[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.3.8]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118893]

میزان دقت اندازه گیری های ماهواره ای در تعیین الگوی شوری و دمای سطحی خلیج فارس با استفاده از روش آماری

مهدی محمد مهدیزاده*[۱]، مریم دبستانی[۱]، ابوالحسن غیبی[۱]، جعفر عزیز پور[۲]

*mehdizadeh@hormozgan.ac.ir

۱- گروه علوم غیر زیستی جوی و اقیانوسی، دانشکده علون فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، نوشهر، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

لغات کلیدی: SSS، SST ، داده های سنجنده AMSU-B، نرم افزار آماری R، خلیج فارس

مقدمه

یکی از بحث‌های اولیه و مهم در علم اقیانوس شناسی، تعیین پارامترهای فیزیکی آب دریا از قبیل دما، شوری و چگالی است. این پارامترها مهمترین عوامل در شناسایی انتشار و تنوع زیست محیطی منطقه آبی بشمار می‌روند. استفاده از روش سنجش از دور در برآورد این پارامترها نسبت به روش های میدانی گذشته بسیار کاربردی‌تر است، زیرا پوشش سطحی گسترده و وسیع داده‌های ماهواره، انسان را در سنجش این پارامترها بسیار کمک می‌کند و در نتیجه به استدلال های دقیق تری در سیاستگذاری‌های آینده می‌توان دست یافت (Kalema *et al.*, 2011). خلیج فارس دریای نیمه بسته با میانگین عمق ۳۷ متر است که از طریق تنگه هرمز به دریای عمان متصل شده است. به دلیل قرار گرفتن در محدوه‌ی کم بارش، شوری و چگالی آب خلیج فارس بالاست (Dorgham, 1989). نتایج مطالعات گوناگون حاکی از کارایی داده‌های ماهواره ای در این رابطه است که می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: امینی و همکاران (۱۳۹۵) برآورد آب معادل برف در استان کرمان جهت مدیریت منابع آب با استفاده از داده‌های سنجنده AMSUB به روش شبکه عصبی و تکنیک رگرسیون چندگانه بررسی کردند و نتایج بدست آمده از روش شبکه عصبی با مقادیر شاخص (خطا ۰/۱۱ =MSEو ۰/۰۵=RMSE) برای ۱۰۴ روز انتخابی و برآورد بهتری نسبت به روش رگرسیون خطی چند گانه با مقادیر شاخص (MSE=7.51 و RMSE=2.74) داشته است. Wong و همکاران (۲۰۰۷) برای اولین بار در جنوب آسیا بر روی مدل سازی مواد جامد معلق و شوری سطحی آب دریا در هنگ کنگ با استفاده از ماهواره MODIS پژوهشی انجام دادند که با سه تکنیک رگرسیون چند متغیره، رگرسیون خطی و آنالیز مولفه های اصلی یا PCA مدل کردند. نتایج ضریب تعیین ۰/۸۱ برای داده های شوری را نشان می داد و RMSE[1] برابر با ۱/۶۳ psu بود. اهمیت این تحقیق از آن لحاظ است که در منطقه خلیج فارس مطالعات شوری و دمای سطحی با استفاده از داده‌های گمانه زن مایکروویو پیشرفته واحد B (-AMSU B[2]) بر ماهواره NOAA-16 کم انجام شده است و به دلیل کمبود داده‌های میدانی که وقت گیر و پر هزینه هستند، از داده‌های ماهواره‌ای استفاده می‌شود و هدف از

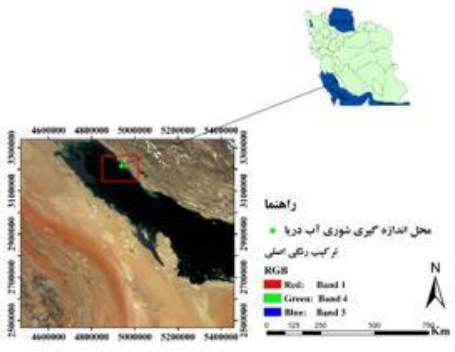
[1] Root Mean Square Error
[2] Advanced Microwave Sounding Unit

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.3.8]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118893]

انجام این پژوهش این بود که با بهره‌گیری از داده‌های سنجنده AMSU-B شوری و دمای سطح آب خلیج فارس مورد بررسی قرار گیرد تا نقش سنجش از دور را در پیشرفت علوم و تحقیقات پژوهشگران در حوزه های مختلف نظیر اقیانوس شناسی و هیدرولوژی به اثبات برساند. از سویی، گامی در جهت دستیابی محققین به داده های شوری و دمای سطح آب خلیج فارس بردارد.

