

مطالعه کارایی داده‌های ماهواره‌ای در بررسی کیفیت آب در دو سوی میانگذر دریاچه ارومیه

دکتر سید کاظم علوی پناه* - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

مهندس کمال خدائی** - عضو هیئت علمی پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی، دانشگاه شهید بهشتی

دکتر منصور جعفر بیگلر - عضو هیات علمی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

دریافت مقاله: ۸۳/۳/۱۷

تأیید نهایی: ۸۴/۱/۲۹

چکیده

میانگذر دریاچه ارومیه به دلیل اتصال استان های آذربایجان شرقی و غربی به لحاظ اقتصادی و اجتماعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما این میانگذر ممکن است که موجب تأثیراتی بر کاهش ارتباط آب در دو سمت میانگذر باشد. بنابراین در این تحقیق سعی شده تا تأثیر میانگذر بر تغییرات کیفی آب شامل خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی مورد مطالعه قرار گیرد. در این مطالعه از داده‌های رقومی TM ماهواره لندست در دو زمان مختلف برای بررسی پارامترهای کیفی آب دریاچه و نقش میانگذر در توزیع این پارامترها استفاده شده است. برای این منظور از روش های ایجاد تصاویر رنگی کاذب (FCC) و بسط تباین، تهیه پروفیل های طیفی از باندهای انعکاسی و حرارتی سنجنده TM ماهواره لندست و انتخاب محدوده‌های کوچک به عنوان نمونه از ساحل دریاچه تا مرکز آن برای بررسی رفتار طیفی آب حاوی مواد جامد معلق و روشهای پردازش تصویر دیگر، استفاده شده است. بر اثر نتایج حاصل از مطالعه پروفیل بازتاب های طیفی، اختلافات قابل توجهی در توزیع پارامترهای کیفی آب در دو سوی میانگذر مشاهده می‌گردد که احتمالاً ناشی از عدم ارتباط هیدرولیکی کامل بین دو سوی میانگذر از طریق بازه موجود می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که هم باندهای انعکاسی و هم باند حرارتی توانایی زیادی برای تشخیص اثر گل‌آلودگی و شوری دارند. باندهای TM_3 و TM_6 در مقایسه با باندهای دیگر انعکاسی نقش مهم تری در بازتاب های طیفی آب‌های شور و محتوی رسوب دارند.

واژگان کلیدی: میانگذر دریاچه ارومیه، داده های ماهواره ای، پارامترهای کیفی آب.

مقدمه

دریاچه ارومیه بزرگترین مجموعه آبی بسته ایران بشمار می‌رود که در منطقه‌ای نیمه خشک با حوضه آبریزی معادل ۵۱۴۶۰ کیلومتر مربع واقع شده است (جلالی و نیکودل ۱۳۷۵). آب دریاچه دارای ترکیب شیمیایی با یون های محلول گوناگون نظیر Ca^{++} ، Mg^{++} ، Na^+ ، K^+ ، HCO_3^- ، CO_3^{--} ، SO_4^{--} و Cl^- می‌باشد که از میان این ترکیبات،

*E-mail: salavipa@chamran.ut.ac.ir

** E-mail: khodaei@acecr.ac.ir

سدیم به عنوان فراوان ترین کاتیون بحساب می آید؛ در حالی که تمرکز آنیون ها در آن متفاوت است (غضیبیان و طلوعی ۱۳۸۱). جریان آب ورودی به دریاچه ارومیه نه تنها تأمین کننده اصلی و ثابت مواد محلول به داخل دریاچه می باشد، بلکه به میزان فراوانی رسوبات آواری^۱ به دریاچه وارد می کند که به سه نوع آواری، رسوبات شیمیایی و بیوشیمیایی تقسیم می شوند. نتایج آب دریاچه ارومیه جزء شوراب های نوع Na-Mg-SO₄-Cl و به اختصار Cl-SO₄ محسوب می شود (آگستر^۲ ۱۹۸۰).

احداث میانگذر در دریاچه ارومیه (بزرگراه شهید کلانتری) تغییراتی در سیستم طبیعی دریاچه بوجود آورده است. این تغییرات تنها به اثرات شیمیایی و زیستی محدود نمی شود؛ بلکه عواقب دیگری نظیر تغییر در نحوه رسوب گذاری در داخل دریاچه و خشک شدن بخش هایی از دریاچه را بدنبال دارد. براساس مطالعات انجام شده با استفاده از تصاویر ماهواره ای در یک دوره چهارده ساله (صدقیان و برزگر ۱۳۷۱) احداث جاده شهید کلانتری تغییراتی در روند فرآیند رسوب گذاری طبیعی آب قرار گرفته که علاوه بر مختل کردن نظم طبیعی چرخه آب و پراکنش ته نشینی مواد معلق، تغییراتی در روند طبیعی و وضعیت اکولوژیکی دریاچه داده است.

نتایج مطالعات فیزیکوشیمیایی آب دریاچه ارومیه که طی دو نوبت نمونه برداری در ایستگاه های پنجگانه جنوب شرقی و شمال غربی جاده شهید کلانتری صورت گرفته که در تصویر شماره (۱) نشان داده شده است (احمدی ۱۳۸۱). نتایج این مطالعه نشان می دهد میزان هدایت الکتریکی در نیمه شمالی دریاچه بیشتر از نیمه جنوبی می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که املاح موجود در آب در نیمه شمالی بیشتر از نیمه جنوبی است. نظریها (۱۳۸۱) با مقایسه پیامدهای احداث میانگذر خاکی شهید کلانتری بر روی دریاچه ارومیه و خاکریز گریت سالت لیک^۳ در ایالت یوتا^۴ آمریکا نتیجه گیری نمود که قسمت شمالی دریاچه بیشتر از آب شور و قسمت جنوبی از طریق بازشدگی تغذیه می شود. میزان شوری آب قسمت شمالی حدود ۲۴ تا ۲۶ درصد و تقریباً دو برابر میزان شوری قسمت جنوبی می باشد. قسمت جنوبی، تراز سطح آب بالاتری نسبت به قسمت شمالی دارد. نامبرده از جمله دلایل شورتر بودن قسمت شمالی نسبت به جنوبی را ورود تقریباً تمام آب های جاری تازه از طریق آبراهه های متعدد به قسمت جنوبی می داند.

