



تفکیک آهک‌های کرتاسه و دولومیت سازند شتری در شمال کرمان به کمک تصاویر ASTER و LANDSAT-8

احمد تاری یوسفخانی^{۱*}، حجت‌ا... رنجبر^۲

۱-دانشجوی دکترا، بخش مهندسی معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲-استاد، بخش مهندسی معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

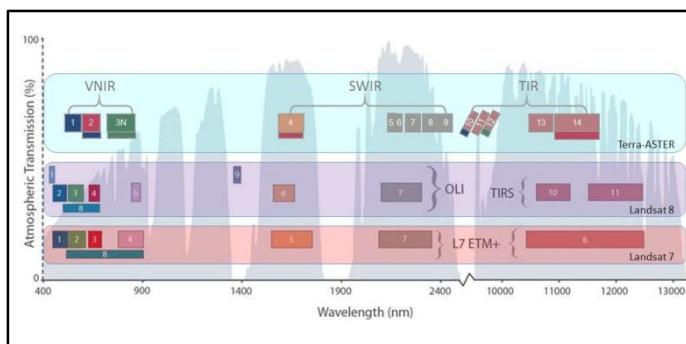
چکیده:

برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، تفکیک واحدهای سنگی و تشخیص مرز این واحدها الزامی است. روش‌های سنتی تهیه نقشه، زمان و هزینه زیادی را طلب می‌کند. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان یک ابزار کمکی، باعث کاهش زمان، هزینه و همچنین افزایش دقت تهیه نقشه می‌شود. تصاویر ASTER و LANDSAT-8 با قدرت تفکیک طیفی مناسب برای تفکیک واحدهای سنگی مناسب می‌باشند. اعمال نسبت‌های باندی و آنالیز مولفه‌های اصلی(PCA) بر روی این تصاویر، تفکیک واحدها را از یکدیگر ممکن ساخت. در تصاویر استر نسبت‌های باندی $\frac{7}{7+8}$ و $\frac{6+8}{9}$ ، به ترتیب دولومیت سازند شتری و آهک کرتاسه را باز ساخت. در تصاویر LANDSAT-8 با ترکیب رنگی $(\frac{7}{4}, \frac{6}{3}, \frac{2}{2})$ ، آهک و دولومیت به خوبی از هم تفکیک شد. استفاده از روش نقشه‌برداری زاویه طیفی(SAM)، به کمک طیف آهک و دولومیت حاصل از تصویر، مرز این دو واحد را به خوبی از هم جدا نمود.

واژه‌های کلیدی: سازند شتری، آهک کرتاسه، نقشه‌برداری زاویه طیفی(SAM)، نسبت باندی، آنالیز مولفه‌های اصلی