مواد و روش کار

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از داده‌های سنجنده AMSU-B ماهواره NOAA-16 گردآوری شده است. در ساخت این داده‌ها الگوریتم‌های متنوعی بکار رفته است که جهت شناسایی و تعیین الگوی شوری و دما استفاده می شوند. گمانه زن مایکروویو پیشرفته (AMSU) با ۲۰ کانال هم اکنون بیشترین گستره طیفی ابزارهای سنجش مایکروویو پرتاب شده را به فضا تشکیل می‌دهد و نسبت به سایر ابزارهای سنجش مایکروویو به طور قابل ملاحظه‌ای پیشرفته‌تر می‌باشد. قدرت تفکیک مکانی و زمانی بهتر، دقت تابش‌سنجی پیشرفته‌تر و تعداد کانال‌های بیشتر نسبت به ابزارهای سنجش قبلی از ویژگی‌های این گمانه زن است. (Weng *et al.*, 2000). با استفاده از روش رگراسیون خطی چند گانه[1] در نرم افزار آماری R می‌توان شوری و دمای سطحی آب را محاسبه کرد. به منظور امکان کالیبره کردن اطلاعات بدست آمده از داده های ماهواره، اندازه گیری های میدانی ضروری است و بدین لحاظ داده ها بر اساس داده‌های ایستگاه دریایی بوشهر انتخاب شده‌اند بطوریکه امکان قابلیت مقایسه و کالیبراسیون آن با اطلاعات بویه فراهم شود. به منظور تعیین و مقایسه زمانی و مکانی شوری و دمای سطحی خلیج فارس، از داده‌های سنجنده AMSU-B با داده‌های میدانی مربوط به سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ انتخاب گردیده است. باتوجه به کاربردهای شوری و دما به منظور ایجاد ابزاری مناسب برای محاسبه پارامتر ها، الگوریتم‌ها و روش‌های موجود برای محاسبه SSS[2] وSST[3] از داده‌های سنجنده AMSU-B مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). در این تحقیق متغیرهای مستقل ۵ باند و متغیر وابسته دمای سطح دریا می باشد. به منظور بدست آوردن رابطه بین این متغیرها از رگرسیون چندگانه استفاده می شود تا در نهایت یک معادله برای دمای سطح دریا بر اساس ۵ باند بدست آید (بختیارکیا، ۱۳۹۵).



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه
Figure 1: Case Study Area

شوری

نتایج تحلیل رگرسیون برای شوری همانطوریکه در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، متغیرهای Tb3، Tb5، Tb4-Tb1 و Tb2-Tb1 در مدل معنادار هستند. بنابراین، معادله رگرسیون شوری بر حسب باندها به صورت ذیل است که در این معادله SSS میزان شوری سطح آب و C_0، C_1، C_2، C_3، C_4 ضرایب رگرسیون و Tb3، Tb5، Tb4-Tb1 و Tb2-Tb1 باند های سنجنده AMSU-B می‌باشند (شکل ۲). مقدار R^2 برای این مدل برابر با ۰/۸۵ می‌باشد که نشان می‌دهد در مدل رگرسیونی متغیرهای مستقل ۸۵ درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می کنند.

$$SSS = C_0 + C_1Tb3 + C_2\ Tb5 + C_3\ (Tb4\text{-}Tb1) + C_4\ (Tb2\text{-}Tb1)$$

[1] Multiple linear regression

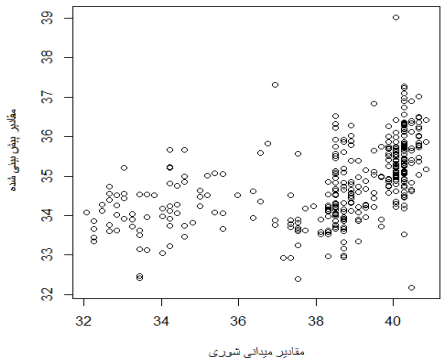
[2] Sea Surface salinity
[3] Sea Surface temperature

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.3.8]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118893]

جدول ۱: نتایج تحلیل رگرسیون برای شوری

Table 1: Results of linear regression analysis for SSS.

متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	T	معنادار ی
C	۶۵/۴۴	۲/۹۱۶	۲۲/۴۴	***
TB3	-۰/۰۳۱	۰/۰۱۱	-۲/۹۷۵	***
TB5	-۰/۰۵۷	۰/۰۱۱	-۵/۱۰۷	***
TB4-TB1	۰/۰۲۵	۰/۰۰۶	۴/۳۲۷	***
TB2-TB1	-۰/۰۸۴	۰/۰۱۵	-۵/۷۸	***



شکل ۲: مقادیر میدانی شوری در مقایسه با مقادیر پیش بینی شده

Figure 2: Real data compared with the forecasted data – AMSUB.

دما

نتایج تحلیل رگرسیون برای دما را همانطوریکه در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، متغیرهای Tb1 تا Tb5، Tb1*Tb3 و Tb2*Tb3 در مدل معنادار هستند. بنابراین، معادله رگرسیون دما بر حسب باندها به صورت ذیل است. در این معادله SST میزان دمای سطح آب و C_0 تا C_7 ضرایب رگرسیون وTb1 تا Tb5، Tb1*Tb3 و Tb2*Tb باند های سنجنده AMSU-B می باشند مقدار R^2 برای این مدل برابر با ۰/۹۴می باشد که نشان می‌دهد در مدل رگرسیونی متغیرهای مستقل ۹۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند.

$$SST = C_0 + C_1\,Tb1 + C_2\,Tb2 + C_3\,Tb3 + C_4\,Tb4 + C_5\,Tb5 + C_6\,Tb1{*}Tb3 + C_7\,Tb2{*}Tb3$$

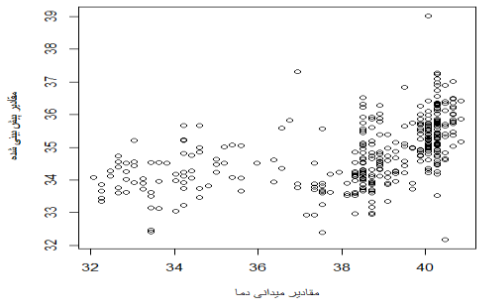
جدول ۲: نتایج تحلیل رگرسیون را برای دما

Table 2: Results of the linear regression analysis for temperature.

متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	T	معنادار ی
C	-۲۵۸/۲۵۴	۷۵/۷۳۹	-۳/۴۱۰	***
TB1	۲/۸۱۳	۰/۶۴۲	۴/۳۸۳	***
TB2	-۱/۵۳۱	۰/۶۰۷	-۲/۵۲۲	***
TB3	۰/۶۵۲	۰/۳۰۵	۲/۱۳۸	***
TB4	۰/۱۰۷	۰/۰۳۹	۲/۷۲۲	***
TB5	۰/۱۳۹	۰/۰۳۰	۴/۶۱۱	***
TB1*TB3	-۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	-۴/۸۳۵	***
TB2*TB3	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۳/۲۸۱	***

در این مطالعه از داده‌های میدانی به منظور اعتبارسنجی خروجی مدل استفاده شده است (شکل ۳). جهت مقایسه داده های ماهواره‌ای و میدانی، می‌توان از میانگین خطای کمترین مربعات بین این دو داده استفاده کرد که در رابطه ذیل نشان داده شده است.

$$RMSE_{sss} = \left[N^{-1} \sum_{i=1}^{N} \left(SSS_{AMSU-B} - SSS_{insitu} \right)^2 \right]^{0.5}$$



شکل ۳: مقادیر میدانی دما شوری در مقایسه با مقادیر پیش بینی شده

Figure 3: Real data compared with the forecasted data – MODIS.

