

بررسی تغییرات مساحت پلوم رودخانه اروند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

سیده نسترن هاشمی^۱، محمد اکبری نسب^{۲*}، طاهر صفراد^۳

snhashemi72@gmail.com

m.akbarinasab@umz.ac.ir

t.safarrad@umz.ac.ir

^۱ کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی دانشگاه مازندران، بابل

^{۲*} نویسنده مسئول، استادیار، گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی دانشگاه مازندران، بابل

^۳ استادیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه مازندران، بابل

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۲۹

چکیده

امروزه نظارت صحیح بر آب‌های ساحلی اهمیت زیادی دارد، زیرا این مناطق، از نظر اکوسیستم‌های طبیعی مکان‌های مهمی هستند. بعلاوه، ارزیابی کیفیت آب در رودخانه‌ها امری حیاتی به‌شمار می‌آید. با توجه به اینکه روش‌های سنتی نمونه‌برداری گران و وقت‌گیر هستند، تکنیک سنجش‌ازدور ابزار مؤثری برای آشکارسازی و نظارت بر پلوم به‌حساب می‌آید. با شناسایی پلوم رودخانه‌ها، می‌توان به برآورد و تخمین دبی پرداخت. در این مقاله با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸، پلوم رودخانه اروند در فصل‌های بهار (مه)، پاییز (اکتبر) و زمستان (مارس) سال ۲۰۱۷ آشکارسازی شده است. به‌منظور این آشکارسازی، الگوریتمی متشکل از تابندگی باند ۴، تابندگی باند ۲، NDWI و نسبت شوری طراحی شده است. برای صحت‌سنجی الگوریتم آشکارسازی پلوم، از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ در همان روز استفاده شده است. همچنین مساحت پلوم در این سه فصل محاسبه شده است. نتایج نشان داده است مساحت پلوم رودخانه اروند در فصل‌های زمستان، پاییز و بهار به‌ترتیب ۸۸/۱۳۲ کیلومتر مربع، ۸۵/۹۵۲ کیلومتر مربع و ۱۰/۴۳۶ کیلومتر مربع است؛ بنابراین با استفاده از مساحت پلوم آشکارسازی شده به‌وسیله تصاویر ماهواره‌ای و سرعت سطحی آب می‌توان دبی رودخانه را تخمین زد.

واژه‌های کلیدی: مساحت، رودخانه اروند، پلوم، سنجش‌ازدور

۱. مقدمه

دسترسی محدود است. لندست ۸ به‌طور گسترده‌ای در مدیریت ساحلی مورد استفاده قرار می‌گیرد و یک ابزار ارزش برای نظارت بر غلظت مواد معلق با وضوح و دقت بالاست [۲]. در پدیده‌های میان‌مقیاسی که ساختارهای کوچک و الگوهای خاص دارند (پلوم‌ها)، ماهواره لندست ۸ با قدرت تفکیک مکانی و رادیومتریکی بی‌نظیری به شناسایی آن‌ها پرداخته است [۳].

مصیبتها، از لحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی حائز اهمیت هستند. شرایط فیزیکی و شیمیایی بسیار پویا، مانند غنی بودن مواد مغذی، گرادیان‌های شوری، ستون‌های آب دارای اختلاط

بررسی کیفیت آب‌های ساحلی از نظر زیست‌محیطی و کاربردی اهمیت ویژه‌ای دارد. مطالعه کیفیت آب در روش‌های سنتی، زمان‌بر و پرهزینه است و به تولید اطلاعات نقطه‌ای منجر می‌شود [۱]. کدورت^۱ یک پارامتر مهم برای تعیین کیفیت و شفافیت آب است. کدورت می‌تواند برای ماهی‌ها و دیگر موجودات آبی با کاهش منابع خوراکی و تخریب منطقه تخم‌ریزی خطر آفرین باشد. تکنیک سنجش‌ازدور ابزار مفیدی برای تهیه نقشه کدورت و تعیین غلظت رسوب‌های معلق در آب‌های ساحلی است. روش‌های سنجش‌ازدور مزایای قابل‌اعتمادی برای درک، مشاهده تغییرات فضایی و زمانی دارد، به‌ویژه در مناطق بزرگی که

خوب و ... این مناطق را به بخش‌هایی با بهره‌وری بالا تبدیل کرده است [۴].

دانش و آگاهی از پلوم رودخانه‌های کدر از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا ویژگی‌های آب دریا که در مجاورت رودخانه قرار دارند را تعیین می‌کند [۵]. فرایندهای پلوم رودخانه‌ای، تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل پیچیده است که به‌طور کامل درک نمی‌شود [۶]. اغلب خروجی‌های آب شیرین، به ایجاد پلوم‌های شناور منجر می‌شود [۷]. پلوم‌های رودخانه‌ای می‌توانند دما و شوری آب‌های مجاور را تحت تأثیر قرار دهند [۸]. پلوم‌های رودخانه‌ای شناور، از دهانه رودخانه‌ها نشئت گرفته و در اقیانوس‌ها گسترش می‌یابند. این پلوم‌ها بر کیفیت آب، پراکندگی رسوبات، بهره‌وری اولیه و گردش در امتداد سواحل تأثیر دارند [۹].

کنستانتین و همکاران در سال ۲۰۱۶، در تحقیقی به بررسی تخمین کدورت آب، آنالیز فضایی-زمانی و تغییرات آن در پلوم رودخانه دانوب با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس پرداختند [۱۰]. در این تحقیق از باند قرمز مودیس با تفکیک‌پذیری ۲۵۰ متر در مناطق ساحلی دلتای رودخانه دانوب استفاده شد، به‌طور کلی تنها باندهای قرمز مرئی و مادون قرمز نزدیک برای مطالعه آب با کدورت بالا مناسب است. نتایج نشان‌دهنده همبستگی قوی بین تخلیه دانوب و کدورت آب در منطقه ساحلی است، اگرچه پارامترهای محیطی مانند تنش باد بر جهت‌گیری و اندازه پلوم رودخانه نقش بسزایی دارد.

فرناندز نووآ و همکاران در سال ۲۰۱۵، در پژوهشی به بررسی اثرات تخلیه رودخانه و باد روی پلوم رودخانه ایبرو^۲، با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس پرداختند [۱۱]. تأثیر عوامل اصلی بر پلوم و کدورت آب رودخانه ایبرو، با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس-که روی ماهواره‌های آکوا^۳ و ترآ^۴ قرار دارد- از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تصاویر ترکیبی برای روزهایی که شرایط تخلیه رودخانه ویژه است (رژیم‌های مختلف جریان) و انواع مختلف باد (بادهای در امتداد ساحل و عمود بر ساحل) وجود دارد، به‌دست آورده شد. سپس یک الگو از مشخصات پلوم

در هر موقعیت ارائه شد. نتایج نشان داد که تخلیه رودخانه، عامل اصلی پلوم رودخانه ایبرو است، همچنین تابع باد به‌عنوان دومین محرک (تحت تخلیه بالای رودخانه عمل می‌کند) و جریان اقیانوسی منطقه‌ای به‌عنوان محرک سوم است.

