استخراج نقشهٔ هیدروگرافی با استفاده از داده های ماهواره ای

دکتر سیدعلی آزرم سا[1] ، فرهاد رزمخواه[2]

۱- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

امروزه برای مدیریت بهینهٔ سواحل، اطلاع داشتن از توپوگرافی مناطق ساحلی امری ضروری است. این اطلاعات را می توان از طریق اندازه گیری های محلی، عکسبرداری های هوایی و یا از تصاویر ماهواره ای به دست آورد. استفاده از داده های ماهواره ای احتیاج به وقت زیاد برای جمع آوری و تجهیزات گرانقیمت ندارد و در حال حاضر به عنوان جدیدترین و اقتصادی ترین روش مطرح در دنیا به حساب می آید. متأسفانه علیرغم مزایای فراوان این روش تاکنون فناوری بهره گیری از داده های ماهواره ای برای تهیهٔ اطلاعات هیدروگرافی در ایران توسعه نیافته است. در این تحقیق سعی شده است با بکارگیری تصاویر ماهواره ای و پردازش آنها از یک طرف و استفاده از دانش علوم دریائی از طرف دیگر، امکان بهره گیری از تصاویر ماهواره ای برای تهیهٔ اطلاعات دریائی در زمینهٔ عمق مناطق ساحلی فراهم گردد. برای این امر پردازش های خاصی روی تصاویر ماهواره ای صورت می گیرد. سپس، با استفاده از اندازه گیری‌های محلی انجام شده و بهره گیری از روشهای ریاضی رابطه بین اطلاعات ماهواره ای و عمق آب استخراج می گردد. در نهایت، با برنامه نویسی در محیط نرم افزار Matlab ، رسم خطوط هم عمق در منطقه دریائی مورد نظر امکان پذیر می گردد. در این مقاله از تصاویر سنجندهٔ TM ماهوارهٔ لندست[1] استفاده شده است.

کلمات کلیدی : سنجندهٔ TM ـ ماهوارهٔ لندست ـ هیدروگرافی

EXTRACTING HYDROGRAPHIC MAPS USING SATELLITE DATA

Abstract

Nowadays, for managing coastal zones and littoral lands, we need accurate and updated information on hydrography of coastal areas. These data can be obtained by local measurements, airborne imagery and satellite data. Using satellite data is not time-consuming and expensive like than other methods, thus it is most economical method in the world. Unfortunately, this method is not developed in Iran, although it has many advantages. In this paper, the advantages of Landsat data have been taken to provide hydrographical maps after applying some specific image processing techniques. Landsat TM images were used.

Keywords: TM – Landsat – Hydrography

[1] Landsat

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]

مقدمه

امروزه برای انجام امور مختلف دریایی نظیر کشتیرانی و ناوبری، احداث و مدیریت سازه های ساحلی و دریایی و همچنین برای کاربردهای نظامی داشتن اطلاعات ژرفایابی مناطق دریایی ضروری است. به عنوان مثال در صورت وجود اطلاع از ژرفای منطقهٔ مورد مطالعه می توان مسیر امن رفت و آمد کشتی‌های بزرگ را مشخص کرد. با دانستن اطلاعات ژرفایابی مناطق دریائی کشور در زمانهای مختلف با فواصل زمانی مناسب می توان روند تغییرات بستر دریا، انتقال رسوب و متعاقب آن مسائل مربوط به فرسایش یا رسوبگذاری در مناطق دریایی، خورها، حوضچه بنادر و در اطراف سازه های دریائی را مورد بحث و بررسی قرار داد. همچنین، با بهره گیری از تصاویر ماهواره ای می توان به اطلاعات وسیع مکانی و منظم زمانی دست یافت. بدیهی است که با در اختیار داشتن نتایج این اندازه گیری ها واسنجی و کالیبراسیون مدلهای عددی نیز با دقت بالا امکان پذیر می گردد.بی شک سنجش از دور[2] یک ابزار است که می تواند در عرصه های مختلف علوم دریائی نظیر هیدروگرافی و توپوگرافی، اندازه گیری ارتفاع و جهت امواج، اندازه گیری جزر و مد و نوسانات تراز آب به دلیل گرم شدن کره زمین به کار گرفته شود. عدم وجود اندازه گیری های وسیع و درازمدت بخشی از مشکلات عرصه هیدروگرافی و ژرفایابی در کشور ما ایران است که به وسیله این تکنولوژی نوین قابل حل می باشد. استفاده از داده های ماهواره ای جدیدترین روش در ژرفایابی است. ولیکن نتایج تحقیقاتی ارائه شده توسط لیزنگا (1981 ,Lyzenga)، فاستر (Foster, 1984)، مارخام و بارکر (Markham and Barker, 1986) و یاپ (Jupp, 1988) بیانگر آن است که استفاده از اطلاعات ماهواره ای در حال حاضر فقط برای ژرفایابی در عمق های کمتر از ۲۵ m یعنی عمدتاً در دریاچه ها و خلیجهای کم عمق می تواند نتایج قابل قبولی در بر داشته باشد.

