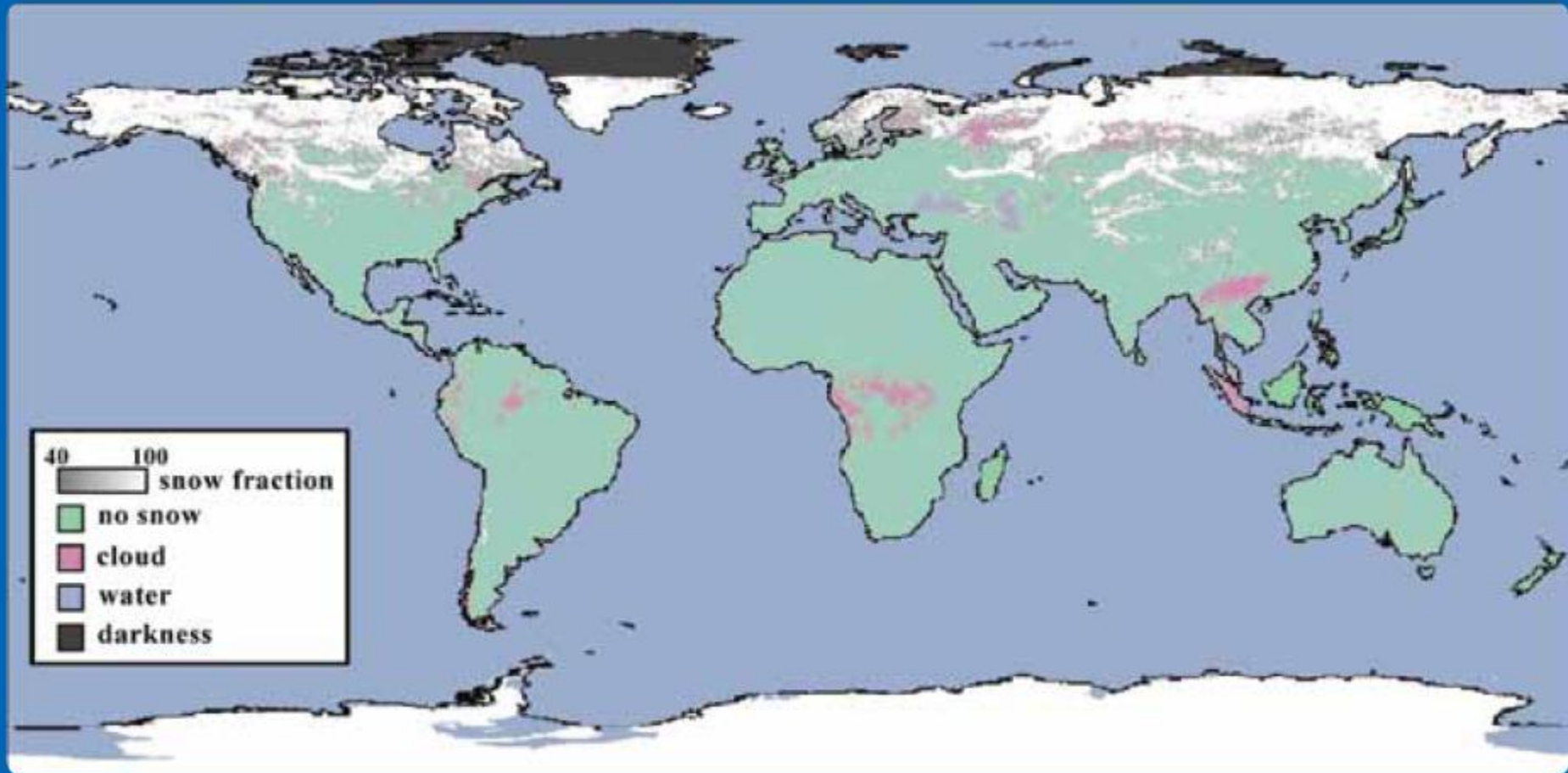


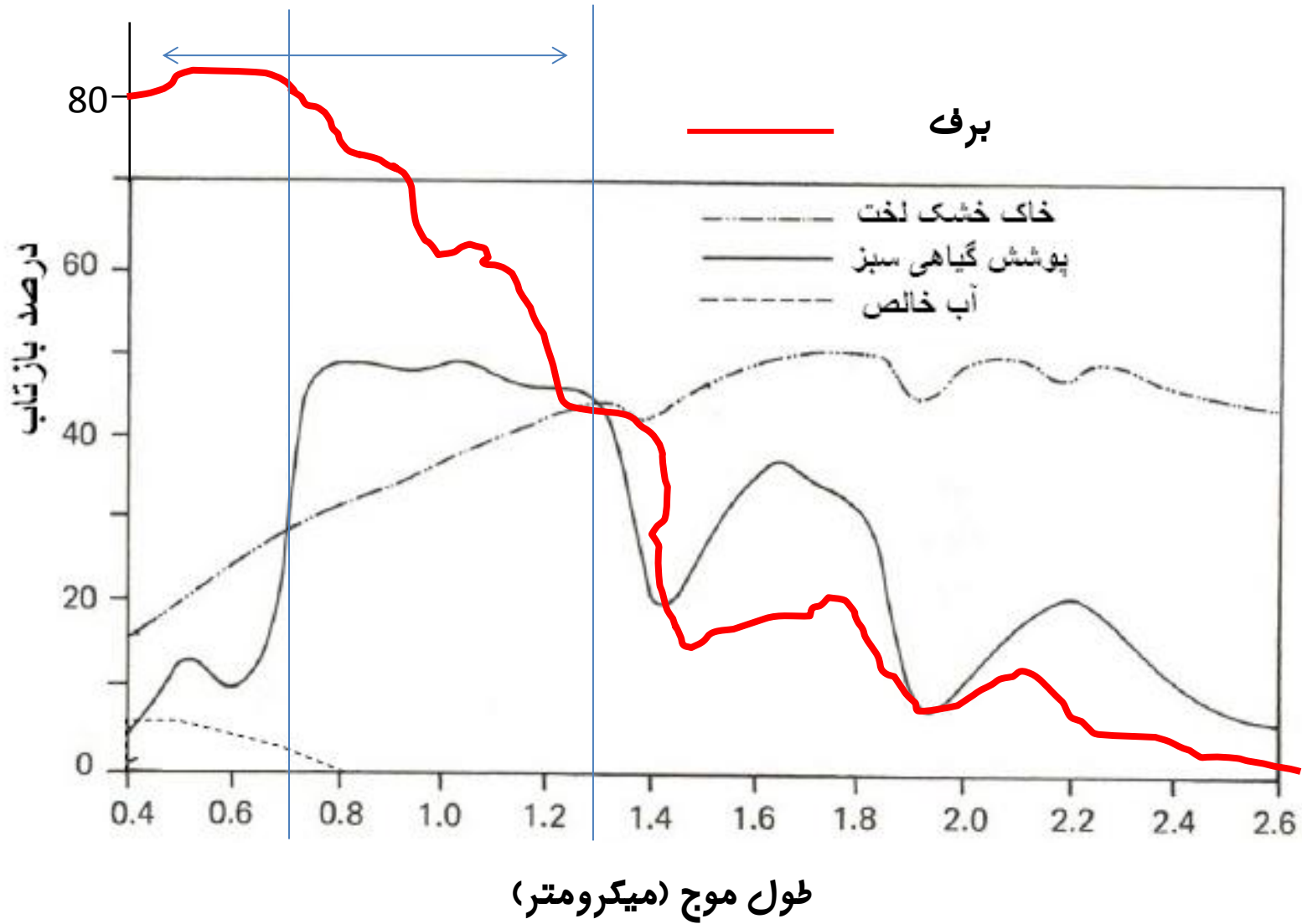
جلسه هشتم

برف

