مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (30) العدد (3) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (30) No. (3) 2008

حساب عناصر تحويل الاحداثيات الجغرافية بين مستو الاسناد العالمي WGS-84 ومستو الاسناد المحلي في سورية

الدكتور فايز ديب*
الدكتور وائل ديوب**

(تاريخ الإيداع 13 / 3 / 2008. قُبِل للنشر في 2008/6/16)

□ الملخّص □

يعرض هذا البحث دراسة تحويل الإحداثيات الجغرافية المأخوذة من نظام تحديد المواقع العالمي، والمنسوبة إلى الإهليلج الدوراني العالمي WGS-84, إلى الإحداثيات الجغرافية المحلية المنسوبة الى إهليلج كلارك 1880. إن الانتقال من جملة إحداثيات فراغية معينة إلى جملة إحداثيات فراغية أخرى يتطلب معرفة شعاع الانسحاب وشعاع الدوران و عامل المقياس. تم في هذا البحث حساب بارامترات التحويل السبعة($\Delta x, \Delta y, \Delta z, \varepsilon, \omega, \psi, s$) بين سطحي المقارنة WGS-84 وكلارك 1880 لمنطقة تدمر وذلك باستخدام إحداثيات عدد من النقاط المشتركة في كلا النظامين. وكانت قيم بارامترات التحويل في حالة استخدام ثلاث نقاط مشتركة على الشكل التالي: الانسحابات والمحاور الثلاثة:DX= -681.1697 m ، DY=227.3073 ، DZ=-261.8107 m. أما قيم الدورانات فقد تراوحت بين 8 ثوان حول المحور X و15 ثانية حول المحور Y وحتى 30 ثانية حول المحور Z وعامل المقياس 0.0001.

وقد لوحظ بأنه لم تتغير قيم بارامترات التحويل كثيرا عند استخدام عدد أكبر من النقاط المشتركة (تم اختبار ثلاث حالات أخرى، وبحيث يتم زيادة عدد النقاط المشتركة الى 4 ثم 5 ثم 6 نقاط).

الكلمات المفتاحية: نظام تحديد المواقع العالمي، الإهليلج الارضي، نظام الإحداثيات الجغرافي، النظام الجيوديزي العالمي، عناصر التحويل، الانسحاب، الدوران، عامل المقياس.

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

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (30) العدد (3) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (30) No. (3) 2008

Derivation of Transformation Parameters between WGS84 and Local Datum in Syria

Dr. Fayez Deeb [*]

Dr. Wael Dayoub [**]

(Received 13 / 3 / 2008. Accepted 16 / 6 / 2008)

□ ABSTRACT □

This paper presents the transformation of GPS coordinates, related to WGS84 datum into local geographic coordinates, related to Clarke1880 datum. The transformation of three-dimensional coordinates systems requires that translation vector and rotation vector and scale factor be known. In this paper, seven transformation parameters ($\Delta x, \Delta y, \Delta z, \varepsilon, \omega, \psi, s$) between WGS84 datum and Clarke 1880 datum are derived for Palmyra region, using in both systems geographic coordinates of common pointes. The obtained transformation parameters when using three points are presented as follows:

DX = -681.1697 m, DY = 227.3073, DZ=-261.8107 m , $\varepsilon = 8^{"}, \omega = 15^{"}, \psi = 30^{"}$, s= 0.0001.

By increasing the common points (4 then 5 then 6), the transformation parameters display no significant changes.

Keywords: GPS, Ellipsoid, Geographic coordinate system, World geodetic system, transformation parameters, shifting, Rotation, Scale factor.

