



شبیه‌سازی یک پروفیل دمای آب دریاچه ارومیه با استفاده از فناوری سنجش از دور

احمد حسین زاده، مسعود تجریشی

دانشکده مهندسی عمران و برنامه تحقیق دریاچه ارومیه، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

Tajrishy@sharif.edu

چکیده

دمای آب نقش اصلی را در کنترل طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیکی، ژئوشیمیایی و اکولوژیکی در دریاچه‌ها ایفا می‌کند و تأثیرات قابل توجهی بر کیفیت آب دریاچه و عملکرد اکوسیستم‌های آبی دارد. مدل‌سازی رایج پروفیل دمای آب تمایل به افزایش عدم قطعیت با افزایش گام زمانی دارند. در این پژوهش، با استفاده از مدل یک بعدی Hostetler و تصاویر دمای سطح آب استخراج شده توسط سنجنده مادیس و ERA5 اقدام به شبیه‌سازی پروفیل دمای آب دریاچه ارومیه شد. یک پارامتر مورد نیاز دیگر جهت این شبیه‌سازی، عمق دریاچه بود. از یک الگوریتم بهبود تصویر جهت برآورد سطح آب دریاچه استفاده و سپس با استفاده از بسیمتری عمق دریاچه تخمین زده شد. همچنین، از داده‌های هواشناسی ERA5 به عنوان ورودی به مدل شبیه‌سازی پروفیل دمای آب استفاده شد. مقادیر R^2 و RMS به دست آمده از مقایسه نتایج مدل‌سازی با داده‌های میدانی از تاریخ ۲۰۱۶/۰۹/۰۴ تا ۱۳۹۵/۰۶/۱۴) ۲۰۱۷/۱۲/۳۱ تا ۱۳۹۶/۱۰/۱۰) به ترتیب برابر با ۰/۹۷ و ۱/۰۷ درجه سانتی گراد بودند که نشان‌گر توانایی مناسب روش استفاده شده برای شبیه‌سازی پروفیل دمای آب دریاچه ارومیه بود.

کلمات کلیدی: پروفیل دمای آب، سنجش از دور، دریاچه ارومیه، مدل Hostetler، الگوریتم بهبود تصویر.

۱ - مقدمه

مدل‌های یک بعدی انتقال حرارت به صورت گسترده‌ای برای تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی دینامیک ستون آب استفاده می‌شوند، زیرا غالباً شیب دمای عمودی در دریاچه‌ها و مخازن غالب است. در زمان لایه‌بندی حرارتی، مخازن و دریاچه‌ها معمولاً به سه لایه متفاوت تقسیم می‌شوند. لایه بالایی اپی‌لیمنیون^۱ نامیده می‌شود که به خوبی مخلوط و گرم است. پس از این لایه، لایه متالیمنیون^۲ قرار دارد که دربرگیرنده ترموکلاین است. آخرین لایه هیپولیمنیون^۳ نام دارد که سردترین و چگال‌ترین لایه است [۱]. انتقال بین دو لایه اپی‌لیمنیون و هیپولیمنیون توسط لایه میانی کنترل می‌گردد. اطلاع در مورد تغییرات این لایه‌ها برای تجزیه و تحلیل انتقال مواد (به عنوان مثال گاز، مواد مغذی) و مسائل مربوط به کیفیت آب ضروری است. به علاوه، میزان انرژی گرمایی ذخیره شده در دریاچه‌ها و مخازن عاملی مهم بر میزان نرخ تبخیر از سطح آب است.

مدل‌های تک بعدی توانایی شبیه‌سازی سریع و کارآمد انتقال گرما در دریاچه‌ها را با وضوح مکانی و زمانی بالا دارند [۲]. اگر جزئیات زیادی در ساختار عمودی لازم باشد و تغییرات افقی دمای آب قابل صرف نظر کردن باشد، مدل یک بعدی قابلیت شبیه‌سازی مناسب دمای ستون آب را دارد [۳]. چندین نوع مدل یک بعدی توسعه داده شده‌اند که برخی عبارت‌اند از: (۱) مدل‌های دیفیوژن-تابش (که از این پس به عنوان مدل Hostetler نامیده می‌شود) [۴]، (۲) مدل‌های ساده ۲ لایه (ترموکلاین مخلوط) مانند FLake [۵] و (۳) مدل‌های آشفتگی [۶]. در این میان، مدل Hostetler به دلیل پایه فیزیکی محکم و کارایی محاسباتی، به طور گسترده‌ای برای شبیه‌سازی پروفیل دمای دریاچه مورد استفاده قرار گرفته‌است [۷].

روش‌های شبیه‌سازی پروفیل دمای آب ذکر شده در بالا تمایل دارند که با افزایش عدم قطعیت‌های شبیه‌سازی با گذشت زمان، دقت مدل‌سازی را کاهش دهند [۸]. از این رو، پژوهشگران این مسئله را با ادغام اندازه‌گیری دمای سطح آب از طریق ماهواره‌ها در مدل‌ها کاهش داده‌اند [۹]. سنسورهای حرارتی ماهواره‌هایی مانند MODIS و TIRS از توانایی اندازه‌گیری دمای سطح زمین (LST)^۴ با دقت بالا برخوردار هستند [۱۰]. LST اندازه‌گیری شده

¹ Epilimnion

² Metalimnion

³ Hypolimnion

⁴ Land Surface Temperature