

# Transformation the Coordinates From Global Geodetic Datum WGS84 to Local One in Syria Using Stepwise Multiple Regression Technique

Dr. Nada Mahfoud\*

(Received 9 / 3 / 2022. Accepted 20 / 10 / 2022)

## □ ABSTRACT □

The most modern practical application of coordinate transformation has appeared with the advent of global positioning system by satellite. In this research, the accuracy of the coordinates of the points resulting from the use of the stepwise multiple regression technique was evaluated to transfer from the global geodetic datum (WGS84) to local datum in Syria (clarck1880). The coordinates of the points resulting from the regression technique were compared with their real coordinates measured by the total station instrument, in addition to their comparison with the accuracy of the coordinates resulting from the Mobile Topographer application on the smartphone, which depends on the seven transformation parameters of Deir ez-Zor.

The results were presented in tables and charts, and indicated that the coordinates resulting from the use of the stepwise multiple regression equation are better than the accuracy of the coordinates using Deir ez-Zor Parameters so that the average positional error (1,100) meters instead of (4,030) meters.

**Keywords:** coordinate transformation, geodetic datum, stepwise multiple regression

---

\*Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. [nadayousefmahfoud@tishreen.edu.sy](mailto:nadayousefmahfoud@tishreen.edu.sy).

## تحويل الإحداثيات من المرجع الجيوديزي العالمي WGS84 إلى المرجع المحلي في سورية بتقنية الانحدار المتعدد التدريجي

د. ندى محفوظ\*

(تاريخ الإيداع 9 / 3 / 2022. قَبْلُ للنشر في 20 / 10 / 2022)

### □ ملخص □

يعتبر التطبيق العملي الأكثر حداثة لتحويل الإحداثيات قد ظهر مع ظهور تقنية التموضع العالمي بالأقمار الصناعية، في هذا البحث تم تقييم دقة إحداثيات النقاط الناتجة عن استخدام تقنية الانحدار المتعدد التدريجي للتحويل من المرجع الجيوديزي العالمي WGS84 إلى المرجع المحلي في سورية (Clarck 1880). لقد تمت مقارنة إحداثيات النقاط الناتجة من تقنية الانحدار مع إحداثياتها الحقيقية المقاسة بجهاز المحطة المتكاملة، بالإضافة إلى مقارنتها مع دقة الإحداثيات الناتجة من تطبيق موبايل طبوغرافي المتواجد على الهاتف الذكي و الذي يعتمد على معاملات التحويل السبعة لدير الزور.

تم عرض النتائج في جداول و مخططات بيانية، و أشارت إلى أن الإحداثيات الناتجة من استخدام معادلة الانحدار المتعدد التدريجي أفضل من دقة الإحداثيات باستخدام معاملات تحويل دير الزور بحيث يصبح متوسط الخطأ الموضوعي (1.100) متراً بدلاً من (4.030) متراً .

الكلمات المفتاحية: تحويل الإحداثيات، المرجع الجيوديزي، الانحدار المتعدد التدريجي.

\* \* أستاذ مساعد- قسم الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية  
nadayousefmahfoud@tishreen.edu.sy

## مقدمة:

يستخدم تحويل الإحداثيات بشكل واسع في الجيوديزيا و ذلك للتحويل بين المراجع الجيوديزية، و يعتبر التطبيق العملي الأكثر حداثة لهذا التحويل قد ظهر مع ظهور تقنية التموضع العالمي بالأقمار الصناعية (Global GPS Positioning System) حيث لا بد من تحويل الإحداثيات من النظام المرجعي الجيوديزي العالمي WGS84 إلى أنظمة مرجعية محلية لبلدان مختلفة.

يهدف البحث إلى تحويل الإحداثيات الجيوديزية الناتجة من نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية على المرجع الجيوديزي العالمي WGS84 و المرصوده باستخدام تطبيق موبايل طبوغرافي على الهاتف الذكي إلى إحداثيات محلية (استريوغرافية) على المرجع الجيوديزي المحلي Clarck1880 في سورية، و ذلك باستخدام تقنية التحويل اللاتقليدية (unconventional Transformation Technique) المعروفة باسم الانحدار المتعدد التدريجي (Stepwise Multiple Regression) المتميزة بحساسيتها للتغيرات المحلية لإحداثيات نقاط الضبط الجيوديزي المرتبطة بشكل كبير بالتغيرات الهندسية و التكتونية و التي تسبب تشوه الشبكة الجيوديزية. بالإضافة إلى الاستفادة من الإحداثيات الستريوغرافية المحلية من تطبيق موبايل طبوغرافي على الهواتف الذكية الذي يعتمد على طريقة التحويل التشابهي التقليدية (Traditional Similarity Transformation) بمتغيرات تحويل دير الزور السبعة (3 انقالات، 3 دورانات، معامل مقياس) بحيث يمكن تحديد طريقة التحويل الأفضل بمقارنة قيم الإحداثيات الناتجة من الطريقتين مع إحداثيات النقاط المرجعية المقاسة بالمحطة المتكاملة.