۱- مقدمه

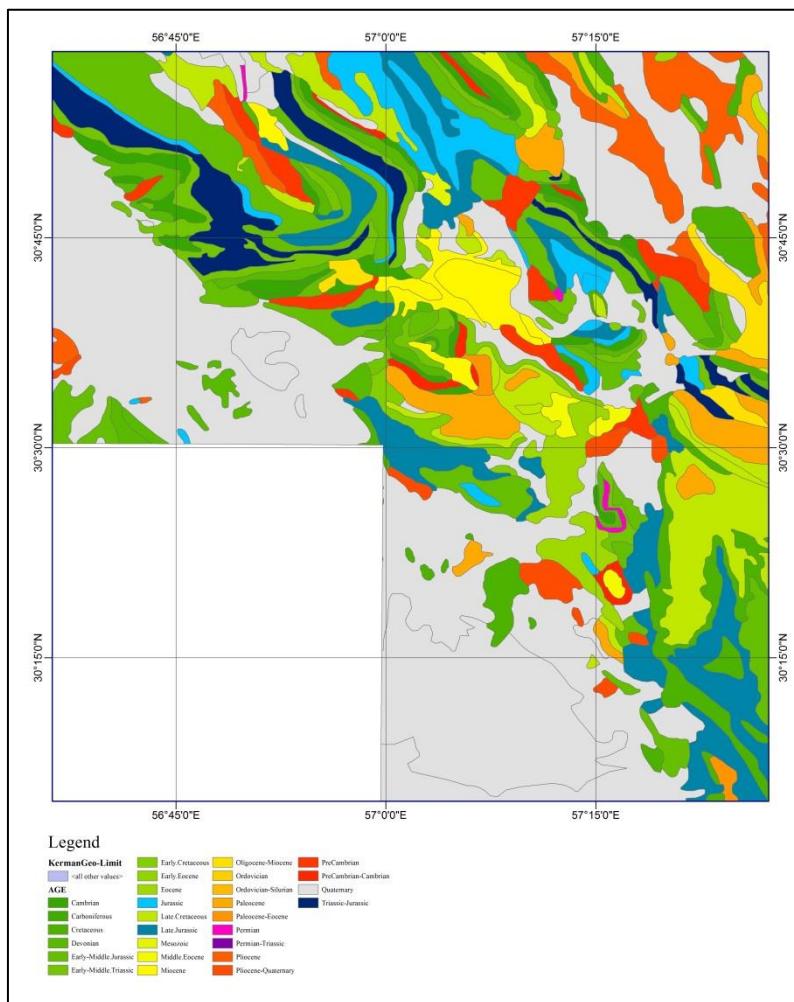
استفاده از تکنیک پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای تفیک واحدهای سنگی و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی بساز متداول و موثر است. یارمحمدی و همکاران (۲۰۱۵) برای شناسایی سنگهای رسوبی کرتاسه تصاویر استر را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. گومز و همکاران (۲۰۰۴) با تحلیل تصاویر ASTER به روش PCA مزهای سنگ‌شناسی در نقشه‌های قبلی را مورد بازنگری قرار داده و با طبقه‌بندی نظارت شده واحدهای سنگی را به طور دقیق تفکیک نمودند. آهک‌های کرتاسه و دولومیت‌های سازند شتری، با سن تریاس، بخش وسیعی از شمال شهر کرمان را پوشش می‌دهند. دولومیت‌ها به رنگ خاکستری تا خاکستری روشن و زرد رنگ دیده شده و ضخامت آن بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر متغیر است؛ و در برخی از نقاط با میان‌لایه‌های بسیار نازکی از آهک همراه می‌باشند. آهک‌ها با سن کرتاسه بالایی، عمدتاً از جنس آهک‌های ریفی بوده و در بیشتر نقاط، در بخش‌های زیرین نازک لایه، و در بخش‌های بالایی ضخیم لایه و توده‌ای می‌باشند. به منظور تهیه نقشه زمین‌شناسی، شناسایی این واحدهای به کمک پردازش تصاویر ماهواره‌ای باعث افزایش دقیق، کاهش زمان و هزینه‌های عملیاتی می‌شود. سنجنده ASTER در محدوده طیفی VNIR و SWIR تصویربرداری می‌کند. سنجنده OLI ماهواره LANDSAT-8 نیز تصاویری در این دو محدوده طیفی ارایه می‌کند. با کمک خصوصیات طیفی آهک و دولومیت و با استفاده از نسبت‌های باندی و آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) می‌توان این دو واحد را از هم‌دیگر تفکیک کرد.



شکل ۱: مقایسه باندهای (Zanter, 2016) LANDSAT-7&8 با ASTER

۲- زمین‌شناسی و موقعیت منطقه

منطقه مورد مطالعه در زون ساختاری ایران مرکزی، بخش‌هایی از شمال شهر کرمان را در محدوده ورقه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ کرمان و حرجنده پوشش می‌دهد. از ویژگی‌های این منطقه وجود ردیف نسبتاً کاملی از سنگ‌های رسوبی است، که محدوده سنی کامبرین زیرین تا اواخر دوران چهارم را شامل می‌شود. از نظر تنوع سنگ‌شناسی سنگ‌های منطقه را به طور عمده سنگ‌های رسوبی و در برخی نقاط به طور محدود سنگ‌های آذرین تشکیل می‌دهند (شکل ۲).