غلظت املاح دریاچه با نوسانات تراز آب در تغییر می باشد. استفاده از داده های سنجش از دور برای استخراج اطلاعات از اقیانوس ها، دریاها و دریاچه ها از اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعات نشان می دهد که تصاویر ماهواره ای کاربرد زیادی در مسائل کیفیت آب، ژرفاسنجی، شیلات و ماهیگیری تغییرات سطح آب ها و باتلاق ها، شبکه های آبیاری و سیلاب ها دارد. تاکنون تلاش های زیادی در خصوص استفاده از داده های ماهواره ای برای پیش بینی کیفیت آب صورت گرفته است. (کارپنتر^۵ ۱۹۸۳)

¹ - Clastic sediment

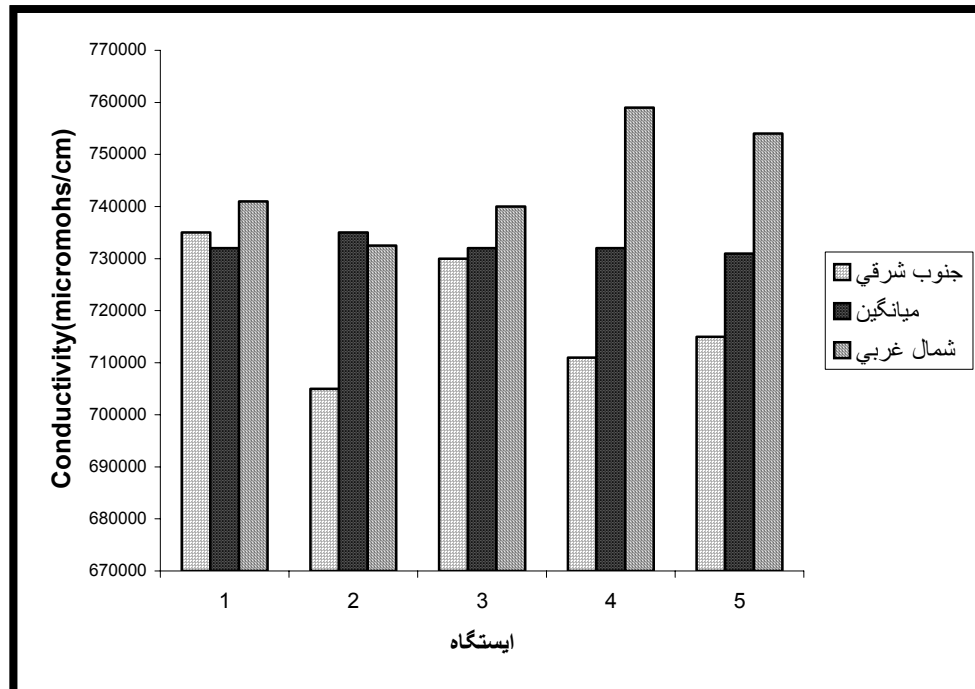
² - Eugster

³ - Great Salt Lake

⁴ - Utah

⁵ - Carpenter

تصویر ۱- تغییرات میزان قابلیت هدایت الکتریکی آب دریاچه ارومیه در ایستگاه های پنجگانه جنوبشرقی و شمالغربی بزرگراه شهید کلاتری در مقایسه با میانگین کل ایستگاه ها در تاریخ ۱۳۸۰/۱۰/۲۵ (احمدی، محمد رضا ۱۳۸۱)



پارامترهای کیفی آب را برای دریاچه های آب شیرین جنوب شرق استرالیا با استفاده از داده های MSS مدل سازی کرد. (خرم^۱ و چشایر^۲ ۱۹۸۵) برای تهیه نقشه شوری آب از داده های سنجنده MSS استفاده کردند. (برکاوا^۳ و ماریام^۴) تأثیر توأم شوری و رسوبات جامد معلق را بر میزان انعکاس طیفی آب در آزمایشگاه مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که میزان انعکاس با غلظت مواد معلق رابطه مستقیم و با سطح شوری رابطه عکس دارد. بدین ترتیب که با افزایش شوری و کاهش مواد معلق، انعکاس طیفی کاهش یافته و با کاهش شوری و افزایش مواد معلق، انعکاس طیفی افزایش پیدا می کند. (سروان^۵ ۱۹۹۳) با استفاده از داده های TM ماهواره لندست، پارامترهای کیفی آب مانند مواد جامد معلق، شوری، فسفر کل و دما را مورد مطالعه قرار داد و با استفاده از داده های میدانی رابطه بین باندهای سنجنده TM و پارامترهای کیفی آب را مدل سازی کرد. وی از این مدل ها برای پیش بینی و تهیه نقشه پارامترهای کیفی آب استفاده نمود. (لو^۶ و

¹ - Khorram
² - Cheshire
³ - Bhrgava
⁴ - Mariam
⁵ - Serwan
⁶ - Lo

همکاران (۱۹۹۷) حرارت چندین شهر را با استفاده از تصاویر حرارتی مادون قرمز با قدرت تفکیک مکانی بالا ارزیابی کردند. آب ظرفیت گرمایی بالایی دارد و بنابراین گرم ترین پدیده در ساعات اولیه بامداد می باشد (جانسون^۷ ۲۰۰۰). کیفیت آب رودخانه ها و دریاچه ها و مدخل خلیج ها دائماً تغییر می کند و دلیل آن تغییرات فصلی، پیوستن رودخانه ها، جریان آب زیرزمینی و ورود فاضلاب ها می باشد. با توجه به اهمیت کیفیت آب و همچنین آلودگی های محیطی نیاز به مطالعه دائم و پایش^۸ کیفیت آب احساس می شود. این مطالعه به منظور بررسی توانایی داده های TM ماهواره لندست برای شناسایی تغییرات ناشی از میانگذر دریاچه ارومیه و پایش این تغییرات با صرفه جویی در زمان و هزینه انجام شده است.