و لذلك تم تعيين الإحداثيات لسبعة عشر نقطة تقع في الجهة الغربية من كلية الهندسة المدنية ضمن حرم جامعة تشرين باستخدام تطبيق موبايل طبوغرافي واستخدام اثنتي عشر نقطة منها لتشكيل معادلة الانحدار المتعدد التدريجي ، ومن ثم تقييم الإحداثيات للنقاط الخمسة المتبقية مع الإحداثيات الحقيقية المقاسة بجهاز المحطة المتكاملة (Total Station) و أيضاً مع الإحداثيات الناتجة من تطبيق موبايل طبوغرافي على الهواتف الذكية.

تم عرض النتائج في جداول و مخططات بيانية، و أشارت إلى أن الإحداثيات الناتجة من استخدام معادلة الانحدار المتعدد التدريجي أفضل من دقة الإحداثيات باستخدام تطبيق موبايل طبوغرافي الذي يعتمد على معاملات دير الزور لتحويل المرجع الجيوديزي العالمي WGS84 إلى المرجع الجيوديزي المحلي في سورية Clarck 1880 بحيث يصبح الخطأ الموضعي المتوسط (1.100) متراً بدلاً من (4.030) متراً و ذلك بعد مراعاة اختيار النقاط المرجعية محيطة بمنطقة الدراسة و بحيث تكون قريبة منها.

## أهمية البحث و أهدافه:

تكمن أهمية البحث في تحويل الإحداثيات من النظام المرجعي الجيوديزي العالمي WGS84 إلى نظام مرجعي محلي بطريقة الانحدار المتعدد التدريجي المتميزة بحساسيتها للتغيرات المحلية لإحداثيات نقاط الضبط الجيوديزي المرتبطة بشكل كبير بالتغيرات الهندسية و التكتونية التي تسبب تشوه الشبكة الجيوديزية.

يهدف البحث إلى تحويل الإحداثيات الجيوديزية الناتجة من نظم الملاحة العالمية بالأقمار الصناعية على المرجع الجيوديزي العالمي WGS84 و المرصوده باستخدام تطبيق موبايل طبوغرافي على الهاتف الذكي إلى إحداثيات محلية (استريوغرافية) على المرجع الجيوديزي المحلي Clarck1880 في سورية، و ذلك باستخدام الطريقة

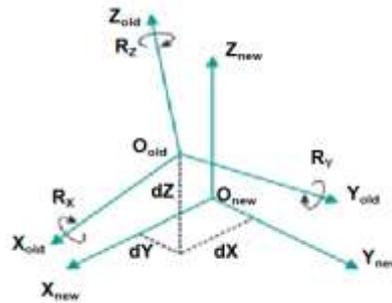
اللاتقليدية المعروفة باسم الانحدار المتعدد التدريجي بالإضافة إلى الاستفادة من الإحداثيات الستيريوغرافية المحلية من تطبيق موبایل طبوغرافي الذي يعتمد على الطريقة التقليدية بمتغيرات تحويل دير الزور السبعة (3 انتقالات، 3 دورانات، معامل مقياس) بحيث يمكن تحديد طريقة التحويل الأفضل بمقارنة قيم الإحداثيات الناتجة من الطريقتين مع إحداثيات النقاط المرجعية المقاسة بالمحطة المتكاملة.