روش های سنجش از دور علاوه بر ارزان بودن، امکان مشاهده و مدیریت پیوستهٔ سواحل را فراهم می کنند. نقشه هایی که توسط کشتی ها و با سایر روشها مانند روش سونار تهیه شده اند در مقایسه با نقشه های ماهواره ای، چهار اشکال عمده به شرح زیر دارند: نامنظمی داده ها، دقت پایین داده ها، ناهمزمانی داده‌ها و روش قدیمی دستی تهیه نقشه. علاوه بر آن هزینه تهیه نقشه با استفاده از تصاویر ماهواره ای نسبت به روشهای قبلی بسیار پایین تر و از نظر اندازه گیری همزمان در سطح وسیع دارای ارجحیت است. این مزایا موجب افزایش روز افزون بهره گیری از تصاویر ماهواره‌ای در دنیا شده است. متأسفانه این فناوری در ایران برای استفاده های دریائی هنوز توسعه نیافته است. با توجه به وجود سواحل طویل در ایران و موجود نبودن داده های کافی از مناطق ساحلی کشورمان، توسعهٔ فرهنگ تحقیقات و مطالعات در خصوص ساحل و خط ساحلی امری ضروری است.

مروری بر تحقیقات انجام شده

قدیمی ترین روش عمق سنجی استفاده از طناب مدرج است. پس از آن روشهای دیگری مانند لیدار (Lidar) و سونار (Sonar) ابداع شد. جدیدترین، اقتصادی ترین و سریع ترین روش استفاده از داده های ماهواره ای است. سنجش از دور علم جدیدی است و از پرتاب اولین ماهواره ها کمتر از چهار دهه می گذرد. اولین تحقیقات در زمینه استخراج عمق از داده های ماهواره ای به سال ۱۹۷۱ در ناسا[3] بر می گردد. یاپ (Jupp, 1988) عمق دریاچهٔ تاهو[4] در آمریکا را بررسی کرد. وی نتایج ژرفایابی ماهواره ای

[2] Remote Sensing

[3] National Aeronautics and Space Agency, N.A.S.A.

[4] Tahoe Lake

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]

به عمل آمده را با توجه و بر اساس محدودیت های حداکثر میزان نفوذ باندهای طیف الکترومغناطیسی[5] در چهار محدوده عمقی؛ صفر تا ۱ متر، ۱ متر تا ۵ متر، ۵ متر تا ۱۵ متر و ۱۵ متر تا ۲۵ متر ارائه کرد. محاسبات او بر سه فرضیه اساسی به شرح زیر مبتنی بود:

الف) میزان بازتاب نور تابعی نمایی از عمق است.
ب) کیفیت آب در تمام منطقه مورد مطالعه یکسان است.
ج) رنگ (و در نتیجه خواص بازتابی) بستر منطقه مورد مطالعه ثابت است.

در سال ۲۰۰۱ ملشایمر و لیو (Melshiemer and Liew, 2001) بندری در اطراف مالزی را با استفاده از تصاویر ماهوارهٔ اسپات بررسی کردند. آنها عمق را در هشت بازهٔ نامساوی تخمین زد. پنج بازهٔ اول تا ۵ متری در گام های یک متری و سه بازهٔ دوم تا ۲۵ متری در گام های ۵ متری تقسیم بندی شده بودند.

