

ارزیابی میزان داده‌های هیدرو گرافی مورد نیاز در عمق یابی ماهواره‌ای

مژده ابراهیمی کیا^{۱*}، محمد سعادت سرشت^۲

۱- کارشناس ارشد فتوگرامتری، گروه مهندسی نقشه برداری، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران
۲- استادیار فتوگرامتری، گروه مهندسی نقشه برداری، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۳۰

چکیده

عملیات عمق‌سنجدی در نواحی ساحلی وسیع به روش مستقیم آبنگاری (عمق‌سنجدی با اکوساندر) بسیار هزینه‌بر بوده و زمان زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین سنجش از دور با توجه به توانایی بالا در جمع آوری اطلاعات در زمان کوتاه و در محدوده‌ای وسیع، راهکاری بسیار مناسب و مؤثر می‌تواند باشد. در تحقیق پیش رو به دو روش عمق یابی ماهواره‌ای یکی بر مبنای اصول فیزیکی و دیگری بر مبنای نگاشت عددی (روش شبکه عصبی) اشاره می‌شود و در داده‌ایی یکسان با هم مقایسه می‌شوند سپس با توجه به سادگی و بهینه‌تر بودن نتایج روش دوم، تاثیر میزان اندازه‌گیری‌های مستقیم برای کالیبره کردن یا آموزش این روش با مقایسه اختلاف میان مقادیر خروجی با مقادیر عمق اندازه‌گیری شده ارزیابی می‌شود. در واقع هدف از انجام آزمونهای این قسمت پاسخ به این پرسش است که تا چه حد روش‌های عمق‌یابی سنجش از دور به داده‌های صحرایی نیاز دارند و به بیان دیگر رابطه تغییر دقت عمق‌سنجدی با تغییر تعداد و پراکندگی نقاط کنترل چگونه است و آیا می‌توان با تعداد محدودی از خطوط عمق‌یابی به دقت معقولی رسید؟ پرسی‌ها نشان می‌دهد که علاوه بر کارایی روش شبکه عصبی در برآورد عمق تنها یک مسیر هیدرو گرافی از ساحل تا میانه دریا می‌تواند نتایج رضایت‌بخشی (RMSE حدود ۱/۶ و ضریب همبستگی ۰/۹۲) را ارائه دهد.

کلیدواژه‌ها: عمق یابی، فیزیک تضعیف نور، تصاویر ماهواره‌ای

* نویسنده مکاتبه کننده: مژده ابراهیمی کیا، تهران، خیابان شریعتی خیابان معلم سازمان جغرافیایی، ۰۲۱-۸۸۴۰۰۱۱۱

Email: moj_ebrahimikia@yahoo.com

۱- مقدمه

کالیبراسیون طیفی سنجنده، توان تفکیک طیفی و مکانی سنجنده، پدیده اختلاط طیفی، اثرات زمین مرجع سازی تصویر، اثرات اتمسفری و فرا اتمسفری، برق خورشیدی روی سطح آب، تلاطم آب، زاویه میل اخذ تصویر، میزان شفافیت ستون آب، مواد محلول و شناور در آب، جنس بستر آب و میزان بازتابش آن و در نهایت حداکثر عمق آب. هرچه این عوامل با دقت و صحت بیشتری مدلسازی شوند، اثرات آنها بصورت ترمهای تصحیحی از روی درجات روشنایی تصویر برداشته شده و عمق آب با صحت بالاتری بدست می‌آید.

مهمترین این عوامل میزان شفافیت و حداکثر عمق آب است که بطور مستقیم روی نفوذپذیری نور در آب تاثیر می‌گذارد. بطور کلی روش عمقيابی سنجش از دور (بخصوص تعیین عمق از روی تصاویر سنجنده‌های غیر فعال) تنها در نواحی آبی شفاف و کم عمق (عمق کمتر از حداکثر ۳۰ متر) قابل بکارگیری است که معمولاً این شرایط در دریاچه‌ها و سواحل دریایی کم عمق وجود دارد. همچنین عدم آگاهی از تغییرات جنس بستر که به طور مستقیم روی شدت نور بازتاب یافته و در نتیجه درجات روشنایی تصویر تاثیر می‌گذارد باعث می‌شود که تخمين عمق آب با خطاهای شدیدی همراه شود.

به این ترتیب دقت توپوگرافی بستر بسته آمده از روش عمقيابی سنجش از دور را نمی‌توان در حد روش‌های مستقیم اندازه‌گیری در هیدروگرافی دانست ولذا نمی‌توان برای کاربردهای دقیق مانند ناوبری کشتی‌ها به آن اطمینان نمود. اما خروجی این روش برای انجام مطالعات کم هزینه و سریع در پهنه‌های آبی گستردۀ و البته کم عمق و شفاف قابل استفاده است که مرکز اصلی در آنها بررسی ساختار ژئومورفولوژی بستر آب و نحوه تغییرات آن یا ارائه یک زون‌بندی کلی از تغییرات عمق آب می‌باشد. البته اخیراً با معروفی سنجنده‌های با توان تفکیک طیفی و مکانی بالا امکان بکارگیری

بطور کلی عملیات عمق‌سنجی در نواحی ساحلی برای طلایع از اجزای زیر آب به منظور انجام فعالیتهاي ظهیر کشتیرانی، لایروبی، قراردهی خطوط لوله و کابل، تعیین نقاط پر خطر ساحلی، مطالعات هیدرولوژیکی، تپه‌های نقشه‌های جنس بستر، اطلاع از زیستگاه‌های دریایی، جهت کاربرد در امور محیط زیست، نظامی و مهندسی و نظایر آن ضرورت دارد. اندازه‌گیریهای دوره‌ای از مناطق ساحلی وسیع به روش مستقیم آبنگاری (عمق‌سنجی با اکوساندر) بسیار هزینه‌بر بوده و زمان زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین سنجش از دور با توجه به توانایی بالا در جمع‌آوری اطلاعات در زمان کوتاه و در محدوده‌ای وسیع، راهکاری بسیار مناسب و مؤثر می‌تواند باشد. و یا زمانی که منطقه مورد مطالعه پر خطر بوده و یا امکان تردد و انجام اندازه‌گیری‌های مستقیم در آن نباشد که هر دو این موارد شامل کشور ما با نواحی ساحلی وسیع می‌شود بنابراین نیاز به استفاده از روش‌های غیر مستقیم عمقيابی که بتواند با تعداد نقاط کنترل محدود مقادیر عمق را بطور مطلوبی ارائه دهد حقیقتی انکار ناپذیر می‌باشد. اساس روش عمقيابی از روی تصاویر ماهواره‌ای، بر مبنای وابستگی طیفی تصویر با عمق آب می‌باشد. به بیان دیگر هرچه آب عمیق‌تر باشد تصویر تیره‌تر بوده که علت اصلی آن جذب و پراکندگی انرژی نور در آب است. البته عکس این عبارت همیشه صحیح نمی‌باشد یعنی همیشه نمی‌توان گفت هرچه تصویر تیره‌تر باشد، عمق آب بیشتر است.

