دراسة مراجع الإسناد الجيوديسية الليبية الحديثة

د. جمال قليدان*
كلية الهندسة ـ جامعة طرابلس
jamalgledan@ hotmail.com

م. عثمان الزيداني
كلية الهندسة ـ جامعة طرابلس
Othman.mahdi@ yahoo.com

الملخص

تحديد المواقع ورسم الخرائط بشكل دقيق يتطلب أن يكون الشكل البيضاوي (الالبسويد) هو الشكل المرجعي المستخدم كونه أقرب الأشكال الرياضية تمثيلا لشكل الأرض الحقيقي (شكل الجيويد)، ولكي يكون تحديد المواقع ورسم الخرائط للدولة أدق ما يمكن يجب أن يكون الشكل البيضاوي قريب من الجيويد للدولة ما أمكن، وحيث أن الشكل البيضاوي (الالبسويد) عالمي أي أن مركزه هو مركز الأرض وليس قريبا من الجيويد لدولة أو منطقة معينة، لذلك فأن كل دولة تقوم بتعديل هذا الالبسويد ليكون سطحه أقرب ما يكون لسطح الجيويد المحلي لها فيصبح مركزه غير مركز الأرض ويطلق عليه بعد التعديل اسم المرجع المحلي للدولة. كان المرجع المحلي لليبيا لوقت قريب هو المرجع الليبي الأوروبي ELD79 وهو مرجع معدل عن الالبسويد العالمي هايفورد 1924، إلا أن هذا المرجع المحلي لم يكن سطحه مطابقا ولا قريبا من سطح الجيويد المحلي لليبيا، حيث تصل المسافة بينهما في أقصى الشمال إلى +10 متر وفي الجنوب إلى أكثر من -35 متر. لذلك قامت مصلحة المساحة الليبية سنة 2006 باستحداث مرجع محلي جديد أطلق عليه اسم المرجع الجيوديسي الليبي 2006 (LGD2006) وهو مرجع معدل ومحسن عن المرجع المحلي السابق ELD79. هذه الورقة تدرس كلا المرجعين ELD79 و LGD2006 وتبين التحسين في الشكل البيضاوي المستخدم وذلك باستخدام 45 نقطة مساحية، النتائج المتحصل عليها تبين تحسن في مطابقة الشكل البيضاوي مع الشكل الحقيقي للأرض حيث أصبح الاختلاف بين 0.4 متر إلى 6 متر.

الكلمات الدالّة

الالبسويد، الجيويد ، المرجع الجيوديسي الأوروبي 1950 (ED50)، المرجع الجيوديسي الليبي الاوروبي1979 (ELD79)، المرجع الجيوديسي الليبي 2006 (LGD2006)