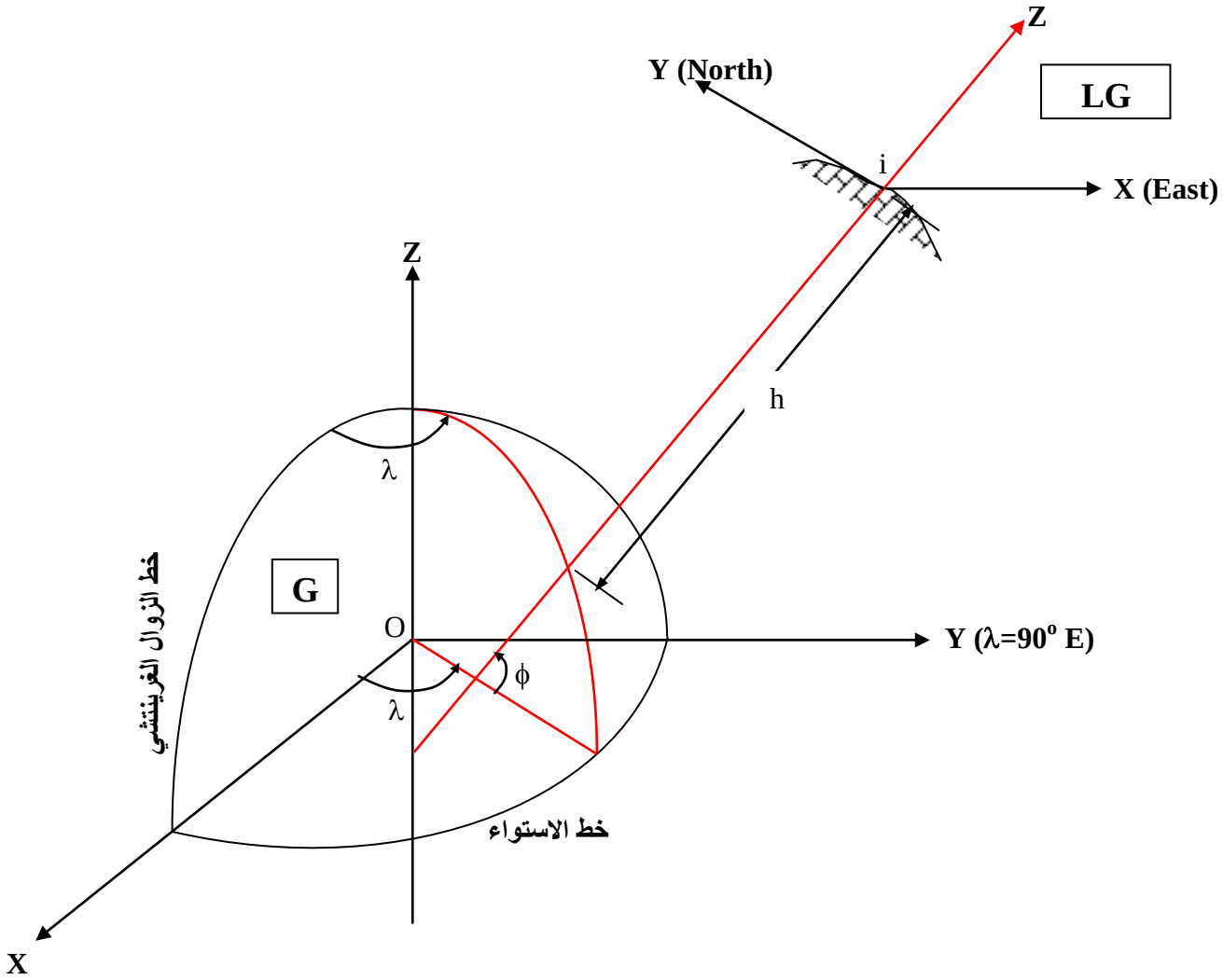
[*] **Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

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

مقدمة:

إن نظام تحديد الموقع الجغرافي العام GPS يعطي مواقع النقاط الجغرافية (φ ، λ ، h) أو الفراغية المركزية (X, Y, Z) منسوبة إلى الإهليلج الدوراني العالمي WGS-84 . إن الارتفاع الذي يعطيه نظام GPS هو الارتفاع عن الإهليلج ولتحويله الى الارتفاع الطبيعي أو الأورتومتري المنسوب إلى الجيوئيد يجب معرفة تعرجات الجيوئيد في المنطقة المدروسة.

يتم الانتقال بشكل عام من الإحداثيات الجغرافية لنقطة من سطح الأرض إلى الإحداثيات المستوية باستخدام قوانين رياضية تخص نوع الإسقاط أو الارتسام المستخدم. يؤخذ مركز الإحداثيات المستوية في نقطة محلية من سطح الأرض ويكون محور الشمال باتجاه خط الطول المركزي المار بالنقطة، ويكون محور الشرق عمودياً عليه وباتجاه الشرق وفق خط العرض المار بالنقطة كما هو مبين في الشكل رقم (1).



الشكل رقم 1 – جملة الإحداثيات المركزية والمحلية

وقد تم اعتماد الارتسام الستيريوغرافي لتعريف الخرائط والمخططات العقارية في سوريا. كما تم اعتماد ارتسام لامبيرت المخروطي في تعريف الخرائط السورية لكافة المناطق. طبق إسقاط لامبرت في الأعوام (1921−1958) وقد تم اعتماد إهليلج كلارك 1880 (Clarck1880) كسطح مقارنة مرجعي وعناصر هذا السطح هي: ($\mathbf{a = 6378.249 m, b = 6356515 m \quad f = 1 : 2935}$)، ويقع مركز الإحداثيات المحلية في نقطة بين حمص وتدمر(50 كيلومتر شرقي حمص) ذات الإحداثيات الجغرافية ($\varphi_0 = 34.2^o, \lambda_0 = 39.15^o$).