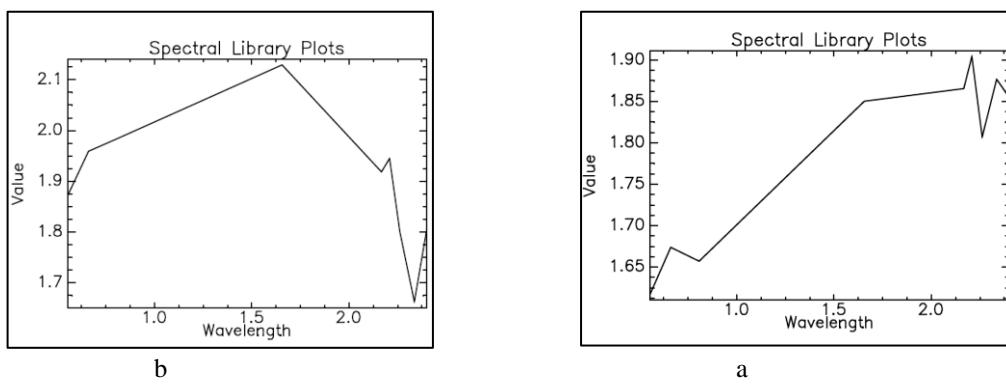
شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی منطقه(برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰,۰۰۰ کرمان)

۳- داده‌ها و روش تحقیق

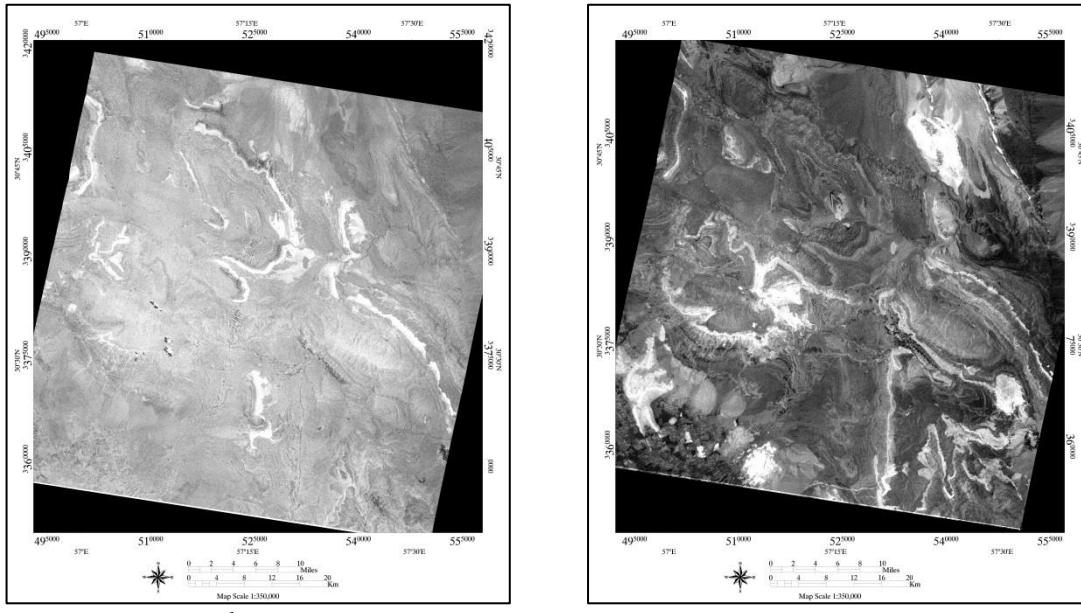
در این تحقیق از تصاویر Level-1T سنجنده استر و Level-1 استفاده شد. پس از تصحیح جوی تصاویر به روش IARR ، روش نسبت‌های باندی(Band ratio) و آنالیز مولفه‌های اصلی(PCA) برای بارزسازی آهک‌ها و دولومیت‌ها، به کار گرفته شد. به کارگیری طبقه‌بندی نظارت شده، به روش نقشه‌برداری زاویه طیفی(SAM) تفکیک مرز آهک و دولومیت را به خوبی نشان داده است. در این تحقیق برای به کارگیری روش‌های فوق، از نرم‌افزار ENVI 5.1 استفاده شده است.