مواد و روش ها

در این مطالعه از داده های TM ماهواره لندست با هفت باند طیفی (باند یک: ۰/۵۲-۰/۴۵ میکرومتر، باند دو: ۰/۵۲-۰/۶ میکرومتر، باند سه: ۰/۶۳-۰/۶۹ میکرومتر، باند چهار: ۰/۷۶-۰/۹ میکرومتر، باند پنج: ۱/۵۷-۱/۵۵ میکرومتر، باند شش: ۱۰/۴-۱۲/۵ میکرومتر و باند هفت: ۲/۰۸-۲/۳۵ میکرومتر) از ماه مه ۱۹۹۸ و ماه آگوست ۱۹۹۰ استفاده شده است.

برای بررسی پارامترهای کیفی و تأثیر میانگذر بر توزیع آنها، روش های مختلف پردازش تصویر مورد استفاده قرار گرفته است. شناسایی محدوده پراکنش بار معلق با استفاده از تصاویر رنگی کاذب (۷ و ۱ و ۳: RGB)، کنتراست تباین، تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی و NDVI صورت گرفته، سپس جهت بررسی نقش میانگذر در توزیع بار معلق از پروفیل های طیفی در بخش های مختلف دریاچه استفاده شده است. برای مقایسه اطلاعات باندهای سنجنده TM در شناسایی در مورد میزان و پراکنش بار معلق و شوری محدوده هایی^۱ به عنوان نمونه از نزدیک ساحل، دهانه تلخه رود، Region 1) تا مرکز دریاچه (5Region) انتخاب و پارامترهای آماری آنها محاسبه گردید. با ترسیم میانگین ارزش عددی پیکسل های واقع در هر محدوده در مقابل باندهای سنجنده TM، باند (۳) به عنوان حساس ترین باند به تغییرات پارامترهای کیفی تشخیص داده شد (تصویر شماره ۲).

برای تعیین توزیع نسبی شوری و داده های حرارتی در طرفین میانگذر از پروفیل های طیفی در محدوده باندهای (۳ و ۶) سنجنده TM استفاده شده است.

نتایج و بحث

۱- رفتار طیفی مواد جامد معلق در آب و تأثیر میانگذر بر الگوی پراکنش بار معلق

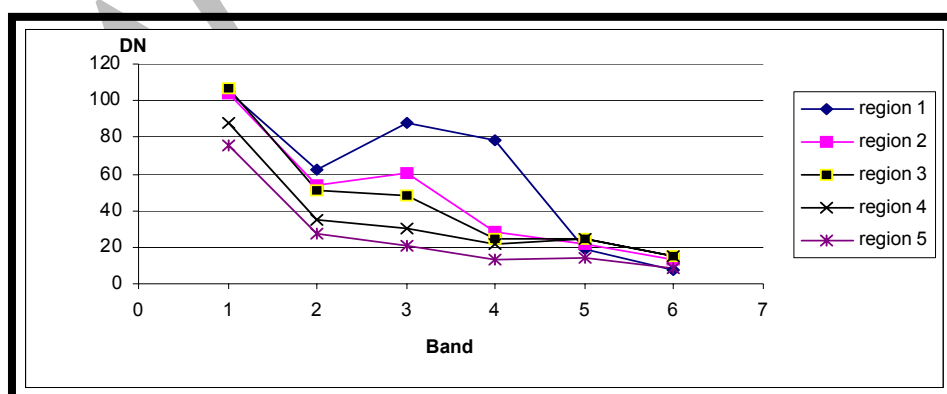
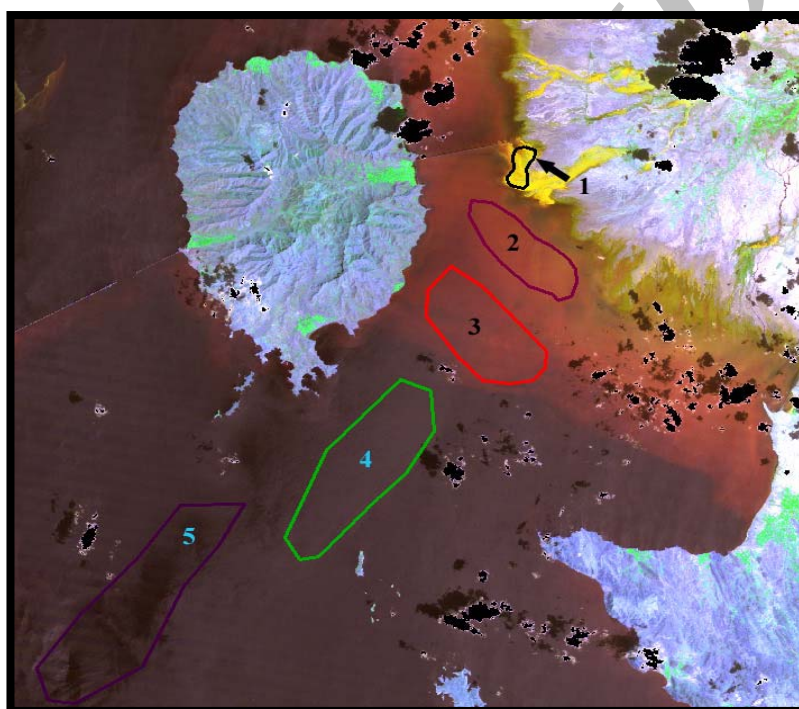
تصویر شماره (۳)، تصویر رنگی کاذب (RGB) از باندهای (۳ و ۱ و ۷) سنجنده TM مربوط به سال ۱۹۹۸ را نشان می دهد. تصویر مذکور نشان می دهد که میزان قابل توجهی بار رسوبی از تلخه رود و زهکش های جزیره اسلامی در سمت شرق دریاچه و شهرچای و باراندوزچای از سمت غرب به دریاچه وارد می شود که بیانگر یک بارندگی سنگین در

