مسقط لامبرت التشابهي بالمعادلات التوافقية كمقترح بديل لنظم الإسقاط في الجماهيرية

محمد صبري علي عكريش

قسم الهندسة المدنية – جامعة الفاتح

ABSTRACT

This paper presents a proposal for applying the Lambert projection with harmonic equations to Libyan mapping projection. The Lambert projection has only one sector with very high precision, where the distortion scale in the rectangular coordinate system is less 0.0001 meter on the edges of sector, and no distortion occurring in other positions. This is in contrast to the ideal projection system in which distortion occurs in the middle of the sector and no distortions occur on the edges. This result is dependent on the accuracy of the algorithms used in the projection system.

The paper also considers the possibility of using either the Mercator or Lambert projection for mapping Libya, and the possibility of transforming the rectangular coordinates between these two systems by harmonic equations without distortion.

The results of the present study show that the Lambert projection system is the best for mapping Libya compared to other projection systems especially when it is compared with the accuracy of the Global Positioning System (GPS) and the Geographic Information System (GIS).

الملخص

تعرض هذه الورقة مسقط لامبرت باستخدام المعادلات التوافقية لتخريط الجماهيرية في شريحة واحدة مقارنةً مع مسقط مركيتور المستعرض 16 درجة باستخدام المعادلات التوافقية، حيث لا يتجاوز تشوه الإحداثيات التربيعية في مسقط لامبرت 0.0001 متراً باستخدام المقياس التقليدي في أطراف الشريحة التي تعتبر الأكثر تشوهاً بينما في باقي مناطق الشريحة لا يحدث تشوه. وبالعكس عندما يستخدم المقياس المثالي يتشوه وسط الشريحة ولا يحدث تشوه في أطراف الشريحة؛ هذه النتيجة تعتمد على الخوارزميات المستخدمة في المسقط والتي تتمتع بالدقة الكاملة والبساطة.

كما تعرض هذه الورقة إمكانية استخدام مسقط مركيتور المستعرض 16 درجة باستخدام المعادلات التوافقية بعشرة خوارزميات مع مسقط لامبرت التشابهي باستخدام المعادلات التوافقية في تخريط الجماهيرية وذلك بالانتقال بين نظم الإحداثيات التربيعية بدقة كاملة بدون حدوث تشوه من لامبرت إلى مركيتور وبالعكس.

بناءً على نتائج هذه الدراسة وجد أن إسقاط لامبرت التشابهي باستخدام المعادلات التوافقية هو الأفضل على الإطلاق من مساقط مركيتور المستخدمة حاليا في الجماهيرية بست خوارزميات

وكذلك مسقط مركيتور المستعرض 16 درجة باستخدام المعادلات التوافقية بعشرة خوارزميات مقارنةً بدقة أجهزة التمركز الأرضي GPS ونظم المعلومات الجغرافية (GIS).

الكلمات المفتاحية: التخريط؛ مسقط لامبرت التشابهي؛ مسقط مركيتور؛ المعادلات التوافقية؛ نظم الإحداثيات التربيعية

المقدمة

تعتبر الخرائط واحدة من أساسيات البنية التحتية للدول حيث تلعب الخرائط دوراً مهماً في العديد من المجالات، والمساقط المستخدمة في التخريط تعتمد على الموقع الجغرافي المراد تخريطه، لهذا نجد أن موقع الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى الجغرافي يعطيها العديد من الاختيارات في استخدام الإسقاط المناسب لها، كمسقط مركيتور المستعرض ومسقط لامبرت التشابهي والمسقط السمتي؛ وجميع هذه المساقط يمكن استخدمها للموقع الجغرافي التي تقع فيه الجماهيرية ، لهذا تكمن الصعوبة في اختيار المسقط المناسب.

أكدت الدراسات السابقة على أن مسقط لامبرت التشابهي التقليدي هو الإسقاط المناسب بالنسبة لتخريط ليبيا في الخرائط الطبوغرافية ذات ثلاثة حدود في السلسلة الرياضية باستخدام الطريقة المتبعة لجراردوس مركيتور [4]؛ وفي الوقت الحالي لازالت ليبيا تستخدم مساقط مركيتور المستعرض بست درجات ودرجتين و المسقط الشامل المقترح مؤخراً لها باستخدام المعادلات التقليدية [3]. ومن خلال مراجعة ودراسة بطاقات وصف نقاط الضبط الأرضي المعدة من قبل مصلحة المساحة 2006 مسيحي [3], لوحظ أن مسقط مركيتور الليبي بدرجتين LTM هو الوحيد الذي يحتوي على دقة المسقط بالأمتار لنقاط الضبط الأرضي حيث تصل الدقة في السنتيمترات بينما مسقط مركيتور العالمي بست درجات و مسقط مركيتور الليبي الشامل 16 درجة يحتوي على الإحداثيات التربيعية (x,y) بدون توضيح الدقة المكانية. كما ذكر في المرجع [3] بأن الخطأ التقديري في الكيلومتر الواحد للمسقط الليبي بدرجتين يبلغ حوالي 5-10 سم/ كم وللمسقط UTM حوالي40-50 سم/ كم بينما لم تحدد الدقة بالنسبة للمسقط الليبي الشامل 16 درجة.