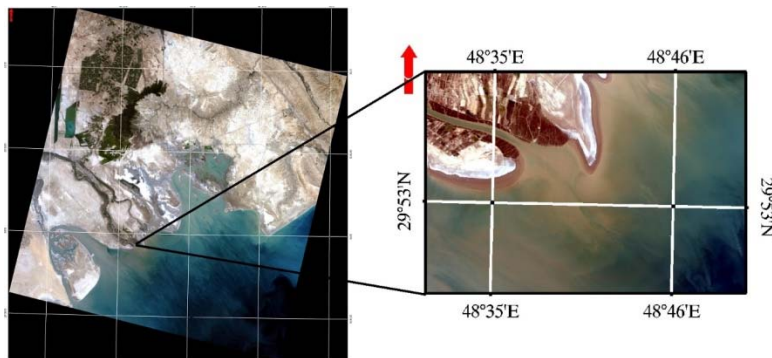
سالدیاس و همکاران در سال ۲۰۱۲، در تحقیقی به بررسی تغییرات فصلی کدورت پلوم رودخانه مرکزی شیلی، با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس پرداختند [۱۲]. در این تحقیق از تصاویر روزانه کدورت با وضوح بالا استفاده شد. پس از انجام تصحیح‌های اتمسفری، یک تغییرپذیری فصلی قوی در سطح آب پلوم دیده شد، به‌علاوه مشخص شد که کدورت با تخلیه فصلی رودخانه ارتباط دارد. نتایج نشان داد در فصل پاییز و زمستان تک‌تک پلوم‌ها در پهنه کدر بزرگی، به ساحل متصل می‌شوند و در فصل بهار و تابستان به‌طور واضح، منطقه کوچکی در نزدیکی ساحل را اشغال می‌کند، همچنین در فصل بهار و تابستان، اغلب پلوم‌ها در شمال رودخانه دیده شده‌اند.

مریدنژاد و همکاران در سال ۱۳۸۷، در مطالعه‌ای به تخمین درصد رسوبات در دهانه رودخانه بهمنشیر و تعیین رابطه‌ای برای تخمین غلظت رسوبات معلق، با استفاده از تصاویر سنجنده استر^۵ پرداختند [۱۳].

۲. روش کار

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

رودخانه اروندرود یا اروند (شط‌العرب) رودخانه پهنابوری است در جنوب غربی ایران و در مرز ایران و عراق که از هم‌ریزش رودهای دجله، فرات و کارون پدید آمده است. دجله و فرات پیش از پیوستن به کارون در شهر قرنه در ۳۷۵ کیلومتری جنوب بغداد به هم متصل می‌شوند. جریان آب رودخانه اروند از دو رودخانه دجله و فرات در خاک عراق سرچشمه گرفته و رودخانه کارون نیز به درون آن می‌ریزد [۱۴]. در شکل (۱)، تصویر رنگی واقعی از منطقه مورد مطالعه بر اساس تصویر لندست ۸ در اکتبر ۲۰۱۷ نشان داده شده است.



شکل ۱. تصویر رنگی واقعی از منطقه مورد مطالعه بر اساس تصویر لندست ۸ (اکتبر ۲۰۱۷)

دارای رسوبات معلق زیاد) است که در دهانه رودخانه‌ها شکل می‌گیرد [۲۰]. پلوم به صورت آب کم شور شناخته می‌شود [۲۱]. بر اساس همین ویژگی‌ها، الگوریتمی طراحی شده که روی تصاویر مربوط به هر فصل پیاده‌سازی شده است. الگوریتم طراحی شده متشکل از تابندگی^{۱۳} بانده ۴ و بانده ۲، NDWI (شاخص نرمال شده تفاضلی آب) و نسبت شوری^{۱۵} است. (رسوبات معلق، سبب افزایش تابندگی در محدوده مرئی^{۱۶} و مادون قرمز نزدیک^{۱۷} می‌شوند [۲۲]). دلیل موفقیت سنجش از دور، وجود رابطه مثبت قوی بین رسوبات معلق و تابندگی است [۲۳].

چون پلوم با غلظت زیاد مواد معلق تعریف شده است، به همین سبب تابندگی بیشتری نسبت به آب‌های اطرافش دارد (پلوم در دهانه رودخانه‌ها گسترش پیدا می‌کند [۲۴]). به همین خاطر تابندگی بانده ۴ و تابندگی بانده ۲ در نظر گرفته شدند. یکی دیگر از شاخص‌ها، NDWI است که دامنه تغییرات آن بین یک تا منفی یک است. مقادیر مثبت آب و مقادیر منفی غیر آب‌اند [۲۵-۲۷]، چون پلوم مواد معلق زیادی دارد؛ مقدار این شاخص (NDWI) برای پلوم نسبت به دریا کمتر است. آخرین شاخصی که برای طراحی الگوریتم مورد استفاده قرار گرفته است، شاخص نسبت شوری است [۲۸]، چون پلوم رودخانه‌ای به صورت آب کم شور شناخته می‌شود، در نتیجه شوری پلوم از آب‌های اطرافش کمتر است.

برای طراحی الگوریتم گفته شده، به ترتیب از روابط (۱) تا (۴) استفاده شده است. (۱) نحوه به دست آوردن تابندگی را بیان

۲-۲. داده‌های مورد استفاده

الف- تصاویر ماهواره لندست ۸

در این مطالعه از تصاویر ماهواره لندست ۸ در اکتبر، مارس^۶ و مه^۷ سال ۲۰۱۷ استفاده شده است (ماهواره لندست ۸، در ۱۱ فوریه سال ۲۰۱۳ پرتاب شده است. این ماهواره قدرت تفکیک مکانی^۸ ۳۰ متر و قدرت تفکیک زمانی^۹ ۱۶ روزه را دارد [۱۵]). تصاویر به دست آمده، دارای مسیر^{۱۰} ۱۶۵ و ردیف^{۱۱} ۳۹ بوده است. لازم به یادآوری است از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا^{۱۲} برای به دست آوردن تصاویر استفاده شده است.