### طرائق البحث و مواده:

تمّ التركيز في القسم النظري على الطريقة اللاتقليدية (تقنية الانحدار المتعدد التدريجي) للتحويل بين المراجع الجيوديزية، و أيضاً تمّ عرض مختصر لطريقة التحويل التشابهي التقليدي الذي يتطلب سبع متغيرات (3 انتقالات، 3 دورانات، معامل مقياس) و المتوفر في تطبيق موبایل طبوغرافي المتواجد على الهواتف الذكية بسبع متغيرات لدير الزور. أما القسم العملي فاهتم بالحصول على الإحداثيات الثلاثية الستيريوغرافية المحلية (x,y,h) على اهليلج Clarck1880 بالطريقة اللاتقليدية، بالإضافة للحصول على نتائج الإحداثيات بالطريقة التقليدية مباشرة من تطبيق موبایل طبوغرافي، و من ثم مقارنة الإحداثيات الناتجة في كل من طريقتي التحويل مع إحداثيات هذه النقاط المقاسة بالمحطة المتكاملة لتحديد الطريقة الأفضل في عملية التحويل.

### نماذج التحويل التشابهي التقليدية (Traditional Similarity Transformation models):

تُعرف العلاقة بين أنظمة الإحداثيات الجيوديزية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد بنماذج التحويل، و يمكن نمذجة هذه العلاقة بعدد من المتغيرات و التي تكون عادة سبعة: ثلاث انتقالات (dx,dy,dz) و ثلاث دورانات (Rx, Ry, Rz) و معامل مقياس الرسم (ds) الذي يعبر عن فرق المقياس بين نظامي الإحداثيات كما مبين في الشكل (1). و من هذه النماذج: تحويل هلمرت (Helmert Transformation)، تحويل (Bursa-Wolf) و الذي يُعبر عنه بالعلاقة التالية [1, 2, 3]:



الشكل (1): التحويل بين مرجعين جيوديزيين بنموذج Bursa-Wolf [1]

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{new} = \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix} + (1 + ds) \begin{bmatrix} 1 & R_Z & -R_Y \\ -R_Z & 1 & R_X \\ R_Y & -R_X & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{old} \quad (1)$$

### تقنية التحويل اللاتقليدية (unconventional Transformation Technique):

تعتبر تقنية الانحدار المتعدد التدريجي (Stepwise Multiple Regression) من الطرق اللاتقليدية لتحويل الإحداثيات بين مرجعين جيوديزيين حيث تستخدم لنمذجة الفروقات ( $\Delta\phi$ ,  $\Delta\lambda$ ,  $\Delta h$ ) بين الإحداثيات

الجيوديزية لنظامين بواسطة كثير حدود يمثل الفروقات في الشبكة. و تعتبر مفيدة بشكل عملي عند وجود تشوهات في الشبكة الجيوديزية ناتجة عن إنشاء المراجع الجيوديزية قديماً، و على فترات مختلفة من الزمن و بطرق مساحية قديمة تسبب أخطاء في الحساب و القياس، إضافة لتعرضها لظواهر مختلفة كالهزات الأرضية، و لذلك فهي لا تملك دقة متجانسة فتظهر المسألة المعقدة في التحويل و المعروفة بنمذجة التشوه. و في هذه الحالة فإن الحصول على متغيرات التحويل بالنماذج التقليدية بين الإحداثيات المشوهة من شبكة عامة قديمة و شبكة حديثة غير مشوهة ليست عملية سهلة للحصول على مستوى الدقة المطلوب، و بالتالي فإن نموذج مختلف يجب اختياره لحل هذه المشكلة.

إن طريقة الانحدار المتعدد التدرجي هي واحدة من أكثر الطرق دقة لبناء نموذج التحويل، و التي تستخدم للتنبؤ بقيمة المتغير التابع  $(\Delta\phi'', \Delta\lambda'', \Delta h_{(meter)})$  عند قيمة معينة للمتغيرات المستقلة  $(\phi'', \lambda'')$ ، و تبدأ بنموذج من الدرجة الأولى و من ثم يتم إضافة متغيرات بشكل متلاحق للنموذج و مراقبة تأثيرها و تحديد فيما إذا يجب إضافتها أو حذفها من النموذج بحيث تحدد هذه المتغيرات المضافة أو المحذوفة بشكل تدرجي المتغيرات الهامة فقط التي تبقى في المعادلة النهائية، و تستمر العملية حتى الحصول على الدقة المطلوبة للمعادلة الناتجة.

إن الشكل العام لمعادلات الانحدار المتعدد التدرجي هي [4]:

$$\Delta\phi'' = \sum_{i,j} a_{i,j} \phi^i \lambda^j \quad (2)$$

$$\Delta\lambda'' = \sum_{i,j} b_{i,j} \phi^i \lambda^j \quad (3)$$

$$\Delta h_{(meter)} = \sum_{i,j} c_{i,j} \phi^i \lambda^j \quad (4)$$

حيث أن:

$a_{i,j}, b_{i,j}, c_{i,j}$  : مجاهيل معادلة كثيرات الحدود.

