# ارزيابي دادههاي ارتفاعي ماهواره Topex/Poseidon با استفاده از دادههاي ارتفاعي دقيق

زينال محمودي كرمجوان  استاديار گروه مهندسي نقشه برداري، دانشكده عمران، دانشگاه تبريز

**چكيده**

هدف ماهوارههاي ارتفاع سنجي راداري، تعيين و محاسبه دقيق ارتـفاع سطح زمين است. ارتفاع عبارت است از فاصله نقاط زميني از سطح مبنا كه ممكن است بيضوي يا ژئوئيد باشد و از ارتفاع ماهواره و طول اندازهگيري شده توسط ماهواره محاسبه ميگردد. براي ارزيابي كامل دقت اندازهگيريهاي ارتفاعي ماهواره لازم است كه دادههاي ارتفاعي دقيق زمين در فرم رقومي و با پوشش كافي با دادههاي ارتفاعي ماهواره مقايسه شوند. كاملاً واضح است كه دقت دادههاي ارتفاعي كه مورد مقايسه واقع ميشوند ميبايست بهتر از دقت دادههاي ارتفاعي ماهوارههاي ارتفاع سنجي باشد. تنها راه موفقيتآميز براي مقايسه دادههاي ارتفاعي ماهوارههاي ارتفاع سنجي با دادههاي دقيق ارتفاعي عبارت است از مقايسه ارتفاع نقاط هم مختصات به صورت نقطه به نقطه. در ضمن لازم است كه تمام دادههاي ارتفاعي ماهواره و نقشه مورد مقايسه داراي يك مبناي ارتفاعي يا به عبارت ديگر يك بيضوي مبنا باشند. در نقشهها اكثراً سطح مبناي ارتفاعات را به جاي بيضوي يا ژئوئيد سطح آب درياهاي محلي در نظر ميگيرند. اگر سطح مبناي ارتفاعات متفاوت باشد مقايسه دقت ارتفاعات مشكل شده و بهتر است تغييرات اختلاف ارتفاعات را در نظر بگيرند.

**كلمات كليدى: ماهواره، نقشه رقومي، رادار التيمتري، ژئوئيد، بيضوي.**

# Evaluation of Topex/Poseidon Altimeter Data Height Using Accurate Elevation Data

Z. M. Karamjavan
Dept of Surveying. Faculty of Eng. University of Tabriz

**Abstract**

The purpose of an altimeter is to make accurate and precise measurements of surface height. Height refers to the distance of the surface above a reference and is computed from satellite altitude and altimeter range. In order to fully assess the accuracy of the altimeter measurements, accurate ground height data in a digital formal and with a sufficient coverage are required to compare with the altimeter height data. Ideally height values are needed to be better than the expected precision of the altimeter. The only satisfactory way to compare Radar Altimeter ( AR ) data with accurate co- ordinate data is comparing the calculated RA height data with the available accurate data on a point by point basis. To compare the height data all data should be on the same datum which means the same ellipsoid. However, the map will be referenced to local sea level rather to an ellipsoid and geoid. In the case when different datum levels are used this makes a comparison difficult and it is best to look at the height difference changes.

**Key words: Satellite, Digital map, Radar altimetry, Geoid, Ellipsoid.**

## ۱- مقدمه

ماهوارههاي رادار ارتفاعسنجي ابتدا بـــراي اندازه گيري ارتفاعات سطح آب درياها و اقيانوسها طراحي شدهاند. جائيكه در آنجا هيچ تغيير ناگهاني ارتفاع وجود ندارد. بعدها دادههاي ماهوارههاي رادار ارتفاعسنجي براي مطالعه و اندازهگيري ارتفاع برخي از مناطق كه نسبتاً صاف و مسطح هستند به كار برده شدند. به عنوان مثال دادههاي ماهواره Seasat در سال ۱۹۷۸ براي تهيه نقشه توپوگرافي منطقه يخي و نيز دادههاي ماهواره ERS-1 براي مطالعه منطقه يخي در Greenland در بالاي عرض جغرافيائي ۸۲ درجه به كار برده شدند {Massom, 1991].

