اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

شناسایی آنومالی های مادون قرمز حرارتی قبل از وقوع زلزله: سیستم لرزه ای جنوب شرق استان ایلام

طیبه سالاری[1*]، کاظم رنگزن[2]، مصطفی کابلی زاد[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور دانشگاه شهید چمران اهواز
۲- دانشیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه شهید چمران اهواز
۳-استادیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده :

با توجه به قرارگیری کشور ایران بر روی کمربند فعال لرزه ای و رخداد زلزله های بالای ۷Mb، مطالعه در زمینه این وقایع بسیار ضروری و مهم می باشد. در این مقاله با استفاده از فناوری های زمانی- مکانی بطریق سنجش از دور و GIS به شناسایی آنومالی های حرارتیقبل از وقوع زمین لرزه پرداخته شده است. در این رابطه با اعمال الگوریتم SWA بروی تصاویر Lansat 8، استفاده از باندهای مادون قرمز حرارتی و شاخص NDVI محاسبه دمای سطحی زمین LST بر مبنای توان تشعشعی صورت گرفته است.نقشه دمای سطحی زمین برای سه زمان قبل و بعد از وقوع سیستم لرزه ای اواخر مرداد- اوایل شهریور سال ۹۳ واقع در بخش جنوب شرقی استان ایلام نشانگر تغییرات و الگوهای حرارتی معنا دار بوده بطوریکه با نزدیک شدن به وقایع لرزه ای در بخش جنوب غربی تصویر که دربر دارنده مراکز سطحی زمین لرزه ها است، دو روز قبل از وقوع زمین لرزه دمای سطحی آن افزایش یافته و سپس کاهش می یابد. در حالی که سایر بخش های واقع در تصویر چنین رفتاری را نشان نمی دهند. نقشه های درون یابی دمایی ۱۱ روزه ایستگاه های هواشناسی تغییراتی مشابه تصاویرLST داشته و تقریبا برهم منطبق می باشند. بنابراین می توان چنین تغییراتی را آنومالی و پیش نشانگر قبل از وقوع زلزله تلقی نمود.

واژه‌های کلیدی : آنومالی حرارتی، زلزله، سنجش از دور، Lansat 8, NDVI

نویسنده مکاتبه کننده : طیبه سالاری
آدرس پستی :
تلفن :
آدرس پست الکترونیک :

۱- مقدمه

در سنجش از دور حرارتی با اندازه گیری تشعشع تابش شده از سطح پدیده ها می‌توان اطلاعاتی در جهت شناسایی پدیده‌های سطحی بدست آورد. در این زمینه مطلاعاتی در علوم و کاربری‌های مختلف از جمله شناسایی واحد های سنگ شناسی، مطالعات خاک، آبشناسی، خطوط ساحلی، هواشناسی و ... صورت گرفته است[6].بررسی و شناخت آنومالی‌های حرارتی قبل از وقوع زمین لرزه‌های مهم با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و برآورد دمای سطحی چندین روز قبل از وقوع زمین لرزه صورت گرفته که به نسبت موفقیت آمیز بوده اند. آنومالی‌های حرارتی قبل از وقوع زمین لرزه با استفاده از دادههایNOAA/AVHRRو MODISبطور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته اند ودر این زمینه تحقیقاتی در چین، ژاپن، هند و ایران صورت گرفته است[3, 9].