ب- تصاویر ماهواره سنتینل ۲

برای ارزیابی و صحت‌سنجی الگوریتم آشکارسازی پلوم، از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ (در باندهای آبی، سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک دارای قدرت تفکیک مکانی ده متر است) در همان روز، استفاده شده است [۱۶-۱۷]. سنتینل ۲، شامل دو ماهواره تصویربرداری به نام‌های سنتینل ۲A و ۲B است. سنتینل ۲A در سال ۲۰۱۵، از فرانسه پرتاب شد و در حال تصویربرداری از زمین است و سنتینل ۲B در سال ۲۰۱۶ از روسیه پرتاب شد. این تصاویر دارای توان تفکیک مکانی متغیر ۱۰ تا ۶۰ متر و شامل ۱۳ بانده در محدوده طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه هستند [۱۸].

۳. تئوری

پلوم‌ها، پیچک‌ها و جبهه‌ها از نشانه‌های مهم فعالیت‌های میان‌مقیاس در سطح دریا هستند [۱۹]. پلوم، جریان‌های گل‌آلود

رقومی شده است. Esun میزان تابش خورشید، θ زاویه اوج خورشیدی^{۲۳} بر حسب درجه، d فاصله زمین تا خورشید و π نیز ۳/۱۴۱۵۹ می باشد [۳۰، ۲۹، ۱۵]. با استفاده از پلوم شناسایی شده در این مطالعه و سرعت جریان آب رودخانه اروند، می توان دبی این رودخانه را برآورد نمود.

۴. یافته های پژوهش

شکل ۲ تابندگی بانده ۴، شکل ۳ تابندگی بانده ۲، شکل ۴ NDWI و شکل ۵ نسبت شوری را برای پاییز (اکتبر) ۲۰۱۷ نشان می دهد. بر اساس ویژگی هایی که برای پلوم تعریف شده است؛ پلوم تابندگی بیشتری نسبت به آب دریا دارد؛ زیرا در دهانه غلظت رسوبات معلق بیشتر است، به همین خاطر پلوم اروند در مقایسه با آب دریا، از تابندگی بیشتری برخوردار است. در شکل های ۲ و ۳ نحوه تغییرات تابندگی برای باندهای ۴ و ۲ نشان داده شده است. شاخص NDWI برای پلوم، نسبت به آب های اطراف کمتر است (شکل ۴). آخرین شکل مربوط به شاخص نسبت شوری است. پلوم، به صورت آب کم شور تعریف می شود. پروفایل ترسیم شده نشان می دهد، پلومی که در دهانه تشکیل شده است، مقدار نسبت شوری کمتری داشته است (شکل ۵). در شکل ۶، پلوم اروند در پاییز (اکتبر) ۲۰۱۷ نشان داده شده است.

کرده است. (۲)، مربوط به محاسبه بازتابندگی^{۱۸} است. (۳) و (۴)، روش به دست آوردن NDWI و نسبت شوری را نشان می دهند. همچنین، در الگوریتم به غیر از ۴ شاخص مطرح شده، از نقشه های پراکندگی^{۱۹} و درخت تصمیم گیری نیز استفاده شده است. به این ترتیب که آستانه های مناسب هر شاخص از طریق نقشه های پراکندگی به دست آمده است و در نهایت آستانه ها در درخت تصمیم گیری اعمال شده است (لازم به یادآوری است در این تحقیق، از نرم افزار انوی ۵ و ArcMap ۱۰/۵ استفاده شده است).

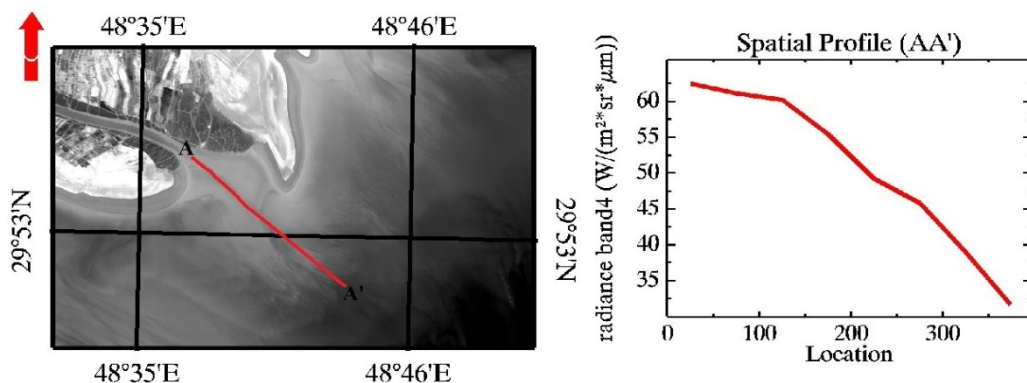
$$L(\lambda) = M(L) \times Q(cal) + A(L) \quad (1)$$

$$\rho(\lambda) = \frac{\pi \times L(\lambda) \times d^2}{Esun \times \cos \theta} \quad (2)$$

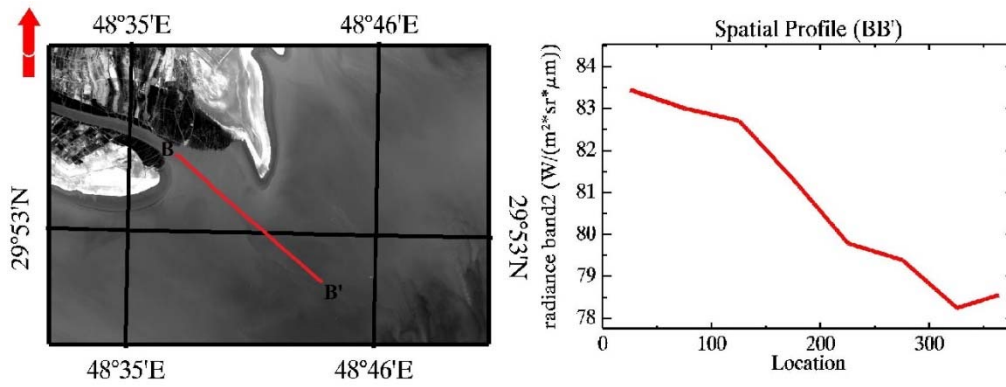
$$NDWI = \frac{\rho(Green) - \rho(NIR)}{\rho(Green) + \rho(NIR)} \quad (3)$$

$$Salinity\ Ratio = \frac{\rho(Re\ d) - \rho(NIR)}{\rho(Green) + \rho(NIR)} \quad (4)$$

