The Statistical Study Between the Heights Calculated by GNSS and the Values of the Vertical Network within the Regulatory Planning Area - Latakia City

Dr. Mouhsen Ahmad*
Dr. Wael Dayob**
Amjad Hatrah***

(Received 24 / 8 / 2023. Accepted 20 / 10 / 2023)

□ ABSTRACT □

The research aims to accomplish a theoretical and practical study related to high-rise works within two geodetic height networks. The first is the geodetic height network that was established for the purpose of developing the master plan of Latakia city, and the second is the global height network within the geodetic reference EGM2008, in order to find a constant numerical relationship between them.

It can be said that the project of connecting heights calculated by GNSS and the height network within the survey project of Latakia city is an important and useful project, as it improves the accuracy of geographic data for the area and enhances the ability to analyze data and make informed decisions.

The research results showed that the vast majority of reference height points have been lost due to various natural and artificial factors.

The relationship between the heights calculated by any of the GNSS measurement methods was determined, which can be done at any time and under any circumstances by adding the value of 0.284 m, obtained with an accuracy of 0.038 m. It was found that a fourth-degree vertical path can be created with a distance between two consecutive points of approximately 600 m..

Keywords: geodetic height networks**,** master plan**,** vertical path, geode, geode 2008.

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. Email: mouhsenahm@gmail.com**

** **Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Email: waelibrahimdayoub@tishreen.edu.sy**

*** **Postgraduate Student (Master)- Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. amjadhatra56@gmail.com**

الدراسة الاحصائية ما بين الارتفاعات المحسوبة بواسطة GNSS وقيم الشبكة الارتفاعية ضمن منطقة المخطط التنظيمي- مدينة اللاذقية

د. محسن أحمد*

د. وائل ديوب**

أمجد هتره***

(تاريخ الإيداع 24 / 8 / 2023. قُبِل للنشر في 20/ 10 / 2023)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى انجاز دراسة نظرية وعملية مرتبطة بالأعمال الارتفاعية ضمن شبكتين ارتفاعيتين جيوديزيتين، الأولى هي الشبكة الجيوديزية الارتفاعية التي أنشئت بغرض وضع المخطط التنظيمي لمدينة اللاذقية والثاني هي الشبكة الارتفاعية العالمية ضمن المرجع الجيوئيدي EGM2008 ، وايجاد العلاقة العددية الثابتة بينهما.

يمكن القول إن مشروع ربط ارتفاعات محسوبة بواسطة "GNSS" والشبكة الإرتفاعية ضمن مشروع مسح مدينة اللاذقية يعد مشروعًا هامًا ومفيدًا، ومن شأنه تحسين دقة البيانات الجغرافية للمنطقة وتعزيز القدرة على تحليل البيانات واتخاذ القرارات المفيدة.

نتيجة البحث تبين أن الغالبية العظمى من النقاط الارتفاعية المرجعية قد فقدت، نتيجة العوامل الطبيعية والاصطناعية المختلفة، وتم تحديد العلاقة ما بين الارتفاعات المحسوبة بأي من طرق قياسات الـ GNSS، والتي يمكن القيام بها في أي وقت وأي ظرف بإضافة القيمة 0.284 m والتي حصلنا عليها بدقة 0.038 m، ووجدنا أنه يمكن انشاء مسلك ارتفاعي من الدرجة الرابعة IV بمسافة بين نقطتين متتاليتين لا تقل عن 600 m تقريباً

الكلمات المفتاحية: شبكة جيوديزية ارتفاعية، مخطط تنظيمي، مسلك ارتفاعي، الجيوئيد، الجيوئيد ، 2008.

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. mouhsenahm@gmail.com

** أستاذ – قسم الهندسة الطبوغرافية- كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. waelibrahimdayoub@tishreen.edu.sy

* طالب ماجستير – قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية- جامعة تشرين، اللاذقية، سورية . amjadhatra56@gmail.com

مقدمة:

ان تحديد الارتفاعات بدقة عالية يعتبر أمرًا حاسمًا في عدد من التطبيقات ومنها تطبيقات تطوير الأراضي وانشاء المخططات التنظيمية للمدن والبلدات،. ومن خلال استخدام تقنية "GNSS" والشبكة الإرتفاعية، يمكن تحديد الارتفاعات بالدقة المطلوبة وتوثيقها بشكل دقيق، مما يساعد على تحسين دقة الخرائط والبيانات الغرضية للمنطقة المدروسة [1,5].

وفي هذا السياق، يأتي مشروع مسح مدينة اللاذقية كخطوة هامة لتحسين دقة البيانات الارتفاعية للمدينة. ومن خلال استخدام تقنية "GNSS" للشبكة الإرتفاعية، يتم تحديد الارتفاعات بدقة عالية وربطها بشكل دقيق بالشبكة الإرتفاعية المحلية.

