

گزارش فنی

 بررسی دقت تفکیک رقومی پارامترهای ابر، برف
و زمین در تصاویر ماهواره ای MODIS
میرحسین میریعقوب زاده^۱ و محمدرضا قنبرپور^۲

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۶

چکیده

برف به عنوان یکی از اشکال بارش نقشی بسیار مهم در چرخه ی آب و مدیریت منابع آب دارد. با توجه به تغییرات مکانی و زمانی برف پایش چنین پدیده ای دشوار و در بیش تر اوقات بدون بهره گیری از فناوری نوین امکان اندازه گیری میدانی آن بویژه در ارتفاعات وجود ندارد. یکی از ابزارهای مدرن و پیشرفته در سنجش پارامترهایی چون برف فناوری سنجش از دور است. سنجنده ی مادیس، یکی از سنجنده های جدید است که امکان اندازه گیری مساحت زیر پوشش برف را فراهم آورده است. در این پژوهش توانایی تفکیک برف از سایر پدیده های زمینی مانند ابر با کاربرد تصاویر مودیس مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین انواع روش های جداسازی پدیده های یاد شده در حوزه ی آبخیز رودخانه هراز که یکی از مهم ترین حوزه های آبرگیر شمال کشور است، بررسی شده است. نتایج نشان می دهند که ترکیب باندهای مادون قرمز میانی توانایی جداسازی را دارا بوده و بهترین الگوریتم، الگوریتمی است که واریانس ارزش داده های ورودی را در نظر بگیرد.

واژه های کلیدی: برف، ابر، تفکیک، سنجش از دور، مادیس و حوزه ی آبخیز هراز.

مقدمه

از آنجا که برف در مناطق کوهستانی در طول فصل سرما یکی از منابع مهم انرژی بوده و نیز پارامتر سطح پوشش برف در یک حوزه ی آبخیز یکی از متغیرهای اساسی شبیه سازی رواناب ناشی از ذوب

برف می باشد، لذا دستیابی به داده های مربوط به برف در مناطق مرتفع همواره دارای اهمیت خواهد بود. داده های ذکر شده تنها از راه تصویربرداری پیوسته به کمک فن سنجش از دور ممکن است چرا که برداشت زمینی این داده ها نیاز به شبکه ی مترامی از ایستگاههای برف سنجی داشته که نه تنها از لحاظ اجرایی با مشکلاتی رو به رو است بلکه از نظر اقتصادی در مورد نگهداری و سرویس دهی مقرون به صرفه نمی باشد (۱). یکی از سنجنده های پرکاربرد برای پایش عناصر زمینی در مقیاس وسیع و به بیان دیگر منطقه ای سنجنده MODIS می باشد (۲). پژوهش های متعددی در زمینه ی برف سنجی از راه داده های سنجش از دور و الگوریتم های جداسازی رقومی و بصری صورت گرفته است (۳، ۴، ۶، ۷، ۹، ۱۰ و ۱۲). در این پژوهش سعی شده است تا میزان و دقت تفکیک کنندگی تفسیر بصری در این سنجنده نسبت به الگوریتم مشخص کننده ی برف (NDSI) بررسی شود.

مواد و روش ها

حوزه ی آبخیز هراز با مساحت تقریبی ۴۰۰۰ کیلومتر مربع در ۳۶° ۰' تا ۳۵° ۱۵' طول شرقی و ۴۹° ۱۴' تا ۵۲° ۲۱' عرض شمالی واقع شده است. با توجه به قرار گیری این حوزه در رشته کوه البرز، بودجه ی برفی به عنوان مهم ترین منبع تامین کننده ی جریان در این حوزه تلقی می شود. در این راستا تعیین سطح تحت پوشش برف در شبیه سازی رواناب ناشی از ذوب برف از اهمیت ویژه در این حوزه برخوردار است. در این پژوهش ۵ تصویر سنجنده ی MODIS در فاصله ی سال آبی ۲۰۰۱-۲۰۰۲ واقع در فصل ذوب برف جهت بررسی نقشه های پوشش برفی ناشی از تفسیر رقومی و بصری استفاده شده است. تصاویر ماهواره ای پس از تصحیحات رادیومتری با استفاده از تصاویر ETM⁺ با RMS کلی ۰/۷ زمین مرجع شده اند. در ابتدا با توجه به قدرت جداسازی طیفی بسیار عالی سنجنده ی MODIS ویژگی های بازتابش برف و ابر مورد بررسی قرار گرفت.