مقايسه دادههاي ارتفاعي اندازهگيري شده توسط ماهواره ارتفاعسنج Seasat با دادههاي ارتفاعي نقاط هم مختصات در منطقه simpson كه به روش نقشهبرداري معمولي تهيه شده بود نشان داد كه مقدار RMS محاسبه شده بين اختلاف ارتفاعات به دست امده توسط نقشهبرداري زميني و ماهوارهاى در حدود $\pm 0.4$ متر است {Chua et al, 1991}.

بيابان Simpson در مركز استراليا بين كوههاي Dunnell Mac در شمال و درياچه Eyre در جنوب شرقي در محدوده ( °۵ /۲۴- و °۵ /۲۹-) عـرض جغرافيـائي و (°۵ /۱۳۴ و °۱۳۹/۵) طـول جغرافيائي واقع شده است. دقت اندازهگيـري ارتـــفاع نقـاط در درياها، بيابان و دشت توسط ماهوارههاي ارتفاعسـنجي مختلـف، متفـاوت اسـت مـثلاً دقـت مـاهواره Topex /Poseidon در اندازهگيري دادههاي ارتفاعي در دريا بيـشتر از انـدازهگيـري در دشت و بيابان ميباشد. در اين مقاله دقت دادههاي ارتفاعي نقاط بـــه دســـت آمـــده توســـط مـــاهواره رادار ارتفـــاعسنجي Topex/Poseidon در بيابـان و دشـتهاي واقـع در عربـستان سعودي با استفاده از روشهاي مختلف مورد بحث قـرار مـيگيـرد مـاهواره Topex/Poseidon در جـولاي ۱۹۹۲ بـراي تعيـين و مطالعه جزر و مد و جريانات دريائي بـه مأموريـت فرسـتاده شـد. بااينكه مأموريت ماهوراه ابتدا براي اندازهگيري سطح آب درياهـا در نظـر گرفتـه شـده بـود ولـي دادههـاي آن در زمينهـاي غيـر كوهستاني نيـز مـورد اسـتعمال قـرار گرفتنـد. مشخـصات ايـن ماهواره به شرح زير است:

شعاع مدار آن در استوا ۶۳۷۸/۱۳۶۳km و ضريب فشردگي[1] آن ۱/۲۹۸٫۲۵۷ مـيباشـد. ارتفـاع مـاهواره از سـطح مبنـا ۱۳۳۶کیلومتر و زمان يك دور كامل چرخش مـاهواره ۶۷۴۵/۷۲ ثانيه اسـت. مـدت زمـان يـك دوره مـاهواره ۹۱۵ /۹ روز تعـداد چرخش در يك سايكل (cycle) ۱۲۷ بار، فاصله بـين مـدارها در استوا ۳۱۵ كيلومتر، زاويه دقيق در عبور از اسـتوا ۳۹/۵ درجـه، طول جغرافيائي در عبور از استوا ۹۹/۹۴۷ درجـــه، سرعت مـدار ۷/۲ كيلو متر در ثانـــيه و سرعت در مسير زمـين ۵/۸ كيلـومتر در ثانـــيه فاصله بين نقاط پـشت سـرهم برداشـت شـده توسـط ماهواره Topex برابرkm ۶/۱۷۷ كه ايـن فاصـله بـه علـت تغييـر جزئي سرعت در مدار و در نتيجه تغيير فاصله زماني نقاط پشت سرهم كه در حدود ۰/۰۵ ثانيه است تغيير خواهد كرد.