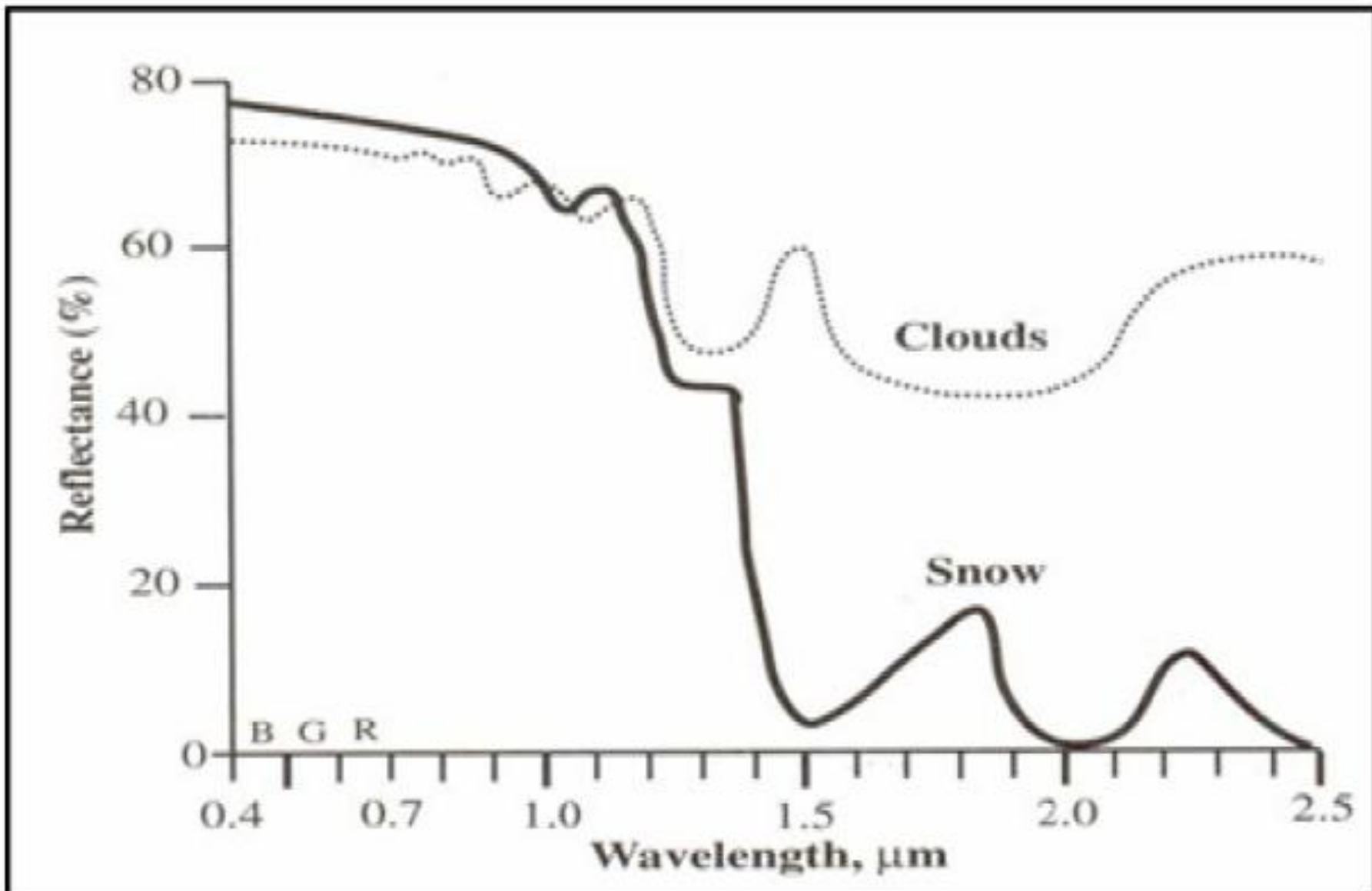
Figure 2: Eight-day composite global MODIS snow-cover map for 24–31 October 2001