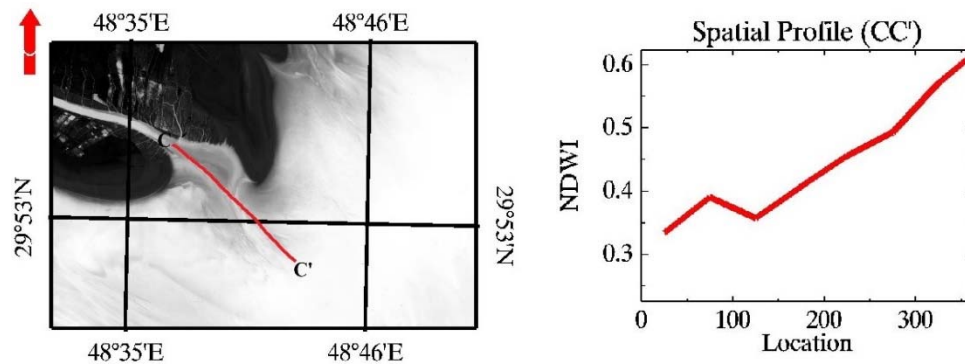
برای تبدیل مستقیم تابندگی به بازتابندگی از رابطه (۲) استفاده می شود. در این روابط ρ_λ معرف بازتابندگی (بی بعد^{۲۰})، L_λ تابندگی در بالای اتمسفر در سنجنده بر حسب وات بر مترمربع در استرادیان در میکرومتر، M_L فاکتور تبدیل ضریبی که در فایل هدر تصاویر لندست ۸ به نام RADIANCE_MULT_BAND قرار دارد، A_L ضرب جمع می است که در فایل هدر به نام RADIANCE_ADD_BAND است. Q_{cal} ارزش پیکسل



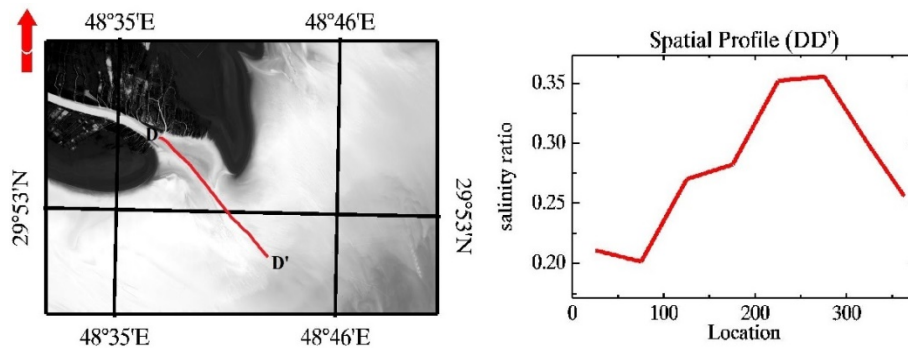
شکل ۲. تابندگی بانده ۴ - اکتبر ۲۰۱۷ (لندست ۸)



شکل ۳. تابندگی باند ۲ - اکتبر ۲۰۱۷ (لندست ۸)

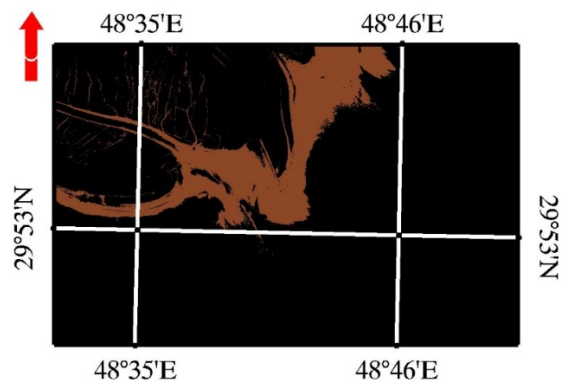


شکل ۴. NDWI - اکتبر ۲۰۱۷ (لندست ۸)

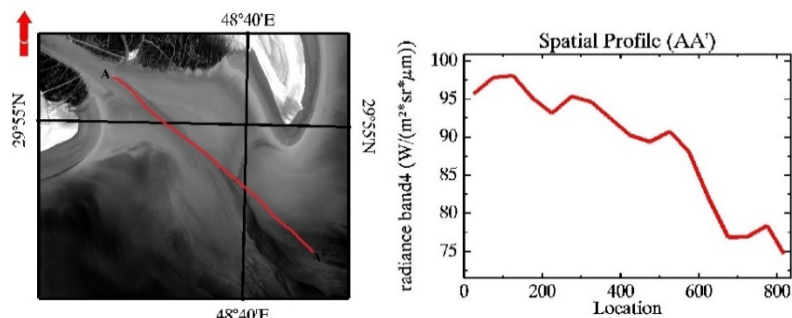


شکل ۵. نسبت شوری - اکتبر ۲۰۱۷ (لندست ۸)

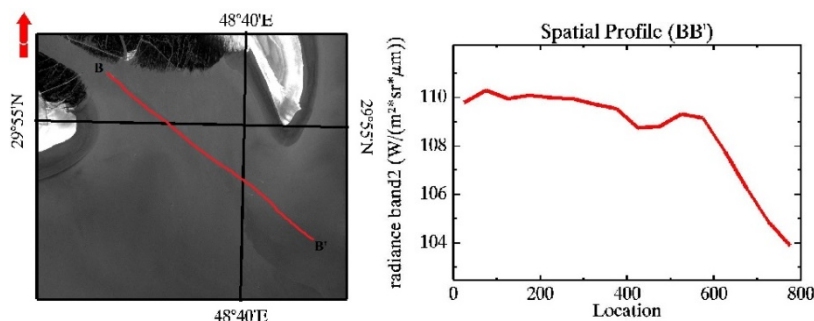
برای صحت‌سنجی آشکارسازی انجام‌شده، از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ در همان روز استفاده شده است. تصاویر ۷ و ۸ به ترتیب نحوه تغییرات تابندگی باند ۴ و ۲ را نشان داده است. همان‌طور که دیده می‌شود، پلوم با دور شدن از دهانه اروند مقدار تابندگی بیشتری پیدا کرده است. به‌طور مشابه برای تابندگی باند ۲ نیز صادق است. شکل ۹، تغییرات شاخص NDWI را نشان داده است. در این شکل پلوم اروند، NDWI کمتری نسبت به دریا داشته است. شکل ۱۰، نتیجه اعمال شاخص شوری را نشان داده است.