نتایج بدست آمده از مدل رگرسیون خطی چند گانه در نرم افزار آماری R در جدول ۳ نشان می دهد.

جدول۳ : نتایج حاصل از مدل

Table 3: Proposed model outputs.

مدل	ضریب تعیین(R^2)	جذر میانگین مربع خطا (RMSE)
شوری	۰/۸۵	۰/۰۴۵
دما	۰/۹۴	۰/۱۲

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.3.8]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118893]

نتایج تحلیل رگرسیون خطی چند گانه، ضریب تعیین (R^2) و خطا (RMSE) برای سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ مورد بررسی قرار گرفته است که مقادیر ضریب تعیین (R^2) و خطا (RMSE) بترتیب برای شوری ۰/۸۵و ۰/۰۴۵و برای دما ۰/۹۴ و ۰/۱۲بدست آمده است. در این مقاله با بررسی ضریب تعیین و میزان خطا، شوری و دمای سطحی در خلیج فارس و همچنین مقایسه آنها با داده‌های میدانی، با وجود کمبود داده‌های میدانی در منطقه خلیج فارس به منظور دستیابی به الگوی شوری و دمای سطحی با دقت بالا می‌توان به این نتیجه دست یافت که با استفاده از داده‌های ماهواره به روش‌های آماری قابلیت این وجود دارد که با تعداد اندک داده‌های میدانی، الگوریتم شوری و دمای سطحی آب، با دقت مناسبی دست یابد. در حال حاضر، اختلاف بین دما و شوری حاصل از داده های ماهواره و داده میدانی می‌تواند به دلیل عوامل ذیل باشد: ۱-یکی از اندازه‌گیری‌ها یا هر دو آنها می‌توانند خطا داشته باشند. ۲- اندازه‌گیری‌ها بوسیله ماهواره، دمای و شوری سطحی را نشان می‌دهند در حالیکه اندازه‌گیری که بوسیله بویه انجام می‌شود، معمولاً مربوط به دما و شوری زیر سطحی هستند، درست است که نباید اختلاف شدیدی بین این دو اندازه‌گیری باشد، ولی با این حال اختلاف بارزی ممکن است به دلیل سرعت باد و شرایط سطحی رخ دهد. ۳- دما و شوری اندازه گیری شده بوسیله ماهواره یک منطقه را دربرمی‌گیرد در حالیکه داده‌های حاصل از بویه یک مقدار نقطه‌ای است. در نهایت اینکه در تمامی موارد مانند روش هایی که برای تهیه گزارش مشاهدات شوری و دما استفاده می‌شوند، خطاهای مشاهداتی، خطای دماسنج، اختلاف بین شوری و دمای آب دریا در سطح نمونه‌برداری و سطح آب همگی می‌توانند خطا ایجاد کند. مقایسه نتایج مدل پیشنهادی با نتایج حاصل از برخی مقالات دیگر نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی در این کار تحقیقاتی نتایج بمراتب مناسب‌تری داشته است. برای مثال، می‌توان به کار تحقیقاتی Wengو همکاران (۲۰۰۷) ، Qing و همکاران (۲۰۱۳)، Korosov و همکاران (۲۰۱۵) اشاره نمود. علاوه بر این، در مدل پیشنهادی مطالعه حاضر میزان R^2 کمتری نسبت به برخی مقالات دیگر حاصل شده است که از آن جمله می‌توان به مواردی همچون (کورسو و همکاران (۲۰۱۵)، Marghany و همکاران (۲۰۱۴) اشاره نمود. همچنین علاوه بر همه این مزایا، بر اساس شاخص RMSE، مدل‌سازی پیشنهادی بر مبنای داده‌های حاصل از سنجنده گمانه زن مایکروویو پیشرفته واحد B نسبت به تمامی پژوهش‌ها نتایج بهتری در برداشت. زیرا تاکنون بهترین میانگین خطای کمترین مربعات مربوط به مقاله Marghanyو همکاران (۲۰۱۱) بود که شوری را با دقت ۰/۳۲ psu و الگوریتم jenkins-Box مدلسازی کردند. همچنین مطالعات Weng و همکاران (۲۰۰۷) در مورد شدت تغییرات در میزان شوری سطح آب، با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. تفاوت اساسی که این پژوهش با کار سایرین دارد، استفاده از داده‌های سنجنده AMSU-B در باندهای ۲۰-۱۶ شوری و دمای سطح آب بود که پیش از این توسط سایر مطالعات استفاده نشده بودند.

