JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (16)
2023-04-10
https://jaspss.com

بحث بعنوان

الاختلافات بين سطحي الجيوئيد والاليبسويد ومدى تأثيرها على العمل المساحي

يوسف خليل محمد الشباك

مساح

بلدية الجيزة

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (16)
2023-04-10
https://jaspss.com

الملخص

الجيوئيد هو سطح قياسي يستخدم كمرجع لقياس الارتفاعات والعمق في البحار والمحيطات. يتم تحديد الجيوئيد باستخدام معايير قياسية معينة، والتي تعتمد على الجاذبية الأرضية في منطقة معينة. ويعتبر الجيوئيد الصفري هو سطح مستوي البحر عند مد الكامل.أما الأليبسويد، فهو سطح يمثل المستوى الفعلي للبحر في أي وقت معين، والذي يمكن أن يختلف عن الجيوئيد بسبب العوامل الطبيعية مثل الرياح والتيارات والمد والجزر والتغيرات في درجة حرارة الماء والملوحة. ويمكن أن يتراوح الاختلاف بين الأليبسويد والجيوئيد من بضعة سنتيمترات إلى أكثر من مترين، وقد تختلف القيم حسب المنطقة والزمن. ويتم قياس الأليبسويد باستخدام أجهزة الرصد البحري، وتحديد ارتفاع الماء بالنسبة للمستوى العالمي المرجعي، والذي يعتمد على متوسط المستوى البحري في الفترة من 1983 إلى 2001. وبالتالي، فإن الفرق بين الجيوئيد والأليبسويد يتغير مع مرور الزمن وفي المناطق المختلفة، ويمكن أن يكون ذلك مهمًا للعديد من الأغراض العملية مثل تحديد مسارات السفن وتصميم المنشآت الساحلية.

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (16)
2023-04-10
https://jaspss.com

Abstract

The geoid is a standard surface used as a reference for measuring heights and depths in seas and oceans. The geoid is determined using certain standard parameters, which are based on the gravity of a given area. A zero geoid is the sea-level surface at full tide. An ellipsoid is a surface that represents the actual level of the sea at any given time, which can differ from the geoid due to natural factors such as winds, currents, tides, and changes in water temperature and salinity. The difference between an albinoid and a geoid can range from a few centimeters to more than two metres, and the values may vary by region and time. Alipsoids are measured using marine observing instruments, determining the height of the water relative to the global reference level, which is based on the mean marine level from 1983 to 2001. Thus, the difference between geoid and ellipsoid changes over time and in different regions, and this can be important to many from practical purposes such as locating ship routes and designing coastal facilities.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (16)
2023-04-10

المقدمة

يمثل السطح الجيوئيدي والأليبسويدي اثنين من المصطلحات الأساسية في علم الجيوماتيكس والمساحة يتعلق السطح الجيوئيدي بالسطح الذي تقاس عليه الارتفاعات والأعلى، ويعد منسوب السطح الجيوئيدي المعتمد في المملكة العربية السعودية هو المنسوب الدولي IGLD 1955. (إتش جيه 2001)

أما الأليبسويدي فيشير إلى سطح متوسط للمحيط الأرضي، والذي يعتبر مستوى الصفر للأعماق البحرية ويتم استخدام المنسوب الأليبسويدي في الملاحة البحرية والتجارب الجيوفيزيائية والأنشطة الاقتصادية البحرية. ويختلف الارتفاع على السطح الجيوئيدي والأليبسويدي بشكل كبير، وبالتالي فإن تحديد المستويات الرأسية يتطلب اختلافات في الإجراءات والمعايرة. ومن المهم أيضًا أن يتم فهم هذه الاختلافات عند استخدام بيانات الارتفاعات في تطبيقات المساحة مثل الخرائط الجيولوجية وتحديد الارتفاعات ومراقبة التغيرات في الأرض والتخطيط للبنية التحتية.على سبيل المثال، يمكن للاختلافات بين السطح الجيوئيدي والأليبسويدي أن تؤثر على دقة تحديد الارتفاعات في المشاريع الهندسية الضخمة مثل الجسور والأنفاق والمنشآت الكبرى. لذلك ، يتعين على المساحين العاملين في هذه المشاريع تحديد المستويات الرأسية بعناية وفهم الاختلافات بين السطح الجيوئيدي والأليبسويدي (فوتوبولوس، ج 2003).