إن نسبة التشوه الخطي (في الخرائط التي تعتمد إسقاط لامبرت) تساوي الواحد عند خطي العرض $\mathbf{\varphi_1 = 40.25}^{\mathbf{Gr}}$ بالقرب من مدينة حلب، $\mathbf{\varphi_2 = 36.75}^{\mathbf{Gr}}$ قرب الصنمين على مسافة 174728 متر شمالاً وجنوباً من مركز الارتسام، ولإلغاء ظهور قيم سالبة في الإحداثيات فقد تم عدّ مركز الإحداثيات التربيعية لا ينطبق على مركز الارتسام وإنما يقع في الاتجاه الجنوبي الغربي في نقطة تبعد عن مركز الارتسام بمقدار $\mathbf{\Delta X = -300 Km,\ \Delta Y = -300 Km}$. أما عامل الإرجاع فقيمته تساوي $\mathbf{K_0 = 0.9996256}$.

يعالج هذا البحث تحويل الإحداثيات الجغرافية المأخوذة بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) إلى إحداثيات جغرافية مسندة إلى مستوى المقارنة المحلي كلارك 1880، وما يتطلبه ذلك من حساب لبارامترات التحويل السبعة. كما تمت دراسة تأثير عدد نقاط الربط المشتركة بين نظامي الإحداثيات على قيم بارامترات التحويل، و قد تم اعتماد مجموعة من النقاط تقع جميعها في منطقة مجاورة لمدينة تدمر.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة تحويل الإحداثيات الجغرافية المأخوذة بنظام تحديد المواقع العالمي، المنسوبة إلى الإهليلج الدوراني العالمي WGS-84, إلى الاحداثيات الجغرافية المحلية المنسوبة إلى إهليلج كلارك 1880 . حيث أن إهليلج كلارك 1880 هو الإهليلج المرجعي المعتمد في سوريا في الإسقاطات (الستيريوغرافي أو لامبيرت) المستخدمة في إنتاج الخرائط العقارية وغيرها، كما يهدف إلى حساب بارامترات التحويل السبعة بين النظامين لمنطقة قريبة من مبدأ الإحداثيات السورية قرب مدينة تدمر وذلك باستخدام إحداثيات عدد من النقاط المشتركة في كلا النظامين، ودراسة تأثير عدد هذه النقاط على قيم بارامترات التحويل المحسوبة.

لدينا جملتا إحداثيات فراغيتان مركز الأولى هو مركز الارض ومركز الثانية هو مركز الإهليلج المحلي. إن الانتقال من جملة إحداثيات معينة إلى جملة إحداثيات أخرى يتطلب معرفة شعاع الانسحاب ذي المركبات الثلاثة وشعاع الدوران ذي ثلاث مركبات أيضا، وكذلك إلى عامل المقياس بعدّ النقاط محددة على الإهليلج الاول الذي يختلف بأبعاده عن أبعاد الإهليلج الثاني. يفضل إجراء هذا التحويل باستخدام عدد من النقاط المعلومة الإحداثيات في كلتا الجملتين. بشكل عام نحتاج إلى معرفة ثلاث نقاط في كلتا الجملتين على الأقل لحساب بارامترات التحويل السبعة.

تحويل الإحداثيات المأخوذة بنظام تحديد المواقع العالمي إلى الإحداثيات المحلية

تنسب جميع القياسات المرصودة بنظام تحديد المواقع العالمي و المعلومات الخاصة به إلى نظام إحداثيات مرجعي ثابت ومعروف يدعى النظام الجيوديزي العالمي (WGS-84). إن عناصر الإهليلج (WGS-84) هي نفسها عناصر الإهليلج لعام 79 الذي نصح الاتحاد الدولي الجيوديزي AIG باستخدام الجملة الجيوديزية المرجعية لعام 1979 والمعروفة GRS80 وهي على الشكل التالي:

a= 6378137 m
b= 6356752.3 m
f= 0.00335281066474

يتم تعيين الإحداثيات المحلية لموقع ما على سطح الارض في جملة إحداثيات محلية بإجراء سلسلة من عمليات التحويل على الإحداثيات المرصودة بنظام تحديد المواقع العالمي باستخدام المعادلة الآتية :

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X} \\ \mathbf{Y} \\ \mathbf{Z} \end{bmatrix} \mathbf{Local} = \begin{bmatrix} \mathbf{\Delta X} \\ \mathbf{\Delta Y} \\ \mathbf{\Delta Z} \end{bmatrix} + \mathbf{Rx} \begin{bmatrix} \mathbf{X} \\ \mathbf{Y} \\ \mathbf{Z} \end{bmatrix} \mathbf{WGS\,84}$$

باعتبار :

Rx : مصفوفة الدوران التي تتضمن قيم الدوران الزاوي اللازمة لمحاور الجملة الإحداثية المحلية لتتطبق على محاور الجملة الإحداثية لنظام تحديد المواقع العالمي.