^۷- Janson

^۸- Monitoring

^۱- Region

زمان تصویربرداری ماهواره می باشد. چگالی بالای آب دریاچه ارومیه مانع از ته نشینی سریع ذرات جامد معلق می شود که این عمل به نوبه خود در شناسایی تأثیر میانگذر در سیستم گردش آب دریاچه بسیار مفید می باشد. تصویر شماره (۳) نشان می دهد که جهت جریان بار معلق ورودی از قسمت جنوبی جاده ارتباطی تبریز-جزیره اسلامی به سمت شمال می باشد. همچنین بار معلق ورودی از رودخانه های ساحل غربی دریاچه در امتداد میانگذر از غرب به شرق حرکت کرده و از طریق بازه موجود در میانگذر به سمت شمال تغییر جهت می دهد. عوامل متعددی می توانند توزیع و پخش بار معلق را مهار کنند که از مهم ترین آنها می توان اختلاف شوری و غلظت نسبی، گرادیان هیدرولیکی، باد و درجه حرارت را نام برد. بنظر می رسد که میانگذر در بوجود آوردن این عوامل در شمال و جنوب خود نقش مؤثری داشته باشد.

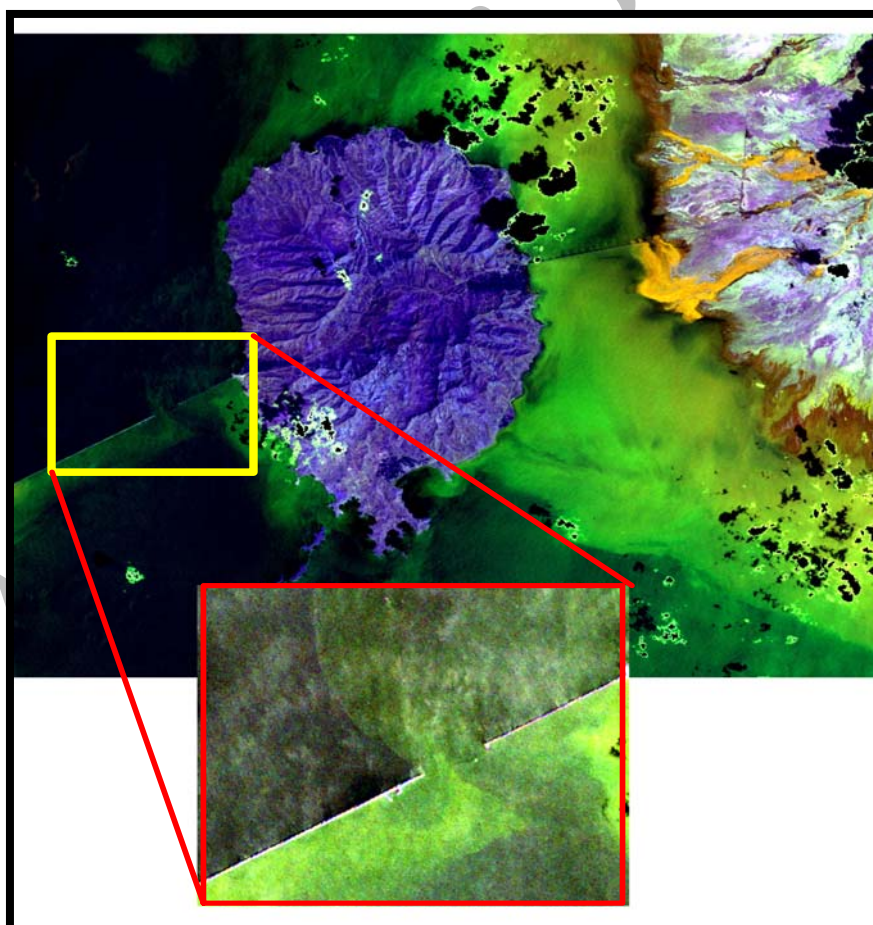


تصویر ۲- محدوده های انتخاب شده برای بررسی حساسیت باندهای TM به پارامترهای کیفی میانگین ارزش عددی پیکسل ها (DN) در مقابل باندها (به جز باند ۶) ترسیم شده است. (باند ۴ دارای بیشترین حساسیت می باشد).

پروفیل طیفی که عمود بر مسیر میانگذر تهیه شده است (تصویر شماره ۴)، اختلاف انعکاس مشخصی را بین بخش جنوبی و شمالی نشان داده و بیانگر این است که میانگذر به عنوان یک سد هیدرولیکی مانع از برقراری ارتباط کامل بین بخش شمالی و جنوبی می شود.

تصویر شماره (۵) پروفیل های طیفی تهیه شده از دو سمت جاده تبریز- جزیره اسلامی را نشان می دهد. همان گونه که از شکل پیداست، به دلیل اختلاف انعکاس قابل توجه بین بخش غنی از بار معلق و بخش فقیر از بار معلق در باند (۳) در پروفیل P۲ که از سمت شمال جاده تهیه شده عملاً شمارش تعداد دهانه پل ها امکان پذیر است.

تصویر (۶) پروفیل طیفی تهیه شده از باندهای (۳ و ۴ و ۵) را در امتداد خط AB نشان می دهد. اختلاف انعکاس در دهانه ورودی تلخه رود کاملاً واضح است، لیکن نکته قابل توجه اختلاف انعکاس دهانه تلخه رود با سایر بخش های دریاچه در امتداد خط AB در باند ۵ TM می باشد. انعکاس پائین باند (۵) در این بخش با توجه به زمین شناسی حوضه آبریز تلخه رود و بازتاب طیفی کانی ها، به بار معلق حاوی مقدار فراوان کانی های رسی نسبت داده می شود.