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة ابحث في العمل المساحي يتأثر بعدة عوامل ومن هذه العوامل سطحي الجيوئيد والاليبسويد وهذان السطخان بينهما عدة اختلافات، ويبين الباحث أن في هذا البحث مدى تأثيرهما على العمل المساحي.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (16)
2023-04-10

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى عدة أهداف وهي :

- تعريف سطح الجيوئيد.
- تعريف سطح الأليبسويد.
- توضيح الإختلافات بين سطحي الجيوئيد والاليبسويد.
- تعريف العمل المساحي.
- توضيح مدى تأثير سطحي الجيوئيد والاليبسويد ومدى تأثيرها على العمل المساحي.

اسئلة البحث

- ما هو سطح الجيوئيد؟
- ما هو سطح الأليبسويد؟
- ما هي الإختلافات بين سطحي الجيوئيد والاليبسويد؟
- ما المقصود بالعمل المساحي؟
- ما مدى تأثير سطحي الجيوئيد والاليبسويد ومدى تأثيرها على العمل المساحي؟

أهمية البحث

تكمن اهمية البحث من الناحية النظرية في تعزيز واثراء المكتبة العربية لالاختلافات بين سطحي الجيوئيد والاليبسويد ومدى تأثيرها على العمل المساحي اما من الناحية العلمية فهي تساعد في اتخاذ القرارات لكبار

المسؤولين في المؤسسات الحكومية لالاختلافات بين سطحي الجيوئيد والاليبسويد ومدى تأثيرها على العمل المساحي.

الدراسات السابقة

دراسة خالد أحمد. (2017) بعنوان نمذجة جيويد محلي بالطريقة الهندسية، يدرس البحث إمكانية تحويل الإرتفاع الجيوديسي, الى إرتفاع اورثومتري (المنسوب). وذلك عن طريق نمذجة جيويد محلي بإيجاد قيمة حيود الجيويد N)) – المسافة الفاصلة بين سطح الجيويد و الالبسويد– عند نقاط معروفة الإرتفاع الجيوديسي والاورثومتري وإستخدام إحدى طرق الإستكمال للتنبؤ بقيمة الحيود عند أي نقطة ضمن منطقة الدراسة وبالتالي إمكانية التحويل بين الإرتفاعين ومن أهم نتائج البحث، إمكانية تحسين دقة النموذج المكون عن طرق النموذج العالمي للجيويد (EGM2008).

دراسة منير يحيى. (2015) بعنوان واقع العمل المساحي عند تنفيذ الأبنية في سورية، يهدف البحث إلى دراسة واقع العمل المساحي عند تنفيذ الأبنية في سورية من قبل القطاعين العام والخاص بدءا من مرحلة الدراسة مرورا بمرحلة التنفيذ وانتهاء بالإستثمار لها تم في البحث إجراء دراسة إحصائية وتحليلية لعينة من المشاريع المحلية باستخدام برنامج (SPSS) وذلك بتقسيم العينة إلى أربع حالات دراسية تبين واقع العمل المساحي فيها وانحرافها عن الأهداف المرجوة يقترح البحث ضمن هدفه الأساسي نموذجا لإضبارة العمل المساحي الخاصة بالأبنية لتكون مرجعا لجميع أعمال المكاتب الطبوغرافية في القطاعين العام والخاص.

دراسة لي (2001) بعنوان الإليبسويد والجيود والجاذبية والجيوديسيا والجيوفيزياء، تركز مجموعة AlpArray Gravity Research Group (AAGRG)، كجزء من برنامج AlpArray الأوروبي، على

تجميع مجموعة بيانات الجاذبية السطحية المتجانسة عبر منطقة جبال الألب. في عام 2017 ، وافقت 10 دول أوروبية في عالم جبال الألب على المساهمة ببيانات الجاذبية لتجميع جديد لحقل جاذبية جبال الألب في منطقة تمتد من 2 إلى 23 درجة شرقًا ومن 41 إلى 51 درجة شمالًا. وبالنسبة لبحر ليغوريا والبحر الأدرياتيكي ، على بيانات محمولة على متن السفن لخدمة Hydrographique et Océanographique de la Marine ومكتب Gravimétrique International علاوة على ذلك، بالنسبة لمنطقة إيفريا في جبال الألب الغربية، تمت إضافة البيانات التي تم الحصول عليها مؤخرًا إلى قاعدة البيانات. تعد خريطة بيانات الجاذبية الأولى لعموم جبال الألب متجانسة فيما يتعلق بمجموعات بيانات الإدخال والأساليب المطبقة وجميع التصحيحات، بالإضافة إلى الإطارات المرجعية.