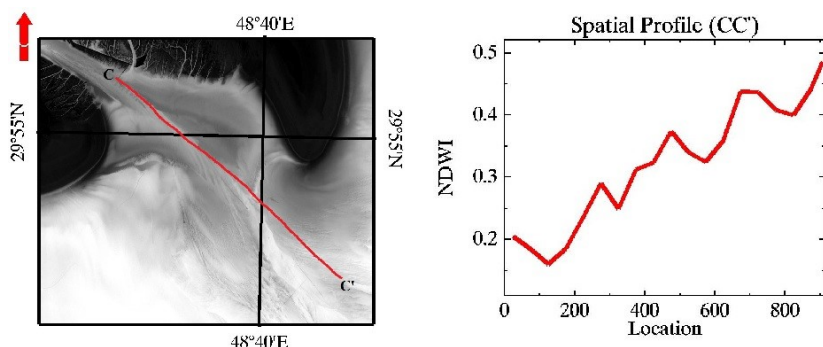
شکل ۶. پلوم رودخانه اروند بر اساس تصویر لندست ۸ (اکتبر ۲۰۱۷)



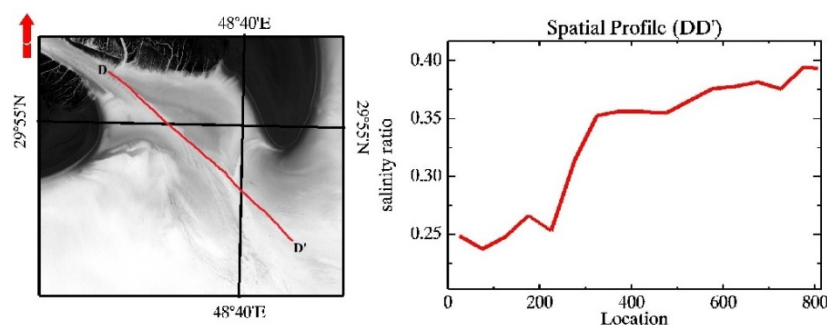
شکل ۷. تابندگی باند ۴ - اکتبر ۲۰۱۷ (ستینل ۲)



شکل ۸. تابندگی باند ۲ - اکتبر ۲۰۱۷ (ستینل ۲)



شکل ۹. NDWI - اکتبر ۲۰۱۷ (ستینل ۲)



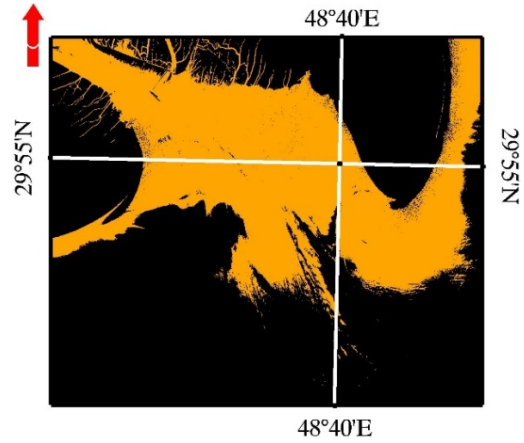
شکل ۱۰. نسبت شوری - اکتبر ۲۰۱۷ (ستینل ۲)

شده است (به صورت مراحل طی شده برای فصل پاییز). بر اساس تئوری‌هایی که در بالا مطرح شد، پلوم تابندگی بیشتری دارد. (در شکل‌های ۱۲ و ۱۳، نحوه تغییرات تابندگی باند ۴ و تابندگی باند ۲ نشان داده شده است).

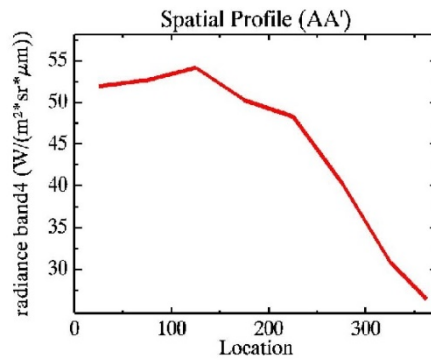
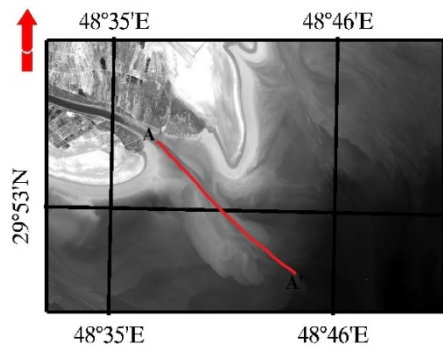
در این شکل پلوم دارای شوری کمتری نسبت به دریاست. در نهایت شکل ۱۱، پلوم اروند به وسیله تصویر ستینل ۲ را نشان داده است.

در ادامه، پلوم رودخانه اروند در فصل زمستان (مارس ۲۰۱۷) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ آشکارسازی

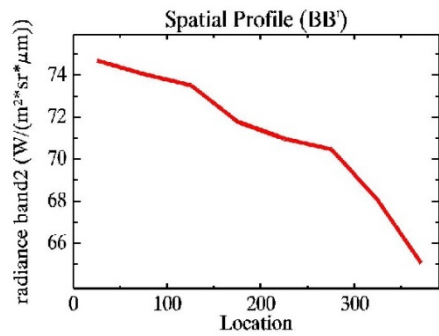
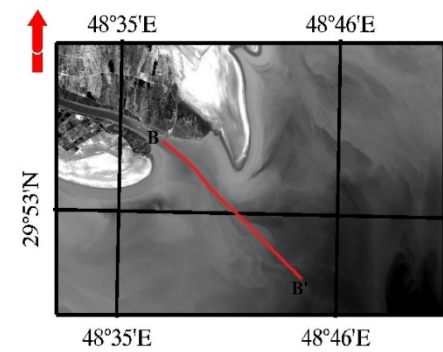
مقدار شاخص NDWI، برای پلوم نسبت به آب‌های اطراف آن کمتر است. شکل ۱۴ نشان می‌دهد که مقدار این شاخص (NDWI) برای پلوم کمتر است. شکل ۱۵، شاخص نسبت شوری را نشان داده است. پلوم شوری کمتری نسبت به آب‌های اطراف آن دارد. در شکل ۱۶، پلوم رودخانه اروند در فصل زمستان (مارس ۲۰۱۷) نشان داده شده است.



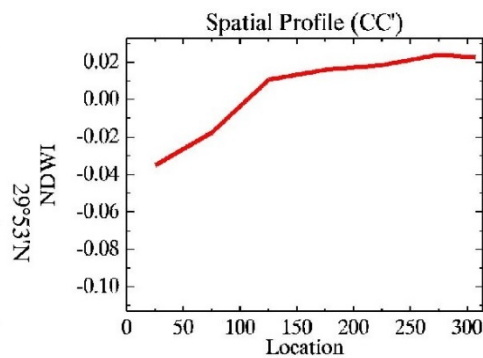
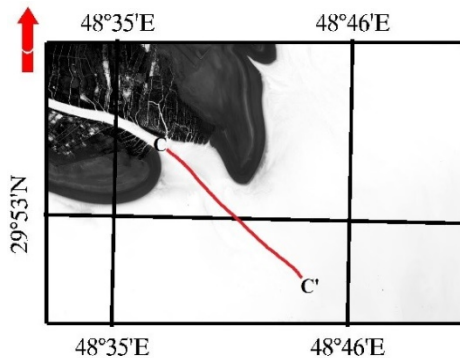
شکل ۱۱. پلوم رودخانه اروند بر اساس تصویر سنتینل ۲ (اکتبر ۲۰۱۷)