همین مساله باعث شده است که دقت و بکارگیری روش عمق‌سنجی سنجش از دور با محدودیتهای قبل توجهی همراه باشد. علت این امر آن است که شدت درجات روشنایی تصویر علاوه بر میزان عمق آب به عوامل متعدد دیگری نیز وابسته است که مهمترین آنها عبارتند از طول موج نور،

بطور کلی از مقدار رادیانس بسته آمده از آب عمیق جهت تصحیح استفاده می شود که این مقدار نمی تواند برای تمام نقاط تصویر قابل بکارگیری باشد یا به عبارتی تاثیرات جو و ستون آب در تمامی نقاط تصویر یکسان نیست.

از روش های دسته دوم می توان به روش شبکه عصبی اشاره کرد که از طریق آموزش قادر به برقراری ارتباط میان درجات روشنایی با مقادیر عمق بوده و با توجه به پارامترهای مجھول گسترده (از جمله تنوع در جنس بستر و ستون آب) می تواند راه حل ساده تری باشد.

در ادامه سعی گردیده است تا علاوه بر شناسایی بهینه ترین روش عمق یابی ماهواره ای، تاثیر کمترین مقدار خطوط عمق یابی اندازه گیری شده بر نتایج حاصل از آن ارزیابی شود.

۲- داده ها و منطقه مورد مطالعه

تصویر ماهواره ای مورد استفاده، تصویر آیکونوس از منطقه شمال شرقی جزیره کیش در چهار باند می باشد که بصورت پن-شارپن^۳ خریداری شده است و دارای رزولوشن یک متر می باشد.

علاوه بر تصویر داده های هیدروگرافی به تعداد ۳۵۵۰ نقطه نیز برای کالیبراسیون و ارزیابی از این منطقه تهیه گردیده است. این نقاط توسط جهاد دانشگاهی در سال ۱۳۷۶ برای این منطقه تهیه شده است. تعیین موقعیت مسطوحاتی این نقاط به روش ماهواره ای تفاضلی و با دقت حدود ۲-۳ متر و تعیین عمق توسط اکوساندر نسبت به چارت دیتوم هیدروگرافی و با دقت ۱۰-۳۰ سانتی متر بوده و تصحیحات جزر و مدی روی آن انجام شده است. جزیره کیش یکی از مناطقی است که به دلیل سرمایه گذاری زیاد به مقاصد مختلف دارای اطلاعات مکانی فراوان مانند نقشه های هیدروگرافی و نقشه های بزرگ مقیاس می باشد. همچنین

3 Pan-Sharpen

این روش در نواحی کوچک مانند اسکله ها یا رودخانه ها (کم عمق و شفاف) برای انجام کاربردهایی نظیر تخمین حجم لاپرواژی بستر آب نیز فراهم آمده است. در زمینه استفاده از سنجه از دور برای تهیه نقشه بستر آبهای کم عمق روش های مختلفی ارائه شده است. اکثر و نه تمام این روشها را می توان به دو دسته کلی تقسیم بندی نمود:

۱) روش های مبتنی بر مدل سازی فیزیکی تعامل نور با آب و محیط: که در آن سعی شده مسیر نور با توجه به رفتار آن در تعامل با محیط مدل سازی شود.

این روشها گاه بر مبنای ثابت بودن شرایط محیطی از جمله جنس بستر و ستون آب جاپ^۱ [۱] و یا دارای بررسی های آزمایشگاهی و یا میدانی هستند پلکاین^۲ [۲] در الگوریتم بیان شده فرض شده است که دو باند موجود است به قسمی که نسبت بازتابندگی های کف در این باندها بدون توجه به تغییر نوع بستر ثابت باقی می ماند).

۲) روش های مبتنی بر برازش تابع بین فضای ورودی و خروجی: این روشها بر مبنای ایجاد نگاشت یک تابع بین فضای ورودی که همان درجات روشنایی و فضای خروجی که همان عمق است می باشند.

از روش های دسته اول علاوه بر روش های مذکور می توان روش تعیین عمق مبتنی بر ترکیب باندها [۲] را نام برد که به تفصیل بیشتری بدان پرداخته می شود. این روش بر این اساس است که مقادیر رادیانس یا روشنایی تصحیح شده هر باند بعد از اعمال لگاریتم، ارتباط خطی با عمق داشته باشند و این امر زمانی مهیا است که تصحیحات مربوط به اثرات جوی و ستون آب بخوبی بر روی رادیانس انجام گیرد. که در این روش

1 Jupp

2 Polcyn

کم عمق از کلاس‌های محدودی از جمله مرجانها، جلبکها و ماسه تشکیل یافته است.

نواحی ساحلی این جزیره از عمق تقریباً کم و شفافیت نسبتاً خوب برخوردار بوده و بستر آن در نواحی



شکل ۱: منطقه و تصویر مورد مطالعه

h ثابت پلانک و v فرکانس نور است) برای یک طیف خاص ثابت است تغییر در جریان انرژی به سوی پایین با تغییر در تعداد فتون‌ها متناسب خواهد بود. همچنین شناس تضعیف با ضخامت جسمی که نور از آن عبور می‌کند افزایش می‌یابد. با معلوم بودن N فتون بالای یک رساناً مثل آب با ضخامت Δr ، کاهش تعداد فتون‌ها ΔN برابر با حاصلضرب Δr در N خواهد بود که در فرمول دیده می‌شود. در این فرمول ثابت تناسب α ضریب تضعیف می‌باشد.

$$\Delta N = -\alpha N \Delta r \quad (1)$$

با گرفتن حد زمانی که هر دو ΔN و Δr به صفر نزدیک می‌شوند معادله زیر یا قانون بیر را می‌سازد:

$$\frac{dN}{N} = -\alpha dr \quad (2)$$

و

$$N(r) = N_0 e^{-\alpha r} \quad (3)$$

با توجه به ارتباط نسبی میان جریان انرژی و N ، معادله بالا را می‌توان به فرم زیر نوشت که در آن Φ جریان انرژی است. این معادله، کاهش نمایی جریان انرژی را زمانی که از رساناً می‌گذرد نمایش می‌دهد که در آن a بعنوان ضریب تضعیف استفاده شده است [۳]:

$$\Phi(r, \lambda) = \Phi(0, \lambda) e^{-a(\lambda)r}$$

۱-۲- بازنگری زیر سطح آب (λ)

بازنگری زیر سطح آب (λ) با نسبت میان انرژی

۳- تئوری

بطور کلی فیزیکی تضعیف نور در آب و قوانین مورد استفاده آن و همچنین چگونگی روش‌های عمق‌یابی غیر مستقیم در این بخش بررسی می‌شوند.