فیزیک سنجش از دور برف

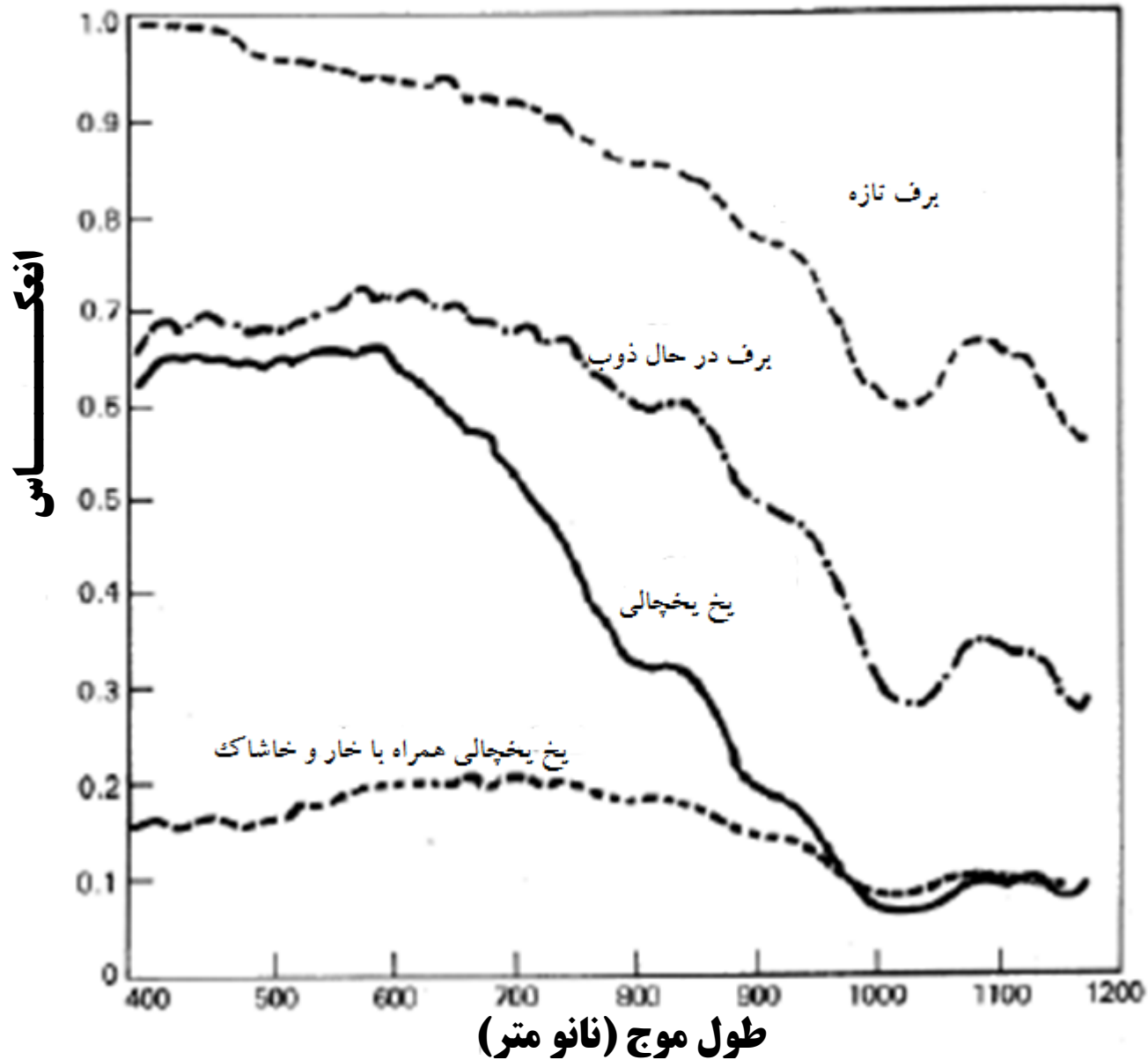


منحنی بازتاب طیفی کلی پوشش گیاهی، خاک، آب خالص و برف



منحنی بازتاب طیفی (بازتابش) ابر و برف در طول موج های مختلف تصاویر مادیس

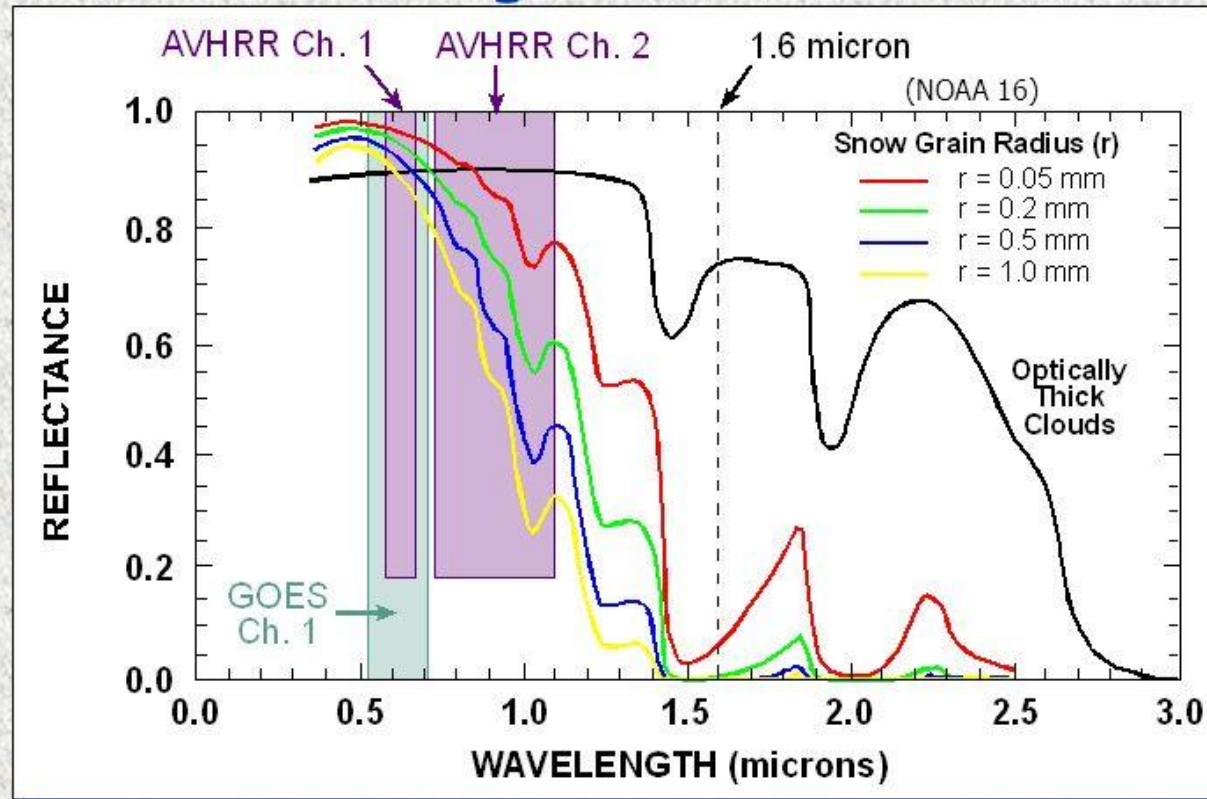
عوامل تاثیر گذار بر بازتاب (آلبدوی) برف



منحنی طیفی برف تازه، برف در حال ذوب، یخ یخچالی و یخ یخچالی دارای خار و خاشاک

Snow Measurement

- Remote Sensing of Snow Cover



تأثیر اندازه ذرات برف بر روی میزان انعکاس برف

بر آورد سطح پوشش برف

تهیه نقشه منطقه پوشیده از برف از عمومی ترین کاربردهای سنجش از دور در این زمینه محسوب می شود.
برای تهیه این نقشه دو نکته اهمیت دارد:

۱- مقیاس نقشه سطح برف است که شامل مقیاس های کوچک، متوسط و بزرگ یا جهانی است.

۲- نکته دوم نیز شامل استفاده از روش های سنجش از دور در قسمت های مرئی و مادون قرمز و مایکروویو به عبارتی انتخاب نوع سنجنده مورد نیاز برای این نوع مطالعه است.