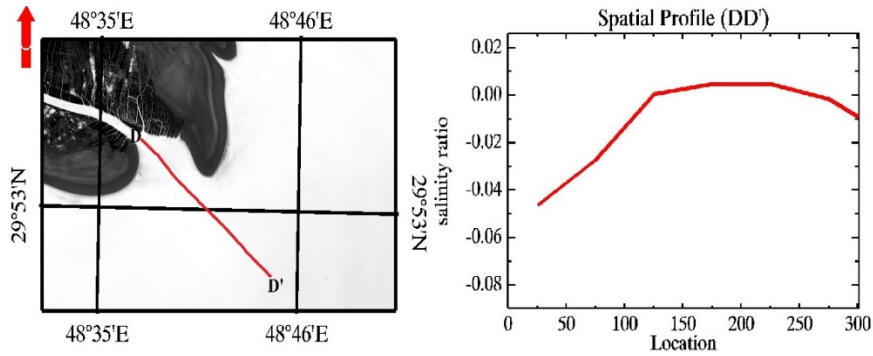
شکل ۱۲. تابندگی باند ۴ - مارس ۲۰۱۷ (لندست ۸)



شکل ۱۳. تابندگی باند ۲ - مارس ۲۰۱۷ (لندست ۸)

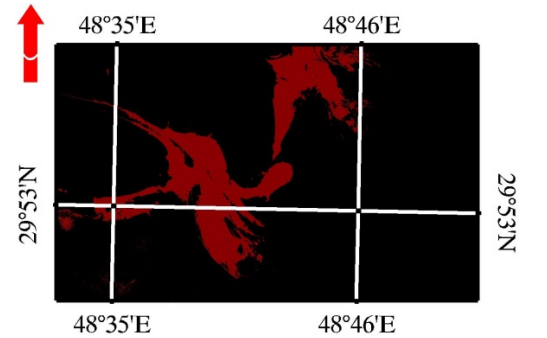


شکل ۱۴. NDWI - مارس ۲۰۱۷ (لندست ۸)



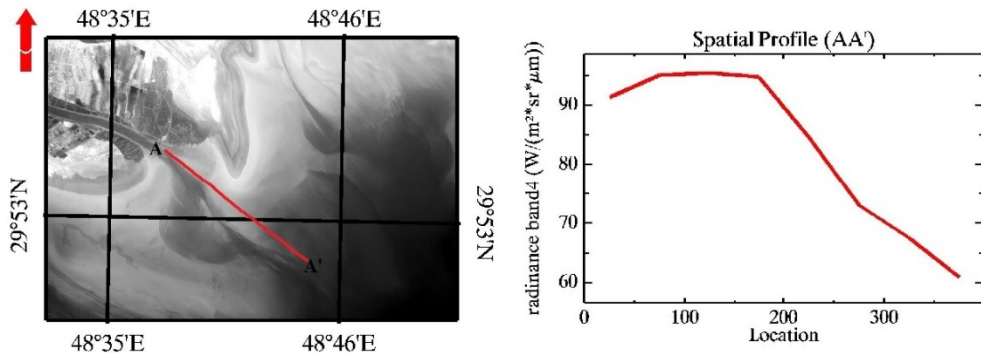
شکل ۱۵. نسبت شوری - مارس ۲۰۱۷ (لندست ۸)

شکل های ۱۷ و ۱۸ نشان داده شده است که مقدار تابندگی پلوم نسبت به آب دریا بیشتر است. شاخص NDWI و نسبت شوری، هر دو برای پلوم نسبت به آب دریا کمترینند. شکل های ۱۹ و ۲۰، به ترتیب روند تغییرات هر کدام از این شاخص ها را نشان داده است. (همانند دو فصل پاییز و زمستان، تعاریف پلوم برای فصل بهار نیز صادقند). شکل ۲۱، پلوم اروند در فصل بهار (مه ۲۰۱۷) را نشان داده است. در نهایت به منظور تعیین مساحت پلوم در هر فصل، از نرم افزار ArcMap ۱۰/۵ استفاده شده است. جدول ۱، مساحت پلوم در هر فصل را نشان داده است.

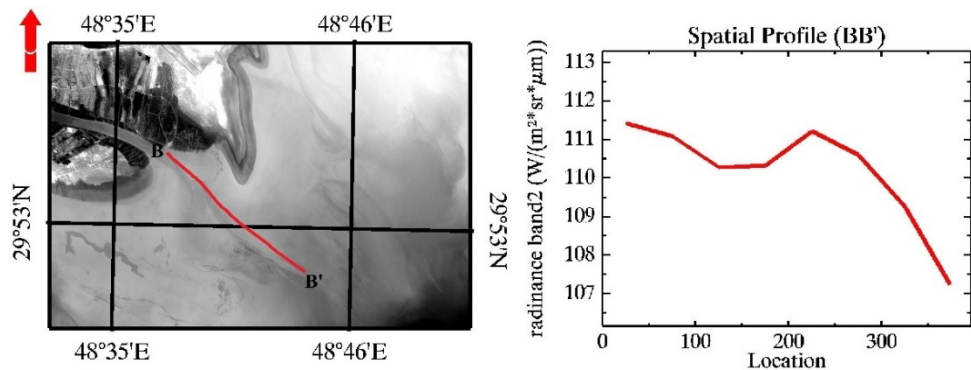


شکل ۱۶. پلوم رودخانه اروند بر اساس تصویر لندست ۸ (مارس ۲۰۱۷)

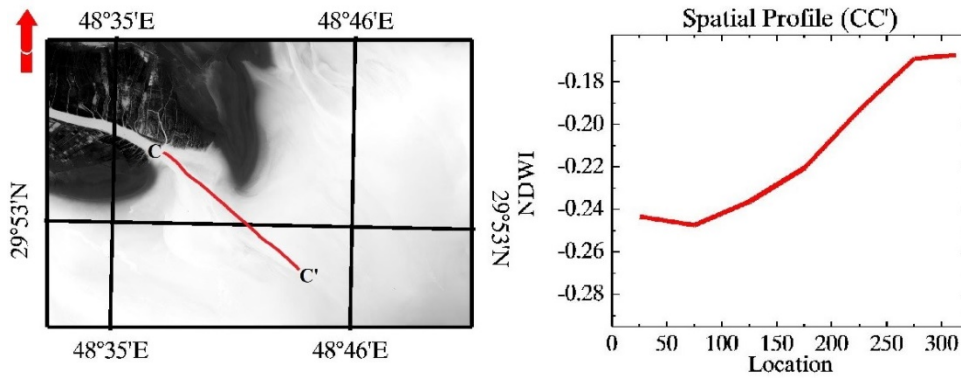
و در نهایت پلوم رودخانه اروند در فصل بهار (مه ۲۰۱۷)، بر اساس تصویر لندست ۸ نیز به دست آمده است. همانند فصل های زمستان و پاییز، پلوم فصل بهار تابندگی بیشتری نسبت به آب های اطراف آن دارد (باند ۴ و ۲). در