۴- نتایج و بحث

در تصاویر ASTER با توجه به طیف حاصل از تصویر، نسبت باندی $\frac{7+8}{9}$ برای شناسایی آهک(شکل ۳-a) و نسبت $\frac{6+8}{7}$ برای دولومیت(شکل ۳-b)، انتخاب شد. در تصویر حاصل از اعمال این نسبت‌های باندی، آهک‌های کرتاسه(شکل ۳-a) و دولومیت شتری(شکل ۳-b) به خوبی بارز شده‌اند.



شکل ۳ : (a): طیف آهک و (b): دولومیت شتری حاصل از تصویر ASTER

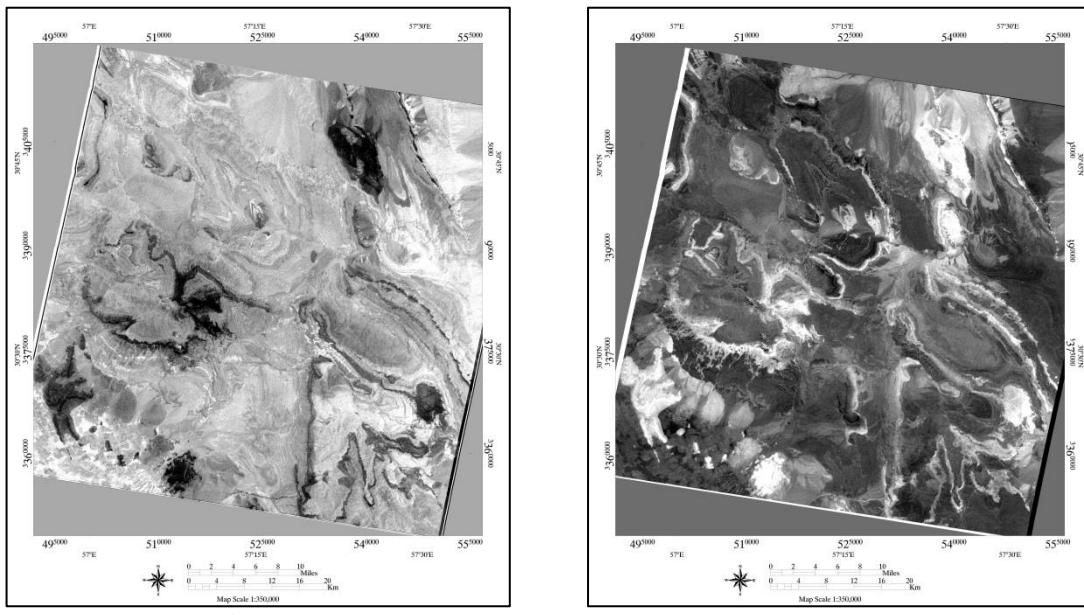


شکل ۴: (a) نسبت باندی $\frac{7+8}{9}$ (آهک) و (b) نسبت باندی $\frac{6+8}{7}$ (دولومیت)، تصاویر ASTER