و من نماذج الانحدار المتعدد التدرجي المفيدة في حالة وجود متغيرين مستقلين  $(\phi'', \lambda'')$  (كمثال حالة  $\Delta\phi''$ ) [5]:

1- نموذج الدرجة الأولى:

$$\Delta\phi'' = a_0 + a_1\phi_{WGS84} + a_2\lambda_{WGS84} \quad (5)$$

2- نموذج الدرجة الثانية بدون ارتباط بين المتغيرات المستقلة:

$$\Delta\phi'' = a_0 + a_1\phi_{WGS84} + a_2\lambda_{WGS84} + a_3\phi_{WGS84}^2 + a_4\lambda_{WGS84}^2 \quad (6)$$

3- نموذج الدرجة الثانية مع ارتباط بين المتغيرات المستقلة:

$$\Delta\phi'' = a_0 + a_1\phi_{WGS84} + a_2\lambda_{WGS84} + a_3\phi_{WGS84}\lambda_{WGS84} \quad (7)$$

4- النموذج التام من الدرجة الثانية:

$$\Delta\phi'' = a_0 + a_1\phi_{WGS84} + a_2\lambda_{WGS84} + a_3\phi_{WGS84}^2 + a_4\lambda_{WGS84}^2 + a_5\phi_{WGS84}\lambda_{WGS84} \quad (8)$$

و بعد الحصول على الفروقات يتم حساب الإحداثيات المحلي [4, 6]:

$$\phi_{local} = \phi_{WGS84} + \Delta\phi'' \quad (9)$$

و من ثم يتم تحويل الإحداثيات الجيوديزية المحلية المحسوبة إلى نظام الإحداثيات الديكارتيّة المحلية على نفس الإهليلج.

يحدد عدد المجاهيل في معادلات الانحدار المتعدد التدريجي اعتماداً على عدة عوامل منها: العدد المتوفر من النقاط المشتركة بين نظامي الإحداثيات و توزيعها حيث تتطلب هذه الطريقة توزيع كثيف بشكل كاف للنقاط المعلومة في كلا المرجعين الجيوديزيين و كحد أدنى خمسة أضعاف عدد المتغيرات المستقلة، و أيضاً استخدام المقاييس الإحصائية لتحديد أهمية النماذج و التي منها الخطأ النظامي للقيمة المقدرة (المتغير التابع) و معامل التحديد [6, 7]. يشير الخطأ النظامي للقيمة المقدرة (Standard Error of Estimation) إلى دقة معادلة الانحدار الناتجة و يحسب (كمثال من أجل  $\Delta\phi$ ) من العلاقة:

$$\sigma(\Delta\phi) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \left[ (\Delta\phi_{i(known)}) - (\Delta\phi_{i(computed)}) \right]^2 / n \right)} \quad (10)$$

حيث n عدد النقاط المعلومة.

أما معامل التحديد يقارن القيم الفعلية و المقدرة، و تتراوح قيمته من (0) حتى (1)، و عندما تكون قيمة المعامل مساوية الواحد فإنه يوجد ارتباط تام في العينة و لا يوجد فرق بين قيمة المتغير التابع المقدرة و القيمة الفعلية له، أما إذا كانت قيمة المعامل مساوية صفر فهذا يشير إلى أن معادلة الانحدار غير مفيدة في التنبؤ عن قيمة المتغير التابع. و على سبيل المثال يحسب معامل التحديد لفروقات خطوط العرض  $(\Delta\phi)$  من العلاقة التالية:

$$r^2(\Delta\phi) = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ (\Delta\phi_{i(computed)}) - (\Delta\phi_{mean}) \right]^2}{\sum_{i=1}^n \left[ (\Delta\phi_{i(known)}) - (\Delta\phi_{mean}) \right]^2} \quad (11)$$

علماً أن برنامج الإكسل (Excel) يساهم في الحصول على معادلات كثيرة الحدود و الاختبارات الإحصائية باستخدامه تقنية الانحدار المتعدد التدريجي بطريقة التربيعات الصغرى.