الگوریتم ریگز و هال یک آستانه گذاری طیفی و بر اساس ویژگی های بازتاب طیفی باندهای سنجنده ی MODIS استوار بوده که در نهایت منجر به ایجاد تصویر آستانه گذاری شده می گردد. این الگوریتم با در نظر گرفتن نسبت گیری طیفی در ناحیه ی ۵۵۵/۰۵۵ μm و ۶۴۰/۱ μm سنجنده ی یاد شده اقدام به ایجاد شاخص بین برف و ابر می نماید و همانند بسیاری از روش های

۱- نویسنده مسئول و دانشجوی دکتری مهندسی آبخیزداری، دانشگاه

مازندران m.miryaghoobzadeh@gmail.com

۲- استادیار دانشکده ی منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

ساری

بررسی قرار گرفته است. مقدار این شاخص بین ۰ تا ۲ متغیر بوده که عدد ۲ بیانگر تفکیک پذیری بالا و عدد ۰ بیانگر تفکیک پذیری ضعیف در بین نمونه های تعلیمی می باشد. بسیاری از بررسی های دقت و صحت طبقه بندی تصویر را می توان از ماتریس اشتباه استخراج نمود (۸ و ۱۳). پژوهشگران دیگری نیز استفاده از ضریب کاپا را جهت بررسی صحت طبقه بندی توصیه می کنند (۱۱). نتایج حاصل از اعمال الگوریتم NDSI در شکل (۱) نشان داده شده است. جدول (۱) نیز میزان تفکیک کنندگی الگوریتم های معمول را نسبت به شاخص پوشش برفی را نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری

برای تفکیک بهتر برف از ابر در شاخص پوشش برفی باید آستانه گذاری های طیفی در دو باند ۰/۵۵ و ۱/۶۷ میکرومتر انجام گیرد که در این صورت نیز ممکن است درصدی از پیکسل ها به عنوان ابر از صحنه خارج شوند و در طبقه بندی لحاظ نگردند. این گونه آستانه گذاری ها از تصویری به تصویر دیگر با تغییر مقادیر ارزش داده های ورودی تغییر می کند، اما در هر صورت می توان اظهار داشت که به طور قابل قبول توانایی تفکیک برف را از ابر دارد. با توجه به قدرت