۳-۱- فیزیک تضعیف نور در آب

در این بخش به نحوه و میزان تضعیف نور هنگام گذر از ستون آب تحت عنوان مدل انتقال انرژی تابشی و همچنین مفهوم و چگونگی محاسبه بازنگری زیر سطح آب در دو زیر بخش جداگانه پرداخته می‌شود.

۳-۱-۱- مدل انتقال انرژی تابشی

مدل انتقال انرژی تابشی به توصیف ریاضی تضعیف نور هنگام گذر از جسم آب می‌پردازد. هنگامی که فتون‌ها از داخل آب عبور می‌کنند، دستخوش پراکنش و جذب توسط ذرات و مولکول‌های آب می‌شوند. این امر، جریان انرژی را که از حاصلضرب انرژی هر فتون در تعداد فتون‌ها در واحد سطح و در واحد زمان بدست می‌آید را تضعیف می‌کند. جریان انرژی هنگام گذر به سمت پایین بتدریج کاهش می‌یابد و سرانجام در عمقی بسته به خصوصیات آب به صفر می‌رسد. این فرآیند تضعیف نور را می‌توان با قانون بیر^۱ مدلسازی نمود [۳].

از آنجا که انرژی در هر فتون (حاصلضرب h و v) که

پس پراکنش^۷ تغییر جهت می دهد:

$$E_{uw}(Z) = b_{bd}(Z)E_d(Z) \quad (6)$$

$b_{bd}(z)$ ضریب پس پراکنش برای تابش بسوی z پایین در عمق Z است. انرژی فرودی در عمق z تابش خورشیدی $E_d(0^-)$ تضعیف شده است (در اینجا به اختصار با (0) نشان داده می شود) که

بنابر قانون بیر برابر است با:

$$(7)$$

$$\left[E_d(Z) = E_d(0) \exp \left[- \int_0^Z K_d(z) dz \right] \right]$$

$K_d(z)$ ضریب تضعیف پخش وابسته به عمق برای انرژی فرودی است. همچنین انرژی بازتابیده از عمق Z تا سطح آب بتدريج تضعیف شده و وقتی به سطح آب می رسد میزان اين انرژی برابر است با:

$$(8)$$

$$E_{uw}(Z \rightarrow 0) = E_{uw}(Z) \exp \left[- \int_z^0 K_u(z) dz \right]$$

که $K_u(z)$ ضریب تضعیف پخش وابسته به عمق برای تابش به سوی بالاست. با انتگرالگیری روی کل Z از سطح تا عمق H ، کل انرژی بازتابیده ناشی از ستون آب بدست می آيد.

$$(9)$$

$$E_{uw}(0) = E_d(0) \int_0^H b_{bd}(Z) \exp \left[- \int_0^Z (K_d(z) + K_u(z)) dz \right] dz$$

انرژی بازتابیده از سطح بستر ناشی از انرژی فرودی و منعکس شده از آن در عمق H می باشد:

$$(10)$$

$$E_{ub}(H) = A E_d(0) \exp \left[- \int_0^H K_d(z) dz \right]$$

که در آن A بازتابندگی عمق است. این تابش هنگام انتشار به سمت سطح تضعیف می شود:

$$(11)$$

$$E_{ub}(0) = A E_d(0) \exp \left[- \int_0^H (K_d(z) + K_u(z)) dz \right]$$

بازتابیده از آب به انرژی فرودی در آب درست در زیر فصل مشترک آب و هوا (0^-) تعریف می شود [۴]. چنانچه بازتابندگی نور آسمان در فصل مشترک در نظر گرفته نشود:

$$r_{rs}(\lambda) = E_u(0^-, \lambda) / E_d(0^-, \lambda) \quad (4)$$

جريان به سمت پایین $E_d(0^-, \lambda)$ از تشعشع خورشید و روشنایی آسمان نشأت می گیرد. ترکیب طیفی آن به زاویه زنیت خورشید و خصوصیات جوی (هواریزه)^۱ بستگی دارد. مقدار جريان به سمت بالا در جسم آب، $E_u(0^-, \lambda)$ به دو عامل پسپراکنش که سبب می شود تافتون های به سمت پایین در حرکت، به سمت عقب برگردند و عامل جذب که فتون ها را نابود می کند و شانس برگشت به سمت عقب را از آنها می گیرد برمی گردد. این بحث را می توان به فرم زیر بيان کرد:

$$r_{rs}(\lambda) = f [b_b(\lambda) / a(\lambda)] \quad (5)$$

که شامل ضرایب پس پراکنش b_b و جذب از جسم آب a می شود. این ضرایب با واحد m^{-1} احتمال پرتو نشان می دهند. همچنین فاکتور بدون بعد f و تغییراتش به طول موج λ بستگی دارد و بین 0.3-0.5 تغییر می کند و اساساً به زاویه خورشید بستگی دارد. برای بيان دقیقتر این بازتابندگی بهتر است تا سهم هر یک از عناصر ستون آب و بستر آب روی بازتابش خروجی مورد بحث قرار گیرند. بنابراین برای اثر ستون آب می توان گفت سهم آن از جمع عمودی سهم لایه های بسیار باریک آب δz از سطح تا کف به عمق H حاصل می شود [۵]. در لایه δz در عمق z ، قسمتی از تابش به سوی پایین به علت

2Backscatter

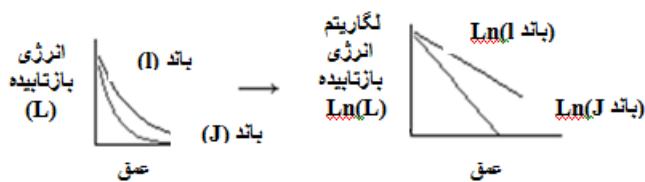
3Diffuseattenuationcoefficient

1Aerosol

روش تصحیح جوی براساس اهداف تیره است.

$$X_i = \ln(L_i - L_{si}) \quad (15)$$

در این رابطه L_i انرژی بازتابیده پیکسل در باند i و L_{si} انرژی بازتابیده میانگین آب عمیق در باند i است. بنابراین $L_i - L_{si}$ برابر انرژی بازتابیده تصحیح جوی شده می‌باشد. همانطور که قبلًا ذکر شد شدت نور به صورت نمایی با افزایش عمق در آب کاهش می‌یابد و در نتیجه لگاریتم انرژی‌های تصحیح جوی شده به طور خطی با افزایش عمق کاهش می‌یابند.



