Evaluation The Accuracy Of Surveying Data Of The Mobile Topographer Application On Smartphone

Dr. Nada Mahfoud[*]
Dr. Maan Boubou[**]

(Received 27 / 11 / 2019. Accepted 2 / 3 / 2020)

□ ABSTRACT □

Positioning using global navigation satellite systems is one of the advantages available in smart phones running Android system, where the accuracy of positioning reached more than half a meter due to the development of the phone chips for these systems, and also as a result of the development of related software applications. The accuracy of each of the following was assessed by Mobile Topographer Application :

1. Syrian horizontal stereographic coordinates after calibration of the application on one of the points known coordinates.
2. Orthometric height that is not calibrated within this application and propose a mechanism for calibration.
3. The area and perimeter of polygon which observed in this application.

The results are presented in tables and charts, and indicated the possibility of using the application after calibration in GIS and real estate works as a calculation of area and perimeter.

Keywords: Global Navigation Satellite Systems, Smartphones, Calibration.

[*]**Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. nadayousefmahfoud@tishreen.edu.sy.**
[**]**Assistant Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. m-boubou@tishreen.edu.sy.**

تقييم دقة البيانات المساحية لتطبيقMobile Topographer على الهاتف الذكي

د. ندى محفوض*

د. معن بوبو**

(تاريخ الإيداع 27 / 11 / 2019. قُبِل للنشر في 2/ 3 / 2020)

□ ملخّص □

يعتبر تحديد المواقع باستخدام النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية من المزايا المتوفرة في الهواتف الذكية التي تعمل بنظام أندرويد، حيث وصلت دقتها في تحديد المواقع إلى أفضل من نصف متر بفضل تطور الرقائق الالكترونية للهاتف الخاصة بهذه النظم، وأيضاً نتيجة لتطوير البرامج التطبيقية المتعلقة بذلك ومنها تطبيق Mobile (Topographer). و في هذا البحث تمّ تقييم دقة كل مما يلي:

1- الإحداثيات الأفقية الستيريوغرافية السورية بعد معايرة التطبيق على إحدى النقط المعلومة الإحداثيات.

2- المنسوب الذي لا تتم معايرته ضمن هذا التطبيق و اقتراح آلية لمعايرته.

3- مساحة مضلع و محيطه مرصود بهذا التطبيق.

تم عرض النتائج في جداول و مخططات بيانية، و أشارت إلى إمكانية استخدام التطبيق بعد المعايرة في نظم المعلومات الجغرافية، و في الأعمال العقارية كحساب مساحة مضلع و محيطه .

الكلمات المفتاحية: النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية، الهواتف الذكية، المعايرة.

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

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

مقدمة:

يعتبر تحديد المواقع باستخدام النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية Global Navigation Satellite) (Systems من المزايا الموجودة في الهواتف الذكية (Smartphone) التي تعمل بنظام أندرويد (Android) حيث وصلت دقتها إلى خمسة أمتار تقريباً في تطبيق Mobile Topographer، إلاّ أنه تم تحسين هذه الدقة في تحديد المواقع إلى أفضل من نصف متر و ذلك نتيجة تطور كل من الرقائق الالكترونية الخاصة بنظام GNSS الموجودة على الهواتف الذكية و تطوير البرامج التطبيقية المتعلقة بذلك و منها تطبيق Mobile Topographer.

سيتم التركيز في هذا البحث على دقة الإحداثيات الأفقية الستيريوغرافية السورية بعد معايرة التطبيق Mobile Topographer (معايرة أفقية فقط)، إضافة لتقييم الإحداثي الشاقولي الذي لا تتم معايرته في هذا التطبيق و اقتراح آلية لمعايرته، و أخيراً تقييم مساحة و محيط مضلع تم قياسه بهذا التطبيق.

أهمية البحث و أهدافه:

نجح فريق من العلماء فى تحسين دقة نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning system (GPS) فى الهواتف الذكية، وذلك من خلال الجمع بين الإشارات الواردة من أربعة أنظمة أقمار صناعية للملاحة العالمية (GNSSs)، حيث يعتقد أن هذه الإمكانية الجديدة ستحدث ثورة فى التطبيقات التى تتطلب تحديد المواقع من مرتبة السنتمترات، فضلاً عن الانخفاض الكبير فى التكاليف عند استخدام الهواتف الذكية، و من هنا تكمن أهمية البحث في تقييم دقة البيانات المساحية كإحداثيات نقاط و مساحة مضلع و محيطه الناتجة من تطبيق Mobile Topographer على الهواتف الذكية و ذلك لمعرفة إمكانية الاستفادة منها في الأعمال المساحية.

طرائق البحث و مواده:

تتلخص طريقة الدراسة في النقاط التالية:

- تقييم كل من الإحداثيات الأفقية الستيريوغرفية السورية والشاقولية لنقاط مقاسة بتطبيق Mobile Topographer قبل و بعد معايرته و كذلك تقييم مساحة مضلع و محيطه.
- مقارنة البيانات الناتجة من هذا التطبيق مع البيانات الناتجة من الطرق التقليدية (محطة رصد متكاملة ونيفو) وذلك بالاعتماد على التوضيح بالأشكال البيانية و الجداول لكل المعلومات.

للوصول إلى الهدف المطلوب من البحث يجب دراسة ما يلي:

1. في القسم النظري تم التركيز على شرح مبسط لنظام GNSS و تطبيق Mobile Topographer.
2. في القسم العملي: سيتم شرح لجميع البيانات اللازمة من إحداثات أفقية و شاقولية و مساحة مضلع ومحيطه بكل من الطرق التقليدية و تطبيق Mobile Topographer، ثم مقارنة النتائج وتحليلها ومناقشتها من خلال الجداول و المخططات البيانية ، وأخيرا استخلاص بعض النتائج و إدراج بعض التوصيات لمستخدمي هذا التطبيق.

النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية GNSS (Global Navigation Satellite Systems):

تم استخدام نظام تحديد المواقع GPS (Global Positioning System) الأمريكي للأغراض العسكرية بهدف الإستطلاع و المراقبة وأصبح متاحاً للإستخدامات المدنية، وقد كان له أثر كبير في التقدم الحاصل في العلوم المساحية

كافة وبشكل خاص الجيوديزيا، ولا يعد GPS هو النظام الملاحي الوحيد المتوفر حالياً لتحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية، فتوجد عدة نظم شبيهة سواء نظم عالمية تغطي خدماتها كل الأرض (النظام الروسي Glonass، النظام الأوروبي Galileo،النظام الصيني Beidou) أو نظم إقليمية تغطي خدماتها مناطق مثل النظام الياباني QZSS. وأخيراً ظهر مصطلح النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية GNSS "Global Navigation Satellite Systems" بحيث يمكن استخدام أربع نظم ملاحية عالمية في إطار متكامل (GPS، Glonass، Galileo، Beidou)، وهو النظام الذي يعتمد على الأقمار الصناعية في تحديد مواقع النقاط في نظام إحداثيات عالمي موحد ومعروف [1]. يعطي نظام تحديد المواقع العالمي GNSS الاحداثيات ثلاثية الأبعاد للمواقع (زاوية العرض ،زاوية الطول ، الارتفاع) منسوبة إلى الاهليلج(WGS-84) . و يتألف GNSS من الأقسام التالية:

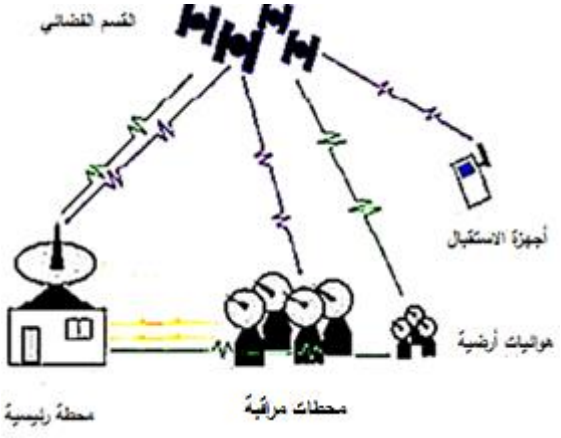
1- القسم الفضائي(Space Segment):

عبارة عن مجموعة من الأقمار الصناعية موزعين على ست مدارات حول الأرض في نظام تحديد المواقع العالمي GPS و على أربع مدارات في نظام Glonass بارتفاع محدد عن سطح الأرض وزاوية ميل عن خط الاستواء تختلف تبعاً للنظام المستخدم بحيث يمكن رصد أربع أقمار على الأقل من أية نقطة من سطح الأرض كما في الشكل (1)، يرسل كل قمر مجموعة من المعلومات والترددات والتوقيت الدقيق من خلال ساعته الذرية [1,2].

الشكل (1) القسم الفضائي لنظام GPS

2- قطاع التحكم و السيطرة (Control segment):

عبارة عن عدة محطات أرضية معلومة الموقع بدقة من مركز الأرض(Master & Monitor Stations) كما مبين (الشكل 2)، وعملها الرئيسي هو متابعة الأقمار الصناعية والتحكم بها عن طريق إرسال المعلومات واستقبالها من أقمار (GNSS)، و كذلك التنبؤ بمواقع الأقمار الصناعية في مداراتها حول الكرة الأرضية و تعديل مواقعها على حسب الحاجة و ضبط تزامن الساعات الذرية الموجودة داخل الأقمار الصناعية و متابعتها باستمرار، علماً أنه لكل نظام تحديد مواقع عالمي محطات تحكم و مراقبة خاصة به [1,2].



الشكل (2): قسم التحكم و السيطرة

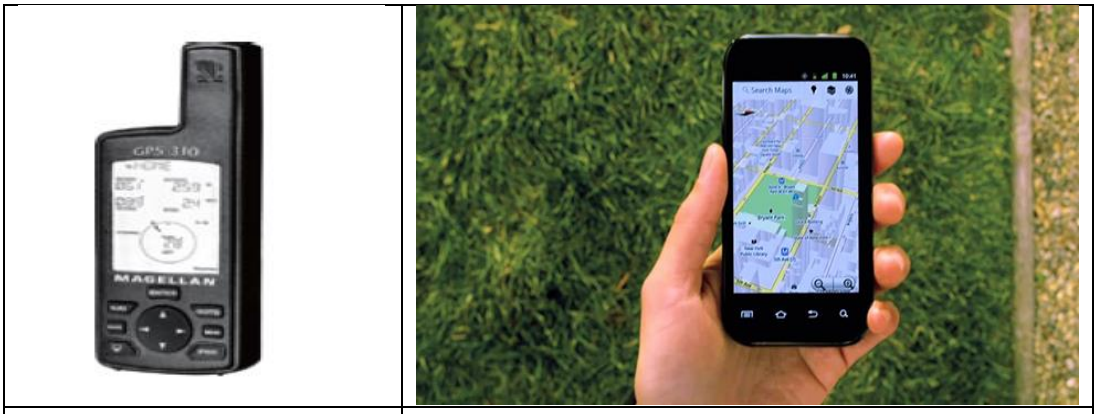
3- أجهزة الاستقبال (Receiver segment):

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

- الأجهزة الملاحية: تتميز الأجهزة الملاحية بسهولة استخدامها دون الحاجة لخبرة كبيرة، كما أنها غالباً رخيصة الثمن، مما يقلل من دقة الإحداثيات نتيجة رخص مكوناتها الداخلية و من أنواعها[3,4]:

i.أجهزة لنظام الملاحة اليدوي:

وهي المتوفرة في الجوالات (الهواتف الذكية Smartphone)، والأجهزة المحمولة (Handheld) كما في(الشكل 3).



هاتف	جهاز استقبال ملاحي يدوي

الشكل(3): أجهزة لنظام الملاحة اليدوي

ii – أجهزة لنظام الملاحة للمركبات:

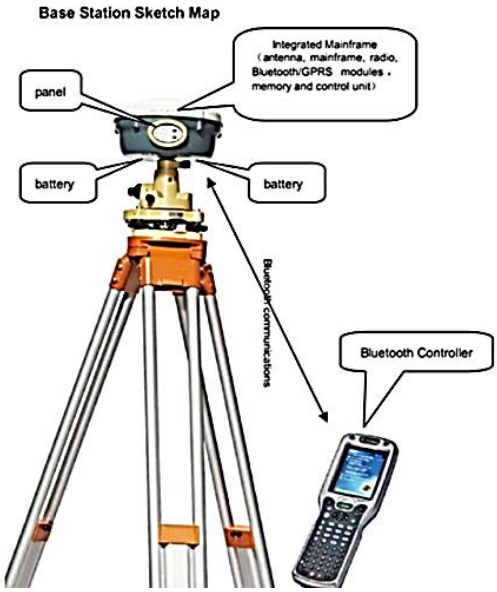
وهي تركب في المركبات وتقوم بإرشادها حول الطرق التي يجب إتباعها للوصول إلى الهدف وتقوم بعرض أقرب الطرق وما إلى ذالك، ومن هذا النوع الذي يستخدم في الملاحة البحرية أو في السيارات والناقلات (الشكل 4).

