

Evaluation The Post-Processing Kinematic Method In The Global Navigation Satellite Systems (GNSS) In Terms Of Accuracy And The Efficiency Of The Used Processing Program

Dr. Nada Mahfoud*

Dr. Fayez Deeb**

Ghaith Habeeb***

(Received 13 / 8 / 2022. Accepted 14 / 9 / 2022)

□ ABSTRACT □

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) is of importance in the work of topographic and cadastral surveys, geographic information systems and geological mapping, so the accuracy of GNSS must evaluate. Therefore, the main objective of this research is to evaluate the accuracy of one of the kinematic methods in GNSS, which is called the Post-Processing Kinematic (PPK) method, according to the difference in each of the field observation parameters (obstructions, time, cut-off angle and initialization point), number of observation periods as well as thae effect of the processing program used, that is by comparing the coordinates (X,Y,Z) resulting from each case with the coordinates resulting from observation by the traditional method, where the results were tabulated and represented in graphs. The results proved the possibility of using the PPK method in the works of medium-accuracy surveying works and cadastral surveying.

Keywords: Post-Processing Kinematic, Global Navigation Satellite Systems, initialization point, cut-off angle.

* Associate Professor, Department of Topographical Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Postgraduate student, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. ghaissyria@gmail.com

تقييم الطريقة الحركية مع المعالجة اللاحقة في النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) من حيث الدقة وكفاءة برنامج المعالجة المستخدم

د. ندى محفوظ *

د. فايز ديب **

غيث حبيب ***

(تاريخ الإيداع 13 / 8 / 2022. قُبِلَ للنشر في 14 / 9 / 2022)

□ ملخص □

تعتبر نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية (GNSS) ذات أهمية في أعمال المسح الطبوغرافي، المسح العقاري، نظم المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الجيولوجية لذلك لا بد من تقييم دقتها. وبالتالي فإن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تقييم دقة إحدى طرق الرصد الحركي في نظم GNSS والتي تدعى طريقة الرصد الحركي مع المعالجة اللاحقة (Post-Processing Kinematic (PPK)) وذلك تبعاً لاختلاف كل من بارامترات الرصد الحقلي (العوائق، زمن الرصد، زاوية الانقطاع ونقطة التهيئة)، أسلوب الرصد (فترة واحدة أو فترتي رصد) وأيضاً تأثير برنامج المعالجة المستخدم بمقارنة الاحداثيات ثلاثية الأبعاد (X,Y,Z) الناتجة من كل حالة رصد مع الإحداثيات الناتجة من الرصد بالطريقة التقليدية (جهاز المحطة المتكاملة، جهاز النيفو)، حيث تم وضع النتائج لكل حالة مختبرة في جدول وتمثيلها بمخططات بيانية. أكدت النتائج على إمكانية استخدام طريقة PPK في أعمال الرفع المساحي والمسح العقاري متوسط الدقة.

الكلمات المفتاحية: الطريقة الحركية مع المعالجة اللاحقة، النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية، نقطة التهيئة، زاوية الانقطاع.

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

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

***طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

مقدمة:

نتيجة لتطور أنظمة تحديد المواقع بالأقمار الصناعية، أصبح من الممكن الحصول على الإحداثيات ثلاثية الأبعاد (X,Y,Z) باستخدام النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (Global Navigation Satellite Systems) (GNSS) بطرق رصد متنوعة، حيث تعتبر طريقة الرصد الحركي مع المعالجة اللاحقة (Post-Processing) (Kinematic (PPK) أحد هذه الطرق، ولذلك سوف يهتم هذا البحث في تقييم هذه الطريقة من حيث دراسة تأثير مدة الرصد، زاوية الانقطاع، نقطة التهيئة المحتملة لحل الغموض وعدد فترات الرصد على الدقة وأيضاً مدى تأثير كفاءة برنامج معالجة الأرصاد المستخدم على دقة الإحداثيات الناتجة حيث تمت المقارنة بين البرنامج المرفق مع أجهزة الاستقبال المستخدمة (HDS2003) وبرنامج (HGO) [1] [2].

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في إمكانية استخدام الطريقة الحركية مع المعالجة اللاحقة (PPK) في النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) في الأعمال المساحية وذلك للاستفادة من تقنيات الرصد الحديثة في المجال المساحي. لذلك يشهد هذا البحث إلى تقييم الطريقة الحركية مع المعالجة اللاحقة (PPK) في النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) من حيث الدقة وبرنامج المعالجة المستخدم، حيث أن التقييم سيكون من خلال مقارنة نتائج هذه التقنية مع النتائج التي سيتم الحصول عليها بالطريقة الجيوديزية التقليدية (جهاز المحطة المتكاملة وجهاز النيفو).