## ۲- منطقه مورد تحقيق

ايـن منطقه در محدوده ( °۳۰ - °۱۴) عرض جغرافيائـي و (°۶۰ -°۳۶) طـول جغرافيـائي در كـشور عربـستان سـعودي و جنوب ايران واقع شـده است در اين منطقه سـه بيابـان Al Rub، Al Dahna و Great Nafd به ترتيب در قسمتهاي جنوب شرقي و مركز و شمال عربستان واقع شدهانـد. بعـضي از قـسمتهاي ايـن بيابانها پوشيده از شن و ماسه است و حركت شنها سبب مـيشود كه ارتفاع سطح منطقه در طول سـال چنـدين مرتبـه و هـر بـار چندين متر تغيير كند. مركز، شمال و شمال غربي اين منطقـه را دشت و جلگههاي مرتفع تشكيل ميدهـد در ايـن منطقـه فاصـله مدارهاي پشت سـرهم مـاهواره زيـاد و در حـدود ۲۰۰ كيلـومتر است.

## ۳ – ارزيابي دقت دادههاي ارتفاعي ماهواره

براي ارزيابي كامل دقت اندازهگيريهاي ارتفاعي ماهوارههاي ارتفاعسنجي لازم اســت كه دادههاي ارتفاعي دقيق به صورت رقومي و با پوشش كافي با دادههاي ارتفاعي ماهواره مقايسه شوند.

نحوه انتخاب روش به دقت موردنياز و پيچيدگي مسأله مربوط است. چند روش مهم كه براي ارزيابي دقت دادههاي ارتفاع ماهوارههاي ارتفاعسنجي به كار برده ميشوند به شرح زير هستند:

۱- استفاده از نقشههاي رقومي تهيه شده توسط ماهوارههاي ديگر

1- flattening

۲- استفاده از نقشههاي تهيه شده توسط روشهاي فتوگرامتري و نقشهبرداري زميني

۳- مقايسه با دادههـاي دقيـق ارتفـاعي کـه بـه صـورت رقـومي هستند.

### ۳-۱- مقايسه با نقشههاي توپوگرافي

دقـت اسـتفاده از ايـن نقـشـههـا بـه مقيـاس و تعـداد نقـاط ارتفاعـي[1] در روي نقشه و اختلاف ارتفاع بـين منحنـي ميزانهـا بستگي دارد.

مبناي ارتفاعات در اكثر نقشهها به جاي به كار بردن بيضوي مقايسه يا ژئوئيد سطح متوسط آب درياهاي محلي در نظر گرفته شده است. در نقشههائيكه مقياس آنها كوچكتر است تعداد نقاط ارتفاعي كم و اختلاف ارتفاع منحني ميزانها از هم بيشتر است لذا ارتفاع محاسبه شده نقاط در روي نقشه براي مقايسه با دادههاي ارتفاعي ماهواره با استفاده از منحني ميزانها، تقريبي و غير دقيق خواهد بود و در نتيجه دقت انها به اندازهاي كه بتوان با دادههاي ارتفاعي ماهواره مقايسه شوند نخواهد بود لذا بهتر است از نقاط ارتفاعي كه در روي نقشهها قرار دارند براي انجام مقايسه استفاده كرد. نقاط ارتفاعي با وجود دقت خوبي كه دارند ولي با نقاط ارتفاعي ماهواره هم مختصات نيسـتند لذا روش درونيابي[2] محاسبه ارتفاع نقاط در روي نقشه كه هم مختصات با نقاط ارتفاعي ماهواره باشند به كار برده ميشود در نقشههاي كوچك مقياس فاصلههاي مربوط به دادههاي ماهواره خيلي كم بوده و انـدازهگيـري آنها با تعداد خطاهاي اتفاقي همراه است. بنابراين به كار بردن روش معمولي درونيابی براي محاسبه ارتفاع نقاط در روي نقشههاي كوچك مقياس دقيق نخواهد بود. براي محاسبه ارتفاع نقاط مي توان از روشهاي ديگر انترپولاسيون كه دقت خوبي داشته باشد استفاده كرد.

براي تعيين ارتفاع نقاط شرايط زير در نظر گرفته ميشوند:

۱- انتخاب نقاط ارتفاعي دقيق بر روي نقشه

۲- انجام درونيابي

۳-مقايسه ارتفاع نقاط انترپوله شده با دادههاي ارتفاعي ماهواره

تعداد نقاط ارتفاعي دقيق در روي نقشهها مخصوصاً در مناطقي از بيابانهاي شني به علت حركت شنهاي روان كم است و خطاي اندازهگيري ارتفاع نقاط در اين مناطق زياد و گاهي به چند متر ميرسد.