أهمية البحث وأهدافه:

تنطلق أهمية هذا البحث من التطور المتسارع في استخدام أجهزة ال GNSS وسهولة التعامل معها وبالتالي ربط هذه النتائج بالشبكة الإرتفاعية ضمن محافظة اللاذقية للحصول على الارتفاعات المطلوبة بأقل زمن وأقل جهد، و نسعى من خلال هذا البحث الى تحقيق الأهداف التالية:

حساب ارتفاعات النقاط الارتفاعية المرجعية في مدينة اللاذقية من خلال قياسات GNSS منسوبة الى الجيوئيد Earth Gravity Model (EGM2008)، ومقارنة الارتفاعات الناتجة من GNSS مع الارتفاعات المعتمدة ضمن الشبكة التنظيمية في مدينة اللاذقية، ومن ثم مناقشة حساب التصحيحات اللازمة وتقييم الدقة.

طرائق البحث ومواده:

سيتم تحقيق طريقة البحث من خلال اتباع المنهجية البحثية التالية:

1- تحديد المنطقة التي سوف يتم اجراء الدراسة عليها (محافظة اللاذقية).

2- الحصول على الارتفاعات من المخطط الطبوغرافي للأغراض التنظيمية في مدينة اللاذقية والتي تشمل الروبيرات الجدارية والأرضية.

3- إجراء قياسات GNSS على نفس نقاط الشبكة الارتفاعية التنظيمية.

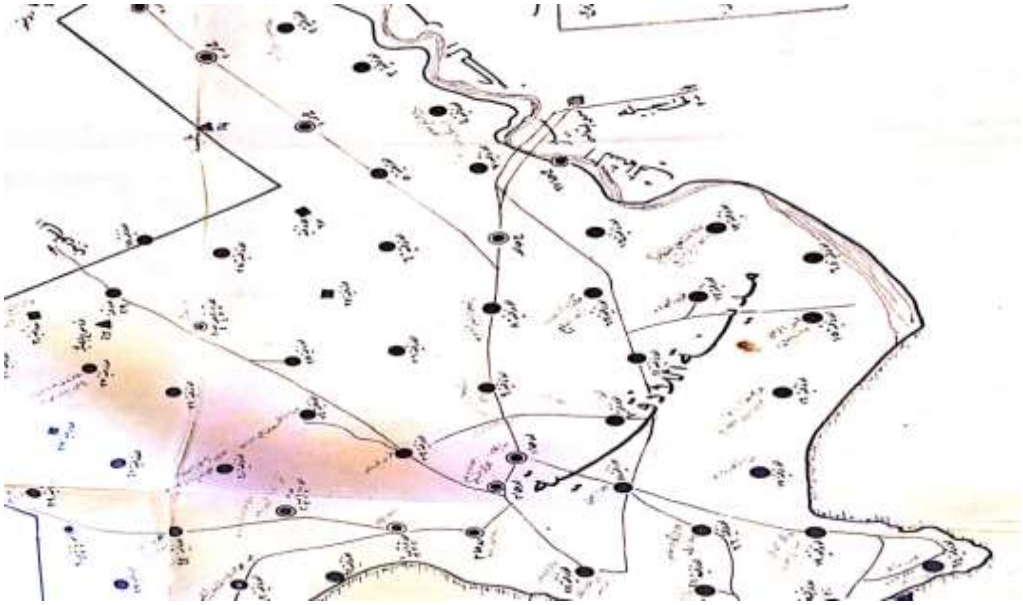
4- تعديل القياسات والحصول على النتائج المعدلة للارتفاعات منسوبة إلى الجيوئيد المرجعي EGM 2008.

5- مناقشة نتائج القياسات الإرتفاعية المعدلة مع نتائج الارتفاعات المحسوبة من المخطط الطبوغرافي للأغراض التنظيمية واستنتاج العلاقات اللازمة و المطلوبة.

1-. منهجية البحث:

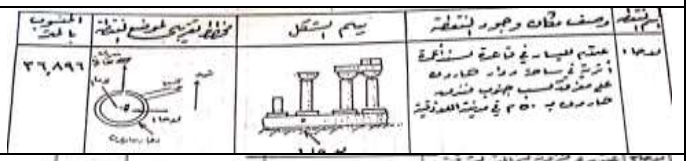
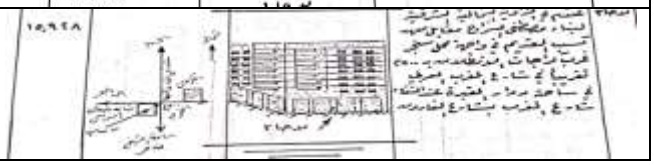
1-1 : الواقع الحالي للشبكة الارتفاعية ضمن المخطط التنظيمي في مدينة اللاذقية:

بمراجعة الجهات المختصة في مجلس مدينة اللاذقية، وخصوصاً العاملين في بلدية اللاذقية، تم تزويدنا بالمعطيات الأساسية لمخطط توزع نقاط الشبكة الارتفاعية المستخدمة في المخطط التنظيمي في مدينة اللاذقية. يبين المخطط (1) جزء المخطط العام للشبكة الارتفاعية التنظيمية



الشكل (1) جزء من المخطط العام للشبكة الارتفاعية التنظيمية في مدينة اللاذقية

بإنجاز الزيارات الحقلية لجميع النقاط السابقة، والتي عددها (67) نقطة والتي لاحظنا أن معظم النقاط، قد فقدت نتيجة عوامل الزمن وتغير طبيعة المكان المثبتة عليه وتغير وظيفته، أو تغير في حالة الاكساء للمبنى، نبين فيما يلي، على الشكل (2) بعض النقاط وأسباب فقدانها:

وصف النقطة	اسباب الفقدان
	انشاء النفق ونقل موقع واتجاه الاعمدة الأثرية من مكان لآخر
	اكساء المبنى من الخارج بالبورسلان

الشكل (2) عرض لبعض النقاط وأسباب فقدانها

ونعرض فيما يلي جميع النقاط الارتفاعية المرجعية الباقية حتى الوقت الحاضر والمستخدمة في الشبكة التنظيمية لمدينة اللاذقية:

الجدول (1) جميع النقاط الارتفاعية المرجعية الباقية حتى الوقت الحاضر والمستخدمة في الشبكة التنظيمية لمدينة اللاذقية

no	Original name	The location	Brief name	Altitude (m)
1	لا حا 2	مديرية السياحة	CU1	29.482
2	لا 10	مدرسة دمسرخو	DM1	6.945
3	لاذقية 22	مشفى الأسد	HO1	18.271
4	لاذقية 24	مدرسة الحسين	HS1	50.724
5	لا ذقية 8	مؤسسة الصيدلية	PH1	18.183

6	لاذقية 11	مقبرة الروضة	RA1	13.353
7	لاذقية 9	مفرق الشعبة	SH1	41.058
8	A253	قرب الفيو	VI1	21.56
9		امام الجامعة	Z3	39.07

النقطتين في السطر 8 و 9 للتحقق من صحة الحسابات اللاحقة.

2-1: التحقق الحقلي لفروق ارتفاعات الشبكة الارتفاعية التنظيمية بالأجهزة التقليدية العالية الدقة:

خلال القياسات الحقلية بواسطة أجهزة الـ GNSS برزت الحاجة الى التحقق الحقلي من ارتفاعات النقاط (بشكل أدق فروقات الارتفاعات) في الشبكة الارتفاعية المستخدمة في المخطط التنظيمي لمدينة اللاذقية، ولتحقيق هذه الغاية تم قياس بعض المسالك الارتفاعية باستخدام النيفو العالي الدقة TOPCON DL-102 مع الميرات المشفرة، انطلقت القياسات من النقطة الارتفاعية في مديرية السياحة باتجاه دوار هارون ومن ثم دوار الزراعة حتى النقطة الارتفاعية على خزان الكهرباء عند مفرق شعبة التجنيد ثم باتجاه النقطة الارتفاعية عند مدخل الصيدلية المركزية مقابل دوار الجامعة مروراً بالنقطة Z3 شرق المدخل الرئيسي لباب المشاة لجامعة تشرين وبعد ذلك تم قياس مسلك فرعي من أمام المدخل الرئيسي لجامعة تشرين باتجاه النقطة الارتفاعية أمام مدخل الادارة في مدرسة الحسين الثانية. يبين الشكل (3) المسار الارتفاعي بالتسوية الدقيقة ما بين المركز السياحي و نقطة مدخل الصيدلية المركزية ومدرسة الحسين الثانية:

الشكل (3) المسار الارتفاعي بالتسوية الدقيقة ما بين المركز السياحي و نقطة مدخل الصيدلية المركزية ومدرسة الحسين الثانية

من القياسات السابقة تم حساب الارتفاعات للنقاط الخمسة المختارة (CU , SH , Z3 , SH, PH) ومقارنتها مع الارتفاعات المسلمة الينا من قبل بلدية اللاذقية، والمستخدمة في الشبكة المساحية الارتفاعية للمخطط التنظيمي في مدينة اللاذقية، النتائج النهائية معروضة في الجدول (2) وهي كما هو واضح أقل من القيم المسموحة لهذا النوع من الأعمال حيث C=50 mm .