۲- منطقه مورد مطالعه

نوار کوهزایی زاگرس حاصل باز و بسته شدن اقیانوس نئوتتیس بخشی از رشته کوه آلپ هیمالیا می باشد، با طولی حدود ۲۰۰۰km و روند NW- SE از شرق آناتولی ترکیه تا خط عمان در جنوب ایران گسترش دارد[1]. این رشته کوه با داشتن آمار لرزه ای بالا و رخداد زمین لرزه های Ms ۷ از مهمترین مناطق لرزه خیز آسیا محسوب می شود (شکل ۱). عامل ژئودینامیکی زلزله‌های زاگرس نتیجه کوتاه شدگی حاصل از همگرایی سالیانه ۲۵mm-۳۵صفحه اوراسیا-عربستان با روند N-S می باشد[8].زمین لرزه‌های زاگرس غالبا بدون گسیختگی سطحی بوده، در عمق کمتر از ۲۵ km و در زیر پوشش رسوبی رخ می دهند. فوکال مکانیزم زلزله های زاگرس در ارتباط با گسلش معکوس روندی موازی با محور چین های محلی[8]و یا در ارتباط با گسل های اصلی مخفی در نظر گرفته می شوند[2]. گسل های معکوس با شیبی ۳۰- ۶۰ مشابه گسل های نرمال اند، بنابراین گسل های نرمال قدیمی بصورت گسل های معکوس فعلی مجددا فعال شده اند[4].

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات زین شناسی در بخش شمالی واحد پوشش ملاسی زاگرس [7] و از نظر جایگاه استانی در جنوب استان ایلام در مجاورت استان های خوزستان و لرستان قرار دارد. استان ایلام ۴٪ آمار لرزه ای کشور را به خود اختصاص داده، اکثر زمین لرزه های این استان در بخش جنوبی این رخ داده اند. سال ۹۳ شهر مورموری از توابع شهرستان آبدانان واقع در بخش جنوبی این استان کانون زلزله های متعدد بوده است (شکل ۱). در این مطالعه به بررسی و شناخت آنومالی های حرارتی قبل از وقوع زمین لرزه های (بالای ۳.۵) آخر مرداد- اوایل شهرماه سال ۹۳ محدوده موروری پرداخته شده است.

سیستم لرزه ای مورد مطالعه ۲۶ مردادماه با دو زمین لرزه آغاز شده و روز ۲۷ نرخ لرزه ای بسیار بالا رفته بطوریکه منطقه تحت بیش از ۶۰ زمین لرزه بالای ۳.۵ Mb قرار گرفته استکه حداکثر بزرگی آنها ۵.۸ Mb است. دوره لرزشی با چندین زمین لرزه با بزگی حداکثر ۵.۵Mb در روز ۲ شهریورماه خاتمه یافته است.

شکل۱:سمت راست نقشه ساختاری و سایزموتکتونیکی ایران. سمت چپ نقشه استان ایلام.

۳- مواد و روش ها

قبل از وقوع زمین لرزه به دلیل افزایش استرس در لایه های زیرسطحی، ایجاد گیسختگی از یک سو و ایجاد نیروی اصطکاکی در اثر حرکت در سطوح ضعف مانند گسل ها باعث بالا رفتن دما در محدوده کانونی زمین لرزه می شود. انرژی حرارتی ایجاد شده می تواند به اطراف منتشر شود و باتوجه به مقدار انرژی آزاد شده، عمق و ویژگی های فیزیکی- تکتونیکی منطقه ای را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین می‌توان با بکارگیری فناوری های نوین تغییرات دمایی را تفسیر نمود و تمامی مناطق بویژه مناطق لرزه خیز را بدین طریق پایش نمود.

آنومالی های حرارتی غالبا بین۷ -۱۴روز قبل از وقوع در ابعاد هزار تا چند هزار کیلومتر قابل مشاهده می باشند. این حرارتی ها بصورت افزایشدما تا چندیندرجه [3]ظاهر می شودو چند روز بعد از زلزله ناپدید می شود.چنانچه یک منطقه با درجه حرارت بالا درون منطقه ای با دمای پایین قرار بگیرد، منطقه درجه حرارت بالا بیش از ۶ ساعت دمای آن بالا باقی بماند و شیب حرارتی دو منطقه تدریجی نباشد می توان آن را آنومالی حرارتی قبل از وقوع زلزله دانست.

در این مقاله با محاسبه دمای سطحی زمین (LST)قبل و بعد از وقوع زمین لرزه و تفسیر تغییرات حرارتی به شناسایی آنومالی های حرارتی منطقه با استفاده از تصاویر سنجندهلندست ۸ پرداخته شده است. برای بررسی تغییرات نیاز به چند تصویر متناسب با زمان وقوع حوادث می باشد. با توجه به دوره بازدید ۱۶ روزه ماهواره Landsat 8 تصاویر مناسب و موجود در این مطالعه به لحاظ زمانیشامل روزهای ۹، ۲۵مرداد و ۱۰ شهریور ماه سال ۹۳با پوشش مکانی ردیف ۱۶۶مسیر ۳۷می باشند.