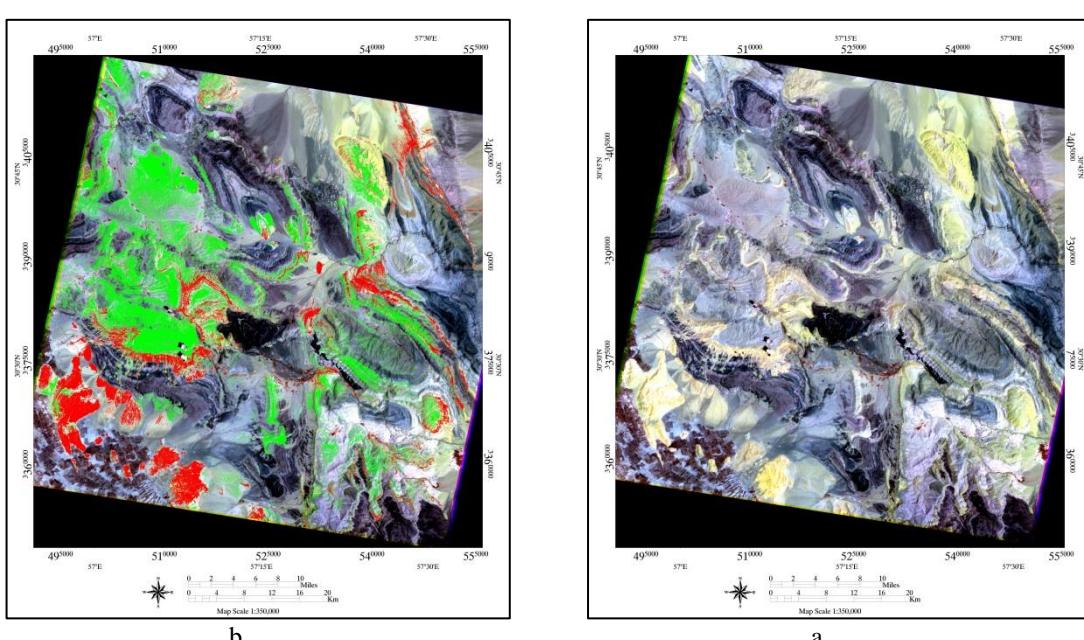
در ترکیب رنگی (۴-۶-۸)، آهک‌های کرتاسه به رنگ زرد و دولومیت شتری به رنگ خاکستری آشکار شده است (شکل ۸-a). اعمال PCA انتخابی بر روی تصویر ASTER (جدول ۱)، آهک کرتاسه در PC4 (شکل ۵-b)، با بارگذاری مثبت باند ۸ و منفی باند ۹، و دولومیت شتری در PC2 (شکل ۵-a)، با بارگذاری مثبت در باند ۶ و منفی باند ۷، نمایان شده‌اند؛ بخشی از آهک‌ها نیز در PC2 نمایان شده است. با اعمال روش SAM مرز دولومیت و آهک از هم تفکیک شده است (شکل ۶-b).

جدول ۱: بارگذاری‌های مربوط به آنالیز مولفه‌های اصلی انتخابی روی تصاویر ASTER

	Band6	Band7	Band8	Band9
PC1	0.498916	0.500238	0.500323	0.500521
PC2	0.815988	-0.44919	-0.36386	-0.00072
PC3	0.27605	0.581499	-0.0973	-0.75907
PC4	0.095099	-0.45809	0.779627	-0.41628