هنا، يعرض AAGRG مجموعة البيانات لحقول الجاذبية المعاد حسابها على شبكة 4 كم × 4 كم للإصدار العام وشبكة 2 كم × 2 كم لطلب خاص. تشتمل المنتجات النهائية أيضًا على قيم محسوبة لتصحيحات الكتلة وقياس الأعماق للجاذبية المقاسة عند كل نقطة شبكة ، بالإضافة إلى الارتفاع. يتيح ذلك للمستخدمين استخدام كثافات مخصصة لاحقًا لحساباتهم الخاصة للتصحيحات الجماعية. كثافات التصحيح المستخدمة هي 2670 كجم م 3 لكتل اليابسة ، و 1030 كجم م 3 للكتل المائية فوق الإهليلجي و 1640 كجم م 3 لمن هم تحت المجسم الإهليلجي و 1000 كجم م 3 لكتل مياه البحيرة. تم ضبط نصف قطر التصحيح على منطقة 167) Hayford O2 كم). تم الانتهاء من محطة Bouguer الشاذة (CBA) وتم تجميعها وفقًا لأحدث المعايير والأطر المرجعية (كل من تحديد المواقع والجاذبية) ، بما في ذلك تصحيحات الغلاف الجوي. تم التركيز بشكل خاص على تأثير الجاذبية للعديد من البحيرات في منطقة الدراسة ، والتي يمكن أن يكون لها تأثير يصل إلى 5 ملي جالون لمحطات الجاذبية الموجودة على الشواطئ ذات المنحدرات الشديدة،

على سبيل المثال، للخزانات العميقة في جبال الألب. يتم توفير نتائج إحصائية خطأ تستند إلى عمليات التحقق المتقاطعة أو "بقايا الاستيفاء" لقاعدة البيانات بأكملها. على سبيل المثال ، تتراوح بقايا الاستيفاء لمجموعة البيانات النمساوية بين حوالي 8 و +8 مللي جالون وبقايا التحقق المتبادل بين −14 و +10 مللي جالون ؛ الانحرافات المعيارية أقل بكثير من 1 مللي جالون. دقة قاعدة بيانات الجاذبية المُجمَّعة حديثًا قريبة من ± 5 مللي جالون لمعظم المناطق.

يُظهر التفسير الأول للخريطة الجديدة أن حل شذوذ الجاذبية مناسب للتطبيقات التي تتراوح من النمذجة داخل القشرة إلى القشرة الأرضية إلى الدراسات متعددة التخصصات على النطاقين الإقليمي والقاري ، فضلاً عن التطبيقات مثل الانعكاس المشترك مع البيانات الأخرى مجموعات. يتم نشر البيانات باستخدام DOI https://doi.org/10.5880/fidgeo.2020.045، 2021) Zahorec et al.) عبر خدمات بيانات GFZ.

دراسة فوتوبولوس ، ج. (2003) بعنوان تحليل على التركيبة المثلى لبيانات الارتفاع الجيويدية والتقويمية والإهليلجية، الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تقديم تحليل مفصل للجمع الأمثل لبيانات الارتفاع غير المتجانسة، مع التركيز بشكل خاص على (1) نمذجة الأخطاء المنهجية وتناقضات البيانات، (2) فصل الأخطاء العشوائية وتقدير مكونات التباين لكل ارتفاع النوع ، و (3) اعتبارات عملية لتحديث أنظمة التحكم الرأسية. على وجه التحديد ، يتم فحص شبكات التحكم العمودية المكونة من بيانات ارتفاع إهليلجي وتقويمي وجيودي. على الرغم من أن العلاقة النظرية بين أنواع الارتفاع هذه بسيطة بطبيعتها، فقد ثبت أن تنفيذها العملي يمثل تحديًا كبيرًا بسبب العديد من العوامل التي تسبب تناقضات بين بيانات الارتفاع المجمعة.