$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$: قيم انزياح محاور الجملة الإحداثية للإهليلج المحلي لكي تتطبق على المحاور الإحداثية لإهليلج نظام تحديد المواقع العالمي.

إن قيم هذه العوامل معلومة لدى بعض الدول وخاصة بكل دولة فمثلا قيم الانزياح لإحداثيات الشبكة الجيوديزية لألمانية (ΔY=-111 m, ΔX=370 ΔZ=431 m) و بريطانيا (ΔY=68.2m, ΔX=583m, ΔZ=394,6m) (m,.

بشكل عام يتم تنفيذ عمليات تحويل الإحداثيات الجغرافية (φ ، λ) التي يعطيها نظام تحديد المواقع العالمي إلى الاحداثيات المحلية وفق المراحل الآتية:

1- تحويل الإحداثيات الديكارتية المحلية وفق نظام الإسقاط المستخدم وفي الإهليلج المحلي إلى إحداثيات جغرافية (φ ، λ).

يتم تنفيذ هذا التحويل باستخدام علاقات الإسقاط العكسي المعروفة في الجيوديزيا.

2- تحويل الإحداثيات الجغرافية (φ ، λ) المعطاة بنظام GPS والمنسوبة الى مستوى المقارنة WGS-84 إلى إحداثيات ديكارتية مركزية (X, Y, Z) لنفس سطح المقارنة (WGS-84).

يتم اجراء هذا التحويل باستخدام العلاقات الآتية:

$$\begin{aligned} X &= (N+h)\cos\varphi\cos\lambda \\ Y &= (N+h)\cos\varphi\sin\lambda \\ Z &= [N(1-e^2)+h]\sin\phi \end{aligned} \qquad (1)$$

حيث N نصف قطر التقوس الرئيس للنقطة وتعطى بالعلاقة الآتية:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2.Sin^2(\phi)}} \qquad (2)$$

باعتبار أن : $e^2 = \frac{a^2-b^2}{a^2}$ مربع اللامركزية الرئيسة.

3- تحويل الإحداثيات الجغرافية (φ ، λ) المنسوبة إلى مستوى المقارنة المحلي Clarck 1880 إلى احداثيات ديكارتية مركزية محلية (u,v,w) لنفس سطح المقارنة (Clarck 1880).

يتم إجراء هذا التحويل باستخدام علاقات التحويل رقم (1) و (2).

4- حساب بارامترات التحويل بين جملة Clarck 1880 المركزية وجملة WGS84 المركزية

يبين الشكل رقم (2) نظام الإحداثيات X(x, y, z) المرتبط بنظام الإحداثيات U(u, v,w) بوساطة شعاع الانتقال T بين مبدأي الإحداثيات في كلا النظامين، و بواسطة دورانات صغيرة $(\varepsilon, \omega, \psi)$ حول المحاور (u, v,w) بالترتيب.

يعبر عن معادلة التحويل بين الجملة (X) والجملة (U) بالشكل المصفوفي الآتي:

$$X = (1+S) \bullet R \bullet U + T \qquad (3)$$

R مصفوفة الدوران، T شعاع الانتقال و S عامل المقياس بين النظامين.

تعرف معادلة التحويل السابقة العلاقة بين نظامي الإحداثيات من خلال سبع بارامترات هي :

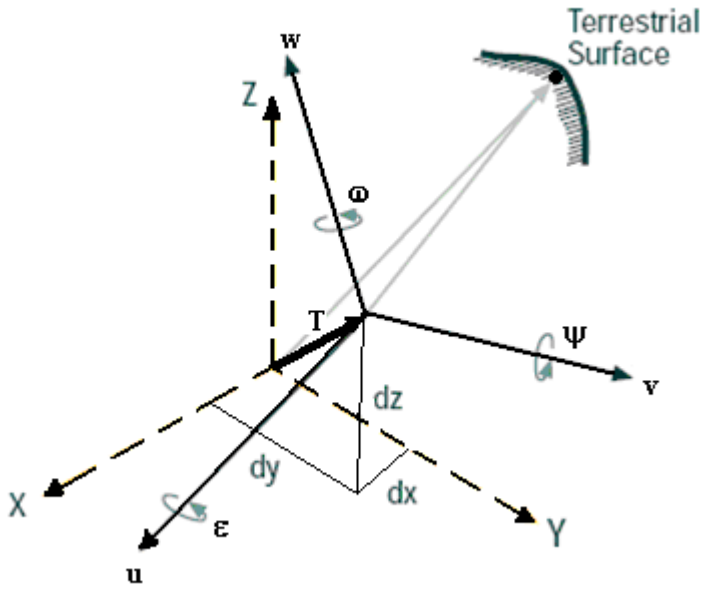
$$\Delta x, \Delta y, \Delta z, \varepsilon, \omega, \psi, s$$