ومع تطور تقنية لحاسب الآلي واستخدام البرمجيات التي تؤمن الخرائط الإلكترونية وخرائط نظم المعلومات الجغرافية وتقنية الأقمار الصناعية في تحديد الموقع، أصبح من الضروري زيادة الدقة في الخرائط بحيث تتناسب هذا التطور الهائل، وبهذا تكون المعادلات التوافقية المستخدمة في المساقط هي البديل الأمثل للمعادلات المستخدمة في المساقط المساحية بالطرق التقليدية [4]. بدأ العمل بالمعادلات التوافقية في السبعينيات من القرن الماضي بخمس حدود فقط بالنسبة لمسقط مركيتور المستعرض والمسقط السمتي بينما يستخدم مسقط لامبرت خمسة حدود أيضا ولكن بطريقة معقدة تعتمد على تشوه المقياس؛ وجميع هذه المساقط تعتمد على الإحداثيات الإزمومترية في أساسها التي تعتبر أساس نظرية الإسقاط، والطرق السابقة في إيجاد الإحداثيات الإزمومترية كانت معقدة ويتم فيها استخدام طريقة التقريب نظرا لصعوبة العمليات الرياضية فيها للّهيتم حذف بعض الحدود في المعادلات الرياضية [2]. أما في الوقت الحالي فأصبح من السهل إيجاد الإحداثيات الإزمومترية من الإحداثيات الجغرافية بدقة عالية وبدون تعقيد [1].

مسقط لامبرت التشابهي باستخدام المعادلات التوافقية

تعتبر المعادلات التوافقية من أفضل الطرق الحديثة في علم الإسقاط، حيث تلعب دورا كبيرا في عملية الدقة التي تحتاجها جميع المساقط وكذلك البساطة من حيث التعامل مع الحاسب الآلي. يملك مسقط لامبرت التشابهي خاصية متميزة في تحديد خوارزمياته، حيث يمكن إيجاد عدد لانهائي من الحدود الخوارزمية وذلك بمعادلة تسمى المعادلة التكرارية (1)؛ وهذه الخوارزميات يمكن استنتاجها كالآتي:

$$
\begin{aligned}
& d_1 = c_1 \\
& d_j = \frac{c_1}{j!}(-1)^{j-1}(\sin B_0)^{j-1} \qquad j = (1,2,....,n) \\
& d'_j = \frac{c'_1}{j}(\sin B_0)^{j-1}
\end{aligned}
\tag{1}
$$

حيث:

c- نصف قطر الشكل البيضاوي عند القطب

d_1 - تسلسل الخوارزميات

c_1 – خوارزميات مسقط مركيتور

جميع الخوارزميات المستخدمة في مسقط لامبرت التشابهي تملك دقة متناهية بدون أخطاء تذكر، بينما الخوارزميات المستخدمة في مسقط مركيتور المستعرض بالمعادلات التوافقية فيتم فيها حذف بعض أجزاء حدود الخوارزميات مما يؤدي إلى تقليل الدقة المطلوبة.

تملك الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى حدود جغرافية كالشكل المربع مما يجعل مسقط لامبرت ومركيتور مناسبين لها [4]، وسيتم هنا تجريب مسقط لامبرت في شريحة واحدة بدائرة عرض مركزية "00.0000 '30 °26 وخط طول مركزي "00.0000 '25 °17 وهاتين الدائرتين أيضا مأخوذتين لمسقط مركيتور المستعرض بست عشرة درجة بالمعادلات التوافقية، ويكون عرض الشريحة في اتجاه خطوط العرض جنوبا وشمالا 15 درجة ويزيد عن ذلك بينما في اتجاه خطوط الطول 16 درجة وهي الحدود الجغرافية للجماهيرية.