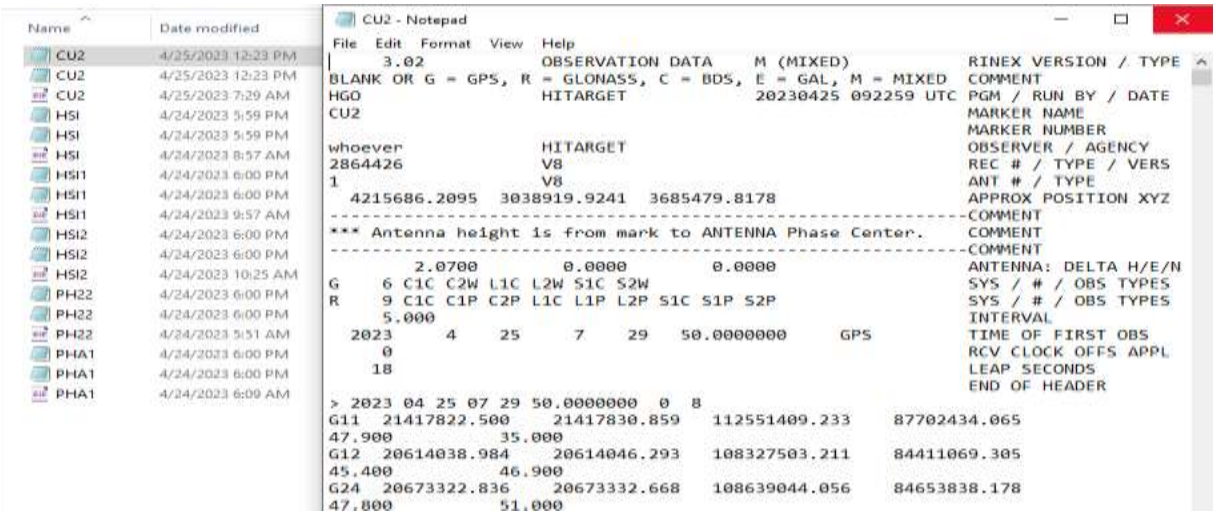
$$m_{all} = c\sqrt{L_{km}}$$

الجدول (2) قيم الفروقات ما بين الارتفاع القديم والارتفاع المحسوب من قبلنا للطريقة التقليدية.

	H REF OLD	H RECEN m	DIFF m
مديرية السياحة	29.482	29.482	0.000
مفرق الشعبة	41.058	41.075	0.017
Z3	39.110	39.065	-0.045
الحسين الثانية	50.724	50.743	0.019
الصيدلية	18.183	18.179	-0.004

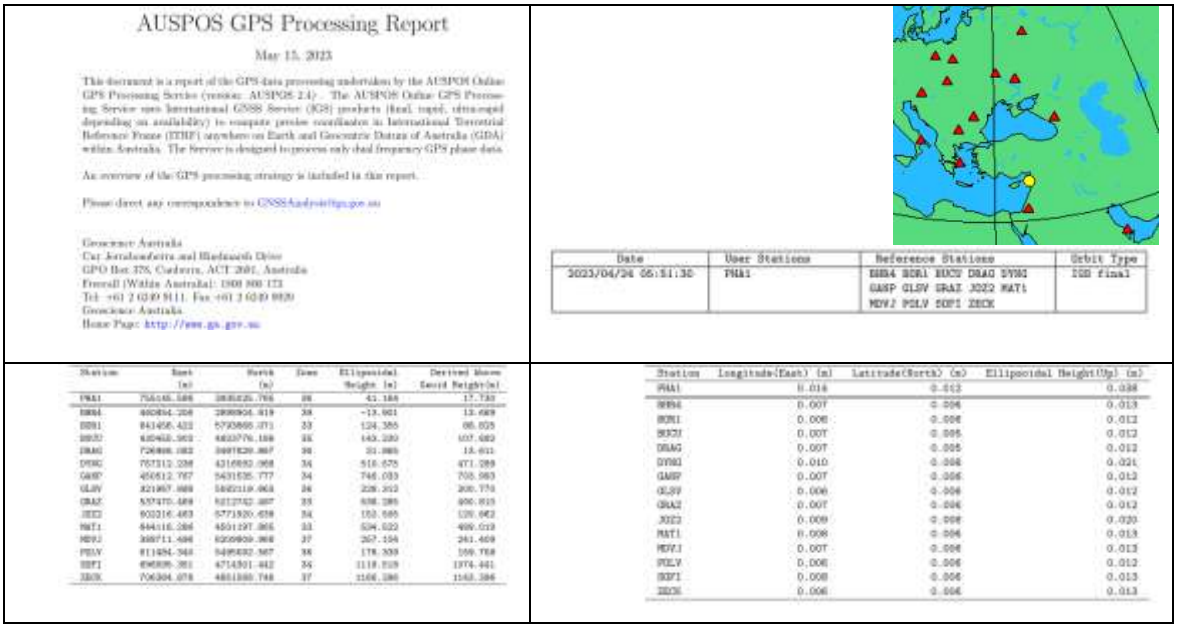
3-1 : انجاز القياسات باستخدام أجهزة GNSS باستخدام جهاز واحد ولمدة 1.0 hour:

في هذه المرحلة، تمت القياسات باستخدام جهاز المحطة المتكاملة HI TARGET بالوقوف على كل نقطة ساعة كاملة على الأقل وحصلنا على نتائج القياس التالية، المبينة على الشكل (4) :



الشكل (4) نتائج قياسات GNSS على جميع النقاط المحطات

بانجاز معالجة البيانات ON LINE نحصل على تقارير لكل نقطة، يبين الشكل (5) بعض المحتويات الأساسية المتضمنة بالتقرير كالمحطات المستخدمة في المعالجة والاحداثيات النهائية بعد التعديل لمحطة الصيدلية:



الشكل (5) بعض المحتويات الأساسية المتضمنة بالتقرير لمحطة الصيدلية

يبين الجدول (3) النتائج النهائية المجمعة من التقارير المختلفة.

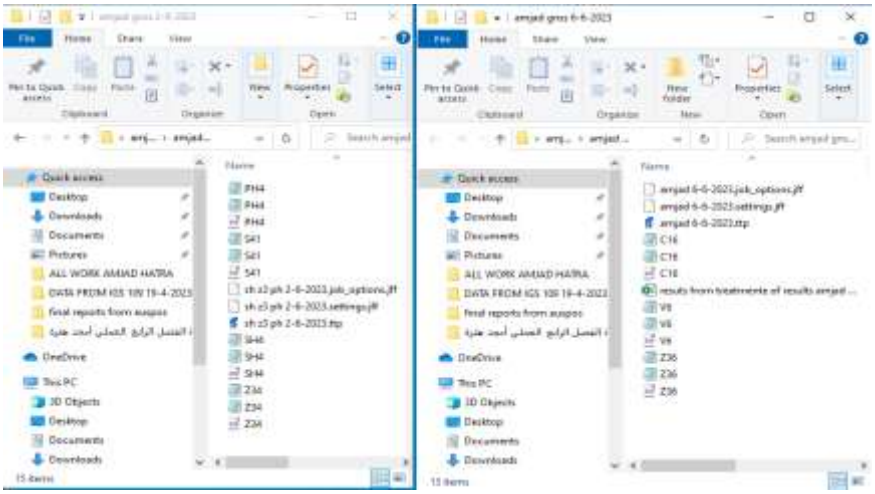
	(Date 24-25)-4-2023		EAST	NORTH	ELEVATION	ELIPSOIDAL HEIGHT
لا حا 2	مديرية السياحة	CU1	752656.145	3934861.659	28.238	51.484
لا 10	مدرسة دمسرخو	DM1	751872.959	3938223.647	6.060	29.259
لاذقية 22	مشفى الأسد	HO1	754374.459	3933911.930	16.934	46.264
لاذقية 24	مدرسة الحسين	HS1	753618.676	3936462.166	50.037	73.361
لا ذقية 8	مؤسسة الصيدلية	PH1	755145.586	3935025.765	17.730	41.164
لاذقية 11	مقبرة الروضة	RA1	754374.488	3933911.910	12.727	36.096
لاذقية 9	مفرق الشعبة	SH1	754123.404	3935033.699	40.820	64.176
A253	قرب الفيو	VI1	752043.255	3931790.508	21.359	44.735
	امام الجامعة	Z3	754624.419	3935030.354	38.820	61.838

4-1 انجاز القياسات باستخدام أجهزة GNSS باستخدام جهازين ولمدة 30 minutes:

بعد أن تم الحساب بالطريقة المعروضة في الفقرة السابقة بجهاز واحد ولمدة ساعة، كان لا بد من البحث عن طريقة محلية سريعة تستخدم أي نقطة من نقاط الشبكة السابقة كمرجع وفي هذه الحالة يمكن الحصول على النتيجة بمجرد الانتهاء من القياسات وليس الانتظار عشرون يوماً حتى تتوفر التصحيحات الدقيقة للعوامل المختلفة، ومن نواقص هذه