شکل ۲: نحوه ارتباط انرژی بازتابیده و لگاریتم آن با عمق [۶]

با توجه به ارتباط خطی میان X_i با مقادیر Z ، در روش استفاده از n باند، متغیر دیگر به فرم

به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_i = \sum_{j=1}^N A_{ij} X_j \quad (16)$$

که از دوران سیستم مختصات مربوط به n متغیر X_i بدست می‌آید. در نتیجه از n متغیر Y_i یک متغیر Y_n وابسته به عمق بدست می‌آید که دارای فرمول زیر خواهد بود:

$$Y_n = B_m - Cz \quad (17)$$

$n-1$ متغیر دیگر غیر وابسته به عمق و تابعی از بازتابندگی‌های بستر هستند. در معادله (۱۷) B_m تابعی از ترکیبات بستر و C تنها به ضرایب تضعیف آب وابسته است. ضرایب A_{nj} برای متغیر Y_n از شرایط معتمد بودن سیستم مختصات جدید و ضرایب تضعیف آب بدست می‌آیند. فرمول (۱۷) را می‌توان به فرم ساده‌تری مطابق زیر نوشت:

$$\sum_{j=1}^N A_{nj} X_j = B_m - Cz \quad (18)$$

مجموع معادلات (۹) و (۱۱) انرژی به سمت بالا را تشکیل می‌دهد. با فرض آنکه ضرایب تضعیف پخش و b_{bd} وابسته به تغییر عمق نباشند و $K_u = K_d$ باشد، یک راه حل تحلیلی ساده برای میدان نوری به سمت بالا در سطح بدست می‌آید:

رابطه (۱۲)

$$E_u(0) = E_d(0) \left[\frac{b_{bd}}{2K_d} (1 - \exp(-2K_d H)) + A \exp(-2K_d H) \right]$$

برای آب عمیق نسبت انرژی بازتابیده به انرژی فرودی وقتی H بینهایت شود، بازتابندگی زیر سطح آب برای آب عمیق تعریف می‌شود (r_{rs}^{dp}). اگر این شرط مرزی $2K_d$ به معادله (۱۲) اعمال شود b_{bd} به r_{rs}^{dp} می‌شود. بنابراین بازتابندگی زیر سطحی، نسبت $E_u(0)$ به $E_d(0)$ است زمانی که درست زیر سطح آب کم‌تر از عمق H اندازه‌گیری می‌شوند:

رابطه (۱۳)

$$r_{rs} = r_{rs}^{dp} (1 - \exp(-2KH)) + A \exp(-2KH)$$

یا

رابطه (۱۴)

$$r_{rs} = r_{rs}^{dp} + (A - r_{rs}^{dp}) \exp(-2KH)$$

ترم اول سمت راست فرمول (۱۳) مربوط به سهم ستون آب و ترم دوم مربوط به سهم کف آب است [۵].

۲-۳-روش‌های عمق سنجی مورد آزمون

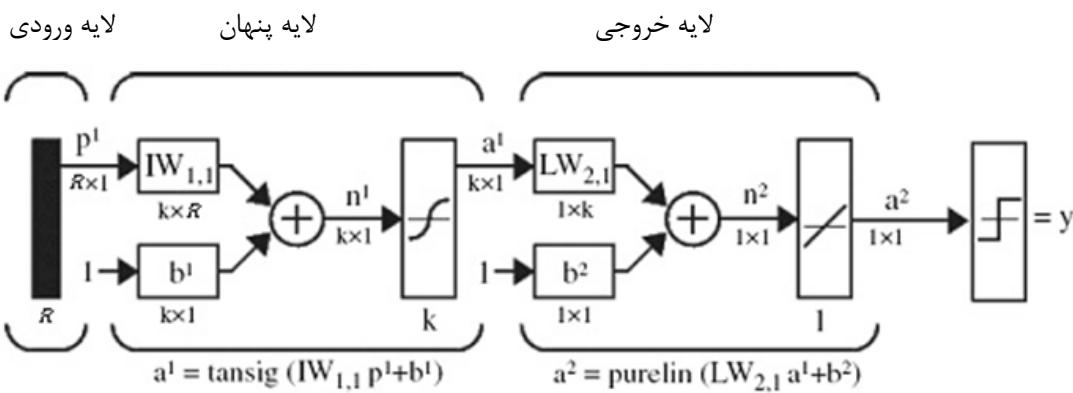
در این بخش برای هر یک از روش‌های فیزیکی و نگاشت عددی عمق سنجی نمونه ای آورده شده و توضیح داده می‌شوند.

۲-۳-۱-روش تعیین عمق مبتنی بر ترکیب باندها

Lyzenga (1978)

[۲] روشی مستقل از تغییر عمق برای تهیه نقطه جنس بستر دریا پیشنهاد کرده است که تنها برای آبهای شفاف نوع یک یا دو مناسب است. در این

به شبکه های عصبی مصنوعی و چگونگی آموزش این شبکه ها را در کتب مرجع مانند [۷] مطالعه نمایید. با توجه به اینکه اثبات شده است که شبکه پرسپترون با لایه پنهان سیگموئید و لایه خروجی خطی یک تقریبگر عمومی مسائل غیرخطی می باشد، در این تحقیق مسأله تقریب عمق بوسیله شبکه عصبی از روی مقادیر رادیانس در هر باند برای هر نقطه توسط این شبکه انجام گرفته است.



شکل ۳: شبکه مورد استفاده در تقریبتابع تعیین عمق [۱۰]

و مکانی نقاط کنترل با توجه به تراکم آنها می شود.

۴-۱- آماده سازی داده ها

جهت استخراج واقعی تر اطلاعات عمق از روش های عمق یابی لازم است تا پیش پردازش هایی بر روی تصاویر و داده های هیدروگرافی صورت گیرد این تصحیحات شامل تصحیح هندسی و رادیومتریک تصویر و تصحیح حزر و مدى نقاط هیدروگرافی می باشد. جهت تصحیح هندسی از نقشه بزرگ مقیاس جزیره کیش استفاده شد و تصویر نسبت به آن با انتخاب نقاط مشترک و استفاده از معادلات رشنال هم مرجع شد سپس با تهیه ماسکی باینری نواحی آبی از نواحی خشکی جداسازی شد. مقادیر عمق یابی شده هیدروگرافی نیز با استفاده از جدول تصحیحات جزر و مدى نسبت به زمان تصویر برداری تصحیح شد

یا $z = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$ ضرایب a_0 تا a_n را می توان از طریق رگرسیون با داشتن چند نقطه با عمق معلوم بدست آورد.