تصویر ۳- پراکنش بار معلق دریاچه ارومیه در محدوده میانگذر

۲- تأثیر میانگذر در توزیع شوری

- تصویر شماره (۷) پروفیل طیفی از باند (۳) داده های TM به تاریخ ۱۹۹۰ را از سمت جنوب (A) به سمت شمال (B) نشان می دهد که بیانگر کاهش میزان انعکاس از جنوب به شمال بوده و تغییر ناگهانی در محل میانگذر کاملاً مشهود است. داده های TM مربوط به سال ۱۹۹۰ به دلیل کم بودن مواد جامد معلق در آب و کاهش تراز آب دریاچه که به نوبه خود باعث افزایش میزان شوری و در نتیجه تأثیر بیشتر شوری بر انعکاس طیفی می شود، جهت بررسی تأثیر میانگذر بر توزیع شوری انتخاب شده است. برگاوا^۱ و ماریام^۲ (۱۹۹۲) بیان می کنند که میزان انعکاس طیفی با شوری آب رابطه معکوس دارد. بدین ترتیب که با افزایش شوری آب از انعکاس طیفی با شوری آب رابطه معکوس دارد. بدین ترتیب که با افزایش شوری آب از انعکاس طیفی کاسته می شود.

- بنابراین دلیل کاهش انعکاس طیفی در باند (۳) را از جنوب به شمال می توان به افزایش شوری نسبت داد و تغییر ناگهانی در محل میانگذر، به احتمال قوی به دلیل عدم ارتباط کامل آب در دو سمت میانگذر می باشد که احتمالاً مربوط به اختلاف شوری است. لازم به ذکر است که مواد معلق نیز بر انعکاس طیفی تأثیر می گذارند، ولی با توجه به زمان تهیه تصویر و موقعیت پروفیل تهیه شده، اثرات ذرات معلق را می توان بسیار ناچیز در نظر گرفت. با نمونه برداری میدانی از آب دریاچه و پیدا کردن رابطه بین ۳ TM و میزان شوری نمونه ها، نقشه شوری را می توان تهیه نمود. با این وجود، نمونه برداری میدانی برای کالیبره کردن داده های ماهواره ای جهت تخمین میزان شوری و تهیه نقشه شوری آب دریاچه ضروری بنظر می رسد.

در امتداد خط AB (تصویر شماره ۷) پروفیل طیفی از ۶ TM که مادون قرمز حرارتی است، تهیه شده است. داده های حرارتی باند (۶) نیز اختلاف محسوسی در بخش های شمالی و جنوبی نشان می دهد که شاهد دیگری بر تأثیر میانگذر بر سیستم گردش آب دریاچه ارومیه و عدم برقراری ارتباط کامل بین بخش شمالی و جنوبی دریاچه از طریق بازه موجود در میانگذر می باشد. البته اختلاف داده های حرارتی در بخش شمالی و جنوبی میانگذر می تواند به دلایل مختلف از جمله اثر خشکی جزیره دو طرف میانگذر باشد. این جزایر که یکی دارای پوشش گیاهی و دیگری بدون پوشش گیاهی است بر روی دمای آب منطقه مؤثر هستند. تاکنون معلوم شده است که داده های حرارتی می تواند مکمل داده های باندهای انعکاسی باشد (آلاویپانا^۱ ۲۰۰۱). در سنجش از دور حرارتی تابش های ساطع شده توسط اشیاء و پدیده های زمینی برای تخمین حرارت اندازه گیری می شود. از آنجائی که برای تفسیر داده های حرارتی لازم است تا عوامل مؤثر بر درجه حرارت جنبشی نیز شناخته شود، بنابراین برای پی بردن به اختلاف داده های دو سوی میانگذر، اثرات پوشش گیاهی بر روی درجه حرارت و ویژگی های حرارتی مواد جزیره، منابع حرارتی مانند حرارت خورشیدی، انتقال حرارت بین زمین و جو و خصوصیات حرارتی مواد شامل هدایت حرارتی، گرمای ویژه، چگالی، ظرفیت حرارتی و انتشار حرارتی مورد بررسی قرار گیرد. نظر به این که ماهیت داده های حرارتی و داده های انعکاسی متفاوت است (پراکاش^۲ ۱۹۹۹). بنابراین