1- المقدمة

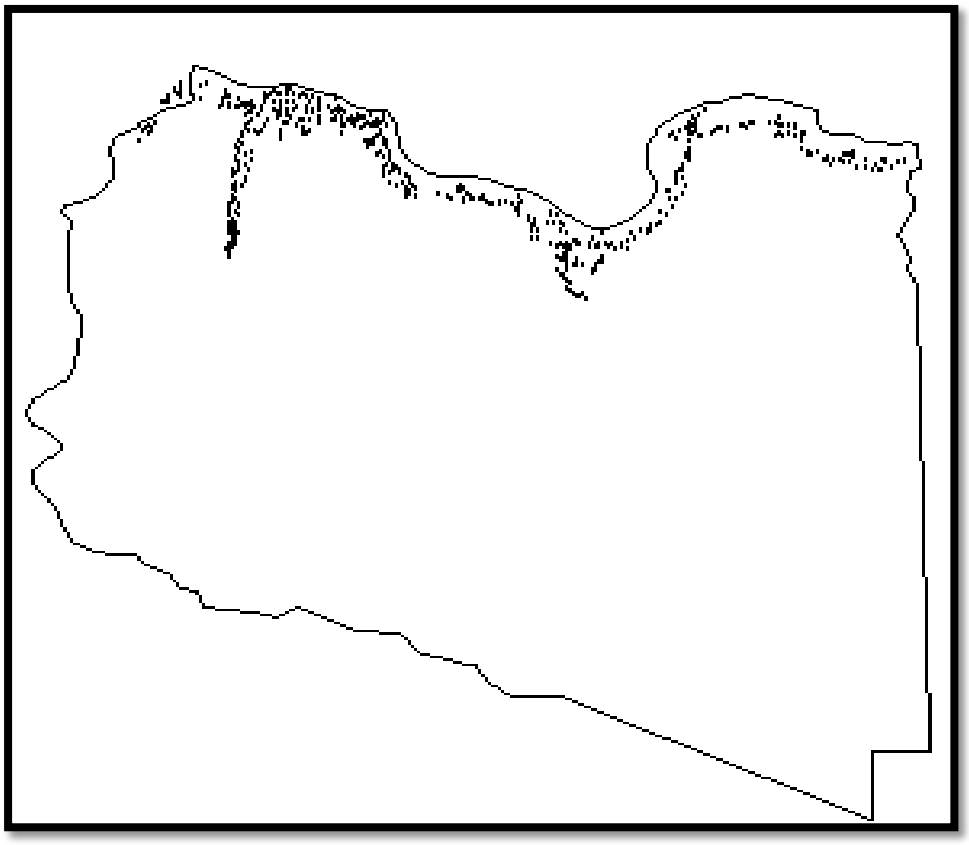
إن شكل الأرض الطبيعي بما يحتويه من مرتفعات ومنخفضات غير منتظم نتيجة لذلك اعتبر العلماء أن سطح المياه (التي تمثل حوالي 71% من مساحة الأرض) متصلة وساكنة بدون مد أو جزر هو شكل الأرض وأطلق عليه اسم الجيويد[3]، إلا أن الجيويد هو الأخر شكل غير منتظم، لذلك قام العلماء باختيار الشكل البيضاوي كونه الأقرب لشكل الجيويد ليكون هو شكل الأرض الافتراضي والذي يمكن تمثيله رياضيا.محاولات عديدة قام بها العلماء لتحديد أبعاد الأرض منذ القدم وصولا إلى استخدام تقنية تحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية والتي من خلالها تم الحصول على أدق القيم لأبعاد شكل الأرض (الشكل البيضاوي)، وحيث أن الشكل البيضاوي (الالبسويد) مركزه هو مركز الأرض وليس قريبا من الجيويد لدولة أو منطقة معينة؛ ذلك على المستوى العالمي، أما على المستوى المحلي للدول فأن كل دولة تقوم بتعديل هذا الالبسويد ليكون سطحه أقرب ما يكون لسطح الجيويد المحلي ويطلق عليه بعد التعديل اسم المرجع المحلي للدولة، حيث أنه كلما كانت المطابقة بين سطح الالبسويد والجيويد أفضل كلما كانت دقة الحسابات والخرائط أكثر، من بعدها يتم حساب عناصر للتحويل بين المرجع المحلي والعالمي لاستخدامها عند الحاجة.

2- المراجع الجيوديسية في ليبيا

الأعمال الجيودسية في ليبيا حديثة نسبيا إذا ما تم استثناء بعض الأعمال خلال فترة الاستعمار الإيطالي[1]. في نهاية الخمسينات وبداية الستينات استخدم المرجع الجيوديسي الأوروبي (ED50) وفي نهاية السبعينات استخدم المرجع الجيوديسي الأوروبي الليبيELD79 ، في منتصف سنة 2006 تم إستحداث واعتماد المرجع الجيوديسي الليبي تحت اسم LGD2006 ليكون المرجع الوحيد لليبيا في كافة الأعمال المساحية وأنظمة المعلومات الجغرافية . .