با توجه به ارائه روش ها و الگوریتم های مختلفی برای محاسبه دمای سطح زمین هنوز روش قطعی پیشنهاد نشده است، روش محاسباتی محاسبه حرارتی در این مطالعه الگوریتم SWA می باشد. در این مدل برای محاسبه دمای سطحی زمین(LST) از توان تشعشعی، حذف اثر پوشش گیاهی (NDVI)و درخشندگی حرارتی (BT)باندهای ۱۰ و ۱۱ برای هر پیکسل زمینی استفاده شده[5].

با اجرای اگوریتم SWA دما برای هر پیکسل زمینی واقع در تصویر محاسبه می شود و در نهایت خروجی بصورت تصویری است که عدد داده آن دمای سطحی در آن نقطه می باشد. واحد ضوابط محاسباتی SWAبر حسب کلوین بوده لذا بایستی برحسب سانتی گراد تبدیل گردد. برای تفکیک و زون بندی حرارتی منطقه از روش برش چگالی استفاده و رنج های برای داده های تصویر تعریف شده است. بازه های حرارتی تعریف شده با روش برش چگالی شامل کمتر از ۳۵، ۳۵-۴۰، ۴۰-۴۵، ۴۵-۵۰ و بالاتر از ۵۰ می باشد.

پردازش تصاویر و محاسبه LST براساس تفکیک زمانی ابتدا برای تصویرمربوط به روز ۹ مردادماه و ۱۶روز قبل از شروع فعالیت های لرزه‌ای انجام شده است. تصویر بدست آمده بیانگر پراکندگی دمایی یکنواخت در محدوده مراکز سطحی وقایع لرزه‌ای می باشد و منطقه حداکثر زمین لرزه، دمایی متناسب با مناطق اطراف داشته و در زون های حداکثر دما قرار ندارد (شکل۲A).

بطور کلی مسیر و ردیف تصویربرداری تصاویر مطالعاتی، دربرگیرنده بخش هایی از رشته کوه زاگرس و شامل بخش هایی از استان های ایلام، خوزستان، لرستان، کرمانشاه و همدان است. بنابراین مناطق واقع در تصویر ویژگی ژئومورفولوژیکی (ارتفاع) و به تبع آن شرایط جوی- دمایی متفاوت دارند. بنابراین این طبیعی است که دمای روزانه متفاوت داشته باشند. ازاین رو بخش های شمالی بدلیل قرارگیری در بخش زاگرس مرتفع و چین خورده و داشتن ارتفاع بیشتر نسبت به بخش های جنوبی دمای پایین تر دارند. اما اساس کلی شناسایی آنومالی حرارتی برحسب اختلاف عمومی دمای مناطق نبوده بلکه براساس تغییرات معنی دار دمایی یک منطقه با گذر زمان نسبت به خود و مناطق اطراف می باشد.

دومین تصویر پردازش شده مربوط به ۲۵ مرداد ماه و یک روز قبل از شروع سیستم لرزه ای است. در این تصویر بخش های جنوبی تصویر نسبت به تصویر قبلی افزایش دما را نشان می دهند و پراکندگی مناطق حداکثر دما و دمای بالای ۵۰ درجه سانتی گراد در این بخش افزایش یافته است (شکل۲B). درحالی که مناطق شمالی تغییرات حرارتی خاصی را نشان نمی دهند و حتی محدوده های کوچکی از بخش شمالی در شکل ۲A دارای دما بالا بوده که در این تصویر کاهش یافته اند. محدوده دربرگیرنده زلزله های مورد مطالعه تقریبا در مرکز زون خطی حرارت بالا قرار دارد.

شکل ۲: A تصویر برش چگالی حرارتی ۹ مردادو B: ۲۵ مرداد، جایگاه کانونی سیستم لرزه ای بصورت بیضی نشان داده شده است.