به طور کلی برای استخراج عمق از داده های ماهواره ای دو روش وجود دارد. روش اول نسبت گی‌ری طیفی[6] و روش دوم مدل انتقال بازتاب یا آر-تی-ام[7] نام دارد. روش نسبت بندی طیفی برای حالتی که اطلاعی از شرایط جوی زمان ثبت تصویر در دست نیست، بهتر است. روش نسبت بندی طیفی را نخستین بار لیزنگا (Lyzenga, 1981) ارائه نمود. معادلهٔ پیشنهادی وی برای محاسبهٔ عمق به صورت $\log(z) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$ بود. در این معادله a_0, a_1, a_2 ضرایب برازش شده و z عمق و $x = \log(\frac{R(555nm)}{R(670nm)})$ است. R نماد عدد رقومی باند طیفی است. کلارک و فی (Clark and Fay, 1987) روش مشابهی با دخالت دادن کیفیت آب در معادلات ارائه دادند. نتایج تحقیقات بوکاتا و جرومه (Bukata and Jerome, 1995) استفاده از چند طیف در معادلهٔ عمق را نشان می داد. در معادلهٔ ایشان $z = a_0 + a_1 x + ... + a_n x_n$ ، z عمق و a_0 تا a_n ضرایب برازش شده و x_0 تا x_n اعداد رقومی پس از تصحیحات هستند.

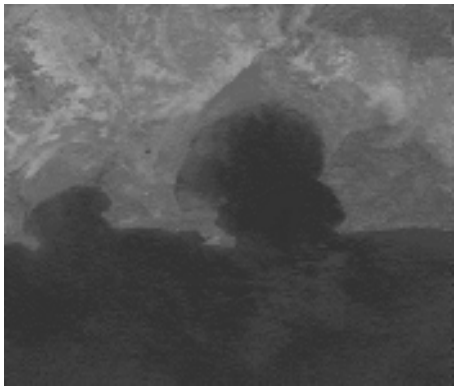
چن و رائو (Chen and Rau, 1998) نشان دادند که چگونه می توان با استفاده از اطلاعات ارزان قیمت ماهواره ای به روند یابی و کشف نحوه تغییرات خط ساحلی و مدیریت پیوسته سواحل در منطقه جزر و مدی پرداخت. لی و همکاران (Li, R., et al., 2002) علاوه بر لندست (Landsat) از تصاویر ماهوارهٔ آیکونوس (IKONOS) برای بررسی تغییرات خط ساحلی بر اثر جزر و مد استفاده کرد.

تا کنون در داخل کشور اقدامی برای استخراج نقشه های هیدروگرافی از روی تصاویر ماهواره ای صورت نگرفته است. این تحقیق گامی است در این راستا.

داده ها

در این تحقیق، از تصویر ماهواره لند ست که در سال ۲۰۰۱ از منطقه خلیج چابهار و پزم تهیه شده، استفاده می گردد. (شکل ۱)

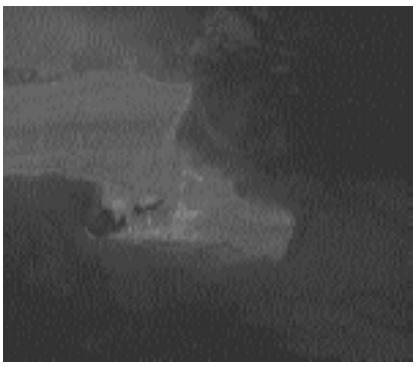
شکل ۱- تصویر ماهواره لندست



به منظور استخراج نقشه هیدروگرافی، پنجره ای از بخش جنوب غربی خلیج چابهار که در بر گیرنده دماغه پزم (منطقه مابین این خلیج و خلیج پزم) است از تصویر اصلی تهیه می گردد. منطقه مورد نظر در شکل ۲ نشان داده شده است.

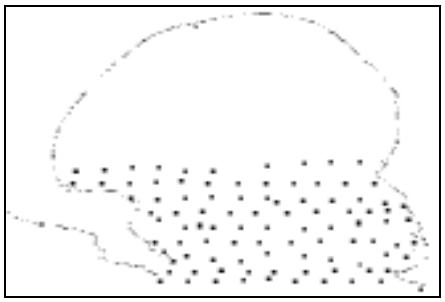
[5] Depth of Penetration
[6] Spectral Ratioing
[7] Radiative Transfer Model, RTM

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]



شکل ۲- پنجره تهیه شده جهت مطالعه

به منظور کالیبره نمودن تصاویر پردازش شده که در بخش های بعدی در مورد آنها بحث خواهد شد، وجود اندازه گیری های محلی عمق آب ضروری است. به همین دلیل، عمق آب در نقاطی مورد اندازه گیری قرار گرفت. محل تقریبی این نقاط را در شکل ۳ ببینید.