تبدأ الدراسة باختيار عدد من النقاط المختلفة في الجماهيرية الليبية في الجنوب والوسط والشمال باستخدام معامل المقياس التقليدي والمثالي في تحديد الإحداثيات التربيعية ثم الرجوع إلى الإحداثيات الجغرافية مرة أخرى وذلك لتحديد مدى صلاحية المسقط مقارنة بالمساقط المستخدمة حاليا في الجماهيرية ومسقط مركيتور المستعرض بستة عشرة درجة باستخدام المعادلات التوافقية؛ بالنسبة للمساقط المستخدمة حاليا يمكن الرجوع إلى المرجع [3].

يلاحظ في الجدولين (1،2) بأن مسقط لامبرت لا يحدث فيه تشوه في عملية الرجوع وهذا يجعل منه مسقطا مناسبا للموقع الجغرافي الذي تقع فيه الجماهيرية الليبية.

الجدول 1: نتائج تحويل الإحداثيات الجغرافية إلى الإحداثيات التربيعية في مسقط لامبرت ثم الرجوع إلى الإحداثيات الجغرافية بمعامل المقياس التقليدي

خط العرض B	" 00.0000' 00°20	" 00.0000' 00°20	" 00.0000' 00°20
خط الطول L	" 00.0000' 25°20	" 00.0000' 25°22	" 00.0000' 55°24
الشماليات X	2214577.2024	2221136.9731	2233945.9658
الشرقيات Y	315900.4470	526415.5974	789373.9762
زاوية التقارب γ	" 18.9364'20°1	" 51.5606'13°2	" 47.3410'20°3
معامل المقياس	1.00631518		
الرجوع لخط العرض B	" 00.0000' 00°20	" 00.0000' 00°20	" 00.0000' 00°20
الرجوع لخط الطول L	" 00.0000' 25°20	" 00.0000' 25°22	" 00.0000' 55°24
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأ dL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	" 00.0000' 00°26	" 00.0000' 00°26	" 00.0000' 00°26
خط الطول L	" 00.0000' 25°20	" 00.0000' 25°22	" 00.0000' 55°24
الشماليات X	2880393.6779	2886630.3775	2898808.5227
الشرقيات Y	300342.2372	500489.4413	750497.0260
زاوية التقارب γ	" 18.9364'20°1	" 51.5606'13°2	" 47.3410'20°3
معامل المقياس	1.00003781		
الرجوع لخط العرض B	" 00.0000' 00°26	" 00.0000' 00°26	" 00.0000' 00°26
الرجوع لخط الطول L	"20° 25' 00.0000	"22° 25' 00.0000	"24° 55' 00.0000
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأ dL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	"32 00' 00.0000	"32° 00' 00.0000	"32° 00' 00.0000
خط الطول L	"20° 25' 00.0000	"22° 25' 00.0000	"24° 55' 00.0000
الشماليات X	3546187.5481	3552101.1877	3563648.5068
الشرقيات Y	284784.5556	474564.1654	711621.3958
زاوية التقارب γ	"1°20' 18.9364	"2°13' 51.5606	"3°20' 47.3410
معامل المقياس	1.00467848		
الرجوع لخط العرض B	"32 00' 00.0000	"32° 00' 00.0000	"32° 00' 00.0000
الرجوع لخط الطول L	"20° 25' 00.0000	"22° 25' 00.0000	"24° 55' 00.0000
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأ dL في المتر	0.000	0.000	0.000

الجدول 2: نتائج تحويل الإحداثيات الجغرافية إلى الإحداثيات التربيعية في مسقط لامبرت ثم الرجوع إلى الإحداثيات الجغرافية بمعامل المقياس المثالي

خط العرض B	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	2217367.8910	2223902.1550	2236661.3418
الشرقيات Y	314672.1161	524368.7105	786304.6156
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	1.00240228		
الرجوع لخط العرض B	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	2880595.4404	2886807.8896	2898938.6819
الشرقيات Y	299174.4021	498543.3643	747578.8326
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	0.99614932		
الرجوع لخط العرض B	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأ dL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	32 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	3543800.4725	3549691.1177	3561193.5369
الشرقيات Y	283677.2142	472718.8950	708854.3643
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	1.00077195		
الرجوع لخط العرض B	32 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000

في الجدولين (3،4) يلاحظ بأن مسقط مركيتور بالمعادلات التوافقية لا يحدث فيه تشوه في عملية الرجوع إلا في موقع واحد.