طرائق البحث ومواده:

تم التركيز في القسم النظري على أساسيات نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية (GNSS) وأنواع طرق الرصد باستخدام النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS)، أما القسم العلمي فاهتم بعرض الإحداثيات الناتجة عن الرصد بالطريقة التقليدية ونتائج فروق الإحداثيات للنقاط الـ 20 المختبرة بين الطريقة الحركية مع المعالجة اللاحقة (PPK) والطريقة التقليدية في يوم عادي حيث العوائق ثابتة (أبنية وأشجار) وعوائق متحركة (سيارات)، وأيضاً في يوم مثالي حيث العوائق ثابتة فقط، مع تغيير في مدة الرصد وزاوية الانقطاع ونقطة التهيئة في كل من الحالتين، كما تمت دراسة تأثير برنامج المعالجة المستخدم على الدقة ثم مقارنة النتائج واستخلاص بعض النتائج والتوصيات.

أساسيات نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية (GNSS):

تعرف أنظمة الملاحة العالمية (Global Navigation Satellite Systems) والتي تختصر بالمصطلح (GNSS) بأنها الأنظمة التي تعتمد على الأقمار الصناعية في تحديد الموقع الفراغي على مستوى العالم وذلك في كافة الظروف المناخية، وعلى مدار الساعة. وتتألف نظم (GNSS) من نظام تحديد المواقع العالمي الأمريكي (GPS)، نظام الملاحة العالمي الروسي (GLONASS)، نظام الملاحة الأوروبي (GALILEO)، ونظام الملاحة العالمي الصيني (BEIDOU) [2] [3]. وهي موضحة ضمن الشكل (1).



الشكل (1) بنية نظم الملاحة العالمية (GNSS)

طرق الرصد في نظم (GNSS):

تقسم طرق الرصد في نظم (GNSS) إلى [2] [3]:

(1) الرصد الثابت (Static):

في هذه الطريقة يتم وضع جهاز استقبال GNSS فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة لا تقل عن 30 دقيقة، وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين جهاز الاستقبال المرجعي (Reference) وجهاز الاستقبال المتحرك (Rover).

(2) الرصد الثابت السريع (Rapid Static):

تختلف هذه الطريقة عن طريقة الرصد الثابت في الفترة الزمنية اللازمة للرصد، وفيها يتم وضع جهاز استقبال GNSS فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (من 5-10 دقيقة)، وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين جهاز الاستقبال المرجعي والمتحرك.

(3) الرصد المتحرك (Kinematic):

في هذه الطريقة يتم وضع جهاز استقبال GNSS المرجعي (Reference) فوق النقطة المعلوم إحداثياتها ويتم التحرك على النقاط المراد رصدها بجهاز الاستقبال الثاني (Rover) بعد وضع هوائي الاستقبال على حامل أو عصا. ويوجد نوعان من هذه الطريقة هما التوقف والذهاب (Stop & Go) والرصد المستمر (Continuous).

(4) الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic):

وهذه الطريقة تشبه الطريقة السابقة إلا أنَّ جهازي الاستقبال في هذه الطريقة يتم تزويدهما بوحدي إرسال لاسلكي فيقوم جهاز الاستقبال المرجعي (Reference) باستقبال إشارات الأقمار الصناعية ومعالجتها لاستخلاص قيمة الخطأ في إحداثيات النقطة وإرسال هذه البيانات إلى جهاز الاستقبال المتحرك (Rover). ومن خلال البرنامج الحاسوبي بجهاز الاستقبال المتحرك (Rover) يتم حساب إحداثيات النقط المرصودة تبعاً للنقطة المرجعية (Reference)، مما يمكن المساح من إيجاد إحداثيات النقطة المرفوعة فور الانتهاء من عملية الرصد.

النتائج والمناقشة:

من أجل تقييم الطريقة الحركية مع المعالجة اللاحقة (PPK) في النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) من حيث الدقة بالمقارنة مع الطريقة التقليدية تم إجراء القياسات الحقلية ضمن جامعة تشرين، في المنطقة الواقعة بين كلية الهندسة المدنية، كلية الطب البشري ومدخل الجامعة الرئيسي للطلاب، يبين الشكل (2) موقع منطقة العمل مع نقاط الأساس الجيوديزي (A,B,C,D,E') والنقاط ال(20) المختبرة.



الشكل (2): منطقة العمل

تم دراسة تأثير يوم الرصد، زاوية الانقطاع، نقطة التهيئة (نقطة التهيئة B ذات سماء مفتوحة (الشكل (3)) أما نقطة التهيئة E' فهي محاطة بالعوائق (الشكل (4))، مدة الرصد وعدد فترات الرصد، كما موضح في الحالات المبينة في الجدول (1) في حين تم عرض احداثيات النقاط المختبرة (X,Y,Z) التي تم الحصول عليها باستخدام الطريقة التقليدية في الجدول (2).