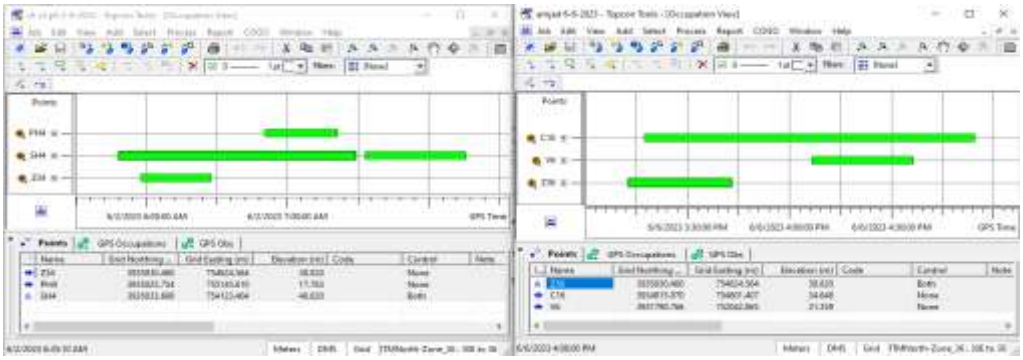
الطريقة ضرورة توفر جهازين على الأقل، وفي حال التبني الحكومي لشبكة GNSS محلية تقوم ببث التصحيحات المختلفة، في هذه الحالة يمكن الاكتفاء بجهاز واحد.

بحسب الامكانات المتوفرة، وضعنا خطة القياس بالطريقة الشعاعية حيث تمركزنا على النقطة الارتفاعية عند مفرق شعبة التجنيد مقابل الباب الرئيسي لمشفى تشرين الجامعي وفي اليوم الأول 2-6-2023 تم الوقوف والرصد على النقطة Z3 ونقطة الصيدلية وتم ايقاف الرصد بسبب غياب اشارات جميع الأقمار عند توضعنا فوق النقطة A253 الكورنيش الجنوبي وفي اليوم الثاني 6-6-2023 من الرصد تم الوقوف على النقطة Z3 و النقطة C1 ونقطة A253 قرب الـ VIEW، فيما يلي نبين على الشكل (6) ملفات نتائج الرصد :



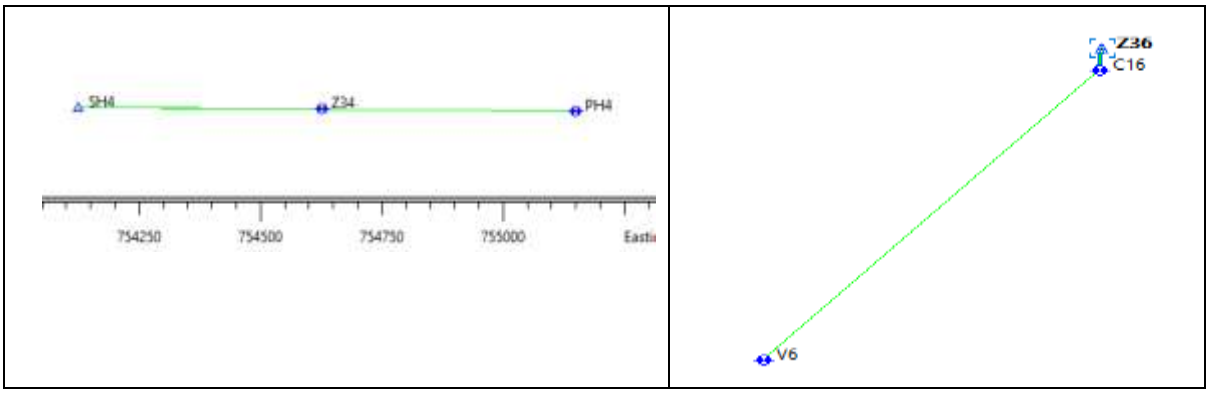
الشكل (6) نتائج القياسات على بعض المحطات المختبرة

وبعد معالجة النتائج باستخدام برنامج TOPCONTOOLS، نبين على الشكل (7) أزمنة التغطية المشتركة خلال أوقات الرصد المختلفة ولفترتي الرصد:



الشكل (7) أزمنة التغطية المشتركة خلال أوقات الرصد المختلفة ولفترتي الرصد

ويوافق مخطط الشبكة في يومي الرصد كما هو مبين في على الشكل (8):



الشكل (8) مخطط الشبكة في يومي الرصد 2-6 و 6-6 للعام 2023

وبمقارنة نتائج الطريقتين في الرصد نجد أنهما متطابقتان ويمكن استخدام أي منهما بالمفاضلة مع عدد أجهزة GNSS المتوفرة والزمن المطلوب للحصول على النتائج النهائية واستخدامها، كما هو مبين سابقاً. يبين الجدول (4) الارتفاعات الناتجة من قياس GNSS بالطريقتين والفرق بينهما:

الجدول (4) الارتفاعات الناتجة من قياس GNSS بالطريقتين والفرق بينهما

الاسم	الموقع	BRIEF DES	H GNSS REF	H GNSS- 2INST	DIFFERNCES m
لا ذقية 8	مؤسسة الصيدلية	PH1	17.738	17.763	0.025
لاذقية 9	مفرق الشعبة	SH1	40.82	40.820	0.000
A253	قرب الفيو	VI1	21.359	21.359	0.000
	امام الجامعة	Z3	38.82	38.820	0.000

5-1: المعالجة النهائية لنتائج القياسات وحساب ثابت التحويل الارتفاعي وانجاز عملية التحقق:

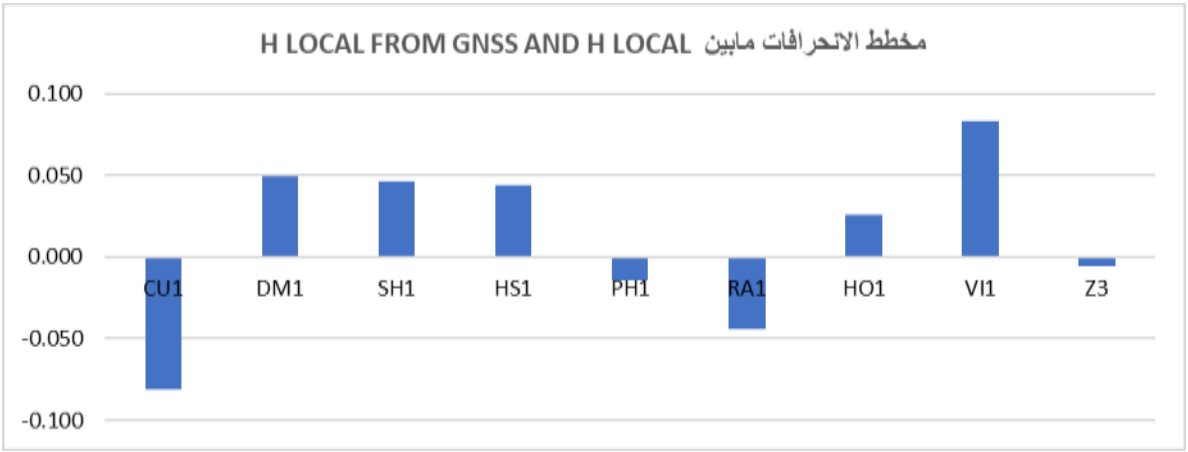
نبين على الجدول (5) النتائج النهائية، من أعمالنا الحقلية والحسابية السابقة، يتضمن العمود رقم 4 الارتفاعات H LOCAL الأرضية الأساسية التي نتجت من تعديل الشبكة الارتفاعية التي استخدمت كأساس للمخططات التنظيمية لمدينة اللاذقية، أما العمود 5 فهي الارتفاعات التي نتجت لنقاط الشبكة الارتفاعية السابقة، بعد معالجة نتائج قياسات أجهزة المحطات المتكاملة GNSS العمود 6 هو للفرق ما بين الارتفاعات الأرضية والارتفاعات من GNSS بحسب المرجع الارتفاعي EGM2008.

بعد العديد من المناقشات والحسابات، تم حساب متوسط الفرق DEF من الأسطر من A الى F ووضعنا لنتيجة أما خلية AVERAGE في نهاية الجدول، وقيمته: Cg =0.284m وهو الثابت الذي يجب اضافته الى الارتفاع الناتج من معالجة قياسات GNSS للحصول على الارتفاع المحلي ضمن الشبكة الارتفاعية الأرضية المستخدمة في الأعمال التنظيمية في مدينة اللاذقية.

الجدول (5) جدول معالجة النتائج الارتفاعية الأرضية والفضائية

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
				H LOCAL m	H GNSS m	DIF=H GNSS-H LOCAL m	H LOCAL FROM GNSS m	COL 7-COL 4 m	CL8*CL8
A	لا حا 2	مديرية السياحة	CU1	28.6035	28.238	-0.3655	28.523	-0.081	0.0066
B	لا 10	مدرسة دمسرخو	DM1	6.295	6.06	-0.235	6.345	0.049	0.0025
C	لاذقية 9	مفرق الشعبة	SH1	41.058	40.82	-0.238	41.105	0.047	0.0022
D	لاذقية 24	مدرسة الحسين	HS1	50.2775	50.037	-0.2405	50.322	0.044	0.0019
E	لا ذقية 8	مؤسسة الصيدلية	PH1	18.037	17.738	-0.299	18.023	-0.015	0.0002
F	لاذقية 11	مقبرة الروضة	RA1	13.056	12.727	-0.329	13.012	-0.044	0.0020
G	لاذقية 22	مشفى الأسد	HO1	17.1925	16.934	-0.2585	17.219	0.026	0.0007
H	A253	قرب الفيو	VI1	21.56	21.359	-0.201	21.644	0.084	0.0070
K		امام الجامعة	Z3	39.11	38.82	-0.29	39.105	-0.005	0.0000
				38.536	average	Cg= -0.284		sum	0.023
								m each meas	md=0.038