مراحل زير براي انجام درونيابي با استفاده از نقاط ارتفاعي دقيق به كار برده ميشود:

۱- مشخص نمودن محدوده مسير حركت ماهواره در روي نقشه

۲- مشخص نمودن تعداد نقطه ارتفاعي در محدوده انتخاب شده براي تشكيل تعداد مثلث بندي

۳- معين كردن محدوده هر كدام از مثلث بنديها به طوريكه نقاط دقيق ارتفاعي در روي نقشهها به عنوان رئوس اين مثلث بنديها در نظر گرفته شود.

۴- اندازهگيري مختصات رئوس مثلثها در روي نقشه

وقتيكه ارتفاع نقاط اندازهگيري شده توسط ماهواره از ارتفاع نقاط هم مختصاتش در روي نقشه كم شود (H diff) بهتر است تغييرات اختلاف ارتفاعات را در مقايسه كردن در نظر گرفت [M.A.J.Guzkowsa, et 1990].

خطاهاي زيادي در بعضي از مناطق مشاهده ميشود كه از تركيب خطاهاي متعدد مخصوصاً به كار بردن ژئوئيدهاي مختلف در نقشه و ماهواره به دست ميآيد.

۵- تبـديـل مختـصات جـغرافيـائـي $(\varphi,\lambda)$ دادههاي ماهواره بـه مختصات قائمالزاويه با اســفاده از نرمافزارها.

با توجه به اينكه اندازهگيري مختصات جغرافيائي $(\varphi,\lambda)$ در روي نقشه مشكل است و نيز ممكن است نقشهها به علل زير دقت لازم را نداشته باشند لذا استفاده از روشهاي معمولي براي اندازهگيري مختصات در روي نقشه داراي دقت كافي نخواهد بود:

الف- فاصله بين شبكهها در روي نقشهها به خاطر كيفيت تكنيك ممكن است ثابت نباشد

ب- اثر رطوبت در كاغذ نقشهها ممكن است سبب شود كه طول كاغذ تغيير كند. براي به دست آوردن دقت بيشتر ميتوان از نـرمافــزارهاي مختلف مثل Dgtzer و Benson استفاده كرد كه به كمك آنها ميتوان مختصات قائمالزاويه نقاط در روي نقشه را با دقت۰/۱ ميليمتر اندازهگيري كرد.

---

1- Spot
2- Interpolation

**شکل ۱- شکل فوق منطقه بياباني را كه پوشيده از شنهاي روان است نشان ميدهد حركت شنها باعث تغيير ارتفاع سطح زمين در زمانهاي مختلف ميشود.**

**۳-۲- بررسي دقت دادههاي ارتفاعي ماهوارههاي ارتفاعسنجي با استفاده از دادههاي ارتفاعي نقشههاي توپوگرافي**

با مقايسه دادههاي ارتفاعي ماهواره و دادههاي ارتفاعي هممختصات در روي نقشه ميتوان دقت اندازهگيري توسط ماهواره را تعيين نمود. بايد تمام دادهها داراي يك مبناي ارتفاعي باشند در غير اينصورت مقايسه كردن مشكل خواهد شد.

يكسان نبودن مبناي ارتفاعات در دادهها سبب ايجاد خطاهاي خيلي بزرگ ميشود. عوامل مختلفي به شرح زير سبب ميشوند كه تغييرات اختلاف ارتفاع نقاط مختلف در مناطق بيابان و دشت برابر نباشند.

۱- به علت حركت شنهاي روان، شيب و ارتفاع سطح تپههاي شني دائما در تغيير است و اين تغييرات در نقاط مختلف برابر نيست.

۲-سطح مبناي ارتفاعات در نقشهها بيشتر به جاي بيضوي مقايسه [1] سطح آب درياهاي محلي در نظر گرفته ميشود و اين موضوع سبب ميشود كه سطح مبناي ارتفاعي دادههاي ماهواره و نقشه فرق كند.