تصویر بعد از رخدادهای لرزه ای مربوط به ۱۰ شهریورماه و ۱۸ روز بعداز پایان سیستم زمین لرزه‌ای می باشد. زون بندی حرارتی در این تصویر نشانگر یکنواختی دمایی نسبت به دو تصویر قبل می باشد (شکل ۳). در این تصویر مناطق حرارت بالا گسترش بسیار محدود داشته و حتی مناطق جنوبی هم دمایی پایین تر از تصاویر قبلی دارند. منطقه در برگیرنده مراکز سطحی درون زون حرارت متوسط- پایین قرار گرفته و آنومالی حرارتی نشان نمی دهد. این تصویر نشانگر افت حرارتی عمومی بویژه مناطق اطراف مراکز سطحی زمین لرزه می باشد.

شکل۳: تصویر برش چگالی حرارتی ۱۰ شهریور جایگاه کانونی سیستم لرزه ای بصورت بیضی نشان داده شده است

بدلیل تاثیر شرایط اتمسفر بر تصویر برداری ومحدودیت تصاویر می توان از اطلاعات و روش های دیگر برای دست یابی به نتایج دقیق تر استفاده نمود. یکی از روش های موثر استفاده از ایستگاه های هواشناسی زمینی جهت صحت سنجی داده های ماهواره ای می باشد. براین اساس داده های ۲۳ ایستگاه زمینی واقع درون و حاشیه تصویر از ۲۳ مرداد تا ۲ شهریورماه برای تهیه نقشه‌های درون یابی استفاده شده است. با توجه به نقشه های درون‌یابی تغییرات ۱۱ روزه حرارتی بدست آمده (شکلهای۴و ۵)مشاهدهمی شود که مراکز سطحی زمین لرزه ها بین دو ایستگاهی قرار دارند که نسبت به سایر مراکز دارای بالاترین دما می باشند. با توجه به وقوع سه رخداد لرزه‌ایرفتار دمایی ۶ شهر اطراف محدوده لرزه ای بصورت سینوسی می باشد و پیک دمایی منطبق بر دو روز قبل از رخداد ها می باشد. بنابراین الگو و تغییرات حرارتی نقشه های درون یابی ایستگاه های زمینی و نقشه های محاسبه LST با استفاده از تصاویر ماهواره ای مشابه می باشند.

شکل۴: نقشه درون یابی حرارتی ایستگاه های هواشناسی از ۲۳ تا ۲۸ مرداد ۹۳

به دلیل آزاد شدن انرژی حرارتی ناشی از فرآیندهای حرکتی- اصطکاکی سطوح و عناصر تکتونیک مانند گسل ها قبل از وقوع زمین لرزه و نقش این سطوح در جهت سهولت انتقال حرارت رو به بالا به سمت سطح زمین، بایستی باعث افزایش دمای سطحی اطراف گسل ها شوند.

شکل۵: نقشه درون یابی حرارتی ایستگاه های هواشناسی از ۲۹ مرداد تا ۲ شهریور ۹۳

اگر چه بعضی از زلزله ها حاصل فعالیت گسل های مخفی بوده و یا ممکن است تکتونیکی نباشند. در چنین شرایطی ارتباط مناسبی بین نقشه ساختاری و نقشه حرارتی ممکن است وجود نداشته باشد. بنابراین با انطباق نقشه LST با عناصر تکتونیکی می توان تغییرات حراتی را بهتر تفسیر نمود، در شکل ۶ موقعیت گسل های منطقه مورد مطالعه برروی نقشه LST روز ۲۵ مرداد مشخص شده است. با توجه به شکل گسل ها در اطراف و داخل مناطق حرارت بالا قرار دارند

شکل ۶: موقعیت گسل های منطقه مورد مطالعه برروی نقشه دمای سطحی (LST) ۲۵ مرداد ۹۳.