در مقیاس خرد استفاده از تصاویر سنجنده های TM و ETM⁺
وجود دو مشکل: تداخل ابر و برف دوم وجود جنگل

در مقیاس میانی استفاده از تصاویر سنجنده AVHRR و MODIS

در مقیاس جهانی استفاده از تصاویر سنجنده AVHRR، دیگر سنجنده بزرگ مقیاس

۱- شاخص نرمال شده تفاضلی برف (NDSI)

Normalized Difference Snow Index

- اولین و قدیمی ترین شاخص مورد استفاده

$$NDSI = \frac{B_{Green} - B_{MIR}}{B_{Green} + B_{MIR}}$$

B_{Green} (باند مرئی (سبز

B_{MIR} باند مادون قرمز میانی

Landsat

تصاویر لندست برای مناطق کوچک نتایج خوبی در پی دارند و از طرف دیگر باندهای آن موج هایی قرار گرفته است که می توان ویژگی های مختلف برف را استخراج کرد.

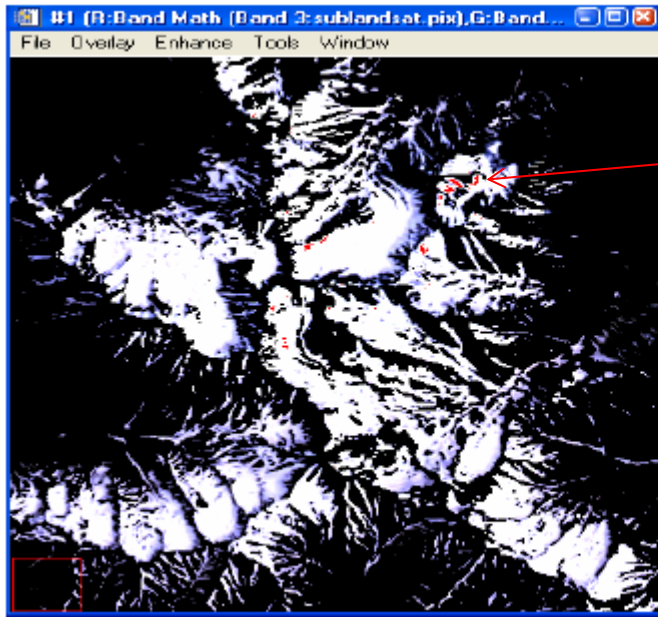
به منظور استخراج برف با استفاده از تصاویر لندست و شاخص NDSI نیاز به باند ۲ و ۵ سنجنده های TM و ETM⁺ است.