۳- اختلاف بين ارتفاع سطح ژئوئيد و سطح متوسط آب درياهاي محلي در تمام منطقه ثابت نيست و در قسمتهاي مختلف منطقه تغيير ميكند.

۴- اكثراً در مناطق بيابان اگر تهيه نقشه ارتفاعي معمولي و اندازهگيريهاي ماهواره همزمان نباشند اختلاف ارتفاعات محاسبه شده غيرقابل استناد خواهد شد. در مقايسه دادههاي ارتفاعي ماهواره با دادههاي نقشه توپوگرافي در منطقه بيابان خطاهاي زير مؤثر هستند:

۱- خطا در تعيين ارتفاع ماهواره از سطح بيضوي مقايسه

1- Ellipsoid

۲- خطا در اندازهگيري فاصله[۲] و تصحيحات مربوطه
۳- خطا در تعيين ارتفاع ژئوئيد
۴- خطا در تعيين و محاسبه ارتفاع نقاط در روي نقشه
علاوه بر منطقه بيابان در منطقه دشت نيز عوامل مهمي وجود دارد كه باعث ايجاد خطا در اندازهگيري ارتفاع ميشوند.
تغييرات شيب زمين در منطقه دشت بيشتر است بهطوريكه در فاصله بين دو نقطه با ارتفاع دقيق شيب زمين ثابت نبوده و در قسمتهاي مختلف در فاصله بين دو نقطه تغيير ميكنند و اين مسأله سبب ميشود كه در محاسبه ارتفاع نقاط بهروش درروني‌يابي اگر شيب زمين را در فاصله بين دو نقطه فوق ثابت در نظر بگيريم خطاي بزرگي را در محاسبه ارتفاع نقاط در روي نقشه و در امتداد فاصله بين دو نقطه ثابت خواهيم داشت. اكثر خطاهاي مربوط به تغييرات اختلاف ارتفاع در مناطق دشت مربوط به اين موضوع است. مطالعات انجام شده نشان ميدهد كه تحت شرايط زير استفاده از روش انترپولاسيون براي محاسبه ارتفاع نقاط در روي نقشه داراي نتايج خوبي خواهد بود.
۱- بهكار بردن نقشه بزرگ مقياس وقتی‌كه دادههای ارتفاعی زيادی در روی نقشه معين شده باشد.
۲- شيب سطح زمين در امتداد مسير حركت ماهواره و در بين دو نقطه دقيق ثابت بوده و هيچگونه حركت شنهاي روان در منطقه نباشد.

