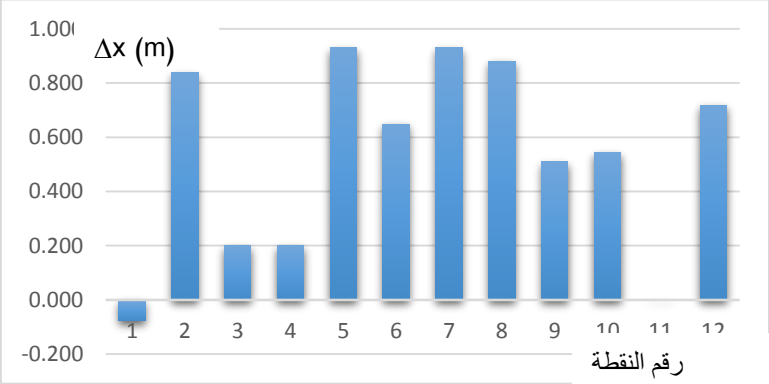
جدول (4) نتائج قياسات ال GPS بالهاتف المحمول مع معايرة

Y(m)	X (m)	اسم النقطة
152108.429	-303182.96	A
152110.521	-303120.753	B
152080.310	-302929.729	D
151892.995	-302943.13	G
151885.544	-303028.074	H
151779.343	-303023.977	I
151648.674	-303002.331	K
151679.772	-303149.561	O
151751.267	-303195.658	P
151823.468	-303223.987	Q
151918.167	-303202.989	R
151985.734	-303235.48	S

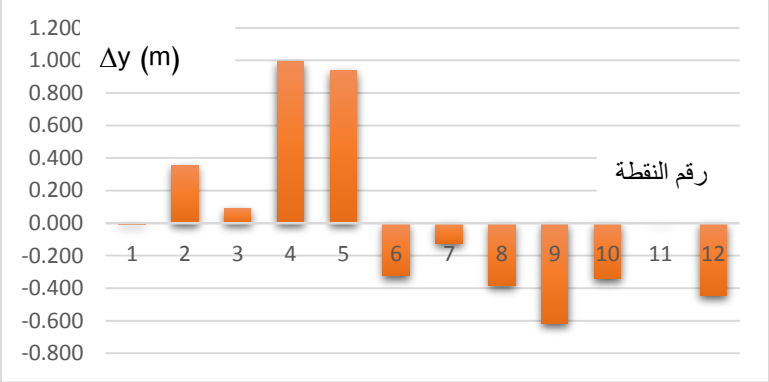
الجدول التالي يوضح فروق الإحداثيات بين القيم المقاسة باستخدام التطبيق وذلك بعد المعايرة والقيم المقاسة باستخدام الطريقة التقليدية والخطأ المتوسط التربيع.

جدول (5) فروق الإحداثيات بالطريقة التقليدية والإحداثيات بعد المعايرة

Δy (m)	Δx (m)	اسم النقطة
-0.007	-0.076	A
0.356	0.838	B
0.091	0.200	D
0.991	0.200	G
0.938	0.930	H
-0.325	0.648	I
-0.124	0.931	K
-0.382	0.880	O
-0.615	0.510	P
-0.341	0.544	Q
0.000	0.000	R
-0.442	0.719	S
0.659		σΔx (m)
0.518		σΔy (m)



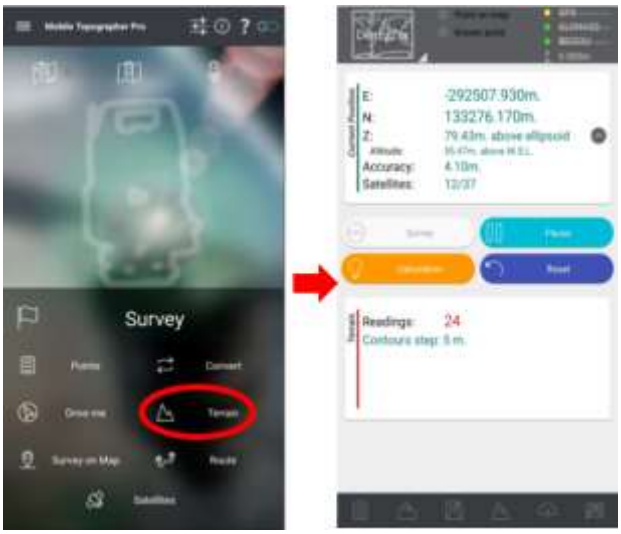
الشكل (9) قيم فروق x بالمتر وذلك بعد المعايرة



الشكل (10) قيم فروق y بالمتر وذلك بعد المعايرة

تقييم مساحة ومحيط المضلع بالطريقة الحركية:

تم استخدام الطريقة الحركية بواسطة تطبيق mobile topographer pro حيث يوضح الشكل (11) واجهة التطبيق أثناء القياس بالطريقة الحركية حيث تم تقييم مساحة ومحيط المضلع المستخدم في عملية القياس. يبين الجدول (5–30) كل من النتائج المعطاة في تطبيق mobile topographer pro والقيم المحسوبة من الإحداثيات المأخوذة بالطرق التقليدية.