الجدول (1): بارامترات حالات الرصد الحقلية المنفذة

الحالة	يوم الرصد	نقطة التهيئة	زاوية الانقطاع	عدد الأقمار الصناعية المرصودة	قيمة مؤشر PDOP	مدة الرصد	عدد فترات الرصد
1	عادي	B	15°	15	1.7	30"	فترة واحدة
2	مثالي	B	15°	14	1.6	30"	فترة واحدة
3	عادي	B	10°	15	1.5	30"	فترة واحدة
4	عادي	B	20°	9	2.2	30"	فترة واحدة
5	عادي	B	15°	13	1.6	60"	فترة واحدة

6	عادي	E'	15°	14	1.7	30"	فترة واحدة
7	مثالي	E'	15°	15	1.4	30"	فترة واحدة
8	عادي	B	15°	-	-	30"	متوسط فترتي رصد
10,9	دراسة تأثير برنامج المعالجة المستخدم على دقة الإحداثيات الناتجة عند معالجة المسار الأفضل (الحالة 2) باستخدام قيم متماثلة لمعاملات التحويل وبارامترات ثابتة لطريقة المعالجة في كلا البرنامجين المستخدمين للمعالجة (HGO, HDS2003)						



الشكل (4): النقطة E' محاطة بالعوائق وقريبة من حركة المارة والسيارات



الشكل (3): النقطة B مكشوفة وبعيدة عن حركة المارة والسيارات

الجدول (2): إحداثيات النقاط المختبرة بالطريقة التقليدية

النقطة	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	-303240.411	152090.980	38.011
2	-303203.243	152106.709	38.121
3	-303198.300	152093.458	36.958
4	-303206.937	152071.282	36.261
5	-303180.160	152061.380	36.203
6	-303192.157	152049.178	35.853
7	-303166.915	152044.791	35.971
8	-303190.069	152035.346	36.005

9	-303192.645	152021.138	35.403
10	-303188.866	151996.626	34.749
11	-303173.292	151998.242	34.644
12	-303159.132	151999.338	34.695
13	-303184.101	151984.626	34.485
14	-303201.371	151935.907	33.489
15	-303216.674	151950.983	33.589
16	-303218.391	151965.659	34.026
17	-303235.306	151967.205	34.226
18	-303219.115	151993.202	34.906
19	-303245.646	152049.273	36.693
20	-303336.137	152057.723	37.913

استخدم لإنجاز العمل الحقلية جهازي استقبال من نوع Hi-Target، جهاز استقبال مرجعي فوق النقطة (C) والجهاز الأخر متحرك للحصول على أرساد (GNSS) للنقاط المختبرة. وتمت معالجة البيانات باستخدام برنامج (HGO) (للحالات من 1 حتى 8) اعتماداً على معاملات التحويل ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) بين الاهليلج WGS84 واهليلج كلارك 1880. أما الحالات 9 و 10 فتم استخدام كل من برنامج (HGO) من أجل الحالة (9) وبرنامج (HDS2003) من أجل الحالة (10) بمعاملات التحويل السبعة ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, R_x, R_y, R_z, K$) الناتجة من استخدام طريقة التحويل Bursa في برنامج Coordinate System المرفق مع أجهزة الاستقبال بالاعتماد على الإحداثيات الجيوديزية الناتجة من معالجة أرساد GNSS بالطريقة الساكنة الموضحة في الجدول (3) والإحداثيات الستيريوغرافية المعلومة لنقاط الأساس الجيوديزي والمبينة في الجدول (4) ويظهر الشكل (5) معاملات التحويل السبعة المحسوبة. علماً أن عملية معالجة البيانات للطريقة الحركية (PPK) في حالة (Stop and Go) بواسطة برنامج (HDS2003) تتطلب برنامجاً آخر (Hi-Net Server) لنتمكن من الحصول على الإحداثيات ثلاثية الأبعاد للنقاط المختبرة، في حين أن برنامج (HGO) يملك القدرة على معالجة البيانات ذاتها بشكل مباشر دون استخدام أي برامج أخرى.