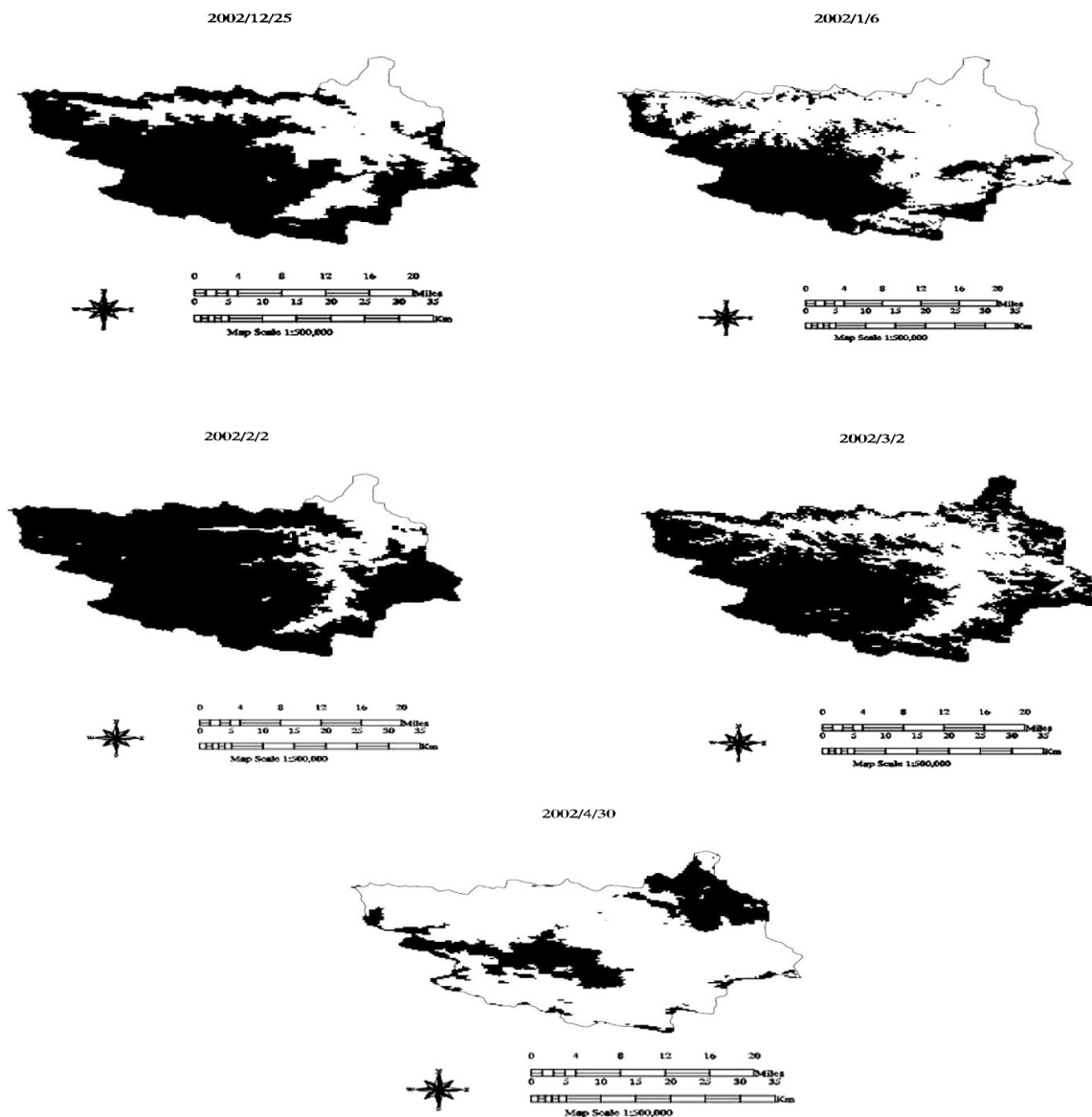
نسبت گیری طیفی اثرات اتمسفر را کاهش می دهد (۵). از مزیت های استفاده از شاخص پوشش برفی در سنجنده ی MODIS از بین بردن خطاهای سیستماتیک موجود در داده های باندها می باشد (۳). برای کاهش اثرات ابر و سایر منابع رطوبتی معمولاً از آستانه گذاری طیفی ۲۰ درصد برای باند ۴ و ۱۰ درصد برای باند ۲ استفاده می شود. در این روش با استفاده از آستانه گذاری های ذکر شده، سطح تحت پوشش برفی با انجام عملیات ماسک گذاری از سایر پدیده ها جداسازی می شود. با در نظر گرفتن این مطلب که پایش برف به دلیل متغیر بودن زمانی و مکانی آن که تابع شرایط ذوب و بارش دوباره می باشد و در نتیجه تهیه ی نقشه دقت زمینی برای بررسی دقت تفسیر رقومی امکان پذیر نمی باشد (۱۴ و ۱۵) جهت تعیین نمونه های تعلیمی جهت طبقه بندی از گزارش ایستگاههای برف سنجی موجود در منطقه استفاده شده است.

نتایج

قدرت تفکیک باندهای مورد استفاده از شاخص Matusita-Jefferies که یک شاخص آماری است و همچنین از نمودار توزیع ارزش های طیفی و ایجاد همبستگی میان باندهای گوناگون مورد