### النتائج والمناقشة:

من أجل تحويل الإحداثيات الجيوديزية على المرجع الجيوديزي العالمي WGS84 إلى إحداثيات محلية (استريوغرافية) على الإهليلج المحلي في سورية Clarck1880 باستخدام معادلة الانحدار المتعدد التدريجي و تقييمها، تم قياس الإحداثيات الستيريوغرافية (x,y) و الارتفاع عن المستوي الوسطي لسطح البحر (h) لسبعة عشر نقطة (12 نقطة مرجعية و 5 نقاط اختبار) تقع في الجهة الغربية من كلية الهندسة المدنية ضمن حرم جامعة تشرين بجهاز المحطة المتكاملة (Total Station) نوع South و تم تحويلها إلى إحداثيات جيوديزية على إهليلج Clarck1880 و المبينة في الشكل (2)، بالإضافة لتعيين الإحداثيات الجيوديزية  $(\phi, \lambda)$  للنقاط السبع عشرة باستخدام النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية GNSS بتطبيق Mobile Topographer على الهاتف الذكي و حساب فروقات خطوط العرض و الطول كما مبين في الجدولين (1) و (2). و أيضاً تم تعيين الإحداثيات الستيريوغرافية (x,y) و الارتفاع عن المستوي الوسطي لسطح البحر (h) لنقاط الاختبار اعتماداً على معاملات

التحويل لدير الزور باستخدام النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية GNSS بتطبيق Mobile Topographer على الهاتف الذكي لمقارنتها لاحقاً مع الإحداثيات الناتجة من معادلة الانحدار المتعدد التدرج .



الشكل (2): النقاط المرجعية و نقاط الاختبار

الجدول (1): الإحداثيات الجيوديزية للنقاط المرجعية و فروقات خطوط العرض و خطوط الطول:

Poin	$\phi$	$\lambda$	$\phi$	$\lambda$	$\Delta\phi$ "	$\Delta\lambda$ "
B	35.5244029	35.8061781	35.5242645	35.8074530	0.498296	-4.589577
D	35.5262012	35.8061219	35.5260949	35.8073952	0.382422	-4.583785
E	35.5251713	35.8063933	35.5250259	35.8077043	0.523457	-4.719718
3	35.5252054	35.8061239	35.5250715	35.8073941	0.481834	-4.572487
4	35.5250043	35.8059103	35.5248733	35.8071858	0.471697	-4.591766
5	35.5255450	35.8063041	35.5254108	35.8075650	0.483212	-4.539289
7	35.5255135	35.8058911	35.5253752	35.8071603	0.497757	-4.569251
8	35.5254505	35.8060737	35.5253077	35.8073599	0.513928	-4.630327
9	35.5250686	35.8063782	35.5249335	35.8076592	0.486245	-4.611571
10	35.5258837	35.8063227	35.5257520	35.8075789	0.474075	-4.522374
12	35.5254170	35.8063136	35.5252661	35.8075792	0.543464	-4.555962
15	35.5248945	35.8061871	35.5247679	35.8074515	0.455757	-4.551823

الجدول (2): الإحداثيات الجيوديزية لنقاط الاختبار و فروقات خطوط العرض و خطوط الطول:

Poin	$\phi$ (Clarck)	$\lambda$ (Clarck)	$\phi$ (WGS84)	$\lambda$ (WGS84)	$\Delta\phi$ "	$\Delta\lambda$ "
1	35.5250302	35.8061503	35.5248874	35.8074175	0.514105	-4.561661
2	35.5250009	35.8061266	35.5248658	35.8073983	0.486179	-4.577991
6	35.5255450	35.8063041	35.5253634	35.8073521	0.653852	-3.772849

13	35.5251991	35.8063775	35.5250596	35.8076455	0.502224	-4.564615
14	35.5256285	35.8063397	35.5254959	35.8076071	0.477139	-4.562982

ثم تم إيجاد معادلات الانحدار باستخدام النقاط المرجعية و حساب الخطأ النظامي للقيمة المقدرة (المتغير التابع) و معامل التحديد (مربع معامل الارتباط) تبعاً للنماذج الواردة سابقاً في المعادلات (5)،(6)،(7)، (8) و ذلك لكل من فروقات خطوط العرض و خطوط الطول و أيضاً فروقات المناسيب كما في الجدول(3):

الجدول(3): الخطأ النظامي للمتغير التابع و معامل التحديد:

و بالتالي اعتماداً على الجدول (3) فإن أفضل معادلات الانحدار الناتجة من النقاط الاثنتي عشرة المدروسة هي :