۴-۲-۳- روش مبتنی بر شبکه های عصبی مصنوعی ANN

شبکه های عصبی مصنوعی از اتصال وزن دار عناصر ساده ای به نام نورون تشکیل شده اند. وزن ها از طریق ارتباط میان جفت مقادیر ورودی و خروجی معلوم در فرآیند آموزش شبکه بدست می آیند. جزئیات مربوط لایه خروجی

در این شبکه R ورودی ها یا مقادیر رادیانس برای هر نقطه در هر باند و k تعداد نورون های لایه پنهان و یا لایه سیگموئید می باشد که در این تحقیق با آزمایش مقدار بهینه آن بدست آمده است. بدین منظور با استفاده از نقاط عمق یابی شده معلوم به عنوان داده آموزشی و مشخص بودن ورودی (درجات خاکستری) و خروجی (عمق های متناظر)، شبکه آموزش داده می شود و در یک فرآیند بهینه سازی، وزن ها بدست می آیند. سپس در مرحله ارزیابی، مقادیر عمق نقاط چک که در آموزش شرکت نکرده اند با استفاده از این شبکه بدست می آید و با مقادیر واقعی آنها مقایسه می شود.

۴- پیاده سازی

این بخش شامل آماده سازی داده ها، ارزیابی روش های عمق یابی، بررسی رابطه وابستگی عمق با مقادیر طیفی

مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با اعمال ضرایب کالیبراسیون سنجنده این درجات خاکستری به مقادیر رادیانس مربوطه تبدیل گردید.

و مقادیر درجات خاکستری متناظر نقاط در هر باند بدست آمد و بصورت یک در میان جداسد و تحت عنوان مقادیر چک و کنترل در دو جدول



شکل ۴: پراکندگی نقاط چک و کنترل. نقاط تیره کنترل و نقاط روش چک هستند

۴-۲- ارزیابی روشهای عمق‌یابی

نتایج حاصل از این دو روش بر روی نقاط چک مطابق جدول زیر با مقادیر RMSE، حداقل خطای قدرمطلق^۱، مقدار ضریب همبستگی (R) و متوسط قدرمطلق ده خطای حداقل^۲ بدست آمده است. در تمامی نمودارهای نتایج (شکل ۵ و ۶ سمت چپ)، خطوط نوسان‌دار ناشی از محاسبات عمق‌یابی و خط ممتد مقادیر اندازه‌گیری شده می‌باشد.

همچنین در شکل‌های ۷ و ۸ ناحیه مورد بررسی و DSM حاصل از عمق‌یابی هیدروگرافی و در شکل ۹ قدرمطلق اختلاف مقدار عمق محاسباتی با مقدار این DSM به همراه هیستوگرام خطابهای هر دو روش نشان داده شده است.

۴-۳- بررسی رابطه وابستگی عمق با مقادیر طیفی و مکانی نقاط کنترل با توجه به تراکم آنها

در این آزمون بررسی می‌شود که برای عمق‌یابی به روش غیرمستقیم هیدروگرافی از جمله روش شبکه عصبی به چه تعداد و با چه فواصلی خطوط عمق‌یابی نیاز است. بدین منظور تعداد و تراکم این خطوط به

1 MaxError

2 MATE

تدریج کاهش داده می‌شود.

لازم به ذکر است که تعداد نقاط چک ثابت بوده و مقدار عمق نقاط چک توسط داده‌های مکانی و طیفی نقاط کنترل محاسبه شده‌است و تنها نقاط کنترل کاهش یافته‌اند. و خطای RMSEch در نقاط چک، حداقل خطای قدرمطلق، میزان همبستگی میان عمق در نقاط چک بدست آمده با مقادیر واقعی (R) و متوسط قدر مطلق ده خطای حداقل ارائه شده است: این آزمونها در شش مرحله بصورت زیر انجام پذیرفت: در حالت اول ۱۷۸۳ نقطه کنترل بطور تقریباً یکنواخت با تراکم متوسط ۸۵ متر بکار گرفته شده است.

در حالت دوم ۳۲۹ نقطه کنترل در ۲۵ مسیر عمق یابی بکار گرفته شده است که در آن فاصله متوسط مسیرهای عمق‌سنگی ۳۷۰ متر است.

در حالت سوم ۱۷۹ نقطه کنترل در ۱۵ مسیر عمق یابی بکار گرفته شده است که در آن فاصله متوسط مسیرهای عمق‌سنگی ۶۰۰ متر است.

در حالت چهارم ۱۰۴ نقطه کنترل در هفت مسیر عمق‌یابی بکار گرفته شده است که در آن فاصله متوسط مسیرهای عمق‌سنگی ۱۴۰ متر است.

در حالت پنجم ۷۳ نقطه کنترل در سه مسیر عمق یابی بکار گرفته شده است که در آن فاصله متوسط مسیرهای عمق‌سنگی ۳۰۰ متر است.

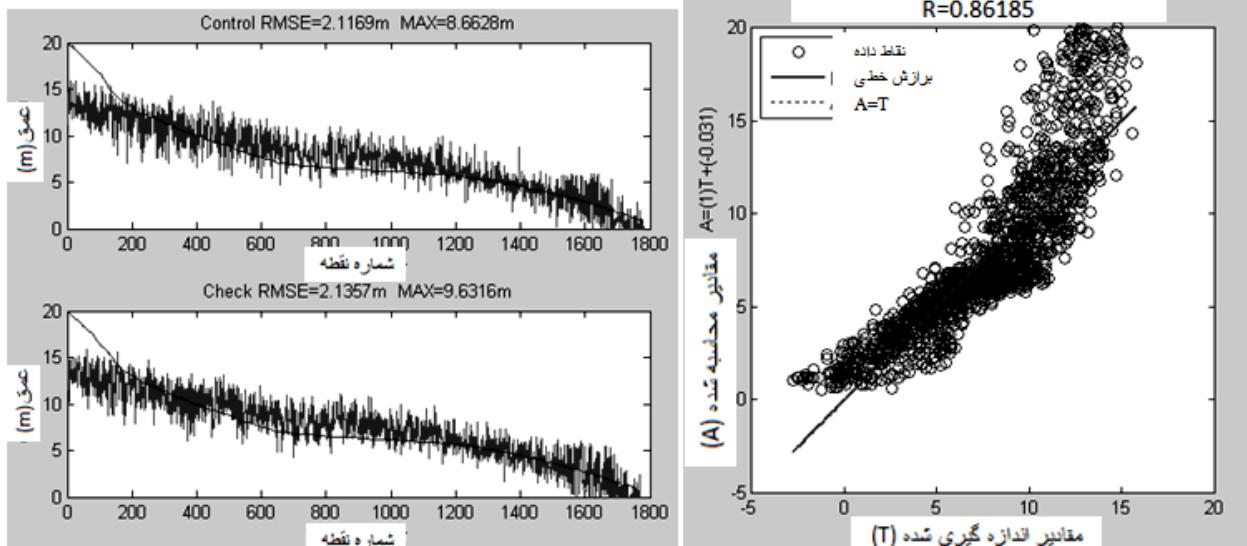
ارزیابی میزان داده های هیدرولوگی مورد نیاز...