### ۳-۲- مقايسه با نقشههايDTED

DTED[۱] عبارت است از دادههاي ارتفاعي قسمتي از سطح طبيعي زمين كه بصورت رقومي[۲] ذخيره شدهاند. كه توسط سازمان فضائي امريكا تهيه شده و در اين مقاله براي مقايسه دقت دادههاي ارتفاعي ماهواره Topex بهكار برده شد.
مشخصات اين دادهها عبارتند از:
۱- بيضوي بهكار رفته عبارت است از:
World Geodetic System
۲– نصف قطر بزرگ برابر ۶۳۷۸/۱۳۶۸ كيلومتر است.
۳- ضريب فشردگي آن برابر با۲۹۸۲۵۷۲۲۳: ۱ است.
بهكار بردن روش فوق براي بررسي دقت اندازهگيريهاي ارتفاع نقاط توسط ماهواره خيلي دقيقتر از بهكار بردن دادههاي ارتفاعي نقشههاي توپوگرافي است چون تعداد نقاط ارتفاعي دقيق در روي نقشهها بهقدر كافي براي درونيابی نيست.
DTED شامل دادههاي ارتفاعي در كمان ۳۰ ثانيهاي (در وسعت 1km*1km) است. منابع عمده براي تهيه DTED شامل مدلهاي ارتفاعي رقومي، تصاوير استريوگرافي و نقشههاي توپوگرافي است. توليدات DTED در فرم ماتريس نشان داده ميشود هر كمان ۳۰ ثانيه شامل ۱۰۰ عدد كمان ۳ ثانيه است. در هر كمان ۳۰ ثانيهاي مقدار ماكزيمم و مينيمم و نيز متوسط مقدار ارتفاع منطقه هر كمان داده ميشود كه عبارت است از:
متوسط ارتفاع ۱۰۰ عدد كمان ۳ ثانيه است.
قطر مؤثر footprint ماهوار Topex برابر با ۵-۴ كيلومتر است و مساحت آن در روي زمين برابر ۲۵ كيلومتر مربع خواهد بود. بنابراين دادههاي ارتفاعي Avgh (متوسط ارتفاع دادههاي ارتفاعي DTED در وسعت ۲۵ كيلومتر زمين) در هر نقطه براي مقايسه با دادههاي ارتفاعي ماهواره Topex بهكار برده شد. نتايج زير در منطقه بياباني RUb Al Khali عربستان سعودي در جدول (۱) نشان داده شده است. وقتيكه ارتفاعات اندازهگيري شده توسط ماهواره از ارتفاعات Avgh كم ميشود خطاهاي بزرگ و سيستماتيك در بعضي از نواحي ديده ميشود.
كه نتيجه بهكار بردن مبناهاي مختلف و گردآوري مدل DTED و خطاهائيكه قبلاً شرح داده شده است ميباشد. خطاي بهوجود آمده مربوط به اختلاف دادههاي Avgh با دادههاي اندازهگيري شده توسط ماهواره و نيز خطاي مربوط به حركت شنهاي روان سبب ميشود كه ارتفاع نقاط مختلف در زمانهاي متفاوت فرق كند. ارتفاع دادههاي ماهواره و نيز دادههاي Avgh در زمانهاي مختلف از تغيير ارتفاع سطح شنها متابعت ميكند.
جدول (۱) نشان ميدهد كه اختلاف ارتفاع بهدست آمده در موقعيتهاي ۶و۷ بيشتر از حد قابل قبول بوده و با حذف مقادير اين قسمتها مقدار متوسط اختلاف ارتفاع (HD) و RMS در اين منطقه بهترتيب برابر۱۴/۴۶ متر و ۵/۷۱۱ متر گرديد. مقدار درصد اختلاف ارتفاع قابل قبول و غير قابل قبول در اين منطقه بهترتيب برابر با ۹۲/۷۸ در صد و۷/۲۲ در صد شد. نتايج فوق نشان ميدهد كه ماهواره Topex قادر به اندازهگيري ارتفاع نقاط در سطح بيابان (با توجه به مقدار خطای RMS) با دقت خوب ميباشد.

2- Range
1- Digital Terrain Elevation Data
2- Digital

**جدول ۱- نتايج حاصل از مقايسه دادههاي ارتفاعي ماهواره (Radar.Altimetry) ودادههاي Avgh در جدول (۱) در منطقه عربستان نشان داده شده است.**

| شماره | اسم منطقه بياباني در عربستان | تعدادنقاط مقايسه شده | اختلاف ارتفاع ماگزيمم بين Radar.A و Avgh |
|---|---|---|---|
| ۱ | E۵۳°N۲۱ | ۱۹ | ۴ر۵ m |
| ۲ | E۵۳ °N۲۰° | ۱۳۶ | ۱۶ر۱ m |
| ۳ | E۵۴ °N۲۰° | ۴۲ | ۱۰ر۱۳ m |
| ۴ | E ۵۴ °N۱۹° | ۹۰ | ۱۲ر۵ m |
| ۵ | E۵۴°N۱۸° | ۳۷ | ۱۵ m |
| ۶ | E۵۰°N ۱۸° | ۳۴ | ۵۱ر۷m |
| ۷ | E۵۱ °N۲۲● | ۴۳ | ۴۱ر۸m |
| ۸ | E۵۲ °N۲۲● | ۳۰ | ۶ر۴m |
| ۹ | E۵۳ °N۱۸° | ۲۷ | ۲۰ر۰۶ m |
| ۱۰ | E۵۳ °N۱۹ ° | ۹۳ | ۱۸ر۳ m |
| ۱۱ | E۵۳ °N۲۰ ° | ۱۷۷ | ۱۶ر۵۳m |
| ۱۲ | E۵۴ °N۲۱ ° | ۱۸۲ | ۲۵ر۰۶m |
| ۱۳ | E۵۴ °N۲۲ ° | ۱۵۷ | ۱۵ر۰۶ m |