1.2- المرجع الجيوديسي الأوروبي 1950 (ED50)

في سنة 1956م ومن خلال وحدة سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي(American Army Map Service) والمعروفة اختصارا بـ(AMS) تم مد شبكة المثلثات الجيودسية الأوروبية المستندة للمرجع الجيوديسي الأوروبي1950 European Datum والمعروف اختصارا بـ ED50 (وهو مرجع معدل عن الالبسويد العالمي هايفورد 1924 ليكون أقرب ما يكون لسطح الجيويد في أوروبا) إلى منطقة شمال أفريقيا، تم البدء في إنشاء أول شبكة مثلثات جيوديسية أساسية (من خلالها تم إنتاج خرائط طبوغرافية بمقياس رسم 1:50000 معدة من قبل سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي) تمتد هذه الشبكة من ضواحي العزيزية إلى الحمادة الحمراء جنوبا ثم تتجه شرقا بمحاذاة الساحل حتى الحدود المصرية ونهاية تم ربط هذه الشبكة بشبكة المثلثات الجيودسية التونسية في محطتي (تدجيرا وكاف سمونيا) بالقرب من منطقة مدنين[1]. شكل رقم (1) يبين توزيع النقاط المساحية للشبكة . تم إجراء التصحيح والضبط النهائي للشبكة والتي كانت تتضمن شبكة مثلثات درجة ثانية وثالثة إضافة إلى الدرجة الأولى. هذا وقد تم الانتهاء من عمل هذه الشبكة سنة 1961م[1]، حينها أعتبر المرجع الأوروبي ED50 هو المرجع المحلي لليبيا الى نهاية العقد الثامن من القرن الماضي.

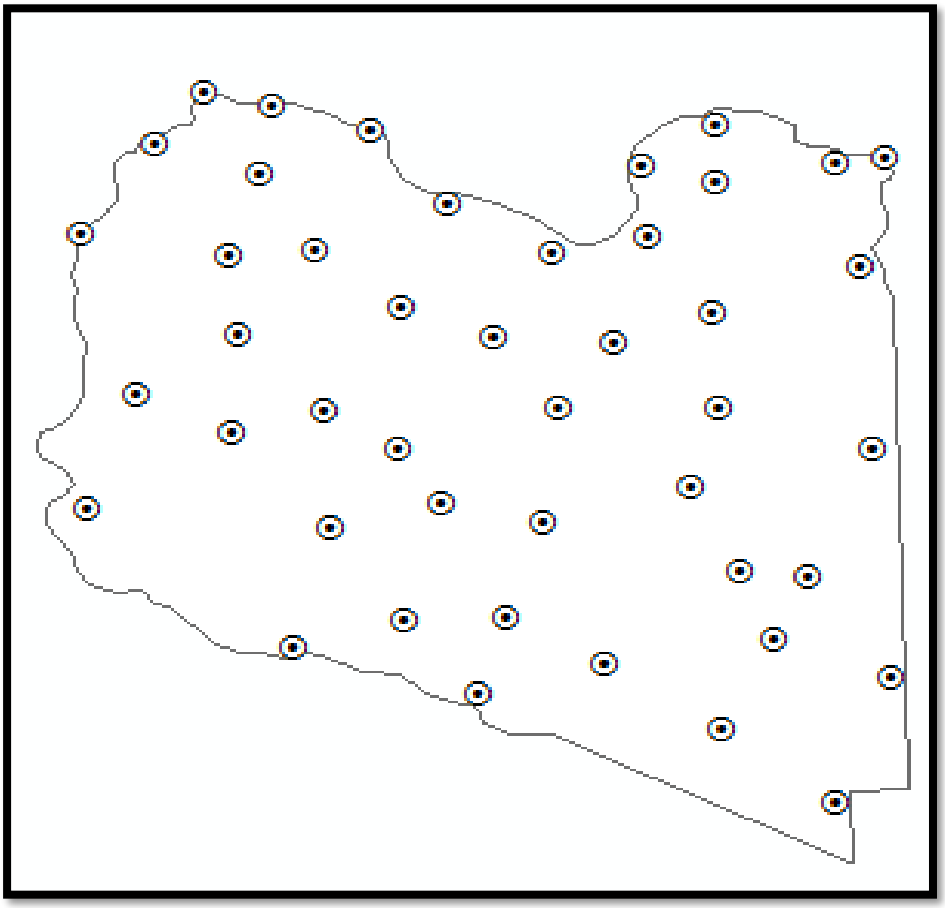


شكل (1) شبكة مثلثات (AMS) على المرجع الأوروبي ED50

2.2- المرجع الجيوديسي الليبي الأوروبي 1979 (ELD79)