الشكل (11) واجهة التطبيق أثناء القياس بالطريقة الحركية

جدول (6): تقييم المساحة والمحيط بالطريقة الحركية

المصدر	المساحة m^2	المحيط m
تطبيقmobile topographer pro	98964.925	1501.381
القياسات بالطريقة التقليدية	97576.007	1386.333
الفرق= قياسات التطبيق-القياسات التقليدية	1388.918	115.048
نسبة التوافق	98.59%	92.33%

يبيّن الجدول (6) بأن الفرق في مساحة ومحيط المضلع باستخدام الطريقة الحركية، حيث من الممكن استخدام التطبيق بالطريقة الحركية في حساب المساحة والمحيط بشكل سريع حيث أن الطريقة الحركية توفر الوقت والجهد حيث لا نحتاج للوقوف مدة محددة من الزمن عند نقاط الرصد وتوفر في الكلفة حيث لا نحتاج لتحديد نقاط حول محيط منطقة الدراسة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

تمّ في هذا البحث تقييم دقة الإحداثيات الأفقية الناتجة من استخدام تطبيقMobile Topographer وإمكانية تحسينها بالمعايرة وبمراعاة شروط الاختيار الجيد للنقاط بحيث تكون بعيدة عن العوائق قدر الإمكان لتجنب تعدد المسارات، بالإضافة لاختيار الجهاز ونسخة التطبيق الأحدث .و قد أوضحت النتائج من هذا البحث ما يلي:

1- الفرق بين الإحداثيات التقليدية والإحداثيات المعايرة بالتطبيق بلغت في المجال 0.076m− وحتى 0.88m بالنسبة للإحداثيX وفي المجال 0.007m− حتى 0.99m للإحداثي Y.

2- بلغ الخطأ المتوسط التربيع لتحديد الإحداثيات σΔx= 0.659m و σΔy= 0.518m.

3- الفرق بين الإحداثيات التقليدية والإحداثيات الناتجة بالتطبيق قبل المعايرة بلغت في المجال 0.031m− وحتى 4.827m بالنسبة للإحداثيX وفي المجال 0.243m− حتى 3.77m للإحداثي Y.

4- بلغ الخطأ المتوسط التربيع لتحديد الإحداثيات σΔx= 2.945m و σΔy= 2.379m.

5- يمكن استخدام التطبيق في حساب المساحات والمحيط بشكل سريع حيث كانت قيمة التوافق بين مصادر القياس (الطريقة التقليدية و القياس بالتطبيق) باستخدام طريقة الرصد الحركي فكانت قيمة التوافق 98.59% في حالة تقييم المساحة و 92.33% في حالة تقييم المحيط.

التوصيات:

1- نوصي باستخدام المعايرة من أجل تحسين دقة الإحداثيات.

2- يوصى بكتابة برنامج للمعايرة الأفقية و الشاقولية آخذاً بعين الاعتبار تأثير عدد نقاط المعايرة و توزعها في منطقة الدراسة.

References:

1- MIECZYSTAW BAKUTA - Study of Reliable Rapid and Ultra rapid Static GNSS Surveying for Determination of the Coordinates of Control Points in Obstructed Conditions – Journal Surveying Engineering, Vol. 127, No. 3, November , 2013.

2- LEICK A. , GPS Satellite surveying, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1995, 560

3- ATINC PIRTI, MEHMET ALI YUCEL, KUTALMIS GUMUS - testing real time kinematic gnss (gps and gps/glonass) methods in obstructed and unobstructed sites - Geodetski vestnik, Letn. 57, št. 3 (Turkey, 2013), str. 498-512.

4- Daoud, Juma'a, 2010, An Introduction to the GBS. Makka, Saudi Arabia.

5- Deeb, Fayez, 2004, Geodesy,(3). Syria, Tishreen University Puplications.

6- J.C. WEBER, J. SALEH, S. BALKARANSINGH, T. DIXON, W. AMBEH, T. LEONG, A. RODRIGUEZ, K. MILLER. Triangulation-to-GPS and GPS-to-GPS geodesy in Trinidad, West Indies: Neotectonics, seismic risk, and geologic implications. Original Research Article Marine and Petroleum Geology, Volume 28, Issue 1, January 2011, Pages 200-211. www.sciencedirect.com

7- DAWOD, G. M. Accuracy Of Hand-Held GPS Devices And Their Applications In Building GIS. GIS, 1st, 2008, 25-28.

8- PARTHASARATHY, J. Positioning And Navigation System Using Gps. Remote Sensing and Spatial Information Science. Tokyo Japan, vol.xxxvi, N0. 6, 2006, 208-212.

9- ZANDBERGEN. P. A. Accuracy Of Iphone Locations: A Comparison Of Assisted GPS, Wifi and Cellular Positioning. Transcations In GIS United Kingdom , Vol. 13، 2009, 5-26.

10- S. F. APPLICALITY LTD. Mobile Topographer Pro. 2 Dec. 2019. http://applicality.com/projects/mobile-topographer-pro.

11- Applicality. How To Use Mobile Topographer. 2 Dec. 2019. http://applicality.com/how-to-use-mobile-topographer-free.

12- Campoverde, M. B. Manual Mobile Topographer. 2017, 21 october . 2019. <http: //kupdf.net/download/manual-mobile-topographer>.