ضمن العمود 7 أعدنا حساب الارتفاعات الأرضية المحلية باستخدام نتائج معالجة قياسات GNSS وفي العمودين 8 و 9 حسبنا الفروقات ما بين الارتفاعات الأرضية من بلدية اللاذقية و الارتفاعات الأرضية المحسوبة من من نتائج قياسات GNSS بشكليها سواء باستخدام جهاز واحد أو أكثر من جهاز وحساب الخطأ المتوسط التربيع لكل قيمة .



الشكل (9) مخطط الانحرافات مابين H LOCAL FROM GNSS AND H LOCAL

6-1 التحقق الحقلي:

للتحقق من الثابت المحسوب من العلاقة السابقة، اخترنا عدد من النقاط الارتفاعية من الشبكة الارتفاعية التنظيمية والتي لم نستخدمها في حساب قيمة الثابت، بالاضافة الى نقطتين مرجعيتين C1 AND C2 في رحاب جامعة

$$D \leq 3\,md$$

تشرين، تم حسابهما من الشبكتين الفضائيتين في سد 16 تشرين وسد الثورة على الترتيب ومنذ عام 2020. وكانت جميع النتائج موافقة للدقة المتوقعة

الجدول (4-10) جدول التحقق من صحة حساب الثابت

	1	2	3	4	5	6	7	8	
				H LOCAL	H GNSS	DIF=H GNSS - H AID	H AID FROM GNSS	D=COL 7 -COL 4	
A	A253	قرب الفيو	VI1	21.56	21.359	-0.201	21.644	0.084	
B		امام الجامعة	Z3	39.11	38.82	-0.29	39.105	-0.005	
C	ضمن الجامعة	نقطة مرجعية	c1	34.8527	34.5714	-0.2813	34.856	0.003	محسوبة من سد 16 تشرين
D	ضمن الجامعة	نقطة مرجعية	c2	34.1743	33.97	-0.2043	34.255	0.080	محسوبة من سد الثورة
E	لا حا 2	مديرية السياحة	CU1	28.6035	28.238	-0.3655	28.523	-0.081	
F	لاذقية 22	مشفى الأسد	HO1	17.1925	16.934	-0.259	17.219	0.026	

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- خلال فترة استثمار الشبكة الارتفاعية تم فقدان حوالي 86% من النقاط وهي نسبة كبيرة ومؤشر خطير ويخشى من فقدان باقي النقاط.

2- النتيجة الأهم في هذا البحث هي إيجاد قيمة ثابت التصحيح الارتفاعي المحسوب من قياسات GNSS مع الارتفاعات المحسوبة ضمن الشبكة الأرضية المستخدمة في المخطط التنظيمي وقيمته: Cg =0.284m.

التوصيات:

1- العمل على صيانة النقاط الارتفاعية المرجعية القليلة المتبقية بالتعاون مع الجهات المختصة.

2- اقتراح اعتماد نقطة مرجعية مربوطة بشبكة IGS لمختلف الاعمال اللاحقة وبالتنسيق مع المهتمين.

References:

1- Positioning Solutions for NRTK, PPP or Static, That Is the Question. Testing Different GNSS Survey,Gino Dardanelli, et al. Remote Sens. 2021, 13, 1406. Published: 6 April 2021

2- Hybrid Survey Networks: Combining Real-Time and Static GNSS Observations for Optimizing Height Modernization. Brian Weaver, Daniel T. Gillins and Michael Dennis ASCE Journal of surveying Engineering. Published: 1- February 2018

3-STUDYING THE ACCURACY OF ELEVATION MEASUREMENTS IN THE POSITIONING SYSTEM GNSS IN COMPARISON OF CONVENTIONAL LEVELING METHODS. Khalil Mohammed Al-Bukhaiti ,INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY. April 2018 Published:

4- Determination of Istanbul geoid using GNSS/levelling and valley cross - levelling data, Geodesy and Geodynamics Published: 19 March 2020

5- Ahmad, M; Mahfoud, N. Determine The Best Coordinate Transformation Method Between The WGS84 And Local Coordinate Systems For Facility Deformation Monitoring, Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Engineering Sciences Series Vol. (43) No. (3) 2021.
6- Dayoub, N; Deeb, F. Estimating Offsets the Syrian Height Datum and the EGM2008 Geoid using the Normal Gravity Field. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (3) 2013