في منتصف السبعينات وتحديدا سنة 1976م قامت المؤسسة الفرنسية المعروفة باسم المعهد الجغرافي الوطني ***Institut géographique national*** (National Geographic Institute)) IGN) بإنشاء ورصد شبكة ضبط جيوديسية مكونة من45 نقطة درجة أولى (Super Net Control) والمعروفة اختصارا بـ SNC موزعة على كامل المساحة الليبية وبفاصل 250كم تقريب كما هو موضح الشكل (2) بخلاف الشبكة الجيوديسية التي أنشاءها سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي (AMS) والتي اقتصرت على الشمال الليبي بمحاذاة الساحل. رصدت المؤسسة الفرنسية إحداثيات نقاط هذه الشبكة الجيوديسية الجديدة باستخدام نظام الملاحة بالأقمار الصناعية الأمريكي المعروف باسم نظام دوبلر (DOPPLER SYSTEM) المستند إلى الاهليلج

العالمي WGS72[7] وكذلك رصدت الإحداثيات الفلكية لها والجدير بالذكر أن بعض النقاط من شبكة المثلثات الجيوديسية في الشمال تم رصدها ضمن نقاط الشبكة الجيوديسية (SNC) لتكون هناك نقاط مشتركة بين الشبكتين[2].بذلك اصبح في ليبيا شبكتان جيوديسيتان كلا منهما تستند إلى مرجع جيوديسي مختلف، عليه كان لزاما إيجاد مرجع جيوديسي موحد، فوجد انه من الأفضل استحداث مرجع جيوديسي محلي خاص بليبيا يكون سطحه متطابق مع سطح الجيويد المحلي لليبيا قدر الإمكان، ولاستحداث هذا المرجع تم فرض أن الارتفاع الجيوديسي للنقاط المشتركة بين الشبكتين الجيوديسيتن مساويا للارتفاع عن متوسط سطح البحر(سطح الجيويد) عندها[2]،وبذلك أصبح هناك مرجعين معدلين جديدين سطحيهما متطابقتين في الشمال وأكثر قربا لسطح الجيويد المحلي في الشمال حيث كانت النقاط المشتركة، وبفرض توازي محاور الإحداثيات لهذين المرجعين تم إيجاد عناصر التحويل بينهما وذلك بحساب متوسط عناصر الإزاحة الثلاثة للمحاور الثلاثة في النقاط المشتركة[2]، باستخدام عناصر التحويل هذه تم تحويل جميع إحداثيات نقاط شبكة (SNC) إلى إحداثيات مسنودة للمرجع ED50 المعدل والذي أطلق عليه بعد التعديل اسم المرجع الجيوديسي الليبي الأوروبي European Libyan Datum 1970 والمعروف اختصارا بـ ELD79 وبذلك أصبحتا الشبكتان الجيوديسيتان شبكة واحدة تستند إلى مرجع واحد هو المرجع المحلي الجديد (حينها) ELD79 .وجد بأن المطابقة بين سطح المرجع المحلي ELD79وسطح الجيويد المحلي تصل لمسافة +10متر في الشمال و-35 متر في الجنوب[2].



شكل (2) شبكة (SNC) على المرجع الجيوديسي الليبي الاوروبي (ELD79)