الجدول (3): الإحداثيات الجيوديزية لنقاط الأساس الجيوديزي

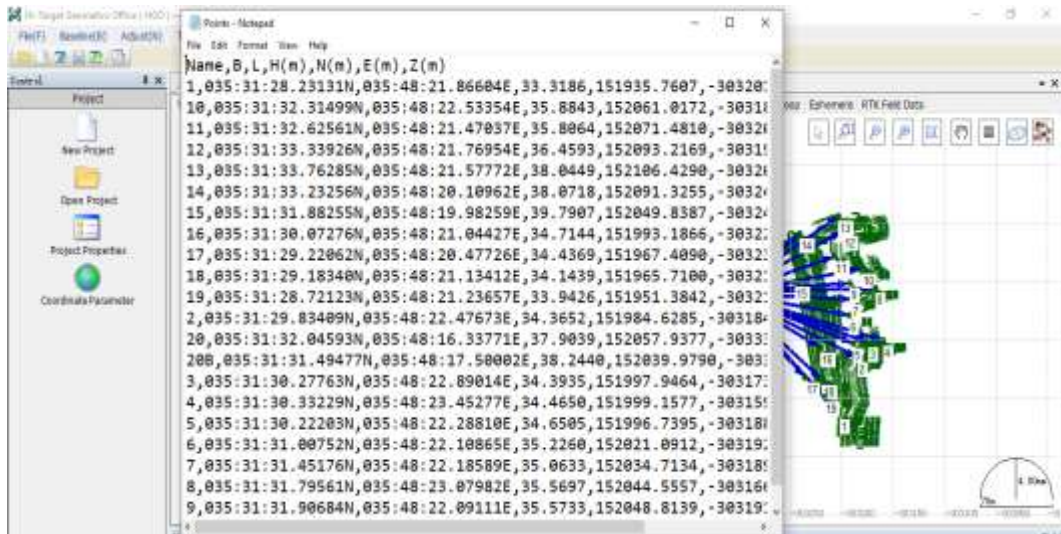
Point	φ	λ	H (m)
B	35°31'27.37244"N	35°48'26.74312"E	55.718
C	35°31'31.21061"N	35°48'22.42514"E	60.648
D	35°31'33.84770"N	35°48'26.54430"E	60.559
E'	35°31'31.41621"N	35°48'27.55292"E	58.307

الجدول (4): الإحداثيات الستيريوغرافية لنقاط الأساس الجيوديزي

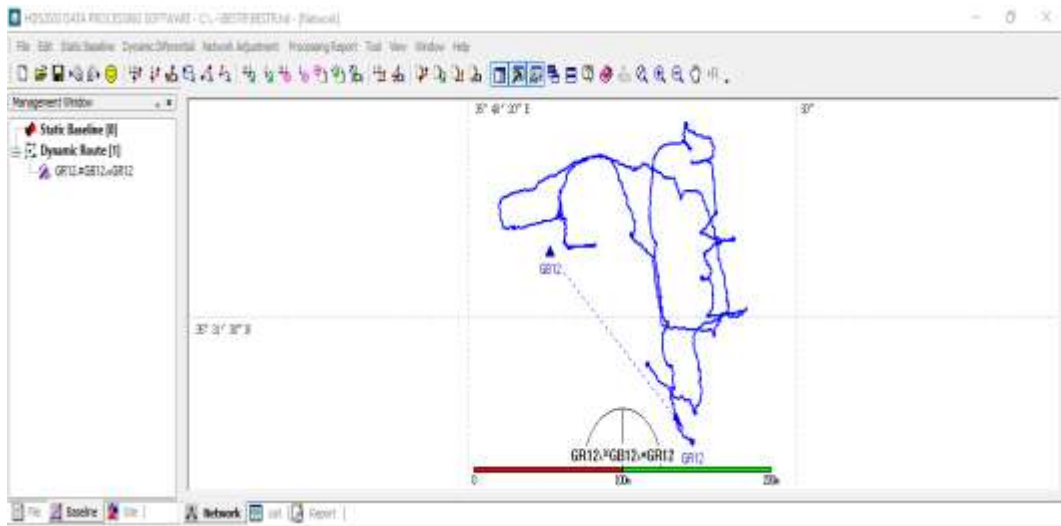
Point	X (m)	Y(m)	Z (m)
B	-303202.989	151918.167	33.297
C	-303307.827	152039.979	38.244
D	-303201.430	152117.786	38.131
E'	-303178.489	152042.046	35.905

الشكل (5): معاملات التحويل السبعة

يبين الشكل (6) إمكانية الحصول على الإحداثيات (X,Y,Z) مباشرة كنتيجة لعملية المعالجة باستخدام برنامج (HGO) أما من أجل الحصول على إحداثيات النقاط للحالة العاشرة المختبرة تم استخدام برنامج (Hi-Net Server) المساعد لبرنامج (HDS2003) حيث يبين الشكل (7) المسار المعالج باستخدام برنامج (HDS2003) والشكل (8) الإحداثيات الستيريوغرافية للنقاط المختبرة باستخدام برنامج (Hi-Net Server).