$$NDSI = \frac{Band2 - Band5}{Band2 + Band5}$$

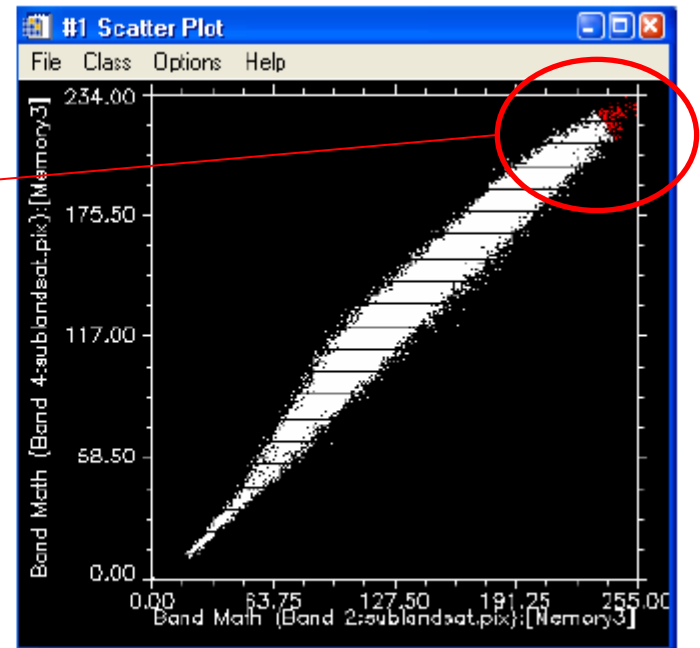
$$NDSI > 0.4$$

$$NDSI = \frac{0.8-0.3}{0.8+0.3} = 0.41$$

استخراج برف تازه

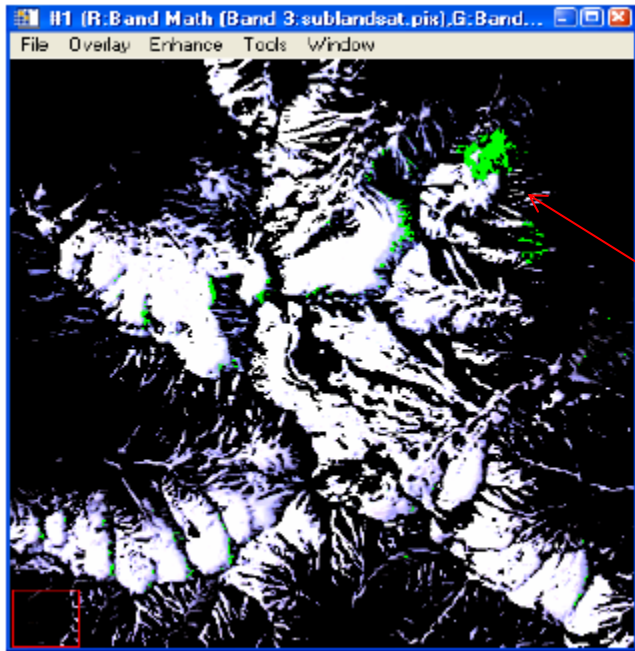


شکل ۷: برف تازه

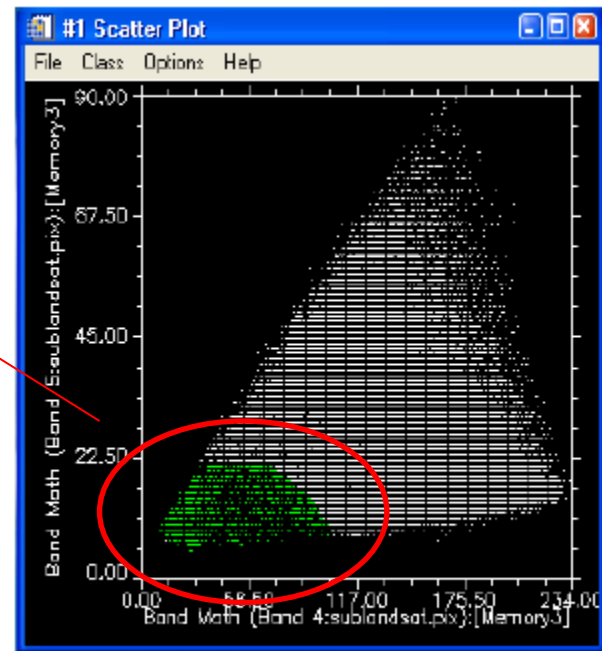


شکل ۶: اسکاتر پلات باند ۲ و ۴

استخراج برف فشرده



شکل ۹: برف فشرده شده



شکل ۸: اسکاتر پلات باند ۴ و ۵

MODIS

جدول ۱: باندهای مورد استفاده در استخراج پوشش برف توسط سنجنده MODIS

شماره باند	طول موج (μm)	محدوده طیفی	مقدار بازتابش طیفی (W/m _v -μm-sr)	توان تفکیک مکانی متر (m)
۱	۰/۶۲۰-۰/۶۷۰	مرئی	۲۱/۸	۲۵۰
۲	۰/۸۴۱-۰/۸۷۶	مادون قرمز نزدیک	۲۴/۷	۲۵۰
۴	۰/۵۴۵-۰/۵۶۵	مرئی	۲۹/۰	۵۰۰
۶	۱/۶۲۸-۱/۶۵۲	مادون قرمز نزدیک	۷/۳	۵۰۰