$\Delta\phi (")$			
Equation	R Square	Standard Error	No. freedom
5	0.249	0.038	9
6	0.253	0.041	8
<b>7</b>	<b>0.564</b>	<b>0.033</b>	<b>7</b>
8	0.564	0.036	6
$\Delta\lambda (")$			
Equation	R Square	Standard Error	No. freedom
5	0.109	0.054	9
6	0.314	0.050	8
7	0.325	0.053	7
<b>8</b>	<b>0.462</b>	<b>0.051</b>	<b>6</b>
$\Delta h (\text{meter})$			
Equation	R Square	Standard	No. freedom
<b>5</b>	<b>0.515</b>	<b>1.780</b>	<b>9</b>
6	0.520	1.878	8
7	0.529	1.989	7
8	0.534	2.137	6

$$\Delta\phi = 65499825.15 + 4800251.017\phi^{\circ} - 8420880.605\lambda^{\circ} - 67561.721\phi^2 + 117586.384\lambda^2$$

$$\Delta\lambda = -366089287.1 - 15232720.12\phi^{\circ} + 35560363.75\lambda^{\circ} - 5554.628460\phi^2 - 713045.2862\lambda^2 + 436428.8649\phi^{\circ}\lambda^{\circ}$$

$$\Delta h(\text{m}) = 183311.5071 - 3449.884009\phi^{\circ} - 1696.552403\lambda^{\circ}$$

و بالتالي فإن الإحداثيات الجيوديزية لنقاط الإختبار على اهليلج Clark1880 اعتماداً على فروقات كل من خطوط العرض و خطوط الطول و المناسيب المحسوبة من معادلات الانحدار مبينة في الجدول (4):

الجدول (4) : الإحداثيات الجيوديزية لنقاط الإختبار على اهليلج Clarck1880 من معادلات الانحدار :

Point	$\Delta\phi$ "	$\Delta\lambda$ "	$\phi$ (Clarck)	$\lambda^\circ$ (Clarck)
1	0.497010797	-4.566846609	35.5250255	35.80614894
2	0.495956481	-4.56399107	35.52500363	35.80613054
6	0.481833369	-4.566277742	35.52549729	35.80608372
13	0.513287187	-4.623167634	35.52520219	35.80636129
14	0.489106178	-4.567172408	35.52563183	35.80633853

و بالتالي فإن الإحداثيات الستيريوغرافية المحلية (x,y) لنقاط الإختبار و الارتفاع عن المستوي الوسطي لسطح البحر (h) الناتجة عن تحويل الإحداثيات الجيوديزية على اهليلج Clarck1880 الناتجة من معادلة الانحدار و فروقاتها عن الإحداثيات المقاسة بجهاز المحطة المتكاملة موضحة في الجدول (5).

الجدول (5): فروقات الإحداثيات الأفقية المحلية لنقاط الإختبار باستخدام معادلات الانحدار و متوسطها و الخطأ النظامي بالأمتار :

point	x (total)	y (total)	h (total)	x (regression)	y (regression)	h (regression)	dx	Dy	Dh
1	303203.18	151987.827	34.425	303203.33	151987.305	35.294	0.148	0.522	0.88
2	303205.44	151984.645	34.599	303205.08	151984.934	35.619	0.362	0.280	1.014
6	303208.92	152040.567	35.584	303207.50	152039.829	37.342	1.427	0.738	1.79
13	303181.96	152005.869	34.669	303183.42	152006.259	34.646	1.463	0.390	0.144
14	303183.80	152053.608	35.829	303183.89	152053.980	38.085	0.093	0.370	1.956
Average							0.017	0.042	1.090
Std. dev.							0.932	0.488	0.750
Position error							1.100 (meter)		

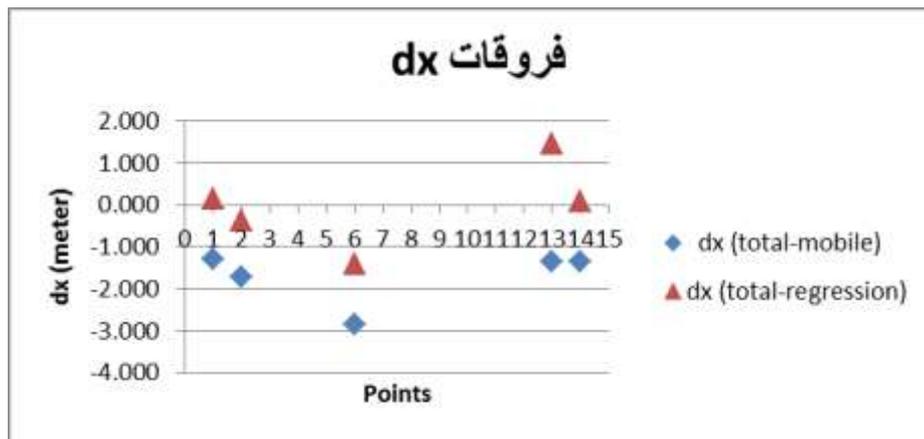
و أيضاً الإحداثيات الستيريوغرافية (x,y) و الارتفاع عن المستوي الوسطي لسطح البحر (h) اعتماداً على معاملات التحويل لدير الزور باستخدام النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية GNSS بتطبيق Mobile Topographer على الهاتف الذكي مبينة في الجدول (6).