لمواجهة هذه التحديات، تم تطوير إجراء عام يتضمن الاختبارات التجريبية والإحصائية لتقييم أداء النماذج البارامترية المختارة. بالإضافة إلى ذلك، يتم تطبيق تقدير مكون التباين على التعديل المشترك للارتفاعات غير المتجانسة. يؤدي هذا إلى تحليل متعمق لتأثيرات الارتباط بين ارتفاعات من نفس النوع ، وأحكام حساب عوامل التباين غير السلبية، والاتصال الجوهري بين النمذجة الصحيحة للأخطاء المنهجية وتناقضات البيانات مع مكونات التباين المقدرة. تشمل الدراسات العددية الإضافية معايرة نماذج خطأ الجيود (الإقليمية والعالمية) ، وتوسيع مصفوفة التباين المشترك للارتفاع البيضاوي المشتق من GPS، وتقييم دقة الارتفاعات التقويمية التي تم الحصول عليها من التعديلات الوطنية / الإقليمية لبيانات التسوية. في النهاية، يتمثل أحد الدوافع الرئيسية لهذا العمل في الحاجة البارزة لإدخال أدوات وتقنيات حديثة، مثل تسوية GNSS، في إنشاء التحكم الرأسي. لذلك، يهدف جزء من هذا البحث إلى إبراز بعض القضايا الرئيسية التي تؤثر على مستوى الدقة الممكن تحقيقه لتسوية نظام GNSS بشكل عام، يوفر تحليل التركيبة المثلى لبيانات الارتفاع غير المتجانسة التي تم إجراؤها هنا معلومات قيمة لاستخدامها في مجموعة متنوعة من التطبيقات المتعلقة بالارتفاع.

تعريف سطح الجيوئيد

الجيوئيد هو سطح مجال الجاذبية الأرضية وهو تقريبا نفس متوسط مستوى سطح البحر ويكون عمودي على اتجاه الجاذبية ونظرًا لأن كتلة الأرض وكثافة المعادن ليست واحدة في جميع النقاط، بيتغير اتجاه الجاذبية وعليه بيكون شكل الجيود غير منتظم ولا يمكن التعامل معه رياضيا وبمعنى آخر هو سطح افتراضي لمستوى سطح البحر عندما يكون الجاذبية الأرضية متساوية في جميع النقاط، مما يجعل

الارتفاعات عن سطح الجيوئيد متساوية في كل نقطة. وبمعنى آخر، فإن سطح الجيوئيد هو سطح يمثل قيمة الجاذبية الواقعة على سطح الأرض، مما يؤثر على مستوى سطح البحر وأرتفاع الجبال والهضاب والوديان، ويتم استخدامه كمرجع لقياس الارتفاعات وتحديد الأوضاع الجغرافية بدقة. ويتم تحديد شكل سطح الجيوئيد باستخدام الأقمار الصناعية والمسح الجيوديسي، ويعتبر سطح الجيوئيد هو أدق تقدير للأرض ككتلة، ويتم استخدامه في العديد من التطبيقات الجيومترية والجيوفيزيائية، مثل علوم الأرض والملاحة الجوية وعلم الفلك (خالد أحمد2017).

ولكي يمكن التعامل مع شكل الأرض هندسيا تم التوصل للشكل التخيلي المبسط الالبسويد او الاسفرويد فهما الاتنين واحد وهو عبارة عن شكل ثلاثي الأبعاد مشتق من قطع ناقص ثنائي الأبعاد له محورين محور اكبر ومحور اصغر.

نعريف سطح الاليبسويد

الاليبسويد عبارة عن كرة مضغوطة من عند القطبين مما يقلل نصف القطر القطبي عن نصف القطر الاستوائي ويتعرف اللالبسويد بنصف القطر الاكبر والقطر الاصغر (الاستوائي و القطبي) او علاقات اخري يمكن مراجعتها في كتب الجيودسيا وقديما كانت كل دولة تختار الاليبسويد تعرفة بنقطة اصل تفرض عندها الارتفاع الجويد عن الاليبسويد والانحراف الجيوديسي لخط يمر بهدة النقطة وخطي الطول والعرض الجيوديسين ومركبتي زاويتي الانحراف الرأسي بين الإليبسويد والجيويد في اتجاهي خطي الطول والعرض، سطح الأليبسويد يعد منطقة واسعة ومسطحة تقع في أعماق المحيطات، وهي تشكل جزءًا من البحار العميقة. ويتراوح عمق هذه المنطقة بين 3,000 و 6,000 أمتار تحت سطح البحر، يتكون سطح الأليبسويد