يجب التذكير بأن مركبات الانتقال هي تغيرات في نظام الإحداثيات X . وأن نظام الإحداثيات U هو الذي خضع للدوران وتصحيح عامل المقياس.

يمكن ايجاد بارامترات التحويل باستخدام نظرية المربعات الصغرى مع عدّ الإحداثيات الديكارتية في كلا النظامين هي القيم المقاسة.

تعطي كل محطة قياس شعاعاً واحداً يمثل المعادلة (3) وبالتالي تعطي ثلاث معادلات من الشكل التالي:

$$X+W=0 \qquad (4)$$



الشكل رقم 2- عناصر التحويل بين نظم الاحداثيات

يمكن التعبير عن المعادلة (4) بشكل أكثر تفصيلاً وفق الشكل التالي:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & u & v & -w & 0 \\ 0 & 1 & 0 & v & -u & 0 & w \\ 0 & 0 & 1 & w & 0 & u & -v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ s \\ \omega \\ \psi \\ \varepsilon \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u-x \\ v-y \\ w-z \end{bmatrix} = 0 \qquad \textbf{(5)}$$

حيث: u,v,w هي الإحداثيات المركزية وفق كلارك

x,y,z هي الإحداثيات المركزية وفق wgs84

$\Delta x,\Delta y,\Delta z,s,\omega,\psi,\varepsilon$ هي بارامترات التحويل المبينة بالشكل (2).

وهي معادلة خطية حلها من الشكل :

$$X = -(A^T.A)^{-1}.A^T.W \qquad \textbf{(6)}$$

بعد حساب البارامترات يتم حساب الإحداثيات المركزية وفق نظام المقارنة WGS84 اعتماداً على الإحداثيات المركزية وفق إهليلج كلارك كما يلي:

$$X = (1+S).R.U + T \qquad (7)$$

حيث U هي الجملة المركزية وفق كلارك

5- تحويل الإحداثيات المركزية إلى إحداثيات جغرافية:

نضع h=0 في المعادلة التالية:

$$\phi = \tan^{-1}[\frac{Z}{r}(1-e^2\frac{N}{N+h})^{-1}] \qquad \textbf{(8)}$$

نستخدم القيمة الناتجة من المعادلة السابقة ونعوضها في المعادلة الاتية:

$$N = \frac{a}{(1-e^2\,Sin^2\phi)^{0.5}}$$

نعوض القيمتين N, ϕ الناتجتين مما سبق في المعادلة التالية للحصول على قيمة أفضل لـ h:

$$h = \frac{r}{Cos\,\phi} - N \qquad \textbf{(9)}$$

حيث:

$$r = \sqrt{(X^2+Y^2)}$$

بعد حساب قيمة h الجديدة نكرر الخطوات السابقة حتى استقرار قيمة ϕ وقيمة h . وعادة يتم القبول بدقة قدرها 0.0001^{cc} للزاوية ϕ.

يتم حساب λ من المعادلة الآتية:

$$\lambda = \tan^{-1}(\frac{Y}{X}) \qquad \textbf{(10)}$$

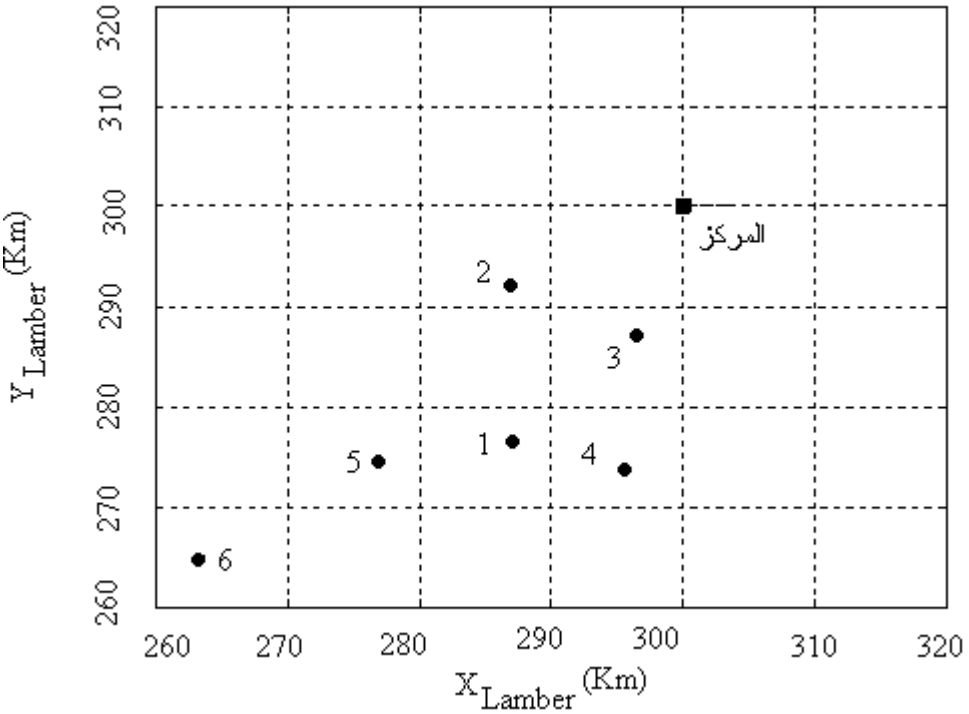
النتائج والمناقشة:

من أجل حساب بارامترات التحويل السبعة ($\Delta x, \Delta y, \Delta z, \varepsilon, \omega, \psi, s$) بين نظامي المقارنة WGS-84 والمحلي كلارك 1880 تم استخدام ست نقاط جيوديزية معلومة الإحداثيات الديكارتية في النظام السوري لامبيرت كما هو مبين في الجدول رقم (1). تتوزع هذه النقاط على مساحة حوالي 16 كيلومتر مربع في منطقة تدمر القريبة من مركز الإحداثيات السورية كما هو مبين في الشكل رقم (3).

الجدول رقم (1) – الاحداثيات الديكارتية لنقاط الربط وفق لامبيرت السوري

رقم النقطة	X(LAMBERT)	Y(LAMBERT)	H
1	286928.26	276690.96	914.879
2	286831.47	292205.73	696.523
3	296392.19	287365.64	759.118
4	295406.26	273884.84	725.067
5	276939.07	274558.71	779.585
6	263135.11	264973.23	933.472

تم تحويل الإحداثيات الديكارتية المحلية المبينة في الجدول رقم (1) الى إحداثيات جغرافية منسوبة إلى الإهليلج المحلي وذلك باستخدام علاقات الإسقاط العكسي المعروفة وحصلنا على النتائج المبينة في الجدول رقم (2).



الشكل رقم 3– توزع نقاط الربط المشتركة في جملة إحداثيات لامبيرت

الجدول رقم 2-- الإحداثيات الجغرافية لنقاط الربط وفق الإهليلج المحلي

رقم النقطة	φ _CLARCK1880			λ _CLARCK1880			H
	0	/	//	0	/	//	m
1	34	26	22.9585	37	12	27.8036	914.879
2	34	34	46.6545	37	12	23.1462	696.523
3	34	32	9.81849	37	18	38.4721	759.118
4	34	24	52.0975	37	18	0.0514	725.067
5	34	25	13.0932	37	5	56.5802	779.585
6	34	20	0.45678	36	56	57.356	933.472

تم تعيين الإحداثيات الجغرافية لهذه النقاط في جملة الإحداثيات العالمية WGS84 (φ ، λ) بدقة عالية؛ وذلك من خلال رصدها بالطريقة الساكنة باستخدام أجهزة استقبال نوع تالس وأدرجت نتائج القياس في الجدول رقم(3).

الجدول رقم 3-- الإحداثيات الجغرافية لنقاط الربط وفق WGS84

رقم النقطة	φ -WGS84			λ -WGS84			H
	0	/	//	0	/	//	m
1	34	26	22.1484	37	12	31.9646	952.27
2	34	34	45.8656	37	12	27.3955	733.12
3	34	32	8.9582	37	18	42.7371	796.85
4	34	24	51.2625	37	18	4.2402	763.36
5	34	25	12.3342	37	6	0.7045	816.13
6	34	19	59.7336	36	57	1.3209	969.22

تم حساب بارامترات التحويل السبعة بين النظامين (ثلاثة انسحابات بين النظامين وثلاثة دورانات حول المحاور وعامل المقياس ($\Delta x, \Delta y, \Delta z, \varepsilon, \omega, \psi, s$)) لمنطقة البحث وذلك باستخدام إحداثيات عدد من نقاط الربط المشتركة في كلا النظامين. حيث تم استخدام ثلاث نقاط في الحالة الاولى وأربع نقاط في الحالة الثانية اما في الحالة الثالثة فقد تم استخدام خمس نقاط ربط وفي الحالة الأخيرة تم استخدام ست نقاط ربط مشتركة بين النظامين.