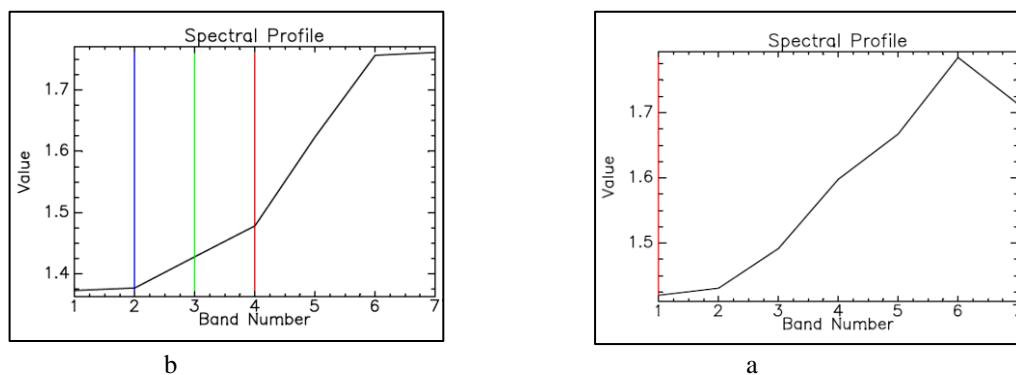


شکل ۵ : (a): تصویر PC2 و (b): تصویر PC4 .ASTER

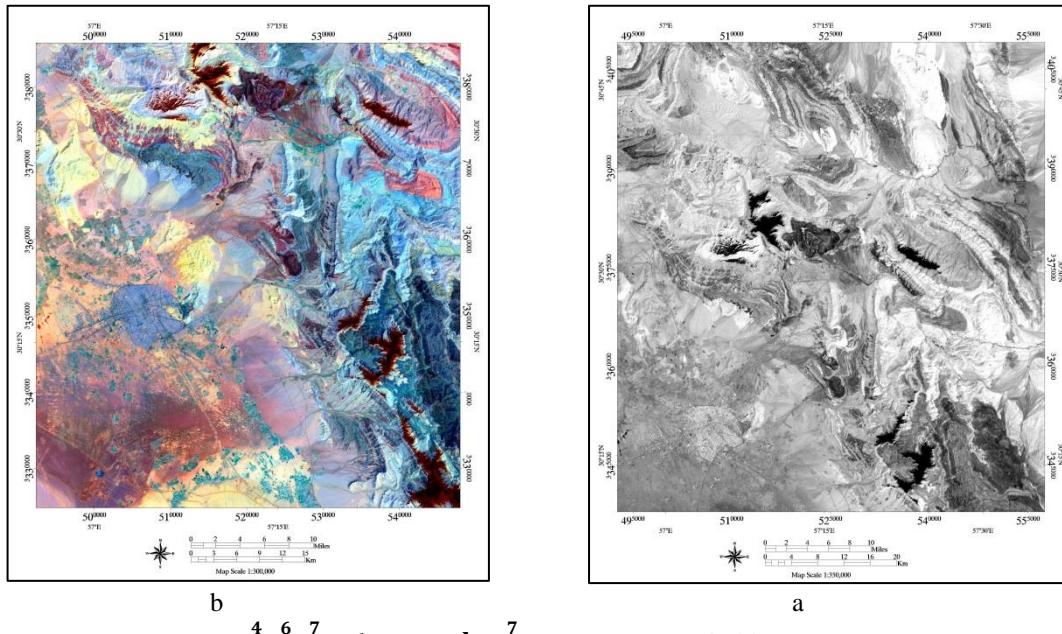


شکل ۶ : (a): تصویر رنگی (۴-۶-۸) و (b): طبقه‌بندی SAM (تصویر ASTER) رنگ قرمز: آهک کرتاسه، رنگ سبز: دولومیت شتری

در تصاویر LANDSAT-8، با توجه به طیف حاصل از تصویر(شکل ۷)، در نسبت‌های باندی $\frac{6}{2}$ ، $\frac{6}{2}$ ، $\frac{7}{2}$ دولومیت و آهک با هم بارز شده‌اند، اما اعمال نسبت باندی $\frac{7}{4}$ تا حدی دولومیت شتری را از آهک کرتاسه جدا کرده است(شکل ۸-a). در تصویر رنگی ($\frac{4}{3}$ ، $\frac{6}{2}$ ، $\frac{7}{2}$) دولومیت و آهک از هم تفکیک شده‌اند(شکل ۸-b).