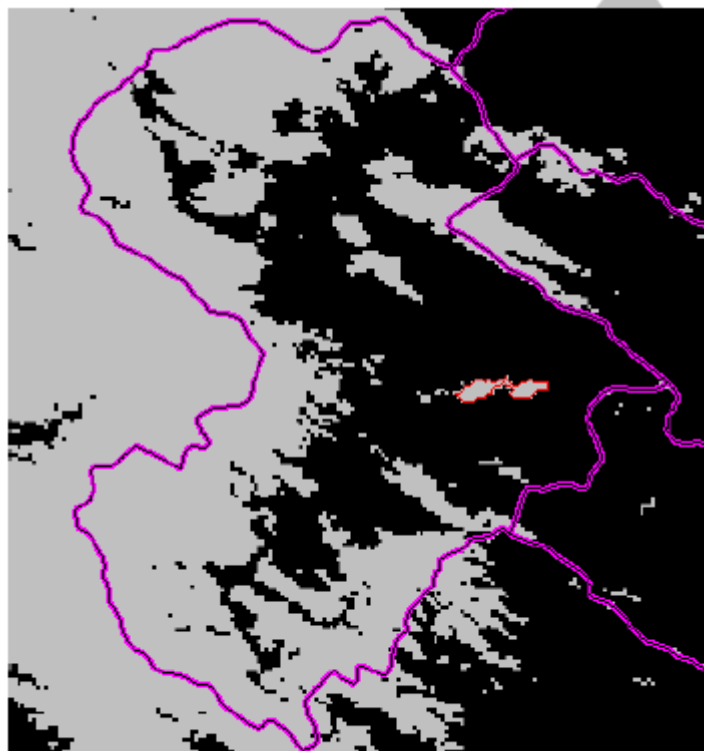
مأخذ: حال^۱ و همکاران سال ۲۰۰۲

$$NDSI = \frac{MODIS_{Band\ 4} - MODIS_{Band\ 6}}{MODIS_{Band\ 4} + MODIS_{Band\ 6}} = \frac{green - SWIR}{green + SWIR}$$

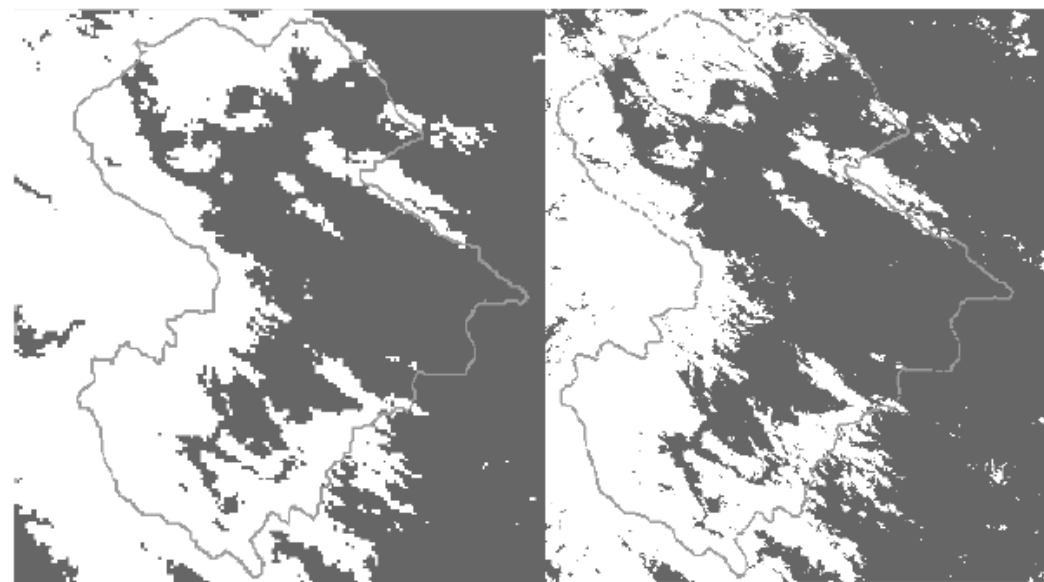
Snow Map=Condition{(NDSI>0.4)NDSI, (B2>%11)NDSI, (B4>=%10)NDSI}

جدول ۱. تاریخ‌های ۱۴ گذر سفارش داده شده

شماره گذر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	
تاریخ	۶۸/۰۱/۱۳۸۱	۱/۱۱/۱۳۸۱	۶/۱۱/۱۳۸۲	۱۱/۱۱/۱۳۸۲	۱/۱۱/۱۳۸۲	۵/۱۲/۱۳۸۲	۰۱/۱۱/۱۳۸۲	۱۱/۱۱/۱۳۸۲	۶/۱۲/۱۳۸۲	۸/۱۱/۱۳۸۲	۱/۱۱/۱۳۸۳	۶/۱۱/۱۳۸۳	۶/۱۱/۱۳۸۳	۱۳/۱۱/۱۳۸۳	۷/۱۱/۱۳۸۳



شکل ۴. برف جدا شده توسط شاخص NDSI



ب

الف

شکل ۵. استفاده از معیار بازتاب باند ۲ (الف) و بازتاب باند ۴ (ب) برای جداسازی برف

AVHRR-NOAA

به منظور استخراج برف در سطح کشور یا بزرگ مقیاس با استفاده از تصاویر ماهواره نوآ و به کارگیری شاخص NDSI نیاز به باند ۱ و ۳ سنجنده AVHRR است.