في الحالة الأولى تم استخدام نقاط الربط المشتركة (1، 2، 3) من أجل حساب بارامترات التحويل السبعة بين النظامين بتطبيق المعادلات رقم (5 و 6 و 7) و دونت النتائج في الجدول (4).

الجدول رقم (4)- بارامترات التحويل باستخدام ثلاث نقاط ربط

DX(m)	DY(m)	DZ(m)	S	thetaX(″)	thetaY(″)	thetaZ(″)
-681.1697	227.3073	-261.8107	0.0001	8.170843	17.95224	30.89291

بعد ذلك تم التحقق من قيم هذه البارامترات من خلال حساب إحداثيات بقية النقاط المعلومة الإحداثيات في كلتا الجملتين، وتم حساب الفروقات في الإحداثيات الجغرافية المأخوذة بنظام تحديد المواقع GPS والإحداثيات الجغرافية للنقاط نفسها منسوبة إلى الإهليلج العالمي WGS 84 باستخدام بارامترات التحويل المحسوبة وأدرجت النتائج في الجدول رقم.(5).

الجدول رقم (5)– الفرق بين الإحداثيات الجغرافية المحسوبة لنقاط التحقيق باستخدام التحويل والإحداثيات الجغرافية منسوبة الى WGS_84 لنقاط التحقيق

الاحداثيات الجغرافية وفقWGS_84 – الاحداثيات الجغرافية وفق التحويل الىWGS_84							
اسم النقطة	φ			λ			h(m)
	0	/	//	0	/	//	
1	0	0	0.002	0	0	0.008	-0.0017
2	0	0	0.005	0	0	-0.005	-0.0023
3	0	0	-0.009	0	0	0.002	0.0034
4	0	0	0.026	0	0	0.017	-0.008
5	0	0	0.002	0	0	0.027	-0.0189
6	0	0	-0.025	0	0	-0.011	-0.03

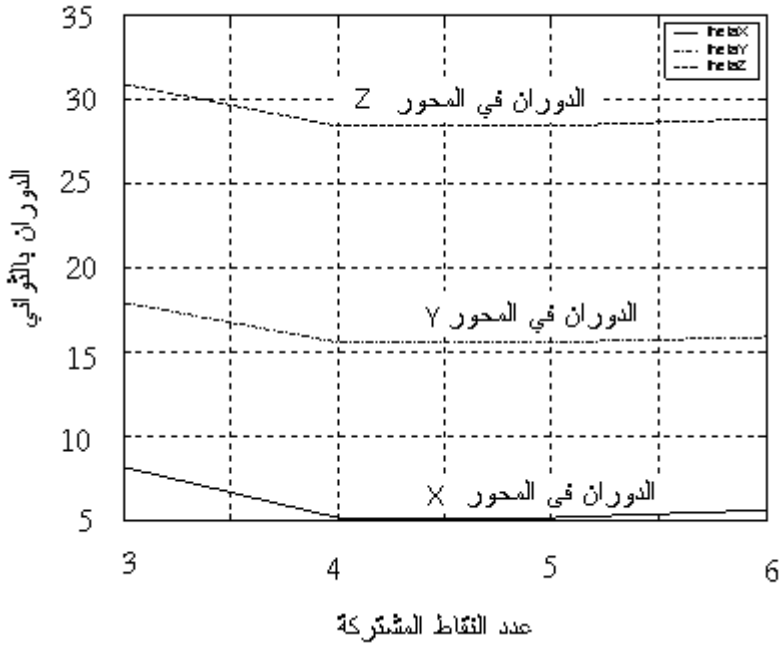
في الحالة الثانية تم حساب بارامترات التحويل السبعة باستخدام أربع نقاط ربط وذلك وفق التسلسل المبين في الحالة الأولى تماما ، كما تم حساب البارامترات باستخدام خمس وست نقاط وأدرجت النتائج لكافة الحالات (أربع حالات) في الجدول رقم (6).