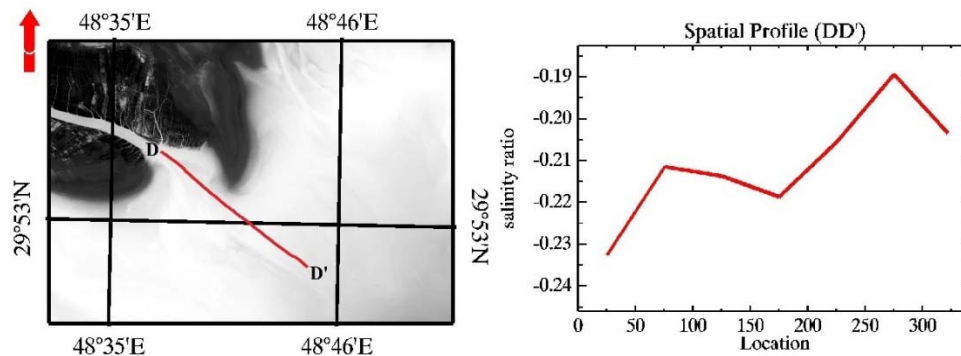
شکل ۱۷. تابندگی باند ۴ - مه ۲۰۱۷ (لندست ۸)



شکل ۱۸. تابندگی باند ۲ - مه ۲۰۱۷ (لندست ۸)

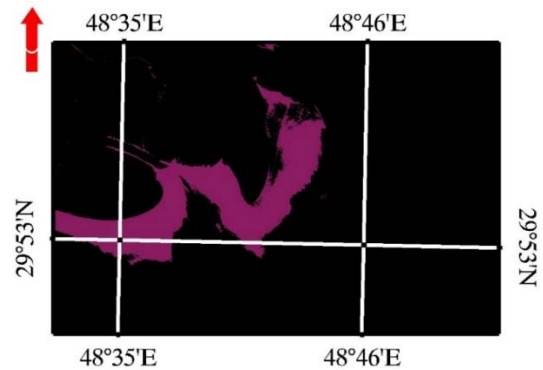


شکل ۱۹. NDWI - مه ۲۰۱۷ (لندست ۸)



شکل ۲۰. نسبت شوری - مه ۲۰۱۷ (لندست ۸)

تغییرات پلوم رودخانه اروند (از نظر مساحت) در فصل‌های مختلف سال ۲۰۱۷ می‌باشد تا از این راه بتوان روشی برای تخمین دبی رودخانه اروند پیشنهاد داد. به این منظور ابتدا، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸، پلوم رودخانه اروند در سه فصل بهار، پاییز و زمستان سال ۲۰۱۷ آشکارسازی شد و چگونگی پراکندگی زبانه‌های پلوم در هر فصل نشان داده شد. بعلاوه، نتایج نشان داد پلوم در فصل زمستان مساحت بیشتری نسبت به فصل‌های پاییز و بهار دارد. (لازم به یادآوری است که فصل‌های اصلی بارندگی در این منطقه، پاییز و زمستان است [۳۱]). از نتایج این تحقیق می‌توان برای تخمین و برآورد حجم دبی رودخانه اروند استفاده کرد (تعیین دبی به صورت میدانی به زمان و هزینه زیادی نیاز دارد).



شکل ۲۱. پلوم رودخانه اروند براساس تصویر لندست ۸ (مه ۲۰۱۷)

جدول ۱. مقادیر به‌دست‌آمده برای مساحت پلوم (در فصل‌های مختلف سال ۲۰۱۷)

ماهواره لندست ۸ (مساحت برحسب کیلومتر مربع)	مساحت پلوم (زمستان ۲۰۱۷)	مساحت پلوم (پاییز ۲۰۱۷)	مساحت پلوم (بهار ۲۰۱۷)
	۸۸ / ۱۳۲	۸۵ / ۹۵۲	۸۰ / ۴۳۶

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت رودخانه اروند، تخمین حجم دبی آن می‌تواند موضوع مهمی باشد. هدف از این مطالعه، بررسی

مراجع

[۱] عقیقی حسین، علیمحمدی عباس، سراجیان محمدرضا، عاشورلو داوود. برآورد مقدار کدورت آب خلیج