الشكل (6): احداثيات النقاط المختبرة باستخدام برنامج HGO



الشكل (7): المسار المعالج باستخدام برنامج HDS2003

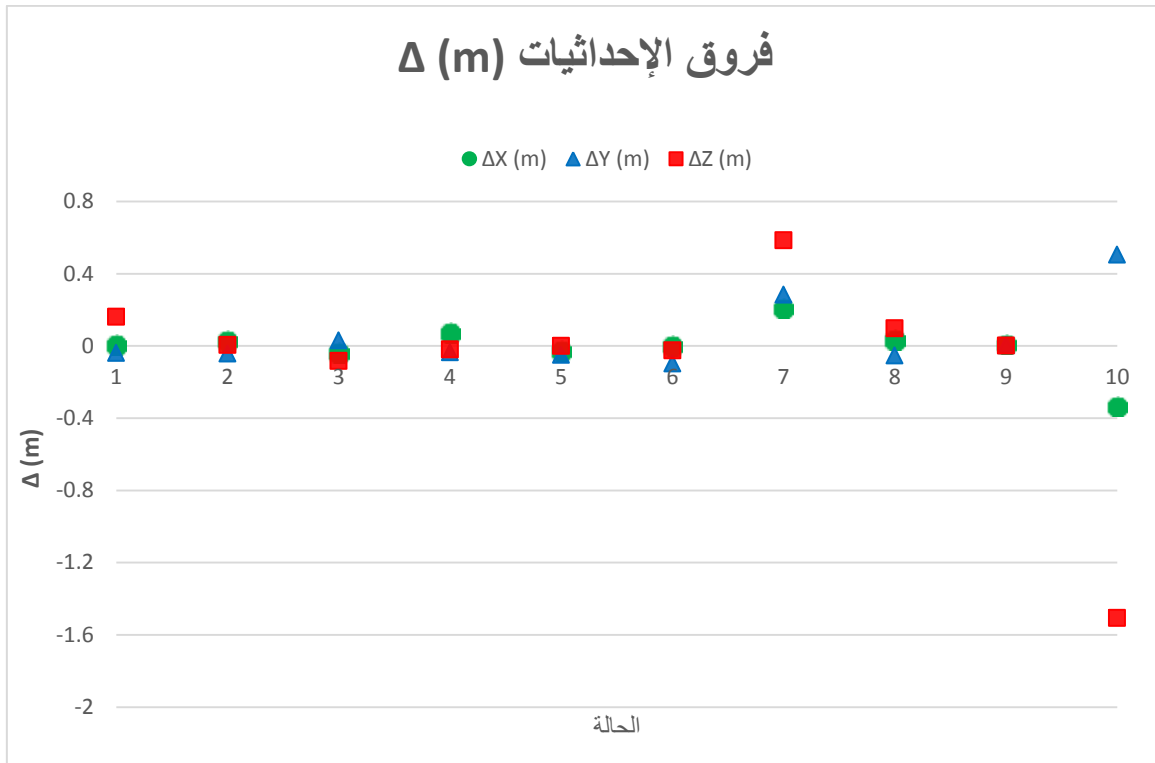
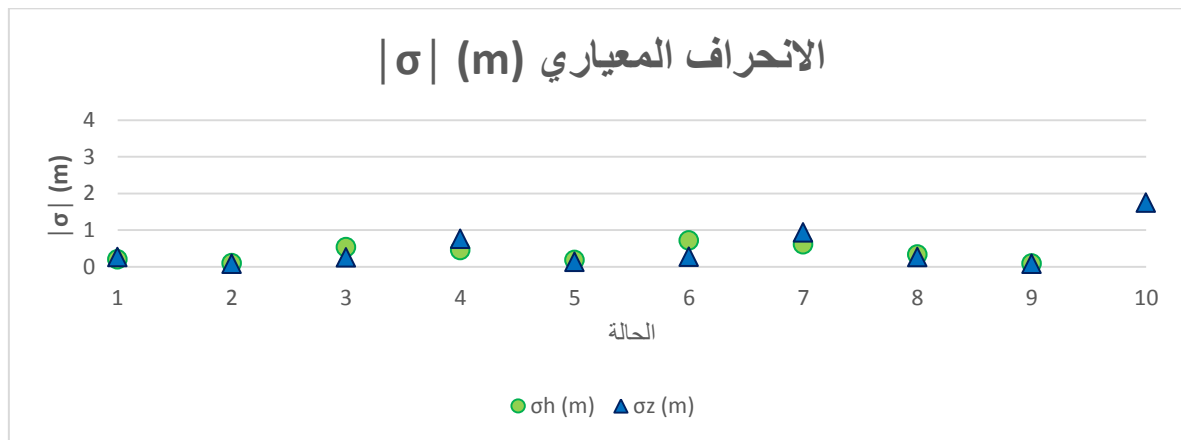
EntityID	GPSTime	Latitude	Longitude
1	07025800	35.52167291	
2	07035500	35.52173216	
3	07051900	35.52203708	
4	07093700	35.52306137	
5	07124200	35.52317267	
6	07161400	35.52295319	
7	07174800	35.52267227	
8	07190100	35.52255868	
9	07202000	35.52251256	
10	07215500	35.52249589	
11	07242700	35.52246562	
12	07254300	35.52229446	
13	07272900	35.52210140	
14	07284400	35.52211547	
15	07304100	35.52197404	
16	07332500	35.52253041	
17	07362000	35.52258412	
18	07403100	35.52247894	
19	07425700	35.52292722	
20	07443700	35.52279514	