باند ۱ (قرمز - بین ۰/۵۸ و ۰/۶۸ میکرومتر) و باند ۳ مادون قرمز میانی (بین ۳/۵۵ و ۳/۹۳ میکرومتر) است.

$$NDSI = \frac{Band3 - Band5}{Band3 + Band5}$$

$$[p(0.63\mu) \geq 0.25] \text{ و}$$

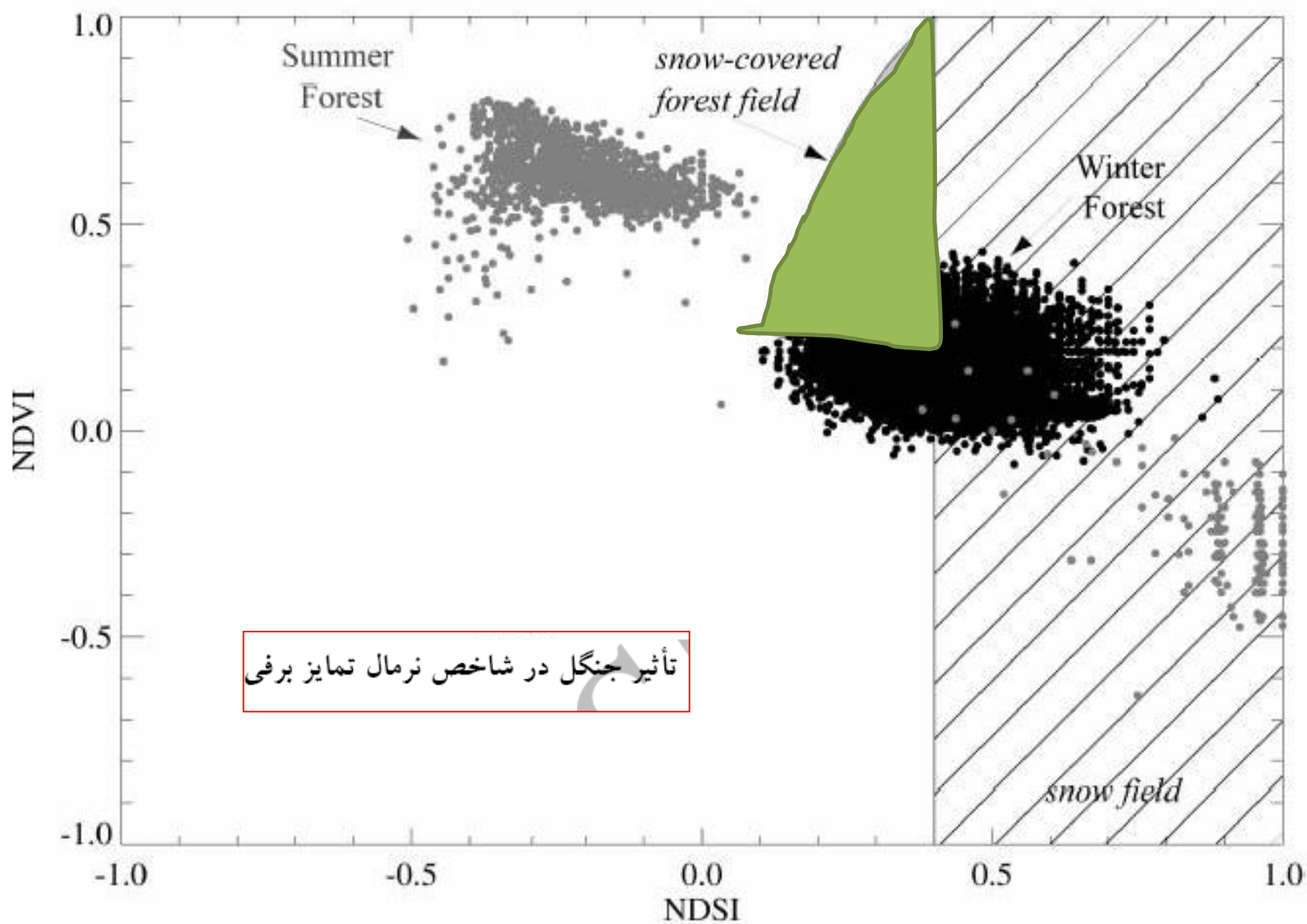
$$[p(3.7\mu) < 0.06] \text{ و}$$

$$[BT(11\mu) \leq 277K] \text{ و}$$

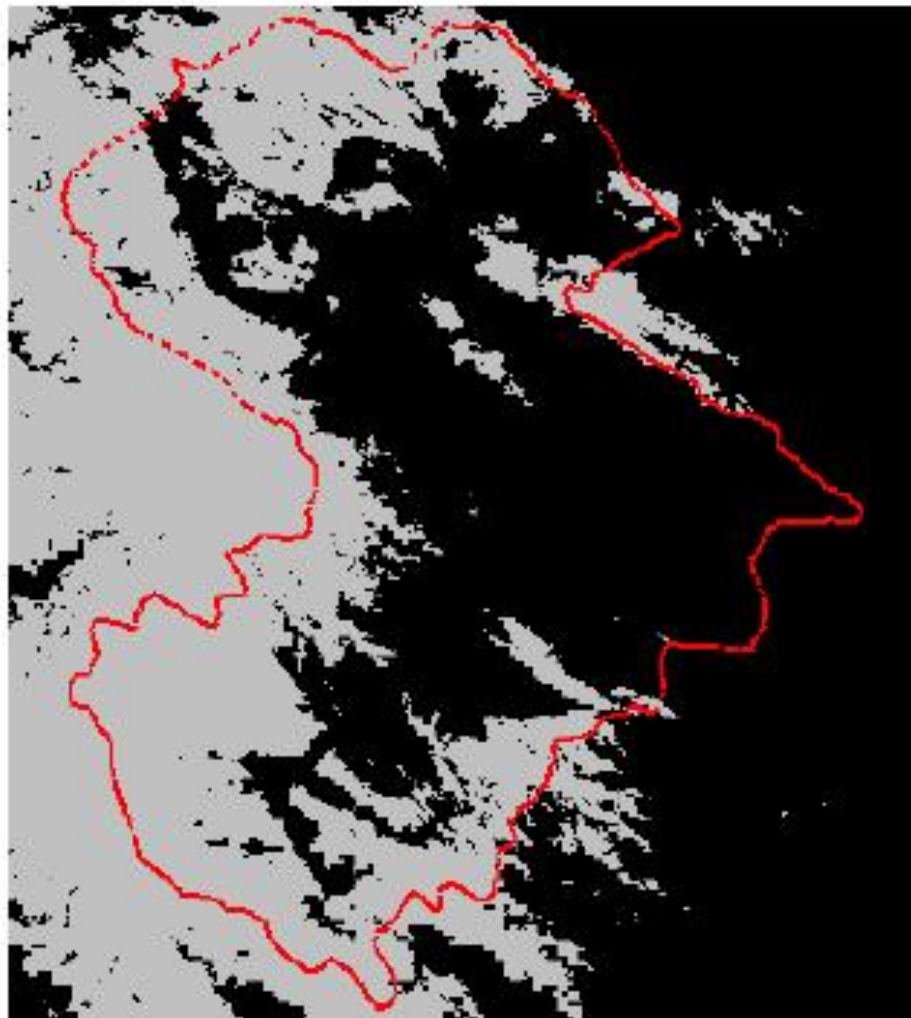