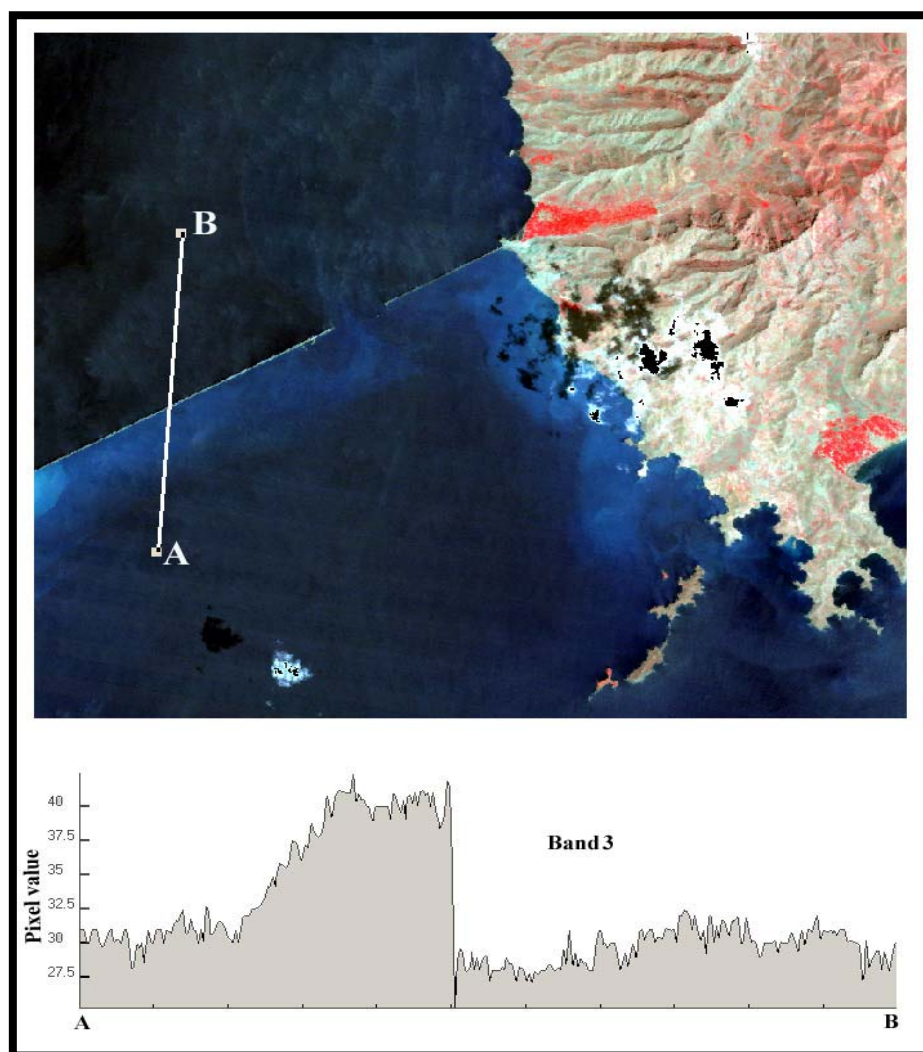
^۱ - Bhrgava

^۲ - Mariam

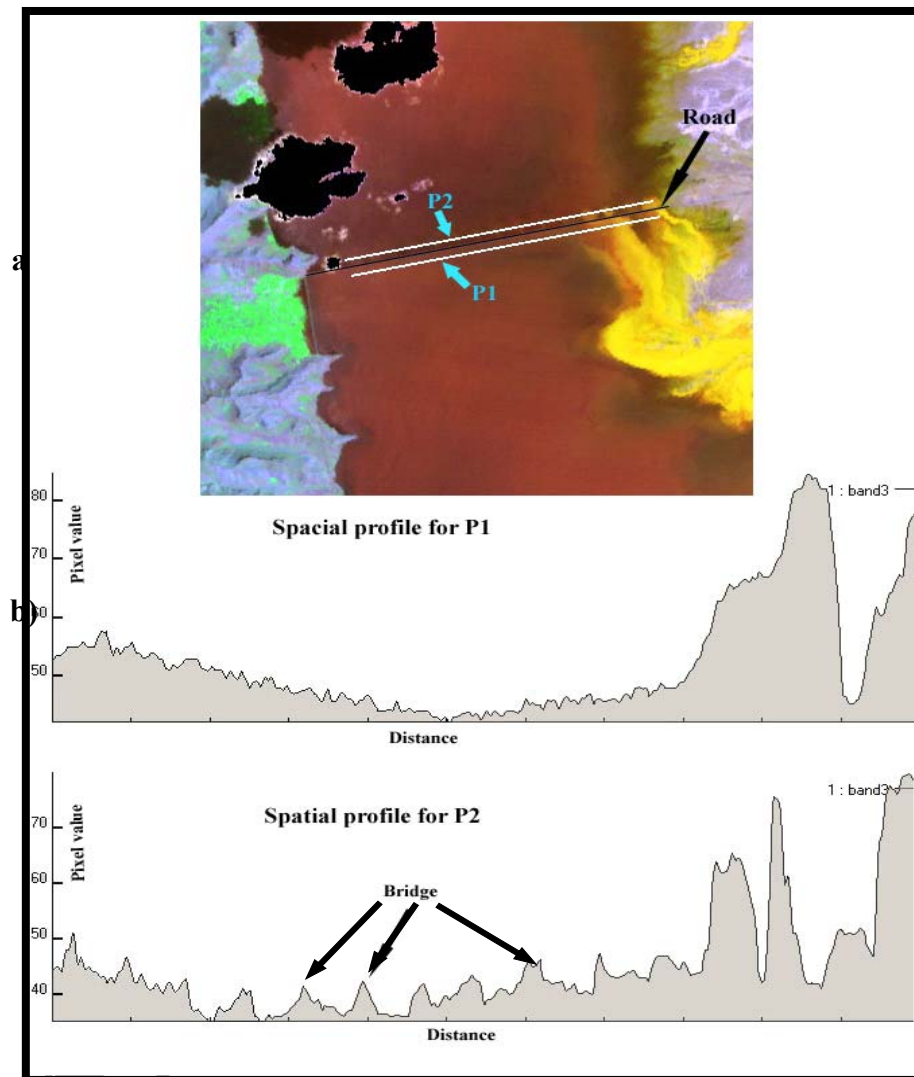
^۱ - Alavipana

^۲ - Prakash

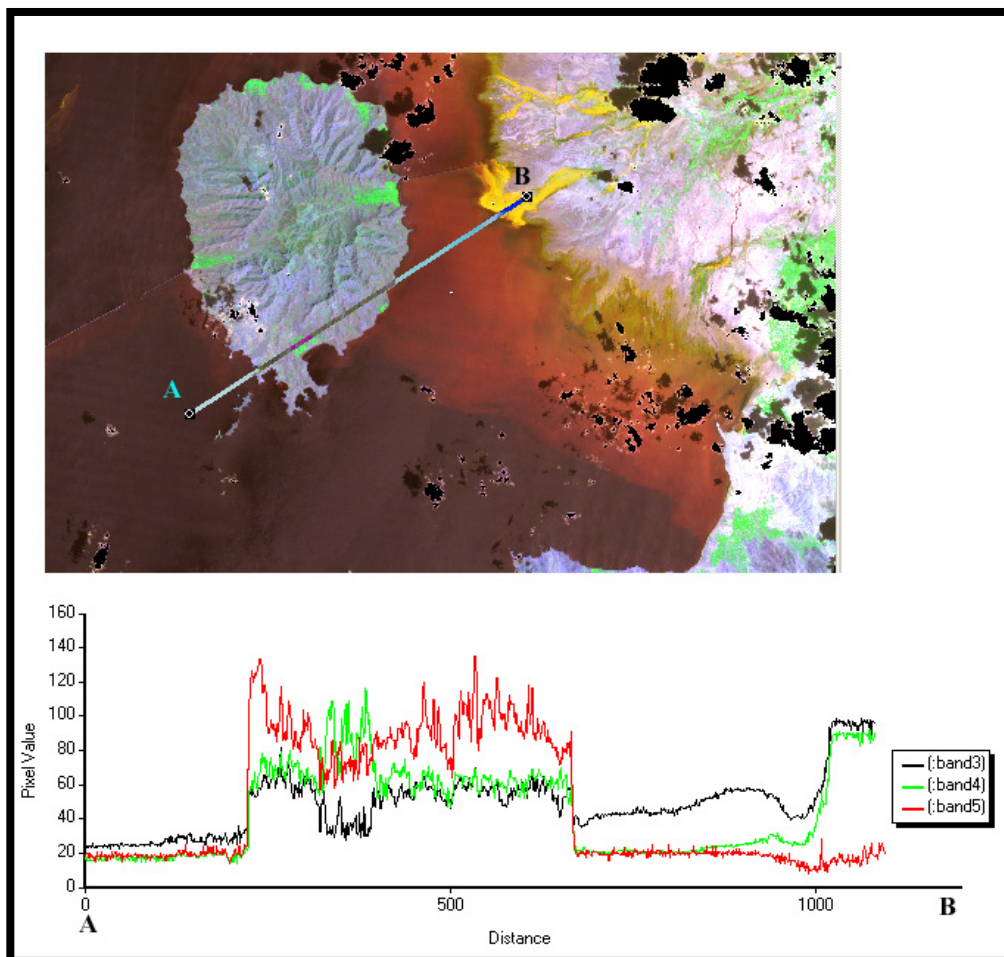
لازم است تا تحقیقات بیشتری روی رابطه باندهای حرارتی و انعکاسی صورت گیرد. در این رابطه علوی پناه (۱۹۹۸)، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ نشان داد که رابطه معنی دار منفی بین شاخص پوشش گیاهی NDVI و باند حرارتی وجود دارد.