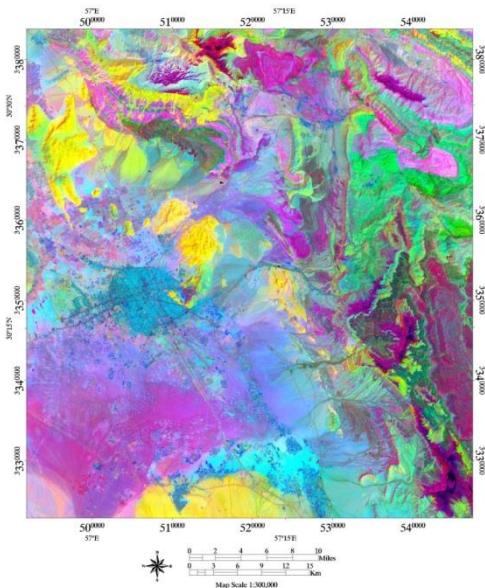
شکل ۷ : (a): طیف آهک و (b): دولومیت شتری حاصل از تصویر LANDSAT-8

شکل ۸ : (a): تصویر نسبتی $\frac{4}{3}, \frac{6}{4}, \frac{7}{2}$ و (b): تصویر رنگی $(\frac{4}{3}, \frac{6}{4}, \frac{7}{2}, \frac{7}{4})$

با اعمال PCA در تصویر LANDSAT-8، آهک و دولومیت در PC2 آشکار شده است (جدول ۲). در ترکیب رنگی (PC6، PC2، PC5)، بهتر از تصویر رنگی ایجاد شده با نسبت‌های باندی، این دو واحد از یکدیگر تفکیک شده‌اند (شکل ۸).

جدول ۲- بارگذاری‌های مربوط به آنالیز تصاویر ماهواره‌ای تصاویر LANDSAT-8

	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
PC1	0.374857	0.377484	0.38063	0.38296	0.379743	0.375086	0.374908
PC2	-0.32865	-0.35278	-0.28294	-0.17965	0.009691	0.582286	0.562191
PC3	0.297041	0.2198	0.042346	-0.01989	-0.8706	0.019995	0.320827
PC4	0.524174	0.213881	-0.27017	-0.73783	0.224163	0.101353	-0.03994
PC5	0.07968	-0.02381	-0.30146	0.098317	0.215418	-0.68352	0.615579
PC6	0.319888	-0.03333	-0.72729	0.515301	-0.03197	0.202806	-0.24478
PC7	0.528964	-0.79832	0.283644	0.032872	-0.00945	-0.03538	-0.00166



شکل ۹: تصویر رنگی (PC6,PC2,PC5)؛ دولومیت: فیروزه‌ای؛ اکسید آهن: ارغوانی و آهک: زرد

۵- نتیجه‌گیری:

مقایسه نتایج حاصل از پردازش تصاویر LANDSAT-8 و ASTER نشان می‌دهد که تفکیک آهک و دولومیت در تصاویر ASTER بهتر انجام شده است، که علت آن بالاتر بودن قدرت قدرت تفکیک طیفی سنجنده ASTER در محدوده طیفی SWIR می‌باشد.

مقایسه روش‌های نسبت باندی و PCA در تصاویر ASTER و LANDSAT-8 نشان می‌دهد، که در تصاویر ASTER اعمال نسبت باندی $\frac{7+8}{9}$ برای شناسایی آهک و نسبت باندی $\frac{6+8}{7}$ برای بارزسازی دولومیت شتری، بهترین خروجی را داشته است.

استفاده از روش SAM برای طبقه‌بندی آهک‌ها و دولومیت‌ها، تشخیص مرز این دو واحد را با دقت بیشتری نسبت به برداشت زمینی مشخص می‌کند.

مراجع

- [۱] نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ کرمان. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- [2] M. Abrams, S. Hook, & B. Ramachandran, ASTER user handbook, version 2. Jet propulsion laboratory, 4800, 135., 2002
- [3] K. Zanter, LANDSAT-8 users handbook(Version 2.0), USGS, 2016
- [4] C. Gomez, C. Delacourt, P. Allemand, P. Ledru, & R. Wackerle, Using ASTER remote sensing data set for geological mapping, in Namibia. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 30(1), 97-108., 2005
- [5] A. Yarmohammadi, E. Rastad, Z. Akbari, A. