دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فن آوری های نوین در علوم خاک)

برآورد دمای سطح خاک با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنجنده MODIS

ساناز زارع[1]، سید رشید فلاح شمسی[2]، سید علی ابطحی[3]،رضوان رضایی نژاد [4]

[1,4] دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشگاه شیراز، [2]استادیار بخش مدیریت مناطق بیابانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز،[3]استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

sanaz_zare888@yahoo.com

چکیده

دما و الگوی رفتاری آن برای مطالعات آب و هوا، هیدولوژی، کشاورزی و زمین شناسی پارامتر مهمی محسوب می شود. در تحقیق حاضر با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS نسبت به تهیه، مطالعه و ارزیابی دمای سطح زمین در استان فارس اقدام شده است. فرضیه تحقیق این است که با توجه به تفکیک زمینی این تصاویر که سبب افزایش انرژی دریافتی از سطح زمین می گردد، مطالعه دما و الگوی رفتاری آن با دقت بیشتری امکان پذیر است.

کلمات کلیدی: دمای سطح زمین، مدلسازی، MODIS، کاربری اراضی.

مقدمه

دما و الگوی رفتاری آن برای مطالعات آب و هوا، هیدولوژی، کشاورزی و زمین شناسی پارامتر مهمی محسوب می شود. با توجه به ویژگی های اطلاعات ماهواره ای سنجنده MODIS نظیر تصویربرداری در فواصل زمانی کم، چند طیفی بودن، سطح وسیع پوشش زمین، بهنگام، ارزان و قابل دسترس بودن آن، این تصاویر می توانند به عنوان یک ابزار قدرتمند نقش ارزشمندی را در دریافت و تحلیل پارامترهای هواشناسی ایفا نماید. سنجنده MODIS یکی از پنج سنجنده ای است که بر روی ماهواره TERRA قرار دارد و برای مطالعات زیست محیطی مختلف از جمله تهیه دمای سطح زمین (LST) طراحی شده است(کیو و همکاران، 2006). این تصاویر دارای قدرت تفکیک مکانی250 متر برای باند 1و2 ، 500 متر برای باند 3 تا 7 و 1000 متر برای باند های 8 تا 36 می باشد. در تحقیق حاضر با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS نسبت به تهیه، مطالعه و ارزیابی LST در استان فارس اقدام شده است. فرضیه تحقیق این است که با توجه به تفکیک زمینی این تصاویر که سبب افزایش انرژی دریافتی از سطح زمین می گردد، مطالعه دما و الگوی رفتاری آن با دقت بیشتری امکان پذیر است.

مواد و روشها

استان فارس با مساحتی حدود13/2 میلیون هکتار دارای تنوع اقلیمی قابل توجهی است. رژیم های رطوبتی آن زریک، اریدیک و یوستیک و رژیم های حرارتی آن مزیک، ترمیک و هیپرترمیک می باشد. مقدار نزولات در نواحی خشک استان حداقل 100 میلیمتر و در ارتفاعات شمال غرب حداکثر به 800 میلیمتر نیز می رسد. در تحقیق حاضر، نظر به تنوع اقلیمی

استان، محدوده 7 شهرستان استان فارس شامل آباده، ایزد خواست، اقلید، بوانات، صفاشهر، سپیدان و لار که نوع کاربری/پوشش آنها مرتعی است برای مطالعه انتخاب شده و آمار درجه حرارت خاک آنها از ایستگاه های سینوپتیک به منظور بررسی دقت حرارت سطحی زمین بدست آمده از داده های MODIS ، استفاده گردید. به منظور تهیه نقشه دمای سطحی زمین از باندهای حرارتی31 و 32 تصاویر ماهواره ای، سنجنده MODIS، سکوی TERRA (با تفکیک زمینی 1000 متر) استفاده شده است. تصاویر مذکور متعلق به مرداد ماه 87 است. سیگنال دریافتی تصاویر MODIS از ماهواره به صورت خام و با فرمت PDS می باشند که در مرحله اول جهت تبدیل از سطح صفر(L0) به قالب سطح 1A با استفاده از نرم افزار IMAPP، تصاویر از حالت فشردگی خارج و به قالب HDF تبدیل شدند که به این ترتیب داده های L1-A تهیه گردید. سپس پارامترهای مداری و پارامترهای مورد نیاز جهت واسنجی تصویر از Header file تصویر بازخوانی شده و تصحیح هندسی و رادیومتریک بر روی تمامی باندها صورت گرفت و داده های L1-B تهیه شد. در این مرحله تصاویر به قالب شبکه ای HDF تبدیل می گردند.در مرحله بعد تصحیح هندسی با استفاده از نرم افزار Scan Magic و به روش پارامترهای مداری انجام شد. ابتدا برای محاسبه تشعشع طیفی، تصاویر مادون قرمز حرارتی به تصاویر تشعشع تبدیل شده و بعد از انجام کالیبراسیون و پس از استفاده از رابطه معکوس قانون پلانک(برای تبدیل رادیانس به تشعشع طیفی) با تصحیحات اتمسفری انجام و تشعشع طیفی به دمای واقعی تبدیل شده است. از معادله زیر مقدار SI (ارزش رقومی ثبت شده توسط سنجنده) به تشعشع در باندهای مختلف سنجنده MODIS تبدیل گردید(کیوپر، ۲۰۰۶):

$$Radiance = radiance_{scales} * (SI - radiance_{offsets}) \quad [1]$$

که در آن SI ارزش رقومی ثبت شده توسط سنجنده، Radiance تشعشع طیفی، $radiance_{offsets}$ و $radiance_{scales}$ ضرایب موجود در Header file تصویر.

در مرحله بعد با استفاده از رابطه 2 تشعشع طیفی به حرارت روشنایی در سنجنده تبدیل گردید(ناسا، 2005):

$$T_B = \frac{C_2}{l * Ln(\frac{C_1}{(l^5 * Radiance) + 1})} \quad [2]$$

که در آن T_B عبارت است از حرارت موثر در سنجنده به درجه کلوین، λ طول موج تشعشع خروجی، C_1 و C_2 اولین و دومین ثابت طیفی طول موج موثر ومقدار آنها برابر است با $C_1=1/1911*10^8$ برحسب $(WM^{-2}St^{-1}(Mm^{-1})^{-4})$ و $C_2=1/439*10^4$ بر حسب(kMm) و Radiance تشعشع طیفی می باشد.

در مرحله آخربا استفاده از رابطه زیر تشعشع طیفی به دمای واقعی سطح زمین تبدیل گردید(پارودی،2000):

$$T = 0.39*(T_B31)^2 + (2.34*T_B31) - (0.78*T_B31*T_B32) - (1.34*T_B32) + (0.39*(T_B32)^2) + 0.56 \quad [3]$$

که در آن T عبارت است از حرارت سطح زمین به درجه کلوین و T_B عبارت است از حرارت موثر در سنجنده به درجه کلوین.

نرم افزارهای مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: ENVI ، IMAPP، Scan Magic که برای تصحیح هندسی تصاویر، پردازش داده ها و SPSS به منظور تجزیه و تحلیل های آماری مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