الشكل (8): الإحداثيات الستيريوغرافية للنقاط المختبرة باستخدام برنامج Hi-Net Server

تم عرض النتائج للقيمة الوسطية لفروق الإحداثيات ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) بين الطريقة التقليدية والطريقة الحركية (PPK) للنقاط الـ 20 المختبرة في الجدول (5) وأيضاً الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z). ويبين الشكل (9) والشكل (10) قيم فروق الإحداثيات والانحراف المعياري.

الجدول (5): الانحراف المعياري ومتوسط فروق الإحداثيات للنقاط الـ 20 المختبرة

الحالة	القيمة الوسطية لفروق الإحداثيات			الانحراف المعياري لفروق الإحداثيات	
	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)	σ_h (m)	σ_z (m)
1	0.004	-0.039	0.162	±0.203	±0.265
2	0.025	-0.043	0.005	±0.097	±0.078
3	-0.042	0.030	-0.084	±0.531	±0.25
4	0.071	-0.035	-0.019	±0.457	±0.765
5	-0.028	-0.049	-0.0002	±0.188	±0.133
6	-0.001	-0.098	-0.024	±0.716	±0.269
7	0.206	0.283	0.585	±0.612	±0.935
8	0.031	-0.054	0.098	±0.33	±0.264
HGO (9)	0.007	0.003	0.001	±0.086	±0.078
HDS2003 (10)	-0.337	0.505	-1.506	±4.958	±1.747

الشكل (9): فروق الإحداثيات Δ (m)الشكل (10): الانحراف المعياري $|\sigma|$ (m)

وسيتم تقييم الدقة وتحديد مجالات استخدام طريقة الرصد الحركي (PPK) اعتماداً على الشروط الفنية لوزارة الإدارة المحلية والبيئة في الجمهورية العربية السورية لعام 2005 حيث تنص أن نقطة المسح التفصيلي يجب أن تحقق دقة موضوعية لا تتجاوز (± 12 cm) ودقة ارتفاعه (± 20 cm) لإنجاز مخطط بمقياس 1:1000، وأيضاً باستخدام العلاقة ($M * (0.2-0.3)$) حيث (M) مخرج المخطط لمعرفة المخططات التي يمكن الحصول عليها عند المسح التفصيلي باستخدام هذه الطريقة وتم اعتماد الحد الأدنى (0.2) [9] حيث يبين الجدول (6) دقة المقاييس المختلفة تبعاً لهذه العلاقة.

الجدول (6): دقة المقاييس المختلفة حسب العلاقة $0.2 \text{ mm} * M$

مقياس المخطط	الدقة المسموحة (m)
1:500	0.1
1:1,000	0.2
1:2,000	0.4
1:5,000	1
1:10,000	2
1:25,000	5

واعتماداً على الجداول والأشكال السابقة نلاحظ ما يلي:

1- تقييم العوامل المؤثرة على الدقة عند استخدام معاملات التحويل ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) فقط وبرنامج المعالجة HGO ولكن مع تغيير أحد عوامل الرصد الممثلة في: العوائق، زمن الرصد، زاوية الانقطاع، نقطة التهيئة وأسلوب الرصد ما يلي:

1- 1 - تأثير العوائق: بينت النتائج أن تأثير العوائق سواء الثابتة فقط أو الثابتة والمتحركة معاً هو:

الجدول (7): الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z) تبعاً لنوع العوائق

σ_z (m)	σ_h (m)	نوع العوائق	الحالة
± 0.265	± 0.203	عوائق ثابتة (أبنية، أشجار وإشارات معدنية) + عوائق متحركة (سيارات)	1
± 0.078	± 0.097	عوائق ثابتة	2

وتشير هذه النتائج إلى ضرورة الاهتمام باختيار نقاط الرصد في أماكن بعيدة عن العوائق ولاسيما العوائق الحركية.
1- 2 - تأثير زمن الرصد: بينت النتائج أن تأثير زمن الرصد هو:

الجدول (8): الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z) تبعاً لزمن الرصد

σ_z (m)	σ_h (m)	زمن الرصد (")	الحالة
± 0.265	± 0.203	30	1
± 0.133	± 0.188	60	5

وتشير هذه النتائج إلى أن زيادة زمن الرصد أدى إلى تحسن في الدقة وذلك نتيجة لتغير توزيع الأقمار وزيادة عدد الأرصاد الفائضة التي تؤدي لتحسن الدقة.