منابع

امینی .ی. علیپور. ع. سال۱۳۹۵. برآورد آب معادل برف در استان کرمان جهت مدیریت منابع آب با استفاده از داده های سنجش از دور مایکروویو غیر فعال به روش شبکه های عصبی مصنوعی و تکنیک‌های رگرسیون چندگانه . فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی « سپهر». ۲۶(۱۰۲): ۶۷-۸۰.

بختیارکیا. س و قیالو. ع. ۱۳۹۵. برآورد الگوریتم شوری سطح آب دریای عمان با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS . اولین کنفرانس ملی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در علوم زمین.شیراز. آبان

Dorgham, M.M., 1989. Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Persian Gulf. *Marine Biology*, 31(182): 36-53.

Klemas, V., 2011. Remote sensing of sea surface salinity: an overview with case studies. *Journal of Coastal Research*, 27(5), 830–838. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.3.8]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118893]

Korosov, A., F. Counillon, and J. A. Johannessen.، 2015. Monitoring the spreading of the Amazon freshwater plume by MODIS, SMOS, Aquarius, and TOPAZ *Journal of* Geophysical *Research:* Oceans, 120: 268–283. doi: 10.1002/ 2014JC010155.

Marghany, M. and Mazlan, H., 2011. Retrieving seasonal sea surface salinity from MODIS satellite data using a Box-Jenkins algorithm, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2011 IEEE International, IGARSS 2011, 24-29 July 2011, p 2017 – 2020.

Marghany, M. and Ramlan, N.E.B., 2014. Simulation of Tsunami effects on Sea Surface Salinity using MODIS satellite data during 2004 tsunami, IOP Conference Series Earth and Environmental Science 02/2014; 18(1):012004.DOI: 10.1088/1755-1315/18/1/012004

Qing, s., Zhang, J., Cui, T. and Bao, Y., 2013. Retrieval of sea surface salinity with MERIS and MODIS data in the Bohai Sea. *Remote Sensing of Environment*, 136: 117–125

Weng, F., Ferraro, R.R. and Grody, N.C., 2000. Effects of AMSU cross-scan asymmetry of brightness temperatures on retrieval of atmospheric and surface parameters, in Microwave Radiometry and Remote Sensing of the Earth's Surface and Atmosphere, edited by P. Pampaloni and S. *Paloscia*, pp. 255–262. VSP, Zeist, Netherlands, 2000.

Wong, M., Kwan, S. H. L., Young, J. K., Nichol, J., Zhangging, L. and Emerson, N., 2007. Modeling of suspended solids and sea surface salinity in Hong Kong using Aqua/MODIS satellite images. *Korean Journal of Remote Sensing*, 23(3): 161–169.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.3.8]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118893]

A Study to determine the accuracy of satellite measurements for the salinity pattern and surface temperature of Persian Gulf using statistical method

Mehdizadeh M.[1*]; Dabestani M.[1]; Gheybi A.[1]; Azizpour J.[2]

*mehdizadeh@hormozgan.ac.ir

1- Department of Non-biologic Atmospheric and oceanic Sciences, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan Bandar Abbas, Iran
2- Ocean Science Research Center,Nowshahr,Iran

Abstract:

The aim of this paper is to determine the sea surface salinity (SSS) and temperature (SST) of Persian Gulf by using the AMSU-B sensor data of NOAA-16 satellite. A multiple linear regression method was used by statistical computing software R on AMSU-B data and in-situ data. Based on the results, the correlation coefficient (R^2) for salinity and temperature was 0.85 and 0.94, respectively. Also, the Root Mean Square Error (RMSE) between satellite and 'in-situ' data are 0.045 psu for SSS and 0.12 for temperature. This indicates that in this study the AMSU-B satellite data for determining the salinity pattern and surface temperature is accurate enough.

Keywords: SSS, SST, AMSU-B sensor data, Statistical computing software R, Persian Gulf

*Corresponding author