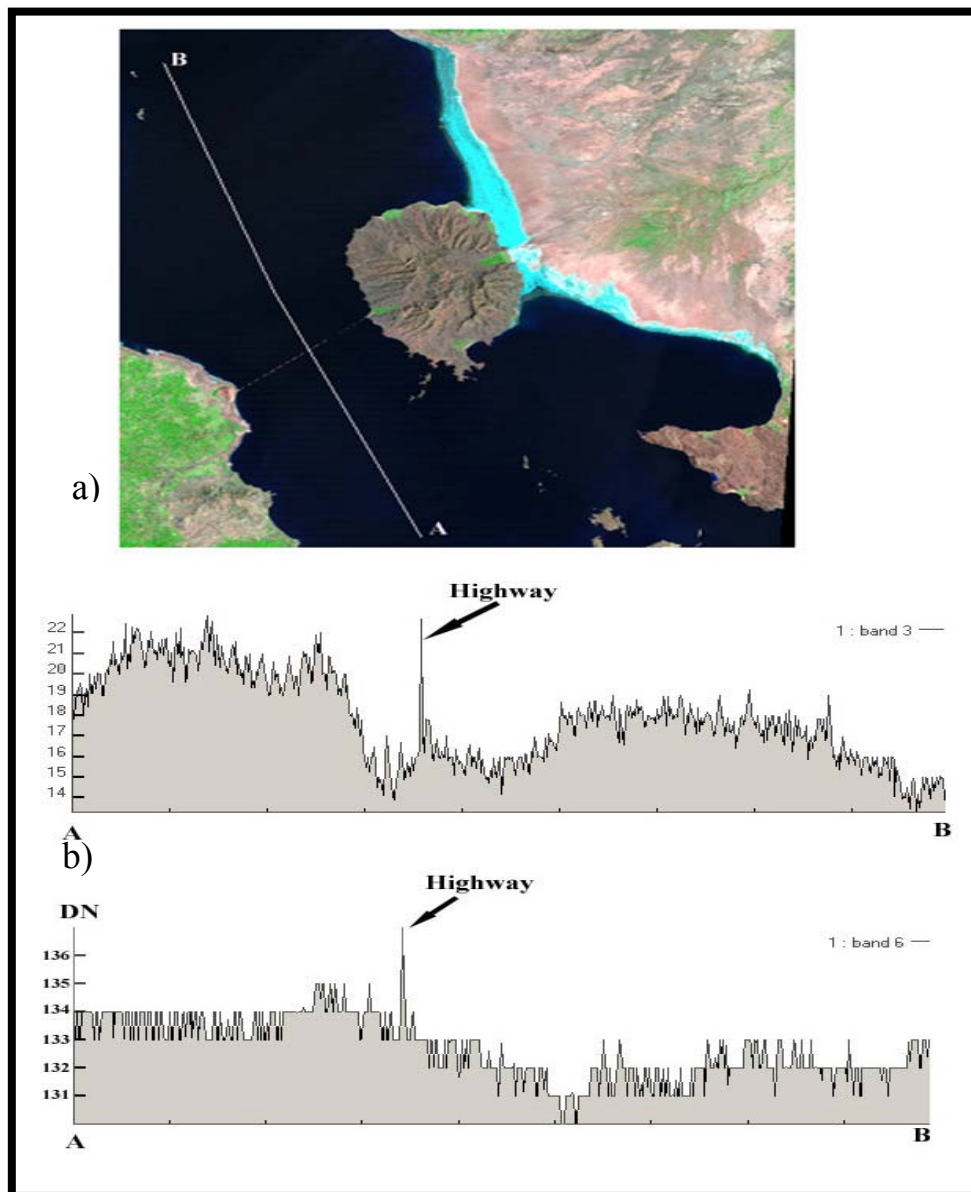
تصویر ۴- پروفیل طیفی که عمود بر مسیر میانگذر تهیه شده و بیانگر اختلاف انعکاس طیفی در شمال و جنوب میانگذر می باشد.



تصویر ۵- پروفیل های طیفی تهیه شده در امتداد مسیر جاده تبریز- جزیره اسلامی که جریان آب را از سمت جنوب به شمال نشان می دهد. با توجه به اختلاف انعکاس آب وارد شده از سمت جنوب (a)، به سمت شمال (b)، شمارش تعداد دهانه پل ها امکان پذیر است (b).



تصویر ۶- پروفیل طیفی تهیه شده در امتداد خط AB که بیانگر رفتار متفاوت بار معلق وارد شده از تلخه رود با سایر بخش های دریاچه به ویژه در باند (۵) می باشد.



شکل ۷- پروفیل طیفی که از جنوب به شمال دریاچه از باند ۳ (a) و باند ۶ (b) سنجنده TM تهیه شده و بیانگر اختلاف انعکاس طیفی و حرارتی در شمال و جنوب میانگذر می باشد.