الشكل (4): أجهزة لنظام الملاحة للمركبات

iii – أجهزة نظام التعقب:

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

- الأجهزة الجيوديسية: و يطلق عليها اسم الأجهزة الهندسية و التي تتميز بدقة عالية في استقبال إشارات الأقمار الصناعية، و بالتالي دقة عالية في حساب الإحداثيات، و لكنها غالية الثمن. يستخدم هذا النوع من الأجهزة في أعمال المساحة (الشكل 5)، ومعظم الأجهزة المستخدمة في المساحة تستخدم تقنيات رصد و حساب خاصة لتعطي خطأ في حدود عدة ميلمترات و ذلك تبعاً لطول خط القاعدة المرصود في القياسات النسبية .



الشكل (5): أجهزة استقبال للأعمال المساحية

تحديد المواقع بالهواتف الذكية

و نجد في أجهزة الهاتف المحمول(موضوع بحثنا) أنه مع تطور شبكات الهواتف الخلوية–المحمولة وظهور شبكات الجيل الثالث–G3 ، بدأت تقنية GNSS فى احتلال مكانة متقدمة فى تقنية الهواتف الخلوية وبدأت الشركات المنتجة للهواتف المحمولة فى الاهتمام بإنتاج هواتف قادرة على الاستفادة من هذه التقنية.

من المعروف أن الهواتف الخلوية– المحمولة ترسل وتستقبل معلوماتها عبر موجات الراديو(Radio Waves)، وتتكون شبكة الهاتف المحمول من مجموعات من الأبراج الهوائية والمحطات الأرضية ويطلق على كل مجموعة مستقلة خلية (Cell) وبذلك تكون الشبكة مكونة من مجموعة من الخلايا(Cells)، و يحتوى أى هاتف خلوى على جهاز إرسال (low–power transmitters) مسؤول عن تبادل المعلومات مع أقرب برج أو محطة من مكان االهاتف المحمول بحيث تقوم المحطات الأرضية بملاحظة قوة الاشارة المرسلة من الجهاز الخلوي، و عند التحرك إلى مسافات بعيدة أو السفر مثلا فإن إشارة هذا الهاتف تنتقل من محطة محمول الى أخرى حيث تزداد قوة الإشارة عند الإقتراب من المحطة أو البرج وتضعف كلما تم الإبتعاد عنها، وبالتالي فإن أجهزة الكمبيوتر الموجودة فى المحطات الارضية تستطيع بواسطة البرامج المثبتة عليها معرفة البرج الهوائى الذى يتبادل المعلومات مع الجهاز وعن طريق قوة الإشارة المتبادلة بين الجهاز وبين البرج يمكن لأجهزة الكمبيوتر تقدير المسافة بين الهاتف وبين البرج الهوائي وذلك بالإضافة إلى بعض المعلومات الأخرى مثل زاوية الاقتراب من المحطة الهوائية أو البرج، والمدة التى تستغرقها الإشارة فى الوصول لمحطات مختلفة، وقوة الاشارة عند الوصول الى المحطة ، وبتجميع هذه المعلومات يمكن لشبكة الهاتف المحمول تحديد موقع الجهاز بصورة تقريبية [5].

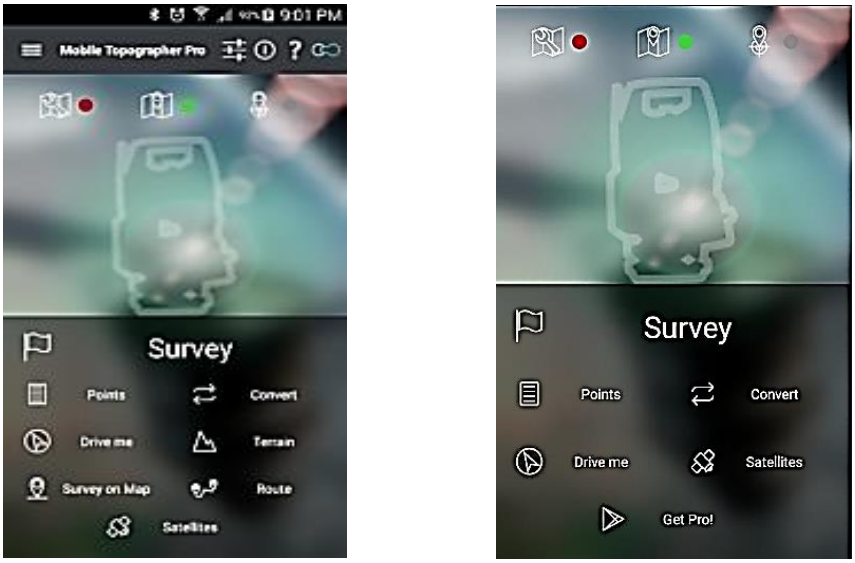
ولكن يعيب هذه الإمكانية بعض الصعوبات المتمثلة فى وجود عوائق طبيعية مثل الأشجار والجبال والمبانى المرتفعة والتى تتسبب فى طول الفترة الزمنية التى تستغرقها الإشارة للوصول الى أقرب برج أو محطة من محطات الشبكة مما يؤدى الى عدم تحديد موقع المشترك بدقة ، من هنا بدأت شركات المحمول الشهيرة تأخذ فى اعتبارها عند تصنيع أجهزتها الجديدة إدخال النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية GNSS فى أجهزتها ، بحيث يحتوى الجهاز على وحدة استقبال (Receiver) لتحديد المواقع، فى هذه التقنية تعتمد أجهزة الإستقبال الموجودة في الهواتف الخلوية على الحصول على معلوماتها من الأقمار الصناعية بدلا من محطات المحمول،و يتم حساب الفترة الزمنية التى تستغرقها الإشارة المرسلة من الأقمار الصناعية الى جهاز الإستقبال 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 فى الأجهزة القديمة وللتغلب على هذه المشكلة تقوم شبكة المحمول المقدمة للخدمة بإمداد جهاز الإستقبال ببعض المعلومات الأساسية مثل أقرب قمر صناعى من الجهاز يمكن من خلاله الحصول على معلومات تحديد الموقع مما يوفر كثيرا من الوقت والطاقة المستهلكة أيضاً. و لقد تم الاستفادة من تقنية GNSS في الهواتف الذكية بإنشاء تطبيقات مساحية عديدة مثل تطبيق Mobile Topographer .