شکل ۳- مکان تقریبی نقاط اندازه گیری شده.

همانگونه که مشاهده می گردد، نقاط کنترلی بر روی مسیرهای عمود بر ساحل انتخاب شده اند. به این ترتیب، ضمن تامین تعداد نقاط مورد نیاز در اعماق مختلف، از اندازه گیری های بی مورد پرهیز و تعداد کل اندازه گیری ها بهینه شده است. برداشت‌های عمق آب در نقاط کنترلی در تاریخ ۱۳۸۲/۱/۲۷ از صبح تا بعد از ظهر انجام شد.

مکانیابی نقاط با استفاده از دستگاه مکانیاب دستی "etrex" محصول شرکت "garmin" انجام شد. دقت این دستگاه طبق آنچه که در دفترچه راهنمای آن آمده است ۱۲ فوت است. اندازه‌گیری عمق توسط دستگاه اکوساندر مدل "Hondex HE-460II" محصول شرکت "Honda" صورت گرفت. دقت این‌عمق سنج[8] در حد۰/۱ متر است. برای کالیبره کردن مکانیاب از چندین نقطه با مختصات معلوم[9] و برای کالیبره کردن عمق سنج از چند نقطه با عمق معلوم هم در دریا و هم در آب شیرین استفاده گردید. اطلاعات اندازه گیری شده در جداولی مشابه جدول ۱ ثبت گردید.

جدول ۱: نمونه نقاط ثبت شده در اندازه گیریهای دریایی

ساعت دقیق ثبت عمق	عمق ثبت شده $[m]$	عرض جغرافیایی دقیق	طول جغرافیایی دقیق
۷:۴۵	۱۱/۱	۲۵:۱۸/۹۸۱	۶۰:۱۱/۹۳۳
۷:۵۴	۱۰/۶	۲۵:۱۸/۹۱۰	۶۰:۱۲/۴۹۵
۸:۰۰	۱۰/۳	۲۵:۱۸/۸۱۱	۶۰:۱۳/۰۰۵

تعداد نقاط ثبت شده ۱۰۸ نقطه می‌باشد.

روی عمقهای ثبت شده باید تصحیح جزر و مدی صورت گیرد، زیرا اندازه‌گیری عمق از صبح تا بعد از ظهر طول کشید و در طول این زمان تراز آب در خلیج تغییر می کرد. عدم استفاده از مولفه های واقعی جزر و مد نجومی موجب کاهش دقت نتایج می گردد. در این تحقیق، تصحیحات جزر و مدی با استفاده از نرم افزار تایدکامپ[10] محصول شرکت پانگولین[11] صورت پذیرفت. اعداد عمق نسبت به مبنای بین المللی عمق[12] تصحیح شد. نمودار تغییرات جزر و مدی مورد استفاده برای تصحیح تراز آب را در شکل ۴ مشاهده کنید.

[8] LCD Depth Sounder
[9] Control Points
[10] TideComp
[11] Pangolin
[12] Chart Datum

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]

شکل ۴ - نمودار استفاده شده جهت تصحیح جزر و مدی (Tide Chart) برای روز ۱۳۸۲./۱/۲۷

روند پردازش تصاویر

روشی که در این تحقیق ارائه شده است، پردازش تصاویر با نرم افزارهای متلب[13] (Matlab)و ارداس[14] (ERDAS) وای-آر-مپر[15] (ER Mapper) است. پس از تصحیح هندسی، تصحیح رادیومتریک و حذف خشکیها، نقشهٔ هیدروگرافی تهیه می شود.

در حال حاضر وظیفهٔ دریافت، پردازش و توزیع اطلاعات و تصاویر ماهواره‌ای در ایران بر عهدهٔ مرکز سنجش از دور ایران است. این مرکز متولی امور آرشیو ملی اطلاعات ماهواره‌ای است و کلیهٔ اطلاعاتی که تاکنون دریافت یا خریداری شده در آرشیو این مرکز نگهداری، و بر حسب نیاز در اختیار استفاده کنندگان قرار داده می‌شود.