عادةً من رمال ناعمة وطينية ومواد عضوية متحللة، ويمكن أن يحتوي أيضًا على العديد من الحفريات والجيولوجيا البحرية المثيرة للاهتمام كما أنه يعتبر موطنًا للعديد من أنواع الحياة البحرية المختلفة، مثل الحيوانات اللافقرية واللافقارية والأسماك والقشريات والحيوانات البحرية الأخرى. ويعد سطح الأليبسويد واحدًا من الأماكن التي يستخدمها علماء البحارة في الدراسات البحرية والاستكشاف (أردالان 2001).

الإختلاف بين سطحي الجيوئيد والاليبسويد

يعتبر سطح الجيوئيد والأليبسويد من الأسس الأساسية في العلوم المساحية، وهما يشكلان تمثيلًا لسطح الأرض. يختلف السطح الجيوئيد عن الأليبسويد في العديد من النواحي، ومن أهم هذه الاختلافات هي: (منير يحيى 2015)

1- الشكل: يعتبر السطح الجيوئيد شكلًا أفضل للأرض بشكل عام، حيث يعتمد على الجاذبية الأرضية والضغط الجوي وتوزيع الكتلة الأرضية. بينما يعتمد الأليبسويد على تحديد سطح الأرض الحقيقي عن طريق قياس الارتفاعات والانخفاضات بالنسبة للبحر.

2- الدقة: يعتبر السطح الجيوئيد أدق من الأليبسويد في تمثيل الأرض، حيث يعتمد على البيانات الجوية والجاذبية الأرضية العالمية، ويحسب بدقة بالغة فيما يتعلق بالمنحنيات الجيوئية للأرض. بينما يعتمد الأليبسويد على البيانات الوطنية والإقليمية والتي تكون أقل دقة وتغطية.

تؤثر هذه الاختلافات بشكل كبير على العمل المساحي، فالسطح الجيوئيد يستخدم في تحديد الأوضاع الجغرافية والارتفاعات والمسافات وتصميم المشاريع الهندسية والملاحة والخرائط، ويعتبر أكثر دقة من الأليبسويد. ومن الجدير بالذكر أن الأليبسويد لا يزال له دور هام في العمل المساحي، حيث يستخدم في

بعض الأحيان في قياس الارتفاعات والتغيرات المحلية، ويعتبر مناسبًا للمشاريع ذات الطبيعة الإقليمية والمحلية.

تعريف العمل المساحي

العمل المساحي هو العمل الذي يقوم به المساحون والمهندسون المساحون، ويتمثل في قياس وتحديد المساحات والمسافات والأبعاد في الأرض والمباني والمنشآت والمشاريع الهندسية، وتحديد المواقع والارتفاعات والتضاريس، وذلك باستخدام أدوات وتقنيات مختلفة مثل الجيوماتيك والمساحة الكهروضوئية والمساحة البصرية والمساحة التقليدية ويتم استخدام العمل المساحي في العديد من المجالات مثل البناء والتشييد والطرق والجسور والملاحة والتعدين والزراعة وغيرها، ويتطلب العمل المساحي دقة واهتمامًا بالتفاصيل والمعلومات الجغرافية والرياضية (منير يحيى 2015).

مدى تأثير سطحي الجيوئيد والاليبسويد على العمل المساحي

يتأثر العمل المساحي بشكل كبير بالاختلافات في الارتفاعات والأشكال الجيومترية للأرض. وتشير الجيوئيد والأليبسويد إلى ارتفاع نقطة معينة عن مستوى سطح البحر، ويمكن استخدام هذه المعلومات لتصحيح القياسات الواردة من الأجهزة المساحية.وعند قياس الأراضي باستخدام الأجهزة المساحية، يتم استخدام مستوى البحر كمرجع للقياسات. ومع ذلك، فإن سطح البحر يخضع لتغييرات مستمرة، وقد يؤدي ذلك إلى اختلافات في القياسات. وهنا يأتي دور الجيوئيد والأليبسويد، حيث يمكن استخدامهما لتحديد ارتفاع نقطة معينة بالنسبة لمستوى سطح البحر. بالتالي، فإن استخدام الجيوئيد والأليبسويد يتيح للمساحين تصحيح القياسات المساحية وتحديد المواقع بدقة أكبر ويمكن استخدام هذه المعلومات في العديد من التطبيقات المساحية، مثل تحديد

المسافات والمساحات والارتفاعات والمنحنيات وتصميم المنشآت والطرق وغيرها من التطبيقات (فوتوبولوس 2003).

منهجية البحث

استخدم الباحث في هذا البحث المنهج الاستقرائي بالاعتماد على الدراسات السابقة والمقالة المتوفرة في المكتبة العربية ومواقع الانترنت والتي من خلالها سوف يقوم الباحث في استخلاص اهم النتائج والتوصيات.

نتائج البحث

بناءاً على نتائج الدراسات السابقة وهذا البحث استنتج الباحث أن سطح الجيوئيد وسطح الأليبسويد يؤثران بشكل كبير على العمل المساحي، وذلك لأنهما يمثلان نماذج لشكل الأرض وتضاريسها. حيث يمثل سطح الجيوئيد السطح الذي يتساوى فيه الجاذبية الأرضية في جميع النقاط، وهو السطح الذي يتم تعيين الإرتفاعات الجيوديسية العالمية بالنسبة له. يعتبر سطح الجيوئيد مهم جداً في العمل المساحي، حيث يستخدم كمرجع لقياس الإرتفاعات والمسافات بدقة عالية، كما يستخدم في تحديد المناطق التي تتأثر بالتغيرات في الجاذبية الأرضية، مثل المناطق المكشوفة للمد والجزر وتغيرات في مستوى المياه الجوفية. ويعتبر سطح الأليبسويد السطح الذي يمثل فيه قريباً مستوى سطح البحر في جميع أنحاء الأرض، ويمثل هذا السطح الذي يتأثر بتغيرات في مستوى سطح البحر بسبب التغيرات في الجاذبية الأرضية وغيرها من العوامل. يتم استخدام سطح الأليبسويد في العمل المساحي لتحديد المناطق التي تتأثر بالتغيرات في مستوى سطح البحر، مثل المناطق المحيطة بالسواحل والمناطق المنخفضة والأنهار ، بشكل عام، يتم استخدام سطح الجيوئيد وسطح

الأليبسويد في العمل المساحي لتحديد المواقع والمناطق والمسافات بدقة عالية، وتقدير التغيرات في الارتفاعات ومستوى سطح البحر، مما يساعد على إدارة الموارد الطبيعية والحفاظ على البيئة.

التوصيات

بناءاً على نتائج البحث السابقة أوصى الباحث بضرورة الإهتمام في مدى تأثير سطحي الجيوئيد والاليبسويد على العمل المساحي ومعرفة الإختلافات بينهما لضمان نجاح العمل المساحي.

المراجع

سليمان, محمد مكاشفي ادم, احمد, مهتدي عباس محمد, عبدالله, عبدالله ادماية ادم, ... & مساعد خالد أحمد. (2017). نمذجة جيويد محلي بالطريقة الهندسية (Doctoral dissertation, جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا).

منير يحيى. (2015). واقع العمل المساحي عند تنفيذ الأبنية في سورية. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series,, 37(3).

لي ، إكس ، وجوتز ، إتش جيه (2001). الإليبسويد والجيود والجاذبية والجيوديسيا والجيوفيزياء. الجيوفيزياء، 66 (6) ، 1660-1668.

أردالان ، أ.أ ، وغرافاريند ، إي و. (2001). التموجات الجيويدية الإهليلجية (صيغة برونز الإهليلجية): دراسات الحالة. مجلة الجيوديسيا، 75، 544-552.

فوتوبولوس ، ج. (2003). تحليل على التركيبة المثلى لبيانات الارتفاع الجيويدية والتقويمية والإهليلجية (ص 238). جامعة كالجاري ، قسم هندسة الجيوماتكس.

راب ، آر إتش (1974). الجيود: التعريف والتصميم. Eos، Transactions American Geophysical Union، (3) 55، 126-118.