الجدول 3: نتائج تحويل الإحداثيات الجغرافية إلى الإحداثيات التربيعية في مسقط مركيتور بالمعادلات التوافقية ثم الرجوع إلى الإحداثيات الجغرافية بمعامل المقياس التقليدي

خط العرض B	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	2215219.6167	2220235.9182	2230084.7212
الشرقيات Y	314057.2409	523757.0253	786599.1978
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	1.00121874	1.00339087	1.00765366
الرجوع لخط العرض B	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0001"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.0015
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	2880335.9226	2886484.6500	2898550.0962
الشرقيات Y	300443.3096	500991.0966	752226.0719
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	1.00309919	1.00309919	1.00699139
الرجوع لخط العرض B	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	32 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	3545851.1851	3552863.1441	3566613.4902
الشرقيات Y	283541.4038	472738.3916	709603.0109
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	1.00099118	1.00275605	1.00621325
الرجوع لخط العرض B	32 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000

الجدول 4: نتائج تحويل الإحداثيات الجغرافية إلى الإحداثيات التربيعية في مسقط مركيتور بالمعادلات التوافقية ثم الرجوع إلى الإحداثيات الجغرافية بمعامل المقياس المثالي

خط العرض B	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	2218007.8074	2223004.6037	2232815.1111
الشرقيات Y	312836.0771	521720.4758	783540.6266
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	0.99732565	0.99948934	1.00373555
الرجوع لخط العرض B	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0000"	20° 00' 00.0001"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.0015
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	2880537.9097	2886662.7287	2898681.2603
الشرقيات Y	299275.0815	499043.0690	749301.1554
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	0.99722154	0.99919879	1.00307587
الرجوع لخط العرض B	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"	26° 00' 00.0000"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000
خط العرض B	32 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"
خط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
الشماليات X	3543465.4174	3550450.1115	3564146.9914
الشرقيات Y	282438.8962	470900.2203	706843.8276
زاوية التقارب γ	1°20' 18.9364"	2°13' 51.5606"	3°20' 47.3410"
معامل المقياس	0.99709897	0.99885698	1.00230075
الرجوع لخط العرض B	32 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"	32° 00' 00.0000"
الرجوع لخط الطول L	20° 25' 00.0000"	22° 25' 00.0000"	24° 55' 00.0000"
نسبة الخطأ dB في المتر	0.000	0.000	0.000
نسبة الخطأdL في المتر	0.000	0.000	0.000

الإحداثيات التربيعية في مسقط لامبرت و مركيتور والعلاقة بينهما

تختلف نظم الإحداثيات التربيعية المستخدمة في المساقط من مسقط إلى آخر مما يجعل الانتقال بينها معقدا؛ فمثلا مسقط مركيتور المستعرض بالطريقة القديمة يعتمد على العلاقة الهندسية المباشرة مع الأسطوانة بينما لامبرت مع الشكل المخروطي، وكل مسقط يعتمد على علاقة هندسية تختلف على المسقط الآخر, لهذا يكون الانتقال في نظم الإحداثيات التربيعية بين المساقط غير ممكن.

حاليا وباستخدام المعادلات التوافقية أو الدالة التوافقية أصبح من الممكن الانتقال من نظام مسقط مركيتور المستعرض إلى لامبرت بكل سهولة وبنفس الدقة بشرط تساوي حدود الخوارزميات واستخدام دائرة عرض مركزية موحدة B0 وذلك كالآتي:.

$$\begin{aligned} X_m - X_m &= X_l - X_l \\ X_m - (x_0 + \Delta x_m) &= X_l - (x_0 + \Delta x_l) \\ X_m &= X_l + (\Delta x_m - \Delta x_l) \end{aligned} \qquad (2)$$

المعادلة (2) توضح العلاقة الهندسية مع الفرضية الجديدة في تحويل الإحداثيات التربيعية بين مسقط لامبرت التشابهي و مسقط مركيتور المستعرض 16 درجة، وبهذا تكون المعادلة النهائية في الشكل التالي:

$$\begin{aligned} X_m &= X_l + (c_3 - d_3)P_3 + (c_4 - d_4)P_4 + (c_5 - d_5)P_5 + ... \\ Y_m &= Y_l + (c_3 - d_3)Q_3 + (c_4 - d_4)Q_4 + (c_5 - d_5)Q_5 + ... \end{aligned} \qquad (3)$$

من المعادلة (3) سوف يتم تحويل نظام الإحداثيات التربيعية المحسوبة من مسقط لامبرت إلى نظام الإحداثيات التربيعية في مسقط مركيتور المستعرض بستة عشرة درجة بعشر خوارزميات كما مبين في الجدول (3)؛ حيث يشترط أن يكون عدد الخوارزميات متساوياً، وبعد ذلك يتم تحويل الإحداثيات التربيعية من مسقط مركيتور المستعرض إلى نظام الإحداثيات الجغرافية للبرهان النهائي كما هو مبين في الجدول (5)، وجميع هذه البراهين تعتمد على برمجيات الحاسب الآلي.