خواندن تصاویر در نرم افزار[16]

اولین گام تبدیل کردن تصاویر به فرم ای-آر-اس[17] است. این کار به این دلیل انجام می‌شود که تصاویر قابلیت پردازش در نرم‌افزار ای-آر-مپر (ER Mapper) را داشته باشند.

تصحیح رادیومتریک

برای تصحیح رادیومتریک از نرم‌افزار ارداس (ERDAS) استفاده می شود. اگر اغتشاشهای سنسوری کاملاً در تصویر افقی باشند حذف اثر آنها به راحتی توسط نرم‌افزار انجام می شود. در این نرم افزار یک روال به همین منظور[18] وجود دارد. در صورتی که خطوط اغتشاش سنسوری مورب باشند این روال کاربرد ندارد. برای حذف خطوط اغتشاش مورب از روش تبدیل فوریه سریع[19] استفاده شد.

تصحیح هندسی

ماهواره هنگام عبور از منطقه نسبت به نصف النهار زاویه داشته است و به همین دلیل تصویر احتیاج به چرخش و تصحیح زاویه دارد. از طرفی به علت کروی بودن زمین، تصویر نقاطی که از دید حسگر در گوشه ها قرار داشته اند، با نوعی جمع شدگی ثبت شده است. برای تصحیح هندسی، نقاطی روی نقشه کاغذی و تصویر در نظر گرفته می شود که از ثابت بودن آن اطمینان داریم. این نقاط، نقاط کنترل زمینی[20] نامیده می شوند. سپس مختصات جغرافیایی نقاط متناظر در نرم افزار وارد می گردد. تصحیح هندسی توسط نرم افزار ای-آر-مپر (ER Mapper) انجام می شود.

تصحیح جوی (اتمسفریک)

عوامل جوی مانند رطوبت و گرد و غبار روی ضریب گذردهی جو تاثیر می گذارند و تغییر در ضریب گذردهی جو مستقیماً روی تصویر ثبت شده در ماهواره اثر می گذارد. اگر از یک منطقه در شرایط جوی یکسان تصویر برداری شود، هیستوگرام اعداد رقومی تصویرها در هر باند یکسان و در غیر این صورت این هیستوگرامها متفاوت خواهند بود. با دانستن شرایط جوی زمان ثبت تصویر تصحیح جوی امکانپذیر است.

[13] Matlab 6.1.0.450 Release 12.1
[14] ERDAS 8.3.1
[15] ER Mapper 6.2
[16] import
[17] ers

[18] به نام "Destripe TM data"
[19] fft,Fast Fourier Transform
[20] GCP,Ground Control Points

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]

انجام مراحل فوق برای پردازش تصاویر ماهواره ای که برای کاربرد های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند، ضروری است. ولیکن برای استفاده از تصاویر ماهواره ای در امر هیدروگرافی انجام سه فعالیت به طور خاص، مهم و حائز اهمیت فراوان است. این سه فعالیت عبارت هستند از؛ تشخیص و حذف خشکی ها، تشخیص و تفکیک عمق های مختلف از یکدیگر و رسم خطوط هم عمق. به عبارت دیگر، امکان استخراج نقشه های هیدروگرافی از روی تصاویر ماهواره ای به قابلیت، توانائی و کیفیت انجام این سه فعالیت بستگی دارد.

در این تحقیق، این سه فعالیت به صورت نمونه در مورد پنجره تهیه شده از تصویر ماهواره لند ست- که در شکل ۲ نشان داده شده است، اجرا می گردد.

حذف خشکیها از تصاویر

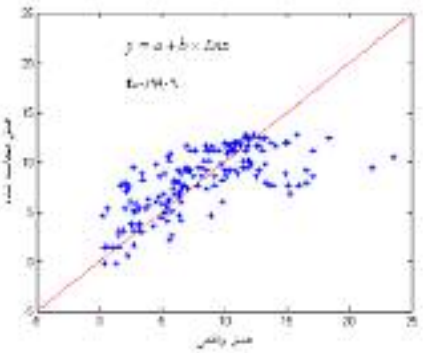
باند قرمز طیف مرئی نسبت به باند سبز در آب خیلی کمتر نفوذ می‌کند. با استفاده از این مطلب، می توان چنین نتیجه گرفت که نقاطی که مقدار عدد رقومی[21] باند قرمز در آنها بیشتر از عدد رقومی باند سبز است، معرف خشکی هستند. بنابراین، تشخیص خشکی ها و تفکیک آنها از محیط آبی را می توان با تفکیک نقاط مذکور در فوق و با بهره گیری از امکانات نرم افزار ای-آر-مپر (ER Mapper) انجام داد.