1-3 - تأثير زاوية الانقطاع: بينت النتائج أن تأثير تغير قيمة زاوية الانقطاع هو:

الجدول (9): الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z) تبعاً لزاوية الانقطاع

الحالة	زاوية الانقطاع (\square)	عدد الأقمار	σ_h (m)	σ_z (m)
1	15	15	± 0.203	± 0.265
3	10	15	± 0.531	± 0.250
4	20	9	± 0.457	± 0.765

وتشير هذه النتائج إلى أن تصغير قيمة زاوية انقطاع إشارة الأقمار من (15°) إلى (10°) انعكس سلباً على الدقة وذلك بسبب انقطاع إشارة بعض الأقمار نتيجة وجود أبنية عالية قريبة من منطقة الدراسة، وكذلك الأمر عند زيادة زاوية الانقطاع إلى (20°) فإن الدقة انخفضت أيضاً بسبب انخفاض عدد الأقمار من 15 قمراً إلى 9 أقمار مما قلل عدد الأرصاد الفائضة وبالتالي قللت الدقة.

1-4 - تأثير نقطة التهيئة: بينت النتائج أن تأثير تغير موقع نقطة التهيئة هو:

الجدول (10): الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z) تبعاً لنقطة التهيئة

الحالة	نقطة التهيئة	σ_h (m)	σ_z (m)
2	B (سماء مكشوفة)	± 0.097	± 0.078
7	E' (محاطة بالعوائق)	± 0.612	± 0.935

وتشير هذه النتائج إلى أن نقطة التهيئة المكشوفة لعبت دوراً كبيراً في الحصول على الحالة الأفضل من الدقة وأما نقطة التهيئة المحاطة بالعوائق أعطت الحالة الأسوأ، وهذا يشير إلى الدور الذي يلعبه حل الغموض في دقة الإحداثيات الناتجة.

1-5 - تأثير أسلوب الرصد: بينت النتائج أن تأثير زيادة فترات الرصد هو:

الجدول (11): الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z) تبعاً لأسلوب الرصد

الحالة	فترة الرصد	σ_h (m)	σ_z (m)
1	فترة واحدة	± 0.203	± 0.265
8	فترتين	± 0.330	± 0.264

وتشير هذه النتائج إلى أن وجود فترتي رصد ليس بالضرورة أن يؤدي لتحسن الدقة ويمكن أن يكون ذلك نتيجة التوزيع السيء للأقمار في أحد فترتي الرصد أو أن العوائق الحركية في ذروتها. لذلك فإنه من الأفضل الرصد في فترة واحدة يكون فيها توزيع الأقمار جيداً وتأثير العوائق الحركية في أدنى مستوياته.

II- تأثير معاملات التحويل مع ثبات كافة عوامل الرصد و باستخدام برنامج HGO:

كانت نتائج استخدام ثلاث معاملات تحويل ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) وأيضاً سبع معاملات تحويل ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, R_x, R_y, R_z, K$) بين الاهليلج WGS84 واهليلج كلارك 1880 كما يلي:

الجدول (12): الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z) تبعاً لمعاملات التحويل

الحالة	عدد معاملات التحويل وطريقة التحويل	عدد النقاط المرجعية المطلوبة	σ_h (m)	σ_z (m)
2	3 (Moldensky)	1	± 0.097	± 0.078
9	7 (Bursa)	4	± 0.086	± 0.078

وتشير النتائج إلى أن زيادة عدد النقاط المرجعية في منطقة الدراسة تسمح باختيار طريقة حساب معاملات التحويل، إذ تبين النتائج تحسن الدقة في حالة استخدام سبع معاملات محسوبة بطريقة Bursa ولكن هذا التحسن بسيط بسبب صغر مساحة منطقة الدراسة وتضاريسها البسيطة.