الجدول 5: تحويل الإحداثيات التربيعية من نظام مسقط لامبرت إلى نظام مسقط مركيتور

مسقط لامبرت		مسقط مركيتور	
X	Y	X	Y
2221136.9731	526415.5974	2220235.9182	523757.0253
2233945.9658	789373.9762	2230084.7212	786599.1979
2886630.3775	500489.4413	2886484.6500	500991.0966
3546187.5481	284784.5556	3545851.1851	283541.4038
3552101.1877	474564.1654	3552863.1442	472738.3916
3563648.5068	711621.3958	3566613.4901	709603.0109

الجدول 6: تحويل الإحداثيات التربيعية من مسقط مركيتور إلى نظام الإحداثيات الجغرافية

مسقط مركيتور		الإحداثيات الجغرافية	
X	Y	خط العرض	خط الطول
2220235.9182	523757.0253	20° 00' 0.0000"	22° 25' 00.0000"
2230084.7212	786599.1979	20° 00' 0.0001"	24° 55' 00.0000"
2886484.6500	500991.0966	26° 00' 0.0000"	22° 25' 00.0000"
3545851.1851	283541.4038	32° 00' 0.0000"	20°25' 00.0000"
3552863.1442	472738.3916	32° 00' 0.0000"	22° 25' 00.0000"
3566613.4901	709603.0109	32° 00' 0.0000"	24° 55' 00.0000"

ملاحظة: خط الطول يحسب من خط الطول المركزي والإشارة السالبة تأخذ اتجاه الغرب بينما الموجبة الشرق.

الجدولان (5،6) يوضحان عملية تحويل الإحداثيات بدقة عالية جداً والخطأ المتوقع لا يتجاوز المليمتر.

الخلاصة

تعرض هذه الورقة مسقط لامبرت كبديل للمساقط المستخدمة حاليا في الجماهيرية الليبية بهدف تحسين نظم الإسقاط وكذلك عملية تحويل الإحداثيات التربيعية من نظام مسقط لامبرت إلى مسقط مركيتور 16 درجة باستخدام المعادلات التوافقية وبالعكس، ويمكن تلخيص النتائج على النحو التالي:

- مسقط لامبرت بالمعادلات التوافقية يمتاز بالدقة العالية جدا حيث الخطأ المتوقع في عملية التشوه أقل من المليمتر في أسوء الاحتمالات وبشريحة واحدة للجماهيرية بالكامل.
- مسقط لامبرت بمعامل المقياس المثالي يعطي دقة مضاعفة للمسافات المحسوبة مقارنةً بمعامل المقياس التقليدي لمسقط لامبرت بالمعادلات التوافقية.
- نظام تحويل الإحداثيات التربيعية من مسقط لامبرت إلى مسقط مركيتور 16 درجة بالمعادلات التوافقية يعطي مجال للجماهيرية باستخدام مسقط لامبرت و مركيتور معا.
- مسقط لامبرت بالمعادلات التوافقية يمتلك خوارزميات بعدد لانهائي من الحدود بخلاف مسقط مركيتور بعشر خوارزميات.
- خوارزميات مسقط لامبرت لا تخضع لعملية التقريب على عكس مسقط مركيتور بالمعادلات التوافقية.
- المساقط المستخدمة حاليا لتخريط الجماهيرية تعتبر مساقط طبوغرافية وليست مساحية نظرا لان الخطأ المتوقع من عملية الرجوع إلى الإحداثيات الجغرافية في السنتمترات كما ورد في المرجع [3].
- مسقط مركيتور المستعرض بالمعادلات التوافقية يزداد في التشوه بعد 8 درجات من خط الطول المركزي شرقا وغربا.

المراجع

[1] فلاديمر بدشيفالاف : أساس النظريات لنظام الإحداثيات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية 1998 م ، نوفابولسك، الطبعة الأولى.

[2] فلاديمير ماروزف : الجيوديسية ، 1979 مسيحي ، نيدرة موسكو ، الطبعة الثانية .

[3] مصلحة المساحة : مشروع الربط الجيوديسي و نظم إسقاط الخرائط مرجع الإسناد الجيوديسي الليبي 2006 مسيحي.

[4] محمد صبري :مساقط مركيتور المستعرضة ومساقط لامبرت التشابهية — دراسة مقارنة, أطروحة الإجازة العليا 1999 مسيحي، جامعة الفاتح.

[5] بقراتوني : الجيوديسية ،1962 مسيحي ،موسكو ،مطبعة المناهج المساحية .