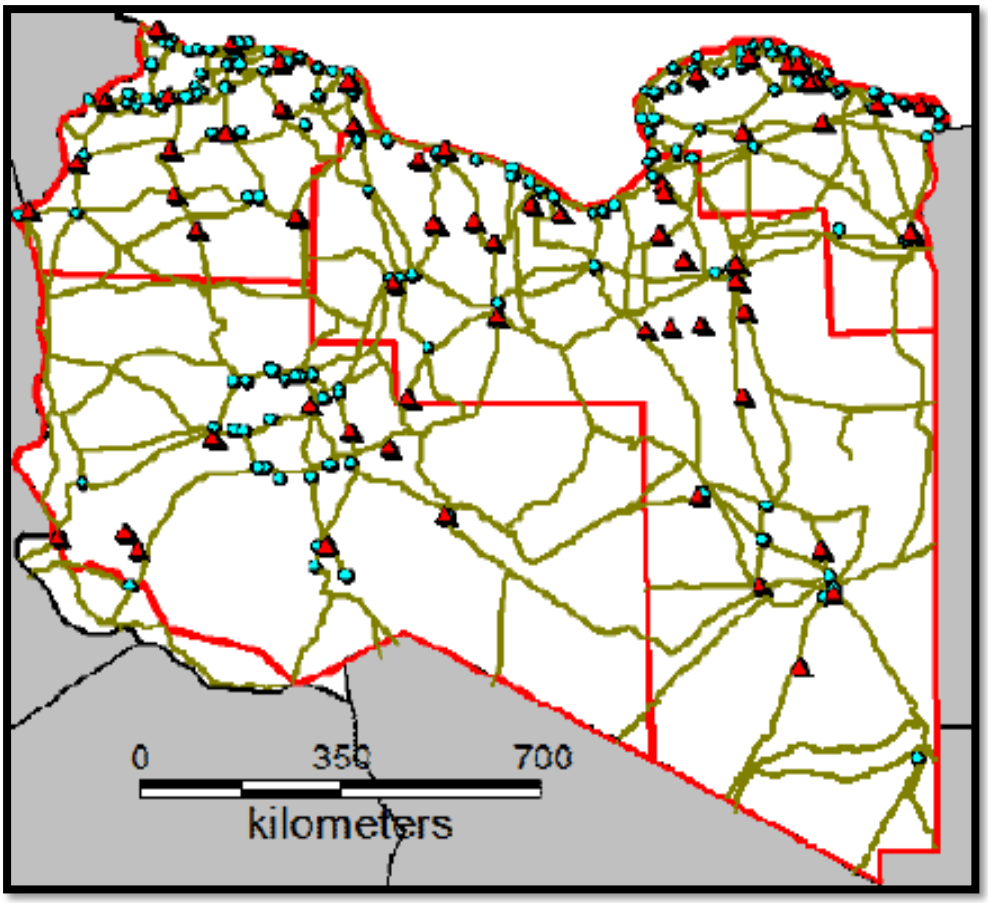
3.2- المرجع الجيوديسي الليبي LGD2006

شبكة المثلثات الجيوديسية التي تم إنشاؤها في الفترة من منتصف الخمسينات إلى بداية الستينات من القرن الماضي اقتصرت على الشمال الليبي وذلك نظرا للنفقات الباهظة والمجهود الكبير إضافة إلى الوقت الذي يتطلبه إنشاء هذا النوع من الشبكات وخاصة لدولة شاسعة المساحة مثل ليبيا. خلال الفترة من منتصف السبعينات إلى نهايتها من القرن الماضي ومع ظهور تقنية الأقمار الصناعية (Doppler System) التي توفر الكثير من الوقت والجهد والتكاليف أمكن عمل شبكة جيوديسية على كامل مساحة ليبيا. إن الشبكتين الجيوديسيتين تم إنشاؤهما في فترات زمنية مختلفة باستخدام طرق قياس وتقنيات ذات دقة مختلفة وكذلك عبر شركات مختلفة اعتمدت على مراجع جيوديسية مختلفة إضافة إلى الطريقة البسيطة التي تم بها توحيد الشبكتين الجيوديسيتين لإسنادهما إلى مرجع جيوديسي محلي واحد جديد (ELD79) كل هذا أدى إلى وجود شبكة جيوديسية غير متجانسة. مع التطور الهائل لتقنية الملاحة باستخدام الأقمار الصناعية والتي منها نظام التموقع العالمي Global Positioning System والمعروف اختصارا بـ GPS والذي يتميز بدقة عالية جدا وتغطية شاملة ومستمرة مقارنة بنظام الملاحة القديم (Doppler system)، عليه رأت مصلحة المساحة الليبية ضرورة تحديث المرجع الجيوديسي الليبي باستخدام نظام التموقع العالمي GPS. ويمكن إيجاز أهم الأسباب والدوافع التي دعت إلى تحديث المرجع الجيوديسي الليبي ELD79 في التالي:

1. عدم تجانس الشبكتان الجيودسيتان و أساسهما المرجع الجيوديسي ELD79 من حيث الدقة والفترة الزمنية والجهات المنفذة واختلاف مراجع الإسناد الجيوديسية .
2. استخدام طريقة بسيطة لمطابقة سطح الالبسويد بسطح الجيويد المحلي.
3. ضعف دقة الشبكة الجيوديسية ELD79 مقارنة بالدقة التي ستكون عليها الشبكة المراد استحداثها نظرا للتطور الكبير الحاصل في تقنيات نظم الملاحة بالأقمار الصناعية.
4. عناصر التحويل الثلاثة بين المرجع المحلي ELD79 والمرجع الجيوديسي العالمي WGS84 غير دقيقة.
5. قدم النقاط المساحية للشبكة الجيوديسية ELD79 والذي تجاوز عمر بعضها 50 سنة والتي لم يتم الاهتمام بها وصيانتها ومتابعتها.
6. النقاط المساحية للشبكة الجيوديسية ELD79 لا تغطي بشكل مناسب و كافي المناطق الحيوية من الناحية السكانية والعمرانية.
7. البدء في العديد من المشاريع التنموية الكبيرة والتي تعتمد على ما يعرف بخرائط الأساس مثل مشروع الجيل الثالث للمخططات الحضرية وللدقة يتطلب تحديث المرجع الجيوديسي المحلي.
8. تحديث الشبكة الجيوديسية وإنشاء مرجع محلي جديد باستخدام تقنيات متطورة سوف يساهم مستقبلا في ربط الشبكات الحديثة في المغرب العربي لتكوين شبكة موحدة متجانسة.
9. بعض الشركات والجهات عند إنجاز أعمالها تلجأ إلى الربط والاعتماد على مرجع الإسناد العالمي WGS84 بدلا من مرجع الإسناد المحلي ELD79 نظرا لعدم كفاءة الأخير، مما يؤدي إلى عدم التجانس في الأعمال المساحية.

1.3.2- الشبكة الجيوديسية والأعمال المساحية للمرجع الجيوديسي الليبي (LGD2006)

قامت مصلحة المساحة في بداية شهر مايو 2006 بتكوين إحدى عشر فريق مساحي من الكوادر الفنية الوطنية في المصلحة للقيام برصد 61 نقطة مساحية باستخدام طرق الرصد الثابتة لنظام التموقع العالمي GPS، خمسة منها تم رصدها لمدة 7 أيام متواصلة وهي موزعة في كلا من طرابلس، سرت، طبرق، الكفرة، وغات، وأما بقية النقاط تم رصدها في نفس الفترة التي تم فيها رصد النقاط الخمسة ولكن لفترة زمنية تزيد عن 12 ساعة وذلك لتحقيق الدقة المطلوبة من معالجة الأرصاد وأعمال الضبط، الشكل رقم (3) يبين توزيع هذه النقاط، أما الأعمال المكتبية لهذا المشروع تمت على مرحلتين، المرحلة الأولى معالجة البيانات والأرصاد للخمس النقاط الأساسية وربطه بإحدى عشر نقطة مساحية في مرجع الإسناد العالمي International Terrestrial Reference Frame والمعروف اختصارا بـ (ITRF2000) ، وتعتبر إحداثيات هذه النقاط نقاط مرجعية لبقية النقاط الأخرى والتي تم تصنيفها بالدرجة الأولى على هذا المرجع' أما المرحلة الثانية من معالجة الأرصاد كانت للبقة النقاط المساحية 56 وربطها مع الخمسة النقاط المرجعية ما يشكل مجموع 61 نقط المساحية والتي تعتبر نقاط الضبط الأرضي الأفقية للمرجع الجيوديسي الليبي (LGD2006).