نتیجه گیری

- این مطالعه نشان می دهد که میانگذر دریاچه ارومیه برقراری ارتباط هیدرولیکی بین بخش شمالی و جنوبی دریاچه را بسیار محدود می کند.
- داده های TM ماهواره لندست می توانند برای بررسی پارامترهای کیفی آب دریاچه مورد استفاده قرار گیرند؛ با این وجود برای کاربردهای کمی و تهیه نقشه پارامترهای کیفی، نمونه برداری میدانی برای کالیبره کردن داده های ماهواره ای ضروری می باشد.
- بر اساس نتایج این مطالعه، باندهای (۳ و ۶) TM برای بررسی توزیع و پراکنش بار معلق و شوری مناسب تر از بقیه باندها می باشد.
- بر اساس نتایج مطالعات، اغلب بار معلق ورودی دریاچه ارومیه از رودخانه های تلخه رود، شهرچای و باراندوزچای است که همه از نیمه جنوبی و نزدیک به میانگذر دریاچه تخلیه می گردند. آنچه از تصاویر ماهواره ای استنباط می شود، بار معلق وارد شده به دریاچه، عمدتاً در امتداد حاشیه جنوبی میانگذر ته نشین می شود.
- پروفیل های طیفی از باندهای انعکاسی و حرارتی، تغییرات انعکاسی و حرارتی را از جنوب به شمال نشان می دهند که در محل میانگذر تغییر ناگهانی قابل مشاهده است.
- با توجه به نتایج حاصل از اثر غلظت رسوب و میزان شوری بر بازتاب های طیفی و مشکلات احتمالی آینده مبنی بر اثر میانگذر بر تغییر سیستم گردش آب دریاچه موارد زیر پیشنهاد می گردد:
 - (۱) پارامترهای کیفیت آب به طور پیوسته نظارت شوند؛
 - (۲) مطالعه پارامترهای کیفیت آب و تعیین اثر بالقوه انسان ها روی سیستم آبی دریاچه ارومیه؛
 - (۳) مطالعه اکوسیستم های آبی از طریق تشخیص اثرات متقابل بین مشخصات بیولوژیکی، شیمیایی و هیدرولوژی.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی تحت عنوان: مطالعه شوری و گل آلودگی توسط داده های ماهواره ای است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است که بدینوسیله از معاونت مذکور تشکر می شود. از معاونت پژوهشی پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی به خاطر در اختیار گذاشتن امکانات فنی، از مرکز سنجش از دور ایران که داده های ماهواره ای را فراهم نمودند و از همکاری جناب آقای مهندس فرخ برزگر صمیمانه سپاسگذاری می گردد.

منابع و مآخذ:

- ۱- جلالی، ح و نیکودل، م (۱۳۷۵)، دریاچه ارومیه از دیدگاه زمین شناسی مهندسی، اولین کنگره زمین شناسی دانشگاه های ایران، کرمان.
- ۲- طلوعی، ج و همکاران (۱۳۷۶)، هیدروشیمی دریاچه ارومیه، اولین همایش زمین شناسی دریایی ایران.

- ۳- احمدی، محمدرضا (۱۳۸۱)، جایگاه و نقش آریمتا در پل ارتباطی احداث شده در دریاچه ارومیه، همایش میانگذر دریاچه ارومیه و محیط زیست، ۲۰ - ۲۱ آذرماه ۱۳۸۱، دانشگاه تهران.
- ۴- غضبان، فریدون و طلوعی جواد (۱۳۸۱)، ویژگیهای رسوبی و هیدروشیمیایی دریاچه ارومیه و اثرات زیست محیطی آن. نشریه علوم زمین، شماره ۶، صص ۶۵-۵۴.
- ۵- نظریها، مهرداد (۱۳۸۱)، مقایسه پیامدهای احداث میانگذر خاکی شهید کلاتری بر روی دریاچه ارومیه و خاکریز گزیت سایت لیک دریای یوتا آمریکا، همایش میانگذر دریاچه ارومیه، ۲۰ - ۲۱ آذرماه ۱۳۸۱، دانشگاه تهران.
- 6- Alavi Panah, S. K., Goossens, R. De Dapper, M., (1999), Study of soil salinity in the Ardakan area, Iran, based upon field observations and remote sensing, G.J.A. Nieuwenhuis, R. A. Vaughnan and M. Molenaar (ed.), Operational Remote Sensing for Sustainable Development, Proceeding of 18th EARSeL Symposium, Enschede Netherlands, 11-14 May, 1998, 419-425.
- 7- Alavi Panah, S. K., Goossens, R., (1999), The role of TM thermal band in describing the state/stress of vegetation in the Iranian Deserts, Proceedings of remote sensing in the 21th Century Economics and Environmental applications, 19th EARSeL Symposium, University of Valladolid, Spain, 31 May - 2 June, 1999, 31-37.
- 8- Bhargava, D.S., and Mariam, D. W., (1992), Cumulative effects of salinity and sediment concentration on reflectance measurements, INT. J. Remote Sensing , 13, 2151-2159
- 9- Carpenter, D. J., and Carpenter, S. M., (1983), Modelling inland water using Landsat data, Remote Sensing of Environment, 13, 345-352
- 10- Eugster, P., (1980). Geochemistry & Evaporite Lacustrine Deposites. Ann. Rep. Earth Plant Sci-pp: 33-36
- 11- Janson, J. R., (2000), Remote Sensing of the Environment, an earth resources perspectives upper Saddle River, N. Y., Prentice_Hall, Inc., 544 pp.
- 12- Khorram, S., and Cheshire, H. M., (1985), Remote sensing of water quality in the Mense River estuary, North Carolina, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 51, 329-341
- 13- Prakish, A., (2000), Thermal Remote Sensing Concepts issues and applications, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXIII, Part B, Amsterdam.
- 14- Serwan, M. J. Baban, (1993), Detecting water quality parameters in the Norfolk Broads, U. K., using Landsat imagery, INT. J. Remote Sensing, 14, 1247-1267