در عمل، تشخیص خشکی ها و تفکیک آنها از محیط آبی چندان ساده نبوده و با مشکلاتی همراه می باشد. لذا، به منظور انجام و تدقیق عملیات و نتایج حاصله، ضروری است تا با تعیین نقاط کنترلی، انجام برداشت های محلی و تعیین محل دقیق آنها بر روی تصویر ماهواره ای نسبت به کالیبره نمودن اعداد رقومی اقدام نمود. بدیهی است دقت نتایج به دقت تصاویر، ابعاد پیکسل ها و دقت اندازه گیری های محلی بستگی دارد.

نتایج

تبدیل اعداد رقومی به اطلاعات عمقی

بررسی عمق بر حسب اعداد رقومی در سه باند مرئی صورت می‌گیرد. بنابراین برای نقاطی که عمق آنها اندازه‌گیری شده می‌بایست اعداد رقومی در سه باند مرئی ثبت گردد. این کار توسط نرم‌افزار ER Mapper صورت گرفت و برای ۱۰۸ نقطهٔ ثبت شده اعداد رقومی ثبت گردید. یکی از نقاط به دلیل خطای آشکار از لیست حذف شد و محاسبات بر اساس ۱۰۷ نقطه انجام گرفته اســت. سپس، همبستگی بین اعداد رقومی هر باند جداگانه با داده های عمقی ثبت شده مورد بررسی قرار گرفته و معادله بهینه ای را که معرف بهترین رابطه بین اعداد رقومی و عمق واقعی است، کشف گردید. شکل ۵ به طور نمونه همبستگی بین عمق های محاسبه شده بر اساس یک رابطه لگاریتمی و عمق های اندازه گیری شده را نشان می دهد.



شکل ۵- نمودار همبستگی بین عمق محاسبه شده توسط $y = a + b \times Lnx$ و عمق واقعی برای باند دوم

ضریب همبستگی ارائه شده در این شکل بر اساس ضریب همبستگی پیرسن[22] محاسبه شده است که به صورت معادله (۱) تعریف می‌گردد.

$$r = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{[\sum (x-\bar{x})^2 \sum (y-\bar{y})^2]^{\frac{1}{2}}} \qquad (۱)$$

که در آن $\bar{y}, \bar{x}$ به ترتیب بیانگر میانگین x ها و y ها هستند.

پس از تعیین معادله بهینه، عمق نقاط مختلف بر اساس اطلاعات طیفی قابل محاسبه خواهد بود.

[21] DN,Digital Number

[22] Pearson

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]

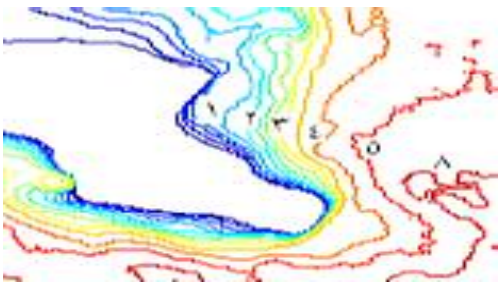
رسم خطوط هم عمق

رسم خطوط هم عمق به بهتر دیده شدن نقشه های عمق کمک شایانی می کند. قبل از رسم خطوط هم عمق، لکه های ناخواسته مانند قایقهایی که زمان ثبت تصویر در آب بوده اند، از تصویر باید حذف شوند. در این تحقیق برای حذف لکه های ناخواسته از فیلتر مدین (median) نرم افزار متلب (Matlab) استفاده شده است. همچنین برای رسم خطوط هم عمق، برنامه ای در محیط نرم افزار متلب (Matlab) نوشته و مورد استفاده قرار گرفته است.

نسبت دادن عمق متناظر به خطوط هم عمق

برای نسبت دادن عمق متناظر به خطوط هم عمق لازم است عمق نقاطی از منطقهٔ مورد مطالعه (نقاط کنترلی) معلوم باشد. به این منظور، در ناحیه شرقی منطقه مورد مطالعه و در امتداد عمود بر خط ساحلی اقدام به انجام عملیات عمق یابی گردید. در این عملیات، عمق ۱۰۸ نقطه با استفاده از لنج و دستگاه اکوساندر مورد اندازه گیری قرار گرفت که شرح آن در بخش داده ها ارائه شده است. سپس، از این نقاط کنترلی برای کالیبره نمودن و نسبت دهی صحیح و با دقت عمق های نظیر به خطوط هم عمق استفاده شده است.