جدول ۱- درصد صحت کلی و ضریب کاپا حاصل از طبقه بندی

نوع طبقه بندی	تاریخ	تعداد پیکسل طبقه بندی شده	تعداد کل پیکسل	صحت کلی بر حسب درصد	ضریب کاپا
حداکثر احتمال	۲۰۰۱/۱۲/۲۵	۹۴۸	۱۰۴۸	۹۰/۴۶	۰/۹۲۱۰
	۲۰۰۲/۱/۶	۲۳۲۲	۲۴۶۴	۹۴/۲۴	۰/۸۶۷۴
	۲۰۰۲/۲/۲	۱۵۲۳	۱۶۲۸	۹۳/۵۵	۰/۸۹۱۶
	۲۰۰۲/۳/۲	۹۵۲	۱۰۷۶	۸۸/۴۸	۰/۷۹۴۲
	۲۰۰۲/۴/۳۰	۱۴۴۰	۱۵۴۰	۹۳/۵۱	۰/۹۳۱۰
حداقل فاصله تا میانگین	۲۰۰۱/۱۲/۲۵	۹۴۶	۱۰۴۸	۹۰/۲۷	۰/۹۲۲۶
	۲۰۰۲/۱/۶	۲۰۲۲	۲۴۶۴	۸۲/۰۶	۰/۷۳۷۲
	۲۰۰۲/۲/۲	۱۴۸۸	۱۶۲۸	۹۱/۴۰	۰/۸۵۵
	۲۰۰۲/۳/۲	۸۸۷	۱۰۷۶	۸۲/۴۳	۰/۷۸۴۴
	۲۰۰۲/۴/۳۰	۱۴۳۷	۱۵۴۰	۹۳/۳۱	۰/۸۹۶۶
شبکه های موازی	۲۰۰۱/۱۲/۲۵	۹۳۸	۱۰۴۸	۸۹/۵۰	۰/۸۹۵۲
	۲۰۰۲/۱/۶	۲۰۸۷	۲۴۶۴	۸۴/۷۰	۰/۷۶۵۷
	۲۰۰۲/۲/۲	۱۴۹۳	۱۶۲۸	۹۱/۷۱	۰/۸۶۵۶
	۲۰۰۲/۳/۲	۸۷۴	۱۰۷۶	۸۱/۲۳	۰/۷۵۴۶
	۲۰۰۲/۴/۳۰	۱۴۱۷	۱۵۴۰	۹۲/۰۱	۰/۸۸۴۱



شکل ۱- سطح تحت پوشش برف بدست آمده از طبقه بندی شاخص پوشش برفی در سال آبی ۲۰۰۰-۲۰۰۲

بالا بردن میزان جداسازی میان پدیده‌های برف از ابر و زمین با استفاده از الگوریتم‌های طبقه بندی مانند کمینه‌ی فاصله تا میانگین و بویژه برای الگوریتم شبکه‌های موازی ناگزیر به آستانه گذاری طیفی از ارزش‌های ورودی در هر تصویر مجزا می‌باشیم.

منابع

- ۱- قنبرپور، م. ۱۳۸۱. کاربرد سنجش از دور در تعیین پارامترهای هیدرولوژیکی برف در مناطق کوهستانی، مجله سازمان هواشناسی کشور (نیوار)، شماره ۴۴-۴۵، صفحات ۶۷-۷۸.
- ۲- میریعقوب زاده، م.، قنبرپور، م. و رنجبر، ا. ۱۳۸۶. ماهواره‌های با کاربرد در پایش برف و یخ، همایش ژئوماتیک و ارتباطات جهانی، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، ۸-۱ صفحه.

تفکیک رادیومتریکی سنجنده‌ی مادیس مشکل اشباع سنجنده به گونه‌ی شایان توجهی در باندهای دریافت کننده‌ی امواج الکترومغناطیس کاهش یافته و در برخی از موردها از بین رفته است که این مطلب در توان تفکیک پدیده‌های با آلودگی بالا مانند ابر و برف تاثیرگذار باشد. نتایج نشان می‌دهد که ترکیب رنگی کاذب با ترکیب باندهای مادون قرمز میانی توانایی جداسازی ابر را از برف داشته و می‌توان به همراه شاخص پوشش برف در جداسازی طیفی برف و ابر به آن استناد نمود. بررسی ضرایب کاپای بدست آمده از تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده نشان از برتری نسبی الگوریتم شدت بیشینه‌ی احتمال نسبت به الگوریتم‌های کمینه‌ی فاصله تا میانگین و شبکه‌های موازی در تفسیر بصری دارد. مقایسه‌ی ماتریس اشتباه و همچنین بررسی میزان دقت کاربر و تولید کننده نتایج تولید شده به وسیله‌ی ضریب کاپا را تأیید می‌کند. باید یادآور شد که جهت

Product, 59th Eastern Snow conference Stowe, Vermont USA 2002, 1-8 pp.