الجدول (6): فروقات الإحداثيات الأفقية المحلية لنقاط الإختبار باستخدام معاملات التحويل و متوسطها و الخطأ النظامي بالأمتار :

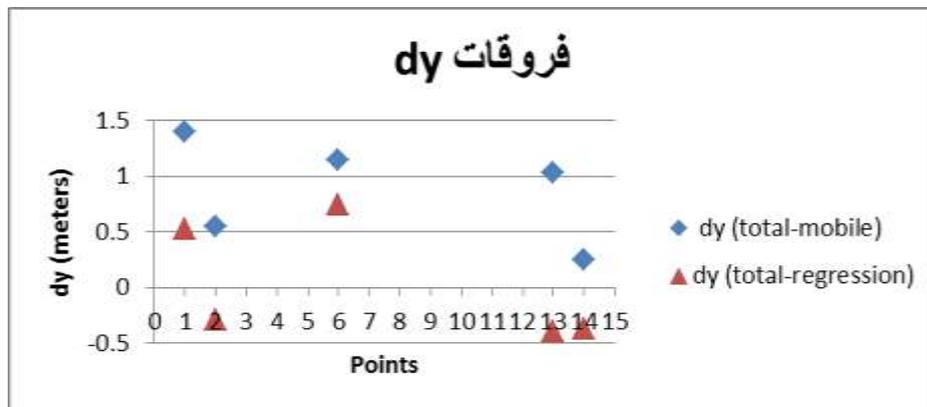
Point	x (total)	y (total)	h (total)	x (mobile)	y (mobile)	h (mobile)	dx	Dy	Dh
1	303203.186	151987.827	34.425	-303201.9	151986.432	29.7	1.286	1.395	4.725
2	303205.446	151984.645	34.599	303203.72	151984.096	29.9	1.726	0.549	4.699
6	303208.928	152040.567	35.584	303206.073	152039.426	33.3	2.855	1.141	2.284
13	303181.962	152005.869	34.669	303180.593	152004.84	29.9	1.369	1.029	4.769
14	303183.805	152053.608	35.829	303182.45	152053.355	34.6	1.34	0.253	1.229

				7			8		
Average							-1.717	0.873	3.541
Std. dev							1.815	0.967	1.495
Position error							4.030 (meter)		

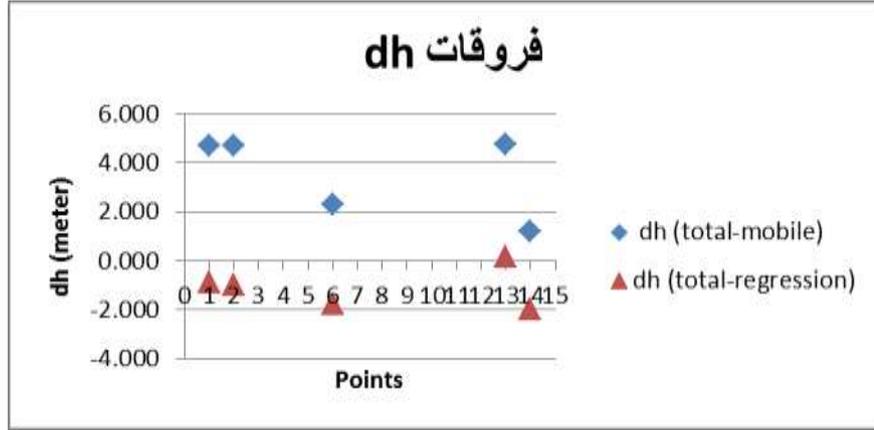
و يمكن تمثيل هذه الفروقات بالأشكال (3) ، (4) ، (5) التالية:



الشكل (3): فروقات dx



الشكل (4): فروقات dy



الشكل (5): فروقات dh

يتبين من الجدولين (5) و (6) أن قيم الإحداثيات المحلية قد تحسنت عند استخدام معادلة الانحدار المتعدد التدرجي عما هو عليه الحال في حالة استخدام طريقة التحويل التشابهية التقليدية التي اعتمدت على معاملات التحويل، و السبب في ذلك هو عدم قدرة طريقة التحويل التشابهية التقليدية على تمثيل التشوهات الموجودة في الشبكات الجيوديزية المحلية القديمة. إلا أن النقاط (13 و 14) التي تقع قريبة جداً من الحدود المحددة بالنقاط المرجعية و ليس ضمنها فهي تسلك سلوكاً مختلفاً بشكل بسيط . لذلك يجب أن تكون النقاط المرجعية محيطة تماماً بمنطقة الدراسة.

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات:

1. يمكن باستخدام طريقة الانحدار المتعدد التدرجي إجراء عملية التحويل بين المراجع الجيوديزية بدقة أعلى من حالة استخدام الطرق التقليدية التي تعتمد على معاملات التحويل، حيث أن متوسط الخطأ الموضعي من خلال معادلات الانحدار (1.100) متراً، بينما متوسط الخطأ الموضعي الناتج من استخدام معاملات التحويل لدير الزور ضمن تطبيق Mobile Topographer (4.030) متراً. و هذا يبين أن استخدام طريقة الانحدار المتعدد التدرجي في عملية التحويل تحسن من دقة الإحداثيات المحلية الناتجة عما هو عليه الحال باستخدام طريقة معاملات التحويل بشرط أن تكون النقاط المرجعية محيطة بمنطقة الدراسة و موزعة بشكل جيد.

2. تتميز طريقة الانحدار المتعدد التدرجي بالسهولة عند الاستخدام حيث يمكن استخدام الآلة الحاسبة لإجراء تحويل الإحداثيات و بذلك تتغلب على الحاجة للبرامج عند إجراء التحويل بين المراجع الجيوديزية باستخدام معاملات التحويل في الطرق التقليدية.

بالنتيجة يمكن الاعتماد على طريقة الانحدار المتعدد التدرجي لتحويل الإحداثيات الجيوديزية على المرجع الجيوديزي العالمي WGS84 إلى إحداثيات محلية ( استريوغرافية) على الإهليلج المحلي Clarck1880 في سورية بدقة عالي

### التوصيات:

يوصى بتطبيق هذه الطريقة على أرساد ناتجة من أجهزة استقبال مساحية و ليست ملاحية (كما في تطبيقنا) و أيضاً استخدام برامج احصائية متقدمة لإيجاد معادلات الانحدار التدرجي مثل (SPSS) بدلاً من (Excel).

## References:

- 1- AHMAD, M. & MAHFOUD, N. *Determine The Best Coordinate Transformation Method Between The WGS84 And Local Coordinate Systems For Facility Deformation Monitoring*. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 2021, 43(3), 329-349.
- 2- BOATING , B & ZIGGAH, Y. *Accuracy Assessment of Cartesian (X, Y, Z) to Geodetic Coordinates ( $\phi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ ) Transformation Procedures in Precise 3D Coordinate Transformation – A Case Study of Ghana Geodetic Reference Network*. Geosciences and Geomatics Journal, Vol. 4, N<sup>o</sup>. 1, 2016, 1-7.
- 3- Deeb, F.; Dayoub, W.; Altazah, S. *Analyzing 2D Transforming The Global Coordinates Measured By GNSS To The Syrian Local Coordinates*. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 2016, 38(5), 443-458
- 4- RUFFHEAD, A. *Introduction to Multiple Regression Equations in Datum Transformations and their Reversibility*. Published online by Survey review on 31 October 2016.
- 5- DEVORE, J. L. *Probability and Statistics for Engineering and the Sciences*, 4<sup>th</sup>.ed., Wadsworth , Inc U.S.A. , 1995, 743.
- 6- DAWOD, G & ALNAGGAR, D. *Optimum Geodetic Datum Transformation Techniques for GPS Surveys in Egypt*. Al-Azhar Engineering Sixth International Conferenc , Cairo, Egypt, Vol. 4, 2000, 709-718.
- 7- SEMAAN, N. *Comparing the accuracy of traditional and statistical methods to convert the coordinates between the syrian geodetic system CLARKE 1880 and the world geodetic system WGS84*. Damascus University First International Statistical Conference, July, 2019.