مژده ابراهیمی کیا، محمد سعادت سرشت

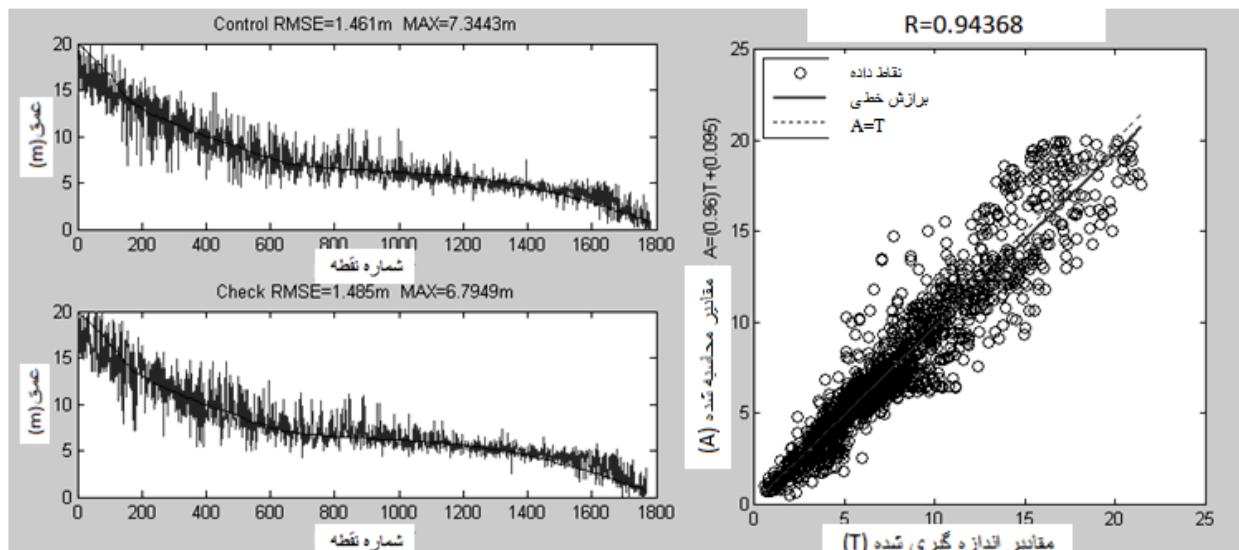
نقاط کنترل را نشان میدهد. همچنین شکل ۱۱ تعداد و پراکندگی نقاط چک را نشان می‌دهد.

در حالت ششم ۳۴ نقطه کنترل در تنها یک مسیر عمق یابی بکار گرفته شده است.

جدول ۲ نتایج آزمونها و شکل ۱۰ تعداد و پراکندگی



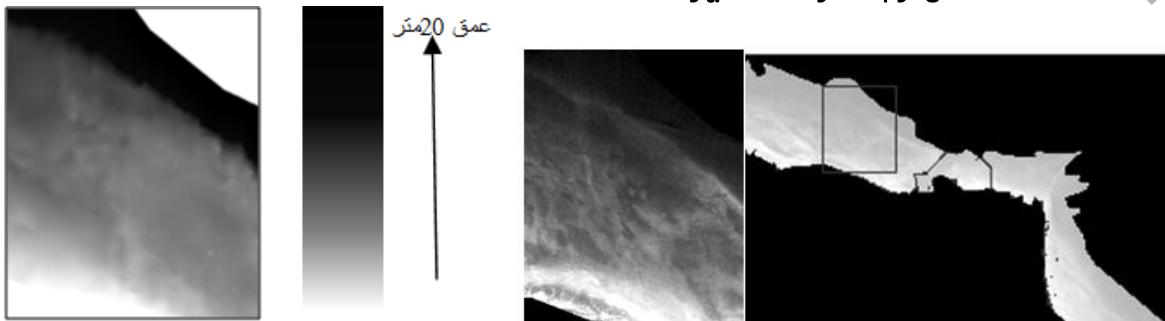
شکل ۵: نتایج روش Lyzenga روی داده‌های رادیانس



شکل ۶: نتایج اعمال روش ANN روی درجات روش‌نایی چهار باند

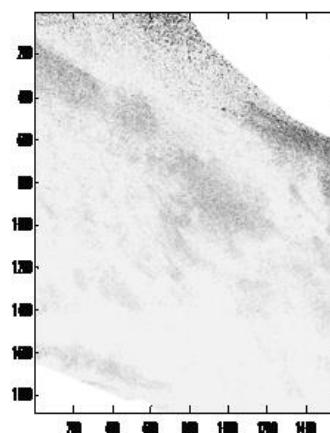
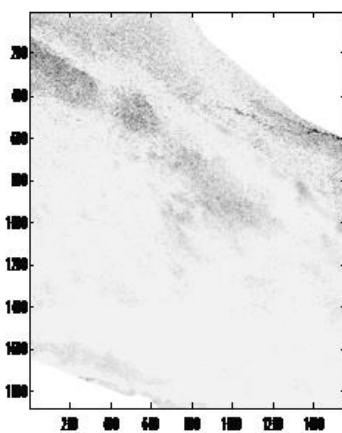
جدول ۱: نتایج اعمال روش ANN و روش Lyzenga

روشهای عمق یابی سنجش از دور مورد آزمون					
متوسط قدرمطلق ده خطای حداقل	مقدار ضریب همبستگی	حداکثر خطای قدر مطلق	RMSE		
۷.۵۹	۰.۸۶	۹.۶۳	۲.۱۴	روی مقادیر رادیانس	۱
۵.۵۳	۰.۹۴	۶.۷۹	۱.۴۸	روی مقادیر درجات خاکستری چهار باند	۲