الجدول رقم (6)– عناصر التحويل باستخدام عدد من نقاط الربط

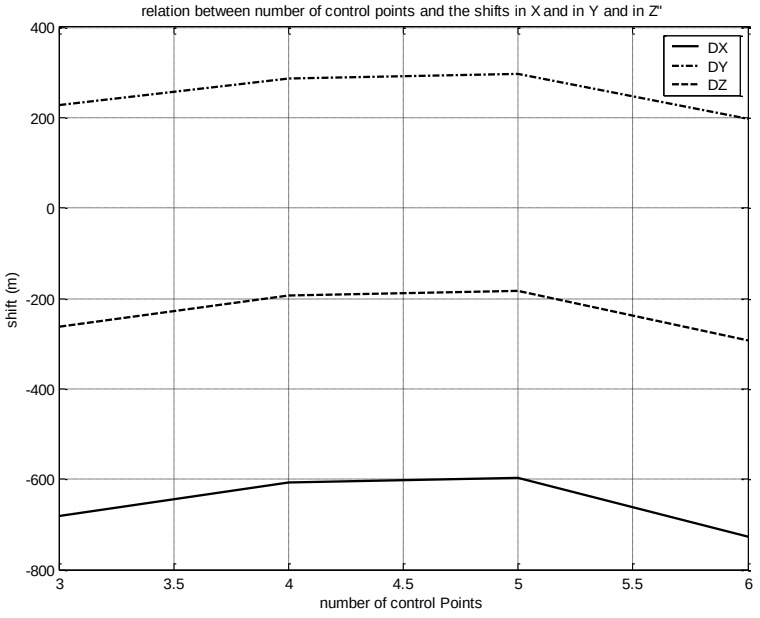
عدد نقاط الربط	الانسحابات			عامل المقياس	الدورانات		
	DX(m)	DY(m)	DZ(m)	S	thetaX(″)	thetaY(″)	thetaZ(″)
3	-681.1697	227.3073	-261.8107	0.0001	8.170843	17.95224	30.89291
4	-607.6446	285.9832	-193.9345	0.0001	5.1837	15.5644	28.3659
5	-596.3228	296.7973	-182.6610	0.0001	5.1771	15.5376	28.4195
6	-727.4174	198.1885	-294.2830	0.0001	5.6317	15.8723	28.8392

بعد ذلك تم التحقق من قيم هذه البارامترات من خلال حساب إحداثيات بقية النقاط المعلومة الإحداثيات في كلتا الجملتين، وتم حساب الفروقات في الإحداثيات الجغرافية المأخوذة بنظام تحديد المواقع GPS والإحداثيات الجغرافية للنقاط نفسها منسوبة إلى الإهليلج العالمي WGS 84 باستخدام بارامترات التحويل المحسوبة، ولم تتجاوز هذه الفروقات 0.02 من الثانية.

يبين الشكل رقم (4) العلاقة بين قيم الدورانات وعدد نقاط الربط المستخدمة في حساب عناصر التحويل، أما الشكل رقم (5) فيبين العلاقة بين قيم انسحابات المحاور وعدد نقاط الربط المشتركة.



الشكل رقم (4) – علاقة الدوران مع عدد النقاط



الشكل رقم (5) – علاقة الانسحاب مع عدد النقاط

الاستنتاجات والتوصيات:

1.إن قيمة الدورانات لا تتجاوز عمليا 20 ثانية، وكذلك عامل المقياس لا يتجاوز عددا من أجزاء المليون، وبالتالي يمكن أن نكتفي بحساب قيمة الانسحاب بين النظامين المحلي والعالمي بإهمال الدوران (محاور النظامين متوازية) وبإهمال عامل تصحيح المقياس، ولتحقيق ذلك يكفي معرفة نقطة مشتركة في كلا النظامين.

2.لم تتغير قيم عناصر التحويل كثيراً بزيادة عدد نقاط الربط المشتركة.

3.يجب استخدام عناصر التحول المحدثة باستمرار لكل منطقة وذلك للحصول على دقة عالية في تحويل الإحداثيات. بمعرفة قيم هذه العناصر يمكن بسهولة حساب إحداثيات الموقع منسوبا إلى الإهليلج المحلي المستخدم في كل بلد.

المراجع :

1- LEICK A., 1995, "*GPS Satellite Surveying*". John Wiley & Sons, New York.
2- RUSSELL C. BRINKER& ROY MINNICK. 1994, "*The Surveying Handbook*". Second Edition, Chapman & Hall, New York.
3- Nassar M. M.,1994,"Advanced Geometric Geodesy". Ain Shams University, Egypt.
4- ALMARZOOQI Y., FASHIR H. and SYED ILIAS AHMED, 2005, *Derivation of Datum Transformation Parameters for Dubai* ،FIG working week,Cairo,Egypt,2005.