- [12] Saldías GS, Sobarzo M, Largier J, Moffat C, Letelier R. Seasonal variability of turbid river plumes off central Chile based on high-resolution MODIS imagery. *Remote sensing of environment*. 2012 Aug 31;123:220-33.
- [۱۳] مرید نژاد علی. تعیین درصد مواد مختلف معلق در آب‌های سطحی با به کارگیری تکنیک جداسازی در تصاویر ASTER [پایان‌نامه]. تهران: دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده مهندسی کشاورزی؛ ۱۳۸۷.
- [۱۴] امانی دهنوعلیا محمد، خسروی بابادی محسن. بررسی تغییرات خط ساحلی رودخانه اروند با استفاده از تکنیک سنجش از دور. ارائه شده در: سومین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری؛ ۱۳۹۶ اردیبهشت ۲۱؛ ایران، شیراز.
- [۱۵] فرزین محسن، نظری سامانی علی اکبر، فیض نیا سادات، کاظمی غلام عباس. تعیین نواحی احتمالی تخلیه آب زیرزمینی زیردریایی به سواحل خلیج فارس در استان بوشهر با استفاده از نقشه ناهنجاری دمایی استاندارد. *مجله اکوهیدرولوژی*. ۱۳۹۶؛ ۴(۲): ۴۷۷-۴۸۸.
- [۱۶] امامی حسن، مجردی برات، صفری عبدالرضا. ارائه روشی برای ارزیابی دقت و اعتبارسنجی دمای سطح زمین حاصل از داده‌های سنجش از دور: مطالعه موردی استان فارس. *نشریه علوم و فنون نقشه‌برداری*. ۱۳۹۵؛ ۶(۱): ۱-۱۷.
- [۱۷] هاشمی سیده نسترن، اکبری‌نسب محمد، صفراد طاهر. آشکارسازی پلوم رودخانه اروند از طریق تصاویر ماهواره‌ای. *نشریه هیدروژئومورفولوژی*. ۱۳۹۶؛ ۴(۱۳): ۱۴۷-۱۶۴.
- [۱۸] عزت‌آبادی پور حمید. معرفی تصاویر ماهواره سنتینل ۲. ارائه شده در: سومین کنفرانس بین‌المللی نوآوری‌های اخیر در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی؛ ۱۳۹۵ شهریور ۱۸؛ تهران، ایران.
- [19] Demarcq H, Dagorne D. Biological Response Associated With a Coastal Upwelling Event. *Handbook of Satellite Remote Sensing Image Interpretation: Applications for Marine Living Resources Conservation and Management*.
- گراگان با استفاده از تصاویر IRS-III ماهواره IRS. *فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. ۱۳۸۸؛ ۱۳(۲): ۵۵-۷۲.
- [2] Quang NH, Sasaki J, Higa H, Huan NH. Spatiotemporal Variation of Turbidity Based on Landsat 8 OLI in Cam Ranh Bay and Thuy Trieu Lagoon, Vietnam. *Water*. 2017 Aug 8;9(8):570.
- [3] Braga F, Zaggia L, Bellafigliore D, Bresciani M, Giardino C, Lorenzetti G, Maicu F, Manzo C, Riminucci F, Ravaioli M, Brando VE. Mapping turbidity patterns in the Po river prodelta using multi-temporal Landsat 8 imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2017 Nov 5;198:555-67.
- [4] Joshi ID, D'Sa EJ, Osburn CL, Bianchi TS. Turbidity in Apalachicola Bay, Florida from Landsat 5 TM and Field Data: Seasonal Patterns and Response to Extreme Events. *Remote Sensing*. 2017 Apr 13;9(4):367.
- [5] Costoya X, Fernández-Nóvoa D, Gómez-Gesteira M. Loire and Gironde turbid plumes: Characterization and influence on thermohaline properties. *Journal of Sea Research*. 2017 Dec 1;130:7-16.
- [6] Dagg M, Benner R, Lohrenz S, Lawrence D. Transformation of dissolved and particulate materials on continental shelves influenced by large rivers: plume processes. *Continental shelf research*. 2004 May 1; 24(7-8):833-58.
- [7] Geyer WR, Hill PS, Kineke GC. The transport, transformation and dispersal of sediment by buoyant coastal flows. *Continental Shelf Research*. 2004 May 1; 24(7-8):927-49.
- [8] Petus C, Marieu V, Novoa S, Chust G, Bruneau N, Froidefond JM. Monitoring spatio-temporal variability of the Adour River turbid plume (Bay of Biscay, France) with MODIS 250-m imagery. *Continental Shelf Research*. 2014 Feb 15; 74:35-49.
- [9] Warrick JA, Farnsworth KL. Coastal river plumes: collisions and coalescence. *Progress in Oceanography*. 2017 Feb 28;151:245-60.
- [10] Constantin S, Doxaran D, Constantinescu Ş. Estimation of water turbidity and analysis of its spatio-temporal variability in the Danube River plume (Black Sea) using MODIS satellite data. *Continental Shelf Research*. 2016 Jan 1;112:14-30.
- [11] Fernández-Nóvoa D, Mendes R, Dias JM, Sánchez-Arcilla A, Gómez-Gesteira M. Analysis of the influence of river discharge and wind on the Ebro turbid plume using MODIS-Aqua and MODIS-Terra data. *Journal of Marine Systems*. 2015 Feb 28;142:40-6.

محاسبه شاخص‌های گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای
LANDSAT. مجله سنجش‌ازدور و GIS ایران.
۱۳۹۵؛ ۸(۳): ۹۱-۱۰۴.

[30] Chander G, Markham BL, Helder DL.
Summary of current radiometric calibration
coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+,
and EO-1 ALI sensors. Remote sensing of
environment. 2009 May 15;113(5):893-903.

[۳۱] رضی طیب، عزیزی قاسم. بررسی توزیع مکانی
بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران. مجله
پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۱۳۸۷؛ ۹۳: ۶۵-۱۰۸.

پی‌نوشت

1. turbidity
2. Ebro
3. Aqua
4. Terra
5. Aster
6. March
7. May
8. spatial resolution
9. temporal resolution
10. path
11. row
12. <http://earthexplorer.usgs.gov>
13. radiance
14. Normalized Difference Water Index(NDWI)
15. salinity ratio
16. visible
17. near infrared
18. reflectance
19. scatter plots
20. unitless
21. Radiance Mult Band
22. Radiance Add Band
23. solar zenith angle

Dartmouth, Canada: EU PRESPO Project and
IOCCG; 2011:217-8.

[20] Mulder T, Syvitski JP. Turbidity currents
generated at river mouths during exceptional
discharges to the world oceans. The Journal of
Geology. 1995 May 1;103(3):285-99.

[21] Orton PM, Jay DA. Observations at the tidal
plume front of a high volume river outflow.
Geophysical Research Letters. 2005 Jun
1;32(11).

[22] Ritchie JC, Schiebe FR. Water quality.
Remote Sensing in Hydrology and Water
Management . Berlin, Heidelberg :Springer;
2000. p. 287-303.

[23] Mobasheri MR, Mousavi H. Remote sensing of
suspended sediments in surface waters using
MODIS images. Paper presented at: XXth
ISPRS Congress, Geo-Imagery Bridging
Continent. 2004 Jul 12-23; Istanbul.

[24] Roa-Pascual L, Demarcq H, Nieblas AE.
Detection of mesoscale thermal fronts from 4
km data using smoothing techniques: Gradient-
based fronts classification and basin scale
application. Remote Sensing of Environment.
2015 Jul 1;164:225-37.

[۲۵] قادری کمال، سلیمانی نور عنایت، جوادی محمدرضا،
غلامی شعبانعلی. پایش تغییرات سطح آب دریاچه
ارومیه با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS و
شاخص NDWI از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲. ارائه شده در:
پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران؛ ۱۳۹۲ بهمن
۲۹ و ۳۰؛ تهران، ایران.

[۲۶] گمشادزایی محمدحسین، رحیم زادگان مجید. تعیین
سطح پهنه‌های آبی با به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای و
اعمال شاخص‌های طیفی. ارائه شده در: دومین همایش
ملی راهکارهای پیش روی بحران آب در ایران و
خاورمیانه؛ ۱۳۹۴ دی ۲؛ شیراز، ایران.

[27] Rokni K, Ahmad A, Selamat A, Hazini S.
Water feature extraction and change detection
using multitemporal Landsat imagery. Remote
Sensing. 2014 May 5; 6(5):4173-89.

[28] Dehni A, Lounis M. Remote sensing techniques
for salt affected soil mapping: application to
the Oran region of Algeria. Procedia
Engineering. 2012 Jan 1; 33:188-98.

[۲۹] فاطمی سید باقر، صدقی فاطمه. بررسی مقایسه‌ای اثر
استفاده از مقادیر بیکسل، بازتابش و بازتابندگی در