شکل ۸: نمایش DSM بدست آمده از نقاط هیدروگرافی در ناحیه مورد بررسی

شکل ۷: نمایش ناحیه مورد بررسی ۱۶۵۵ سoton در ۱۸۸۰ سطر)

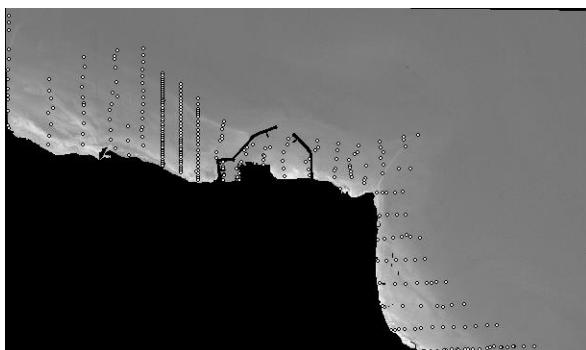


شکل ۹: نمایش توزیع مکانی و هیستوگرام خطاهای روشهای عمق یابی

جدول ۲: آزمونهای کاوش تدریجی مسیرهای عمق یابی هیدروگرافی (واحد به متر)

متوسط قدر مطلق ده خطای حداکثر	R	حداکثر خطای قدر مطلق	RMSEch	حالت	روش تخمین عمق
۵.۴	۰.۹۴	۶.۳۲	۱.۴۷	اول	روش عمق یابی بر مبنای آموزش شبکه عصبی
۵.۹۹	۰.۹۴	۶.۹۷	۱.۴۸	دوم	
۵.۶۵	۰.۹۴	۶.۴۶	۱.۴۹	سوم	
۵.۷۴	۰.۹۳	۶.۵۵	۱.۴۹	چهارم	
۶.۸۳	۰.۹۴	۷.۷۹	۱.۶۵	پنجم	
۵.۴۴	۰.۹۲	۵.۸۷	۱.۶۶	ششم	

جوابی نخواهد داشت. روش عمق‌سنجی مبتنی به ANN روشهای کاملاً عددی است و یکتابع نگاشت ضمنی را از درون داده‌های کنترل استخراج می‌کند، توانسته است مدل فیزیکی تضعیف نور در آب را بخوبی مدلسازی نماید و خود را به دقت روش‌های فیزیکی برساند این مساله توانایی روش‌های عددی در هوش مصنوعی را نشان می‌دهد.



حالت دوم



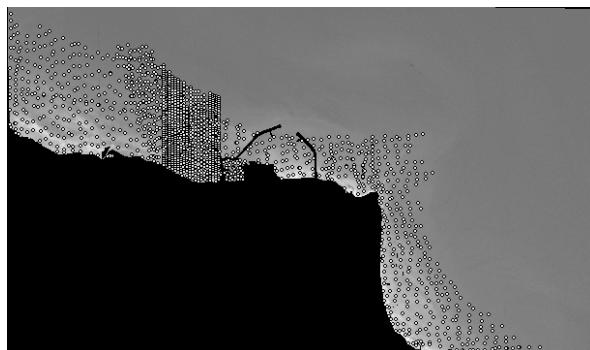
حالت چهارم



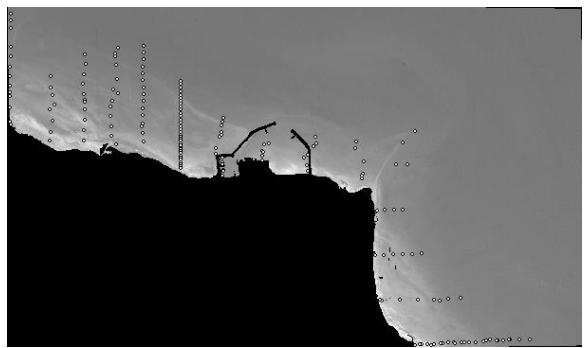
حالت ششم

۵- نتایج

روش Lyzenga با بکاربردن چندین طیف در محاسبات عمق، اثر تغییر جنس بستر را به حداقل می‌رساند اما بواسطه باقیماندن بعضی خطاهای جوی و ستون آب در مقادیر ورودی خطای آن از روش ANN بیشتر است. همچنین این روش در ناحیه‌ای که دارای پوشش تیره و متراکم باشد و مقدار رادیانس آن از مقدار آب عمیق کمتر باشد



حالت اول

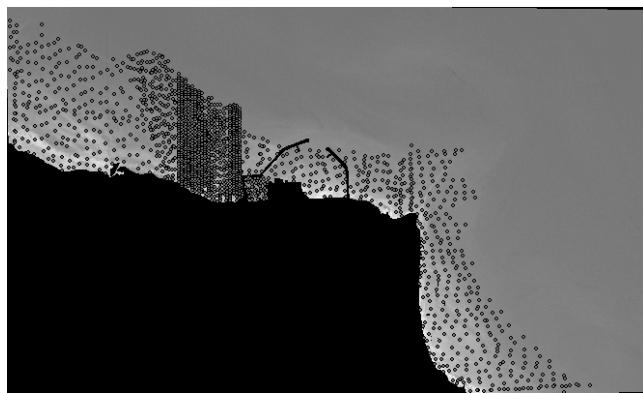


حالت سوم

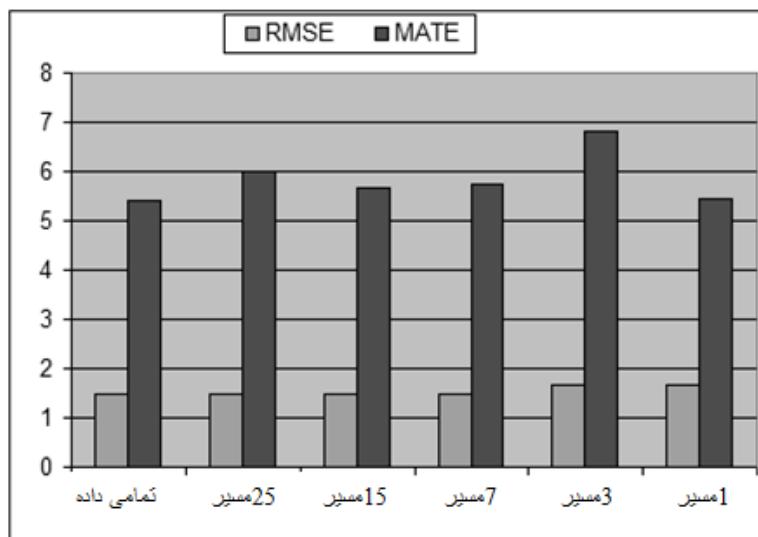


حالت پنجم

شکل ۱۰ : تعداد و پراکندگی نقاط کنترل با کاهش مسیرهای عمق‌یابی هیدروگرافی



شکل ۱۱: نمایش پراکندگی نقاط چک به تعداد ۱۷۶۹ نقطه



شکل ۱۲: تاثیر تعداد مسیرهای عمق‌سنگی بر کیفیت نتیجه نهایی

عمق‌سنگی بگونه‌ای طراحی شوند که اعمق مختلف آب را پوشش دهند که به معنی حرکت از ساحل به میانه دریا است.