با انجام مراحل فوق و بهره گیری از برنامه کامپیوتری نوشته شده در محیط نرم افزار متلب جهت رسم خطوط هم عمق، نقشه هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه تهیه و در شکل ۶ ارائه شده است.



شکل ۶- خطوط هم عمق همان منطقه

مقایسه شکل ۲ و ۶ بیانگر تطبیق مناسب دو شکل و دقت عملیات کالیبراسیون انجام شده در این تحقیق جهت شناسائی و تفکیک خط ساحلی (خط عمق صفر) به عنوان مرز خشکی و آب است.

همچنین، کارائی برنامه Matlab تهیه شده در این تحقیق نیز در رسم خطوط هم عمق بر اساس اطلاعات کالیبره شده اعداد رقومی در شکل ۶ مشاهده می‌گردد.

جمع بندی و پیشنهادها

بررسی عمق مناطق ساحلی به دلیل اهمیت اقتصادی، عمرانی و نظامی این مناطق ضروری و همواره مورد توجه بوده است. نقشه های ژرفایابی و خطوط ساحلی مناطق ساحلی اطلاعات ارزشمندی را در اختیار مدیران و تصمیم گیران قرار می دهد. با استفاده از روشی که در این تحقیق ارائه شده است و بهره گیری از داده های ماهوارهٔ لندست، می توان خطوط هم عمق را برای مناطق ساحلی که کمتر از ۲۵ متر عمق دارند، با دقت مناسب، هزینهٔ پایین و در مدت زمان کوتاه تهیه و رسم کرد.

این تحقیق نخستین اقدام انجام شده در ایران برای استخراج نقشه هیدروگرافی از روی اطلاعات ماهواره ای است. لذا ضروری است تا با استفاده از این تکنیک و انجام تحقیقات جدید در راه تکمیل، بهینه سازی و نهادینه نمودن این فن آوری تلاش نمود.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]

منابع

1- Bukata, R. P. and Jerome, J. H. (1995), "Optical properties and remote sensing of inland and coastal waters", Boca Ratin, CRC Press.
2- Chen, L. C. and Rau, J. Y. (1998), "Detection of shoreline change for tideland area using multi-temporal satellite images", International Journal of Remote Sensing, Vol. 19, No. 17, 3383-3397.
3- Clark, R. K. and Fay, T. H. (1987), "Bathymetry calculations with Landsat 4 TM imagery under a generalized ratio assumption", Applied Optics 26(19): 4036-4038.
4- Foster, B. C. (1984), "Derivation of atmospheric correction procedures for Landsat MSS with particular reflectance to urban data", International journal of Remote Sensing, 5(5): 799-817.
5- Ibrahim, M., Seeni, M., Samsudin, A. and Yem, M. (1992),"Bathymetry in clear waters from Landsat 5 Satellite Data", ACRS Proceedings, Center Remote Sensing, Faculty of Surveying, Univ. of Technology, Malaysia.
6- Jupp, D. L. (1988), "Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters", Symposium on Remote Sensing of Coastal zone, Gold Coast, Queens land, session 4, paper 2.
7- Li, R., Ma, R. and Di, K. (2002), "Digital Tide-Coordinated Shoreline", Journal of Marine Geodesy, Vol. 25, No. 1-2, pp. 27-36, 2002.
8- Lyzenga, D. R. (1981), "Remote Sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water, using aircraft and Landsat data", International Journal of Remote Sensing, 2(1):71-82.
9- Markham, B. L. and Barker, J. L. (1986), "Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges exoatmospheric reflectance and satellite temperatures", Landsat technical notes, EOSat, Landsat, Maryland, August, 2-7.
10- Melshiemer, C. and Liew, C.S. (2001), "Extracting Bathymetry from Multi-temporal SPOT images", Paper presented at the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, Singapore, 5 – 9 November 2001.
11- Stuffle, L. D. (1996), "Bathymetry From Hyperspectral Imagery", Thesis in University of Arizona.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1383.1.1.7.7]