شكل (3) الشبكة الجيوديسية والأعمال المساحية للمرجع الجيوديسي الليبي (LGD2006)

2.3.2- استحداث المرجع الجيوديسي الليبي (LGD2006)

إن خطي طول وعرض نقطة متحصل عليهما حسابيا قد لا يتفقان مع خطي طول وعرض النقطة المتحصل عليهما من خلال الأرصاد الفلكية وعدم التوافق هو نتاج عدم انطباق الاتجاه العمودي على سطح الالبسويد مع الاتجاه العمودي على سطح الجيويد (اتجاه الجاذبية) عند نقطة معينة،والزاوية بينهما تعرف بزاوية الانحراف الرأسي. إن مفهوم وجود مرجع جيوديسي محلي جيد لدولة ما يعني وجود مطابقة جيدة بين سطح الالبسويد وسطح الجيويد لتلك الدولة. ولتحسين المطابقة بين سطح الالبسويد وسطح الجيويد يجب العمل على أن تكون المسافة بين سطح الالبسويد وسطح الجيويد للدولة أقل ما يمكن وكذلك مركبتي زاوية الانحراف الراسي وهما مركبة الانحراف الراسي في اتجاه خط الطول ومركبة الانحراف الراسي في اتجاه خط العرض تكون أقل ما يمكن. ولاستحداث المرجع الجيوديسي الليبي الجديد تم استخدام نقاط الشبكة الأساسية (SNC) التي تتوفر فيها الإحداثيات الفلكية إضافة للإحداثيات الجيوديسية، حيث تم حساب قيم مركبتي الانحراف الراسي وكذلك المسافة بين سطح الجيويد وسطح الالبسويد والتي تعرف بحيود الجيويد وباستخدام برمجيات حاسوب تم إعدادها في مصلحة المساحة تم حساب الإحداثيات الجيوديسية الجديدة التي تعطي أقل قيم لمركبتي الانحراف و أقل قيمة لحيود الجيوبد عند هذه النقاط[2]، وتم الحصول على مطابقة جيدة حيث كان حيود الجيويد يتراوح بين 0.4 متر و 6 متر[2]، وهذه أول مرة يتم فيها استعمال الإحداثيات الجيوديسية والفلكية لتحديد وحساب مرجع جيوديسي ليبي حيث انه قد اتبعت طرق بسيطة جدا لاستحداث المرجع الجيوديسي السابق ELD79، وتسمى هذه الطريقة في تحديد المراجع الجيوديسية بطريقة التوجيه الفلكية الجيوديسية (Astro-geodetic orientation) [2].
ونظرا لاختلاف توزيع الكتل والكثافات على سطح الكرة الأرضية وفي باطنها لا يمكن الحصول على مطابقة تامة بين سطح الجيويد وسطح الالبسويد، لذلك تعد هذه مطابقة جيدة وتم تبني إحداثيات هذه النقاط على أنها تمثل إحداثيات مرجع الإسناد الجيوديسي الليبي المستحدث LGD2006. باستخدام إحداثيات هذه النقاط وإحداثياتها

التي تم تحديدها في المرجع الجيوديسي العالمي International Terrestrial Reference Frame والمعروف اختصارا بـ (ITRF2000) سنة 2006 والبرمجيات المتوفرة لدى مصلحة المساحة وبفرض توازي محاور الإحداثيات بين المرجعين تم حساب عناصر التحويل الثلاثة بينهما وباستخدام عناصر التحويل هذه تم حساب إحداثيات جديدة لهذه النقاط بداية من إحداثيات ITRF2000 لتكون متماشية مع دقة قياسات GPS ولتفادي ضعف الدقة للشبكة القديمة[2].وبذلك تم الحصول على الإحداثيات النهائية وتبنيها على المرجع الجيوديسي Libyan Geodetic Datum2006 .