با بررسی دقیقتر شکل مشاهده می‌شود که گاهی افزایش مسیرهای عمق‌سنگی حتی موجب کاهش جزئی دقت نتیجه نهایی می‌شود. یک علت این امر در ماهیت اتفاقی روش عمق‌سنگی بکار رفته در این آزمونها یعنی روش عمق‌سنگی مبتنی بر ANN است. علت مهم دیگر به نظر مولف وجود الگوی مکانی خطا در منطقه است که ناشی از تغییرات شرایط نوری آب و جنس بستر می‌تواند باشد. بکارگیری

اما بزرگترین ضعف این روش ناپایداری آن است و اینکه در هر بار تکرار آموزش شبکه امکان عدم همگرایی وجود دارد و حتی در صورت همگرایی، مقدار تابع مطلوبیت متفاوت بوده و عمق‌های محاسباتی مقادیر متفاوتی در هر تکرار هستند

با بررسی شکل ۱۲ که از جدول ۲ بدست آمده است، این نتیجه مهم و جالب بدست آمد که نمی‌توان گفت افزایش تعداد مسیرهای عمق‌سنگی موجب افزایش دقت نتیجه نهایی می‌شود و بنابراین یک مسیر عمق‌سنگی برای جمع‌آوری نقاط کنترل کافی است. تنها نکته مهم این است که مسیر یا مسیرهای

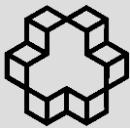
از روش ساده آموزش شبکه عصبی و استفاده از تنها یک مسیر عمق یابی به دقت نسبتاً خوبی دست یابیم که این امر می تواند برای مطالعات حوزه آبی و مناطق پر خطر و وسیع مفید و موثر باشد.

- [1] Edwards, A.j., Crude bathymetric mapping using Landsat TM Satellite imagery . Application of satellite and airborne image data to coastal management.Thematic modules and lessons.<http://www.noc.soton.ac.uk/bilko/> Access:12/1/2009
- [2] Lyzenga, D. R.1978. Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. Applied Optics. Vol. 17, No. 3
- [3] Bukata, R.P., Jerome, J.H., Kondratyev, K.Y.and et al, 1995, Optical Properties and Remote Sensing of Inland and Coastal Waters. Florida, CRC Press, Boca Raton.
- [4] Edwards, M,P.,A.Environment and development in coastal regions and in small islands. Coastal management sourcebooks 3. Part 2 The Acquisition, Correction and Calibration of Remotely Sensed Data.<http://www.unesco.org/csi/pub/source/r10.htm> .Access:4/8/2008
- [5] Werdell, P. J., Roesler, C. S. 2003. Remote assessment of benthic substrate composition in shallow waters using multispectral reflectance. Limnol.Oceanogr., 48(1, part 2), 557–567
- [6] Jerlov, N.G., 1951, Optical Studies of Ocean Water. Report of Swedish Deep-Sea Expeditions 3, 73–97.
- [7] Bill, R., Jackson, T., Translator: Alborzi, M., Familiarity with neural networks. Sanati

نقاط کنترل در نواحی خطدار میتواند موجب ورود خطاهای بیشتری به برآوردهای پارامترهای مدل عمق سنجی شود و دقت نتیجه نهایی را کاهش جزئی دهد. اما آنچه قابل توجه است آن است که با بکارگیری

- منابع

- Sharif University Science publication Ins (Persian).
- [8] Edwards, A.j.,1998, Crude bathymetric mapping using Landsat TM Satellite imagery. Application of satellite and airborne image data to coastal management. France: Unesco's workshops, 103-120
 - [9] Alpers, W., Campbell, G., Wensink, H., and et al.1997. Chapter 10. Underwater Topography. Graduate college of Marine studies, University of Delaware, Newark, DE, USA. 245-262
 - [10] Matlab Microsoft 2007.mathworks inc.
 - [11] Jupp, D.L.B., 1988, Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters. In: Symposium on Remote Sensing of the Coastal Zone. Gold Coast, Queensland, IV.2.1-IV.2.19.
 - [12] Antoine, Q., 2005, Chapter 3 depth determination. Manual on Hydrography., International Hydrographic Bureau4. 119-198.



The Assessment of Required Hydrographic Data for Remote Sensing Bathymetry

Ebrahimi kia, M. *¹, Saadat Seresht, M. ²

1-Ms.c of Photogrammetry in Department of Geomatics, College of Engineering, University of Tehran

2- Assistant professor in Department of Geomatics, College of Engineering, University of Tehran

Abstract

Today, depth mapping of coastal and waterfront areas is necessary for various aims such as shipping, dredging, underwater piping, hazardous area detection, hydrological studies, material mapping of water bed, information collection from marine settlements for environment preservation, military and engineering applications. Periodical depth mapping of wide water areas by classic hydrographic method (via ecosounder) is expensive and time consuming. Therefore, due to high capability of remote sensing in rapid data collection from wide area, it can be an effective and proper complementary method for this purpose. Attention to this issue is more important for our country which has long shorelines. At this paper two physical and mathematical bathymetric methods are evaluated. The first method is based on physical behaviour of light attenuation in water column while the second method is a numerical fitting between image gray levels and according water depths by means of artificial neural network (ANN). Our initial experiments show that although the first method has physical meaning but the second method is more accurate and simpler too. Both methods require a set of known hydrographic depths as calibration data. Therefore, our next experiments try to answer two principal questions: how much can reduce the hydrographic filed operations in remote sensing bathymetry and how much is the accuracy of waterbed topography extracting from satelite images? The result of our experiments showes that introducing of only one hydrographic line perpendicular to coastline as calibration data to ANN method is able to produce satisfied result with depth accuracy RMSE 1.6m and correlation coefficient 92%.

Key words: Bathymetry, light attenuation physic, Satellite images.

Correspondence Address: Shariyat st, moalem st, National geographic organization(NGO), Tehran, Iran. Tel: +98 21 88400111
Tel: +98 21 61114256
Email: moj_ebrahimikia@yahoo.com