$$[BT(3.7\mu) - BT(11\mu) < 8K]$$

شکل ۷- آستانه‌های تشخیص برف توسط داده AVHRR

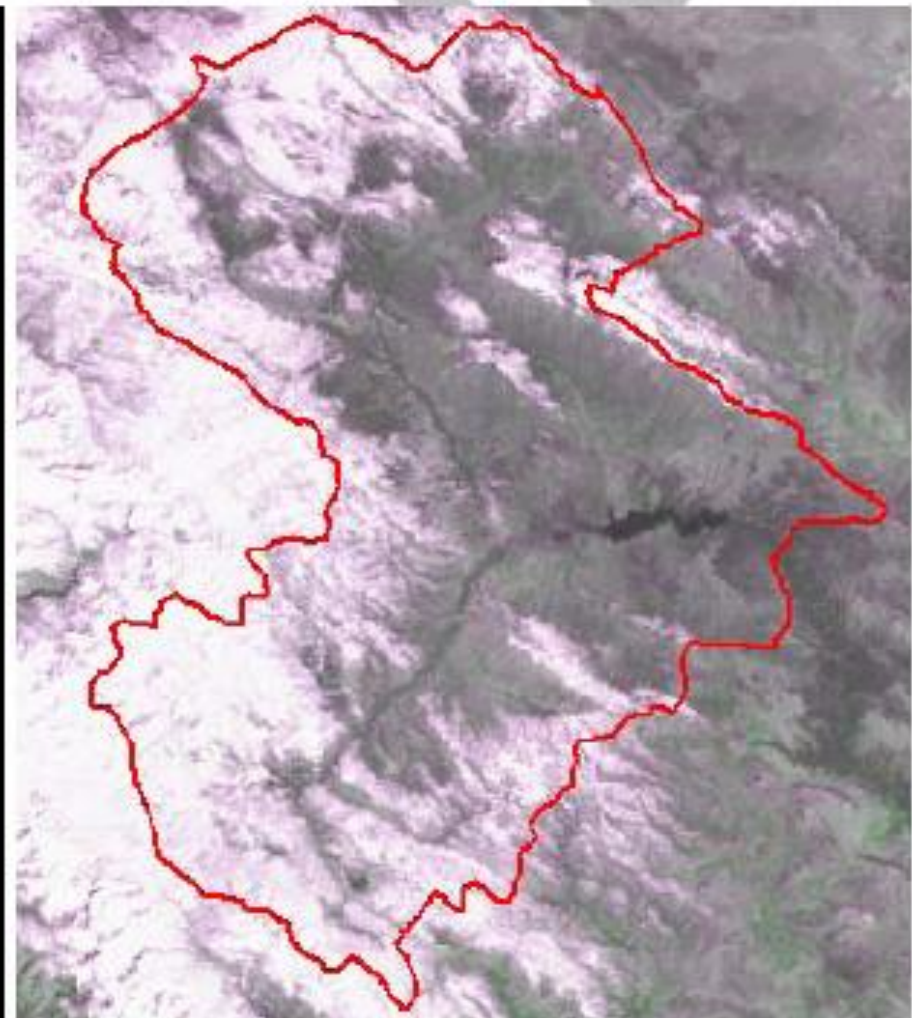
رفع مشکل جنگل و برف



مناطق تیره رنگ مناطق جنگلی دارای پوشش برف سات که میزان NDSI آنها کمتر از ۰/۴ است اما میزان NDVI آنها بیشتر از صفر است.



ب



الف

شکل ۶. تصویر واقعی MODIS (الف) و برف جدا شده توسط روش NDSI (ب)