III- كفاءة برنامج المعالجة:

تم استخدام كلا من برنامجي المعالجة HGO و HDS2003 مع معاملات التحويل السبعة المبينة سابقاً وثبات بقية عوامل الرصد وكانت النتائج كما يلي:

الجدول (13): الانحراف المعياري للفروقات الأفقية (σ_h) والشاقولية (σ_z) تبعاً لبرنامج المعالجة المستخدم

الحالة	برنامج المعالجة	σ_h (m)	σ_z (m)
9	HGO	± 0.086	± 0.078
10	HDS2003	± 4.958	± 1.747

نلاحظ أن برنامج المعالجة HGO أكثر كفاءة من برنامج المعالجة HDS2003 وذلك لأن معالجة النتائج تتم مباشرة ضمن برنامج HGO دون الحاجة لبرنامج آخر مرفق معه كما هو الحال في برنامج HDS2003 الذي يتطلب استخدام البرنامج Hi- Net-Server لإتمام عملية المعالجة.

الاستنتاجات التوصيات:**الاستنتاجات:**

- (1) يمكن الحصول على انحراف معياري (± 9.7 cm) في الموقع الأفقي و (± 7.8 cm) للإحداثي الشاقولي عند الرصد في يوم مثالي (العوائق ثابتة فقط) وبشرط أن تكون نقطة التهيئة ذات سماء مكشوفة لحل الغموض بشكل صحيح وزاوية الانقطاع مناسبة بحيث يتم الحصول على إشارة أكبر عدد من الأقمار بدون انقطاع للإشارة بحيث يمكن استخدامها في أعمال الرفع المساحي والمسح العقاري متوسط الدقة لإنجاز مخططات بمقياس 1:1000.
 - (2) يمكن الرصد في يوم عادي (العوائق ثابتة ومتحركة) عند تعذر الرصد في يوم مثالي وذلك بزيادة زمن الرصد باستخدام نظم GNSS حيث يمكن الوصول إلى انحراف معياري (± 18.8 cm) في الموقع الأفقي و (± 13.3 cm) للإحداثي الشاقولي عند اختيار أسلوب الرصد الأمثل وبالتالي استخدامها في أعمال الرفع المساحي والمسح العقاري لإنجاز مخططات بمقياس 1:2000.
 - (3) إن اختيار طريقة حساب معاملات التحويل يتبع لاتساع وطبيعة منطقة الدراسة إذ يمكن الاكتفاء بثلاث معاملات تحويل بدلاً من سبعة في منطقة قليلة المساحة ومنبسطة تقريباً كما في حالة دراستنا حيث أن الفرق في الانحراف المعياري الأفقي والشاقولي لكلا الحالتين لم يتجاوز بضعة ميليمترات.
 - (4) يقدم برنامج (HGO) دقة مساوية لعدة سنتيمترات مما يمكننا من معالجة بيانات (GNSS) بشكل أكثر كفاءة مقارنة مع برنامج (HDS2003) المرفق مع أجهزة الاستقبال الذي يقدم دقة مساوية لعدة أمتار.
- التوصيات:**

- (1) تقييم دقة إنشاء خريطة طبوغرافية بالطريقة الحركية مع المعالجة اللاحقة (PPK) في حالة الرصد المستمر (Continuous) بدلاً من طريقة التوقف والذهاب (Stop And Go).

References:

- [1] Ian, Lauer. *Kinematic GPS/GNSS Methods Manual*. Idaho State University, January 19, 2018.
- [2] Dawod, Gomaa M. *An introduction to the Global Positioning System: GPS (in Arabic)*, Holly Makkah, Saudi Arabia, 243pp, 2010..
- [3] [Deeb, F. Geodesy (3). Syria, 2004, 389.
- [4] Shouny AE, Yakoub N, Hosny M. *Evaluating the Performance of Using PPK-GPS Technique in Producing Topographic Contour Map*. Marine Geodesy. vol.(40), No.(4), 2017, 224-238.
- [5] Ismat M, Elhassan. *Testing RTK GPS Horizontal Positioning Accuracy within an Urban Area*. Journal of Engineering and Technology. vol.(6), No.(3), September 2017.
- [6] Erenoglu RC. *A comprehensive evaluation of GNSS- and CORS-based positioning and terrestrial surveying for cadastral surveys*. Survey Review. vol.(49), No.(352), 2016, 28-38.
- [7] Vladimir, Sedlak. *Options For Testing Kinematic GPS Measurements in Terms of Accuracy*. European Scientific Journal. vol.(10), No.(6), February 2014.
- [8] Wyløe GP, Featherstone WE. *An Evaluation of Some Stop-and-Go Kinematic GPS Survey Options*. Australian Surveyor. vol.(40), No.(3),1995, 205-212.
- [9] NajmM, Bakr H. Feasibility of digitizing paper plans (topographical _ planning and real estate) Using different software. University Of Aleppo Faculty Of Civil Engineering, Department Of Topographic Engineering. 2014,124.