تطبيق Mobile Topographer:

يعتبر 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، و يعتبر تطبيق Mobile Topographer من 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 [6]:

- الدقة في تحديد النقاط و المواقع بفضل تحسين إشارة ال GNSS وإمكانية 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: txt، csv، kml، gpx، dxf.
- الاستعانة بخريطة جوجل.
- الرصد الآلي(في نسخة Pro).

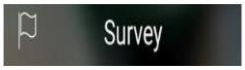
بوجود هذا التطبيق بإمكاننا السفر و قطع المسافات و التجول في أي بلد، وذلك عن طريق إدخال الإحداثيات يدوياً وتحويلها إلى أسماء مناطق محددة ، مع بيان المكان بشكل دقيق، كما يوفر هذا البرنامج بوصلة، تساعد على تحديد اتجاه المنطقة التي نريد الو صول إليها، و يوضح الشكل (6) واجهة التطبيق:



نسخة (StgrDev) نسخة (Pro)

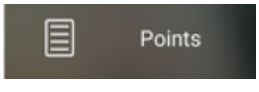
الشكل (6): واجهة تطبيق Mobile Topographer

و التعليمات المبينة في واجهة التطبيق هي:



survey :

هو التابع الأساسي لهذا التطبيق، و بمجرد الضغط على هذا الزر (survey) ستبدأ بجمع البيانات الطبوغرافية لنقاط عديدة بدقة متزايدة و من ثم يخزنهم في قائمة و يصدرهم إلى ملف، و أيضا يقوم بحساب المساحة المعرفة من هذه النقاط و محيطها و بالاضافة لإظهارهم على الخريطة.



points:

هي إدارة قائمة من النقاط. بحيث يمكن أن ترى و تحمل و تحرر و تخزن و تصدر مشروع على الخريطة، و حتى يمكن حساب المساحة من نقاط منفصلة إما أن تكون قمت بعملية مسحها (survey) أو إدخالها يدويا.

convert :

هو الذي يساعد على تحويل الإحداثيات الجيوديزية إلى إحداثيات ديكارتية أو بالعكس. و إضافتها إلى قائمة النقاط.

Drive me:

هي ميزة تساعد في تحديد موقع نقطة محددة و ذلك بإدخال الإحداثيات لنقطة الهدف (target point) واتباع المؤشر.

آلية استخدام Mobile Topographer [7, 8]:

1. إجراء القياس أثناء الصباح الباكر أو المساء المتأخر (للتغلب على أخطاء الايونوسفير و التروبوسفير 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 و ذلك على ثلاثية أرجل بلاستيكية (مثل المستخدمة مع الكاميرات). و لكن لا تستخدم ثلاثية أرجل معدنية لأنها تؤثر على الإشارات.
4. عندما تكون جاهز اضغط (start increasing accuracy) و انتظر (5−10) دقائق مع الفحص الدائم لقيم (hdop) قبل الضغط على (start increasing accuracy) حيث يجب أن تكون (1−1.3 =hdop) و فيما إذا كانت أكبر من ذلك يجب الإنتظار بضعة دقائق حتى تصبح القيم أفضل.
5. الضغط على (stop increasing accuracy) و إضافة النقطة إلى القائمة بالضغط على الأيقونة التي تحتوي (+) كما في الشكل (7).
6. بعد الانتهاء من قياس جميع النقاط يتم تخزين قائمة النقاط و مغادرة الحقل.

الشكل (7): خطوات العمل على التطبيق

تختلف دقة الإحداثيات من جهاز إلى آخر حسب شرائح GNSS الموجودة بالهاتف الذكي، وتبعاً 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 و موجودة بالقرب من منطقة المسح حيث أنه بعد الانتهاء من المعايرة فإن التصحيحات ستطبق على جميع القراءات التالية، و يتم 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 (10) كيلومتر و إنه 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 و الضغط على زر القبول ✓ و بالتالي فإن التصحيحات ستخزن و سيتم استخدامها من الآن في كل القراءات.

النتائج والمناقشة:

تم في القسم العملي المقارنة بين نسختي تطبيق Mobile Topographer (StgrDev و Pro) و ذلك في نوعين من الهواتف الذكية لتحديد الأفضل من حيث الهاتف و نسخة التطبيق التي ستستخدم لتقييم دقة الإحداثيات قبل وبعد المعايرة الأفقية و الشاقولية، و حساب مساحة مضلع و محيطه و تأثير العوائق المحيطة من خلال مقارنة النتائج في كل حالة مع النتائج من الإحداثيات الحقيقية الناتجة بالطريقة التقليدية (محطة الرصد المتكاملة و النيفو) المبينة في الجدول (1) و التي كانت ضمن حرم جامعة تشرين كما مبين في الشكل (8):

الجدول (1): الإحداثيات الحقيقية

رقم النقطة	اسم النقطة	X (m)	Y(m)	المنسوب h(m)	نوع العائق
1	E	-303173.4470	152002.5000	34.7570	لوحة إعلانات
2	B	-303202.9903	151918.1870	33.2890	سيارات و عمود كهرباء و أشجار
3	C	-303307.8010	152040.0170	38.2550	حوض مائي صغير
4	D	-303201.3980	152117.7990	38.1310	سيارات ثابتة و متحركة و عمود كهرباء و لوحات معدنية

الشكل (8): منطقة الدراسة ضمن حرم جامعة تشرين

الحالة الأولى : تم تركيز الجهاز على ثلاثية أرجل فوق كل نقطة و من ثم رصد إحداثيات النقاط مع حساب المتوسطة (بدون معايرة) في كل من نسختي تطبيق Mobile Topographer (StgrDev وPro), و باستخدام جهازي موبايل (HTC desire820G و+galaxy grand prime)، وكانت النتائج كما في الجداول (2)،(3)،(4)،(5):

الجدول (2): الإحداثيات المقاسة بالهاتفين (HTC desire820G و +galaxy grand prime) بنسخة التطبيق (Stgdev)

اسم النقطة	HTC desire820G		galaxy grand prime+	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
E	-303168.8710	152008.3810	-303171.7990	152002.9710
B	-303205.5740	151914.6640	-303201.1050	151917.1060
C	-303311.6400	152041.6290	-303308.3280	152041.1430
D	-303202.5430	152114.9860	-303201.0720	152118.2690

الجدول (3): فروق الإحداثيات بين القيم المقاسة بالهاتفين بنسخة التطبيق (Stgdev) و القيم الحقيقية، و الخطأ المتوسط التربيعي

اسم النقطة	HTC desire820G		galaxy grand prime+	
	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔX(m)	ΔY(m)
E	-4.5760	-5.8810	1.6530	0.1290
B	2.5837	3.5230	1.8850	1.0800
C	3.8390	-1.6120	0.5270	1.3100
D	1.1450	2.8120	0.3260	0.4700
σ (m)	1.5050	1.7980	0.7850	0.5440

يتبين من مقارنة النتائج في الجدولين (2) و (3) بأن قيمة فروق الإحداثيات الناتجة من جهاز galaxy grand prime+ أقل من القيم الناتجة من جهاز HTC desire820G و بالتالي هي الأدق.

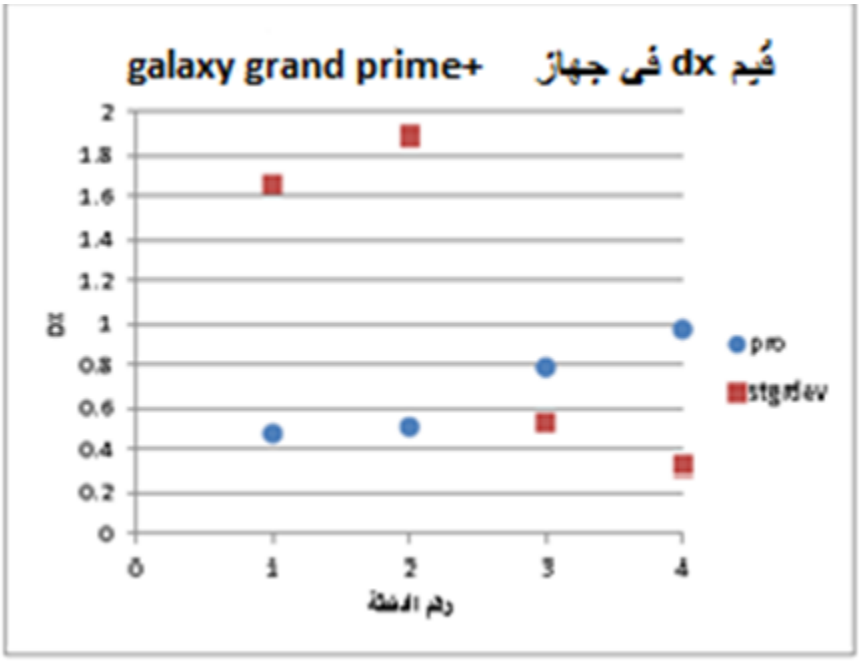
الجدول (4): الإحداثيات المقاسة بالهاتفين (HTC desire820G و galaxy grand prime+) بنسخة التطبيق (pro)

اسم النقطة	HTC desire820G		galaxy grand prime+	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
E	-303176.5010	152002.9050	-303173.9240	152002.7490
B	-303203.3630	151921.9930	-303202.4800	151919.7250
C	-303306.9430	152040.4660	-303307.0140	152039.1330
D	-303201.6780	152119.6860	-303200.4240	152117.4120

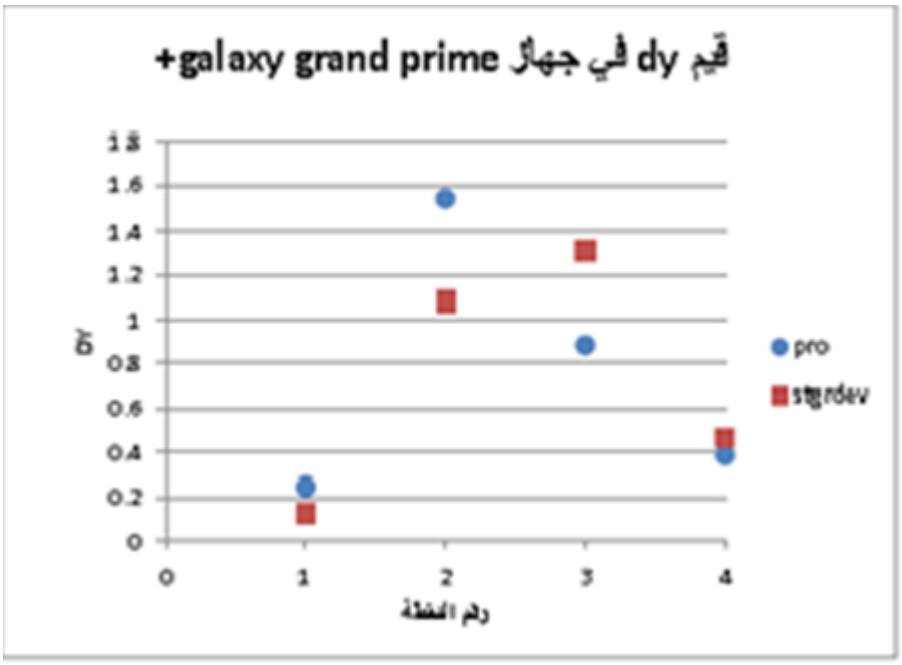
الجدول (5): فروق الإحداثيات بين القيم المقاسة بالهاتفين بنسخة التطبيق (Pro) و القيم الحقيقية، و الخطأ المتوسط التربيعي

اسم النقطة	HTC desire820G		galaxy grand prime+	
	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔX(m)	ΔY(m)
E	3.0540	-0.4050	0.4770	0.2490
B	0.3730	-3.8060	0.5100	1.5380
C	-0.8580	-0.4490	0.7870	-0.8840
D	0.2800	-1.8870	0.9740	0.3870
σ (m)	1.3000	1.6010	0.2360	0.5830

يتبين من مقارنة النتائج في الجدول (5) أن جهاز galaxy grand prime+ هو الأفضل حيث تناقص الخطأ المتوسط التربيعي لفروق الإحداثيات من أكثر من متر إلى ديسمترات، و أيضاً نجد أن فروق إحداثيات النقاط في نسخة التطبيق mobile topographer pro أدق كما مبين بالشكلين(9) و (10). لذلك سنقوم بمتابعة العمل بكل من جهاز galaxy grand prime+ و نسخة التطبيق mobile topographer pro في الحالات التالية.



الشكل (9): فروق الإحداثي x في الهاتف galaxy grand prime+ للتطبيقين (StgrDev و Pro)



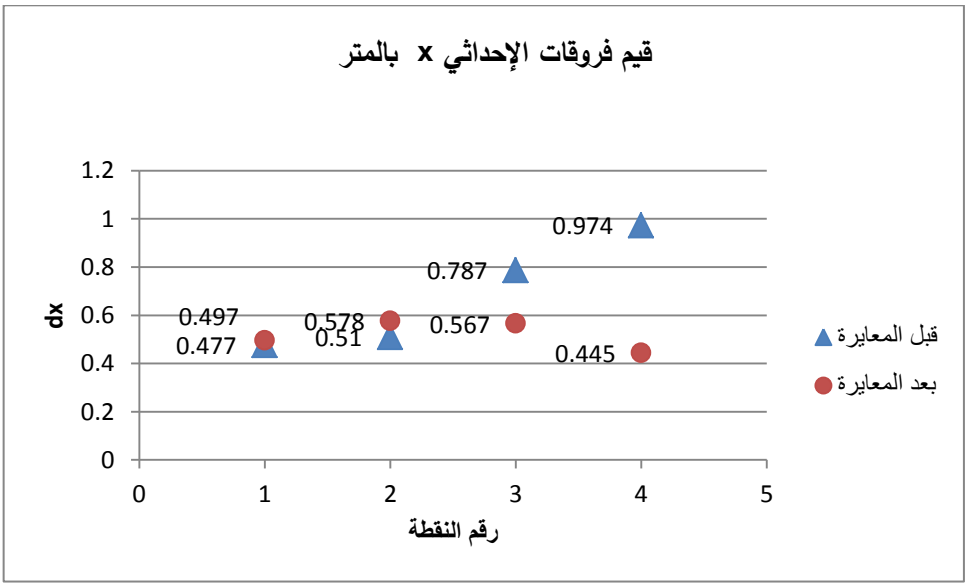
الشكل (10): فروق الإحداثي y في الهاتف galaxy grand prime+ للتطبيقين (StgrDev و Pro)

الحالة الثانية : سيتم الاستفادة من إمكانية تحسين دقة الإحداثيات الأفقية بالاعتماد على معايرة الجهاز على نقطة معلومة الإحداثيات الأفقية و التي تمت على النقطة C المبينة في الشكل (8) ثم إجراء الرصد، و تبين النتائج في الجدول (6) و الشكلين (11) و(12) 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،

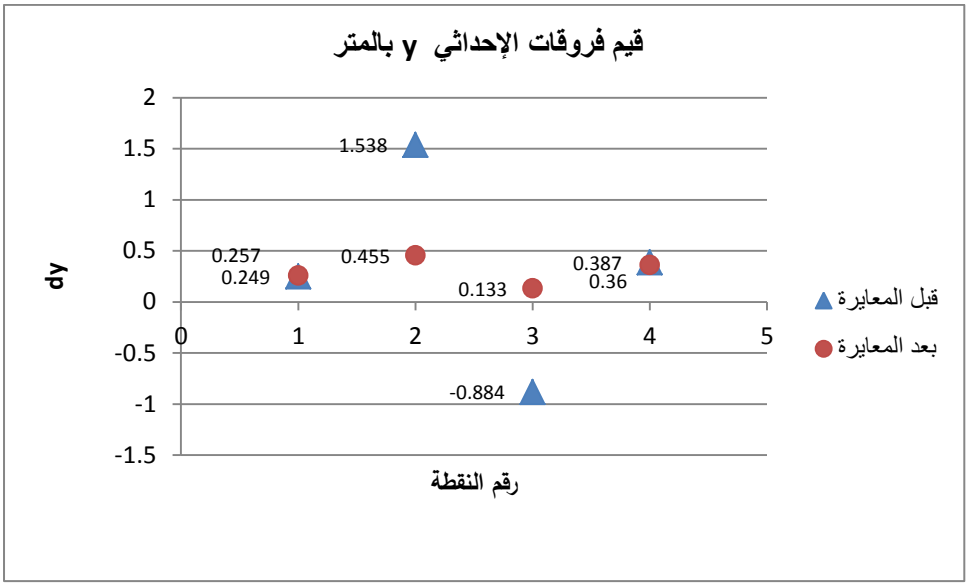
علماً أنه تم رصد النقطة C بعد مرور وقت على المعايرة إذ أن العوامل الجوية و توزع الأقمار قد تغير عما كان عليه وقت المعايرة عليها.

الجدول (6): نتائج الرصد بعد المعايرة و فروق الإحداثيات بين القيم المقاسة و الحقيقية

اسم النقطة	الإحداثيات المقاسة		فروق الإحداثيات	
	X (m)	Y(m)	ΔX(m)	ΔY(m)
E	-303172.9500	152002.2430	0.4970	0.2570
B	-303202.4120	151918.6420	0.5780	0.4550
C	-303307.2430	152039.8840	0.5670	0.1330
D	-303201.8405	152117.4390	0.4450	0.3600
σ (m)			0.0630	0.1380



الشكل (11): قيم فروقات الإحداثي x في حالتي المعايرة و بدونها



الشكل (12): قيم فروقات الإحداثي y في حالتي المعايرة و بدونها

الحالة الثالثة : سيتم تقييم الارتفاع الأورثومتري (المنسوب h) الناتج من التطبيق و محاولة تحسينه من خلال معايرته على نقطة معلومة المنسوب على اعتبار أن التطبيق لا يقوم بهذه المعايرة، و لذلك تمت مقارنة قيم المنسوب الناتجة من التطبيق مع القيم الحقيقية المقاسة بالتسوية [9] و كان الفرق بقيمة عدة أمتار، و لتحسين قيمة هذا الارتفاع الناتج من التطبيق يمكن إجراء معايرة شاقولية على نقطة معلومة الارتفاع الحقيقي (أي طرح الارتفاع الحقيقي لهذه النقطة من الارتفاع الناتج من التطبيق) و تصحيح ارتفاع كافة النقاط الناتجة من التطبيق بقيمة هذا الفرق ضمن شروط مشابهة للمعايرة الأفقية التي يقوم بها التطبيق(أي النقاط لا تبعد أكثر من 10 كيلومتر عن نقطة المعايرة)، و من ثم يمكن دراسة تأثير زيادة عدد نقاط المعايرة على قيمة هذا الفرق كما مبين في الجدولين (7) و(8):

الجدول (7): قيم H الحقيقي، قيم h المقاس بالتطبيق، قيم hm المعدل تبعاً لعدد نقاط المعايرة

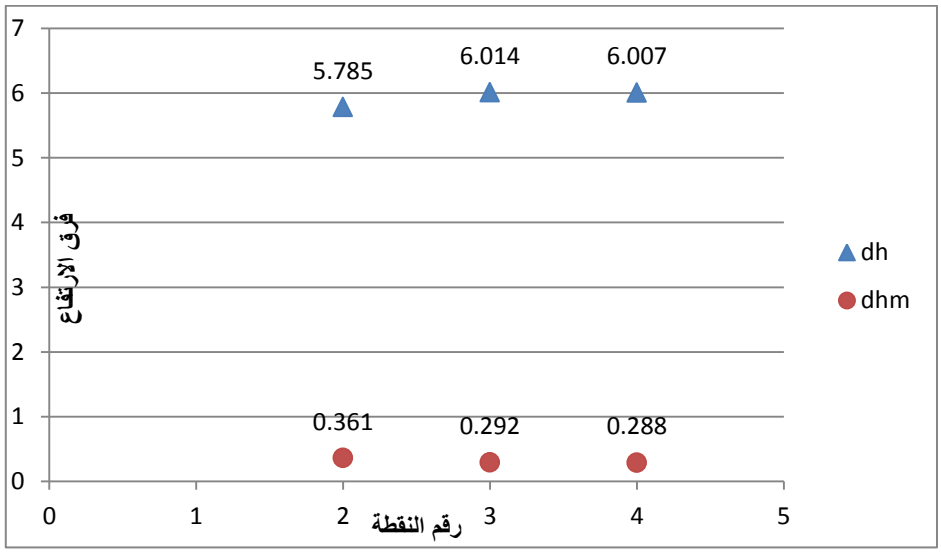
النقطة	H (m)	h(m)	hm1(m)	hm2 (m)	hm3(m)
B	33.2890	27.5700	نقطة معايرة	نقطة معايرة	نقطة معايرة
C	38.2550	32.4700	38.1890	نقطة معايرة	نقطة معايرة
D	38.1310	32.1200	37.8390	37.8720	نقطة معايرة
E	34.7570	28.7500	34.4690	34.5020	34.5890

حيث أن:

hm1،hm2، hm3 : هي المنسوب (الارتفاع الأورثومتري) بعد المعايرة على نقطة أو نقطتين أو ثلاثة على الترتيب.

الجدول (8):قيم فروق الارتفاع بين H الحقيقي و كل من h المقاس بالتطبيق و hm المعدل تبعاً لعدد نقاط المعايرة

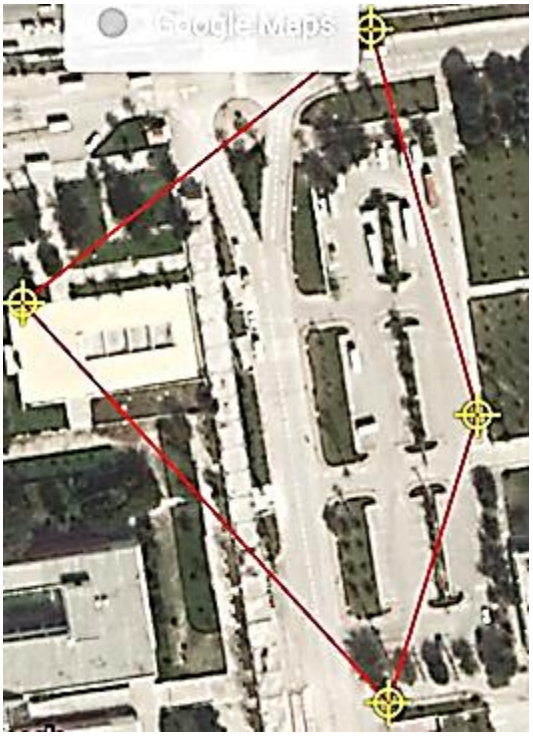
النقطة	dh=H-h	dhm=H-hm1	Dhm1=H-hm2	Dhm2=H-hm3
B	5.7190	نقطة معايرة	نقطة معايرة	نقطة معايرة
C	5.7850	0.3610	نقطة معايرة	نقطة معايرة
D	6.0140	0.2920	0.2590	نقطة معايرة
E	6.0070	0.2880	0.2550	0.1680
المتوسط (متر)	5.8810	0.3140		



الشكل (13): فرق الارتفاع بين القيمة الحقيقية و القيمة المقاسة قبل المعايرة (dh) و بعد المعايرة (dhm)

نلاحظ من الجدول (8) و الشكل (13) أن قيمة الفرق بين الارتفاع الحقيقي و الإرتفاع بعد المعايرة أصبح بقيمة ديسمترات بدلاً من الأمتار، بالإضافة إلى تقليل هذا الفرق مع زيادة عدد نقاط المعايرة.

الحالة الرابعة: يتم تقييم مساحة ومحيط المضلع المبين في الشكل(14)، حيث يبين الجدول (9) كل من النتائج المعطاة في التطبيق و القيم المحسوبة من الإحداثيات الحقيقية [10]:



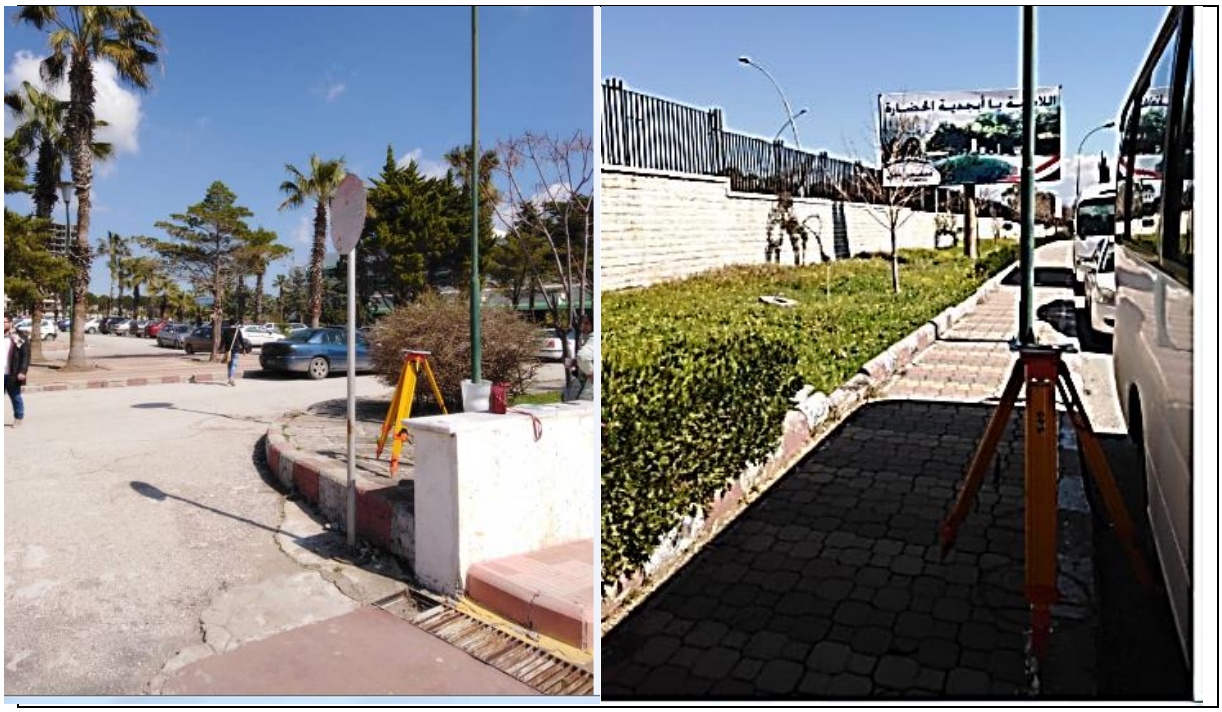
الشكل (14): المضلع المحدد بنقاط الدراسة في حرم جامعة تشرين