10- Salomonson, V.V. and Appel, I. 2004. Estimating Fractional Snow Cover from MODIS Using the Normalized Difference Snow Index, Remote Sensing of Environment journal, no. 89, 351-360 pp.

11- Smits, P.C., Dellepiane, S.G. and Schowengerdt, R.A. 1999. Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: a review and proposal for a cost-based approach. International Journal of Remote Sensing, 20, 1461-1486 pp.

12- Songwen, L., Klein, A. G., and Over, T.M. 2003. An assessment of the suitability of modis snow products for simulating stream flow in the upper Rio Grande river basing using the snowmelt runoff model

13- Stehman, S.V. 1997. Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy. Remote Sensing of Environment, 62, 77-89pp.

14- Townshend, J.R.G. 1992. Land cover, International Journal of Remote Sensing, no. 13, 1319- 1328 pp.

15- Wilkinson, G.G. 1996. Classification algorithms-where next In: E. Brivio, P. A. Brivio, & A. Rampini (Eds.), Soft computing in remote sensing data analysis, Singapore: World Scientific, 93-99 pp.

3- Barton, J. S., Hall, D. K. and Riggs, G. A. 2001. Remote sensing of fractional snow covers using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data. Proceedings of the 57th Eastern Snow Conference, May 17- 19, 2000, Syracuse, NY, 171- 183 pp.

4- Tekeli, A. E, Akyurek, Z., Sorman, A. A., Sensoy, A. and Sorman, A.U. 2005. Using MODIS Snow Cover Maps in Modeling Snowmelt Runoff Process in the Eastern Part of Turkey, Remote Sensing of Environment. No. 97, 216-230 pp.

5- Hall, D. K., Riggs, G.A., Salomonson, V. V., DeGirolamo, N. E., Bayr, K. J. and Jin, J. M. 2002. MODIS Snow-cover products. Remote Sensing of Environment, 83, 181- 194.

6- Julienne, C., Jason, E. and Haran, T. 2006. Evaluation of the MODIS daily snow albedo product over the Greenland ice sheet, Remote Sensing of Environment Journal, vol.105, 155-171 pp.

7- Kaufman, Y.J., Kleidman, R.G., Hall, D.K., Martins, J.V. and Barton, J. S. 2002. Remote sensing of sub pixel snow cover using 0.66 and 2.1 um channels. Geophysical Research Letters, 29(16), 1781

8- Lark, R. M. 1995. Components of accuracy of maps with special reference to discriminant analysis on remote sensor data. International Journal of Remote Sensing, 16, 1461-1480 pp.

9- Riggs, G. and Hall, D.K. 2002. Reduction of Cloud Obscuration in the MODIS Snow Data

Abstract (Technical Note)

Investigation of Digital Detection Accuracy of Snow, Cloud and Earth Using MODIS Imagery

M. H. Mir Yaghoobzadeh¹ and M. R. Ghanbarpour²

Snow as one of the precipitation forms has important effect in hydrological cycle and water resources management. Snow monitoring particularly in mountainous basin without modern technology is very difficult according to temporal and spatial variation of snow property. Remote sensing is one of advanced technology in measurement of snow properties. MODIS imagery is one of new sensors that provide the possibility of snow cover measurement.

In this research, the ability of MODIS imagery for detection of snow cover from other earth phenomena such as cloud has been assessed. Some methods of snow cover detection have been applied in Haraz basin that is one of important basin in North of Iran. Results showed that false color image of moderate infrared bands has ability of snow and cloud detection and the best algorithm is the one that can envisage digital number of pixels deviation.

Keywords: *Snow, Cloud, Detection, Remote Sensing, MODIS and Haraz Basin.*

1- Ph.D. Student of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran, m.miryaghoobzadeh@gmail.com.

2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Agriculture and Natural Resource University of Sari