## ۴- نتيجه گيري

در ارزيابي دقت ارتفاعات بهدست آمده توسط ماهوارههاي ارتفاعسنجي با دادههاي ارتفاعي دقيق لازم است كه تمام نقاط ارتفاعي مقايسه شده داراي يك مبناي ارتفاعي باشند در صورتيكه مبناي ارتفاعات فرق كند بهتر است بهتغييرات اختلاف ارتفاع نقاط هم مختصات توجه شود.

بهكار بردن روش درونيابي براي محاسبة ارتفاع نقاط مختلف در روي نقشه كه هم مختصات با نقاط اندازهگيري شده با ماهواره هستند نتايج خوبي خواهد داشت وقتيكه نقشه داراي مقياس بزرگ بوده و تعداد نقاط ارتفاعي روي نقشه بيشتر و نيز شيب منطقه مطالعه شده تقريباً يكنواخت باشد خطاي بهدست آمده در مقايسه دادههاي ارتفاعي ماهواره با دادههاي ارتفاعي Avgh منحصراً مربوط بهخطاي اندازهگيري ماهواره نبوده بلكه عوامل مختلفي توليد خطاهاي بزگ ميكنند كه تعدادي از آنها قبلاً شرح داده شد.

در منطقه بياباني مورد مطالعه ۹۲/۷۸% دادههاي ارتفاعي ماهواره Topex/ Poseidon قابل قبول و ۷/۲۲% دادههاي ارتفاعي غيرقابل قبول بودند.

ماهواره Topex/ Poseidon قادر به اندازهگيري ارتفاع نقاط با دقت خوب در منطقه بيابان است ولي در مناطق كوهستاني دقت كافي ندارد.

در زمينهائيكه داراي شنهاي روان هستند حركت شنها باعث تغيير ارتفاع سطح زمين در زمانهاي مختلف ميشود. در چنين مناطقي براي مقايسه دقت دادههاي ماهواره بهتر است كه برداشتهاي انجام شده توسط ماهواره و روش فتوگرامتري همزمان انجام شود كه اينكار احتياج بهانجام محاسبات لازم براي تعيين زمان برداشت دارد.

## مراجع


[1] AVISO User Handbook merged Topex /Poseidon products, AV-NT- 02-101-CN, Edition 2.1, 1992

[2] Barlow, BC., 1977, "Data limitations and model complexity; 2-D gravity modelling with desk-top calculators''. Bull. Aust. Soc. Explore. Geophysics., 8(4), pp.139-143.

[3] Chua, P.K., Kearsley, A.H.W., Ridley, J.K., Cudlip, W., and Rapley, C.G., The determination and use of orthometric heights

derived from the Seasat radar altimeter over land, Mullard Space Science Laboratory

[4] Guzkowska, M.A.J., Rapley, C.G., Ridley, J.K., Cudlip, W., Birkett, C.M., Scott, R.F., Developments in inland water and land altimetry, University college London, December 1990, contributors:

[5] Mantripp, R.D., The study of Antracta Using the ERS-1 Radar Altimeter in Remote Sensing and Global Climate Change., Edited by R.A. Vaughan and P. Cracknell., NATO ASI Series, vol.124.,PP 342-353.,1994

[6] Massom, R., 1991, Satellite remote sensing of polar regions Applications, limitations and data availability, London Belhaven Press in association with the Scott Polar Research Institute, University of Cambridge; Boca Raton, Fla.: Lewis Publishers