۴- نتیجه گیری

کشور ایران بطور مکررکانون زمین لرزه هایی با بزرگی بالای Mb ۷ بوده و تکرار این وقایع در آینده نیز محتمل است. اگرچه جلوگیری از وقوع چنین حوادثی غیر ممکن است اما می توان با استفاده از علوم، ابزارها و فناوری های نوین در جهت مطالعه و بررسی این حوادث اقدام نمود. بنابراین با پایش مناطق فعال تکتونیکی و مناطق لرزه خیز می توان پیش نشانگر های قبل از وقوع زمین لرزه را شناسایی نمود. در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره ای و محاسبه LST برای سه زمان متوالی نقشه حرارتی تهیه گردید. نقشه های حرارتی بدست آمده نشانگر تغییرات حرارتی متناسب با وقوع زمین در منطقه مطالعاتی می باشند. بطوریکه قبل از وقوع زمین لرزه منطقه مراکز سطحی زمین لرزه دمای سطحی آن افزایش و بعد از زلزله کاهش می یابد. همچنین با انطباق نقشه های دمایی بدست آمده از ایستگاه های هواشناسی با نقشه LST و ارتباط این نقشه ها باهم می توان الگوی تغییرات حرارتی منطقه مورد مطالعه را آنومالی حرارتی قبل از وقوع زمین لرزه دانست.

References

1- M. Alavi, “Tectonics of the zagrosorogenic belt of Iran: new data and interpretations”, Tectonophysis, 229(1994)- 211, 28, 1994.

2- M. Berberian, “Master blind thrust faults hidden under the zagros fold: active basement tectonics and surface morphotectonics”, Tectonophysics, 241- 193, 30, 1995.

3- G. Guangmeng, “Studying thermal anomaly before earthquake with NCEP data”, The international archives of the photogrammetry, Remote sensing and spatial information sciences, XXXVII part B8, 4, 2008.

4- J. Jackson, “Reactivation of basement faults and crustal shortening in orogenic belts”, Nature, 283, 1980.

5- S. Latif, “Land surface temperature retrival of landsat- 8 data using split window algorithm- A case studybof Ranchi destrict”, IJEDR, 2, 6, 2014.

6- A. Prakash, “Thermal remote sensing: concepts, issues and Applications”, The international archives of the photogrammetry, Remote sensing and spatial information sciences, XXXIII part B1, 5, 2000.

7- K. Rangzan, “Structure And Tectonics Of The Zagros Structural Belt, Iran”, Ph. D. Degree Thesis, Remote Sensing Applications Center For Resource Evaluation And Geoengineering Aligarh Muslim University, Aligarh, India, 189, 1993.

8- M. Talebian, J. Jackson, “A reappraisal of earthquake focal mechanismsand active shortening in the zagrosmountans of Iran”, Geophys, 156, 21, 2004.

9- C. Wei, Y. Zhang, X. Guo, S. Hui, “Termal infrared anomalies of several strong earthquakes”, The scientific world Journal, 11, 2013.

Thermal infrared anomalies detection before earthquake occurance: seismic system of southestern of Ilam province

Tayebeh Salari[1*], Kazem Rangzan[2], Mostafa Kabolizadeh[3]

Remote sensing ang GIS group ofShahidChamran university

Abstract

Regarding to Iran country located in active seismic belt and happened over 7Mb earthquakes, Study in this events is considerable and necessary. In this paper carry out thermal anomaly detection before earthquakes occurance using temporal- spatial technology via remote sensing and GIS. In this study relation to, land surface temperature LST have calculated basis of emissivity performance SWA algorithm on landsat 8 images using thermal bands and NDVI index. Land surface temperature maps indicate before and after occurance seismic system late Mordad- early Shahrivar 93 year for three time in southestern of Ilam province are indicate changes and meaningful thermal pattern, Therefore southwestern part of image land surface temperature have been increase two days before seismic events where located earthquakes epi centers. Whereas other image's section don't disply this pattern. The interpolation thermal maps for 11 days period of meteorology station indicate changes similar to LST images and approximately are coincident together. Therefore we can represent such changes may be anomaly and precursors before earthquake occurance.

Keywords: Thermal anomaly, Earthquake, Remote sensing, LST and Landsat 8