3.3.2- عناصر التحويل بين المرجع الجيوديسي ELD79 والمرجع الجيوديسي LGD2006

باستعمال إحداثيات النقاط التي تم رصدها في المرجع الجيوديسي الأوروبي ELD79 وإحداثياتها التي تم تحديدها في المرجع الجيوديسي الليبي LGD2006 والبرمجيات المتوفرة لمصلحة المساحة تم حساب عناصر التحويل الثلاثة بين المرجعين لكامل مساحة ليبيا وهي ليست ذات دقة عالية لان إحداثيات النقاط في المرجع الجيوديسي الأوروبي ELD79 غير دقيقة ولذلك يجب أخذ الحيطة عند استخدام هذه العناصر[2]، ويمكن إرجاع عدم الدقة هذه إلى سببين رئيسيين اولهما هو استخدام طريقة تقليدية لحساب عناصر التحويل بين المرجعين ومن المعلوم أن الطرق التقليدية من الصعوبة أن تعطي عناصر تحويل واحدة لكامل مساحة الدولة وذلك لان الدقة ستكون غير كافية[6]؛ وخاصة لدولة شاسعة المساحة مثل ليبيا ؛قام الباحثان من خلال بحث منشور لهما[5] من إيجاد عناصر التحويل الثلاثة بين المرجعين بالطريقة التقليدية لجزء من مساحة ليبيا والمتمثل في المنطقة رقم 7 من مناطق إسقاط LTM 2° والتي تمثل حوالي تسع مساحة ليبيا تقريبا، أظهرت عناصر التحويل هذه بأن نتائجها أكثر دقة داخل المنطقة من النتائج المتحصل عليها باستخدام عناصر التحويل لكامل مساحة ليبيا، السبب الثاني هو أن الطريقة التقليدية لا تأخذ في الاعتبار الأخطاء المنتظمة الموجودة في الشبكات الجيوديسية القديمة[4]، لذلك تم اللجوء لطرق أخرى غير تقليدية منها عمل نماذج (خطوط الطول ودوائر العرض) للتحويل بين المراجع باستخدام الانحدار المتعدد، وقد قام الباحثان في نفس البحث السابق[5] بعمل نماذج للتحويل بين المرجعين باستخدام الانحدار المتعدد لذات المنطقة (رقم 7 من مناطق إسقاط LTM 2°) وقد أظهرت هذه النماذج نتائج أكثر دقة من نتائج الطرق التقليدية.

3- الخلاصة

هذه الورقة تبين تطور المراجع الجيوديسية في ليبيا منذ خمسينات القرن الماضي إلى الوقت الحاضر والتي يمكن تلخيص أهم النقاط الأساسية وهي كالتالي:

1. المرجع الجيوديسي ED50 هو مرجع جيوديسي أوروبي تم إسناد جميع الأعمال المساحية في ليبيا إليه حتى استحداث المرجع الجيوديسي الأوروبي الليبي ELD79.
2. المرجع الجيوديسي الأوروبي الليبي ELD79هو مرجع تم استحداثه ليكون مرجع محلي خاص بليبيا والمطابقة بين سطحه وسطح الجيويد المحلي أفضل من المرجع الجيوديسي السابق، وتم إسناد جميع الأعمال المساحية اللاحقة إليه إلى أن تم استحداث المرجع الجيوديسي الليبي LGD2006.
3. أسباب عديدة جعلت مصلحة المساحة الليبية وبكوادر وطنيه إلى استحداث مرجع جيوديسي محلي جديد أطلق عليه اسم مرجع الإسناد الجيوديسي الليبي LGD2006 وكانت المطابقة بين سطح هذا المرجع والجيويد المحلي لا تتجاوز 6 متر.

المراجع

أولا المراجع باللغة العربية

1- تقرير مصلحة المساحة الليبية،1993، الأعمال الجيودسية في ليبيا.

2- تقرير مصلحة المساحة الليبية،2006، مشروع الربط الجيوديسي ونظم إسقاط الخرائط، مرجع الإسناد الجيوديسي الليبي.

3- شكري علي سالم وعبد الرحيم محمود حسني،ومصطفى محمد رشادالدين، 1991 المساحة الجيودسية، منشأة العارف، الإسكندرية، مصر.

ثانيا المراجع باللغة الإنجليزية

4- G. Dawod and D. Alnggar "Optimum Geodetic Datum Transformation Techniques for GPS Survey in Egypt", Proceeding of AL-Azhar, Engineering Sixth International Engineering Conference, volume 4, pp709-718, September 2000.

5- J. A. Gledan, O. A. Azzeidani,ELD79-LGD2006 Transformation Techniques Implementation and Accuracy Comparison in Tripoli Area, Libya. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Architectural Science and Engineering Vol:8 No:3, 2014.

6- P. Zaletnyik, Coordinate Transformation with Neutral Network and with Polynomials in Hungary", Department of Geodesy and Surveying, Budapest, 2004.

7- Report of Work, Super Horizontal Control Net, 1979.