برای محاسبه دقیق دمای سطحی، اطلاعات مربوط به توان تشعشعی پدیده ها لازم است، چنانچه این اطلاعات دقیق موجود نباشد، در موقعیت مکانی و در پوشش سطحی ثابت ضریب تشعشعی در طول یک دوره مثلاً یک ماهه نسبتاً ثابت است(شنگ لی، 2008). لذا این تحقیق در مناطقی که دارای یک نوع کاربری هستند انجام گردیده است. مقایسه دمای ثبت شده توسط ایستگاه های سینوپتیک هواشناسی با دمای برآورد شده از تصاویر ماهواره ای MODIS، نشان می دهد که دمای عمق 5 و 10 سانتی متری خاک از همبستگی معنی داری در سطح یک درصد با حرارت سطح زمین برخوردار است که نتایج آن در جدول 1 آمده است. واضح است که الگوریتم بکار رفته و تصاویر MODIS نتایج نسبتا" خوبی در تخمین دمای سطح زمین داشته اند گرچه خطای مدل های بدست آمده زیاد است. البته مطمئن ترین روش برای بررسی صحت مقادیرLST برآورد شده از تصاویر ماهواره ای MODIS، استفاده از اندازه گیری های میدانی است که بطور همزمان با لحظه تصویر برداری صورت گرفته باشد. از آنجائیکه در این تحقیق از داده های ایستگاه های سینوپتیک مناطق مورد مطالعه استفاده شده که مربوط به ساعت دوازده و سی دقیقه بعد از ظهر است و از نظر زمانی 2 ساعت با زمان تصویر برداری اختلاف دارد لذا اختلاف دمای موجود ممکن است ناشی از این اختلاف زمانی اندک اما موثر در براورد دمای سطح زمین باشد.

جدول 1- مدل های تخمین دمای عمق 5 و10 سانتی متری خاک و پارامتر های آماری ارزیابی آنها

مدل	R^2	RMSE	ME	MSE
$LST = 17.24 + 0.79\ (t_{5\ cm})$	۰/۹۵	۷/۶۴	۷/۵۷	۷/۵۷
$LST = 23.142 + 0.754\ (t_{10\ cm})$	۰/۸۱	۵/۹	-۵/۷۴	۵/۷۴

با توجه به اینکه پدیده ها و پوشش های سطح زمین جزء گروه اجسام سیاه قرار نمی گیرند بنابراین لازم است که دمای تابشی بدست آمده از باندهای سنجنده MODIS با لحاظ کردن مقادیر توان تشعشعی دقیق در منطقه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گیرد. نظر به اینکه تصاویر سنجنده MODIS بصورت روزانه دریافت می گردد و بدلیل وجود باندهای حرارتی مناسب، بنظر می رسد که بررسی کاربردهای آن برای مطالعات مختلف محیطی از جمله دمای سطح زمین مناسب باشد(کیو، 2006). دیگر دستاوردهای تحقیق نشان می دهد که نمی توان نقش پوشش/کاربری سطح زمین، زبری و بافت سطح، رطوبت خاک، شیب عمومی و پستی و بلندی را به عنوان عوامل موثر بر LST و توان تشعشعی سطح نادیده گرفت(علوی پناه، 1385) بطوریکه شیب عمومی به عنوان یک عامل مؤثر بر زوایای تابش خورشید و سطح، زاویه بازتاب سطح و متغیرهای مربوط به آن، به مراتب از پستی و بلندی از تأثیر بیشتری برخوردار است(لیانگ، 2004).

منابع

علوی پناه س، 1385. سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران.

Kuyper J, 2006. MODIS Level 1B Product User's Guide. Members of the MODIS characterization support team for NASA.Goddard space flight center.

Liang S, 2004. Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces. John Wiley and Sons, New Jersey.

NASA, 2005. How is sea surface temperature calculated from MODIS L1B radiance measurements. http://daac.gsfc.nasa.gov/MODIS/FAQ/A_L1B_SST.

Parodi GN, 2000. AVHRR Hydrological analysis system(AHAS). ITC Water Resources Division. Enschede, The Netherlands.

Qu JJ, Gao W, Kafatos M, Murphy RE and Salomonson VV, 2006. Earth Science Satellite Remote Sensing, Vol. 1: Science and Instruments. Springer Berlin Heidelberg, New York.

Shengli W, Xiaoxiang Z and Yang H, 2008. A simple method for land surface temperature retrieval from AMSR-E. Pp. 463-466. Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS IEEE International. Boston, MA.