الجدول (9): قيم مساحة المضلع و محيطه الناتجة من التطبيق و الإحداثيات الحقيقية

المصدر	المساحة(m2)	المحيط(m)
من التطبيق	13580.1800	501.3530
من الإحداثيات الحقيقية	13439.2000	500.4900
الفرق = التطبيق – الحقيقي	140.9800	0.8630
الفرق كنسبة مئوية	1.05 %	0.17%

يبين الجدول بأن الفرق في مساحة و محيط المضلع قيم صغيرة يمكن اعتبارها مهملة، وبالتالي يمكن استخدام هذا التطبيق في الأعمال العقارية.

الحالة الخامسة: تم اختيار بعض نقاط الدراسة قرب العوائق لتوضيح تأثير ذلك على دقة القياسات بهذا التطبيق، و ذلك على اعتبار أنه يعتمد على أرصاد الأقمار الصناعية. و يبين الجدول (6) أن النقطتين(B) و (D) هما الأقل دقة بين النقاط و ذلك نتيجة لكثرة العوائق عند هاتين النقطتين كما مبين بالشكل (15).



الشكل (15): العوائق المحيطة بالنقطتين D و B

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

تمّ في هذا البحث تقييم دقة الإحداثيات الأفقية و الشاقولية الناتجة من استخدام تطبيق Mobile Topographer وإمكانية تحسينها بالمعايرة و بمراعاة شروط الإختيار الجيد للنقاط بحيث تكون بعيدة عن العوائق لتجنب تعدد المسارات، بالإضافة لإختيار الجهاز و نسخة التطبيق الأحدث. و قد أوضحت النتائج من هذا البحث ما يلي:

- تؤدي المعايرة الأفقية الموجودة في التطبيق إلى تحسين دقة الإحداثيات الأفقية، إذ أن قيمة الخطأ المتوسط التربيعي للإحداثي (x) بدون معايرة (0.236 m) و مع معايرة (0.063 m)، و أما عند الإحداثي (y) فقيمة الخطأالمتوسط التربيعي بدون معايرة (0.583 m) و مع معايرة (0,130 m) .
- تؤدي المعايرة الشاقولية التي تمّ اقتراحها إلى تحسين دقة الإحداثي الشاقولي حيث أن الفرق المتوسط بين القيم الحقيقية و القيم المرصودة قبل التعديل الشاقولي (5.881 m) و أما بعد التعديل (0.314 m).
- يمكن استخدام التطبيق في الأعمال العقارية حيث أن الفرق في المساحة ما بين الحقيقية و المقاسة بالتطبيق (1.05 %) و في المحيط (0.17 %).
- يؤثر اختيار النقاط المرصودة بجانب عوائق (أشجار،أبنية، لوحات معدنية و غيرها)على دقة الإحداثيات، وذلك بسبب تعدد المسارات التي تقلل من دقة الإحداثيات.

و اعتماداً على ما سبق، فإنه يمكن استخدام تطبيق Mobile Topographer Pro لحساب الإحداثيات الأفقية و الشاقولية وذلك بعد معايرة التطبيق على نقطة معلومة الإحداثيات للاستفادة منها في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، و في الأعمال العقارية عند حساب مساحة أو محيط مضلع.

التوصيات:

1- ضرورة اختيار الجهاز و التطبيق الأحدث ، إذ تؤكد قيم الخطأ المتوسط التربيعي في الجدول(3) و الجدول (5) على مدى تأثير نوع و حداثة جهاز الاستقبال في دقة الإحداثيات، حيث أن جهاز Galaxy Grand Prime+ أدق من جهاز HTC desire820G ، و أيضا إن استخدام النسخة الأحدث من التطبيق (Pro) هي الأفضل.

2- يوصى بكتابة برنامج للمعايرة الأفقية و الشاقولية آخذاً بعين الاعتبار تأثير عدد نقاط المعايرة و توزعها في منطقة الدراسة ، بحيث يتم القياس بالتطبيق بدون معايرة ، ومن ثمّ يتم إدخال نتائج القياس إلى البرنامج للحصول على الإحداثيات المطلوبة.

3- يوصى بتقييم دقة الإحداثيات باستخدام الرصد الآلي في تطبيق Mobile Topographer للنسخة (Pro) وزيادة عدد نقاط الاختبار.

References:

1- DAWOD, G. M. *Introduction to GPS*. 1st, Mecca, Saudi Arabia, 2010, 242.

2- DEEB, F. A. *Geodesy 3*. 1st, Directorate of Books and Publications at Tishreen University, Syria, 2004, 389.

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

4- PARTHASARATHY, J. *Positioning And Navigation System Using Gps.* Remote Sensing and Spatial Information Science. Tokyo Japan, vol.xxxvi, N^0. 6, 2006, 208-212.

5- 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 .

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

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

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

9- BAUER, C. *On The (In) Accuracy Of Gps Measures Of Smartphones: A Study Of Running Tracking Applications*. 2013, 2 Dec. 2019.
<https://doi.org/10.1145/2536853.2536893>

10- MIKA, M. ; LEN, P. *The Research Of Dependency Between The Size Of The Cadastral Plots And The Measuremt Error Of Their Areas Using A Handheld Gps Receiver*. Geomatics And Environmental Engineering United Kingdom, Vol. 10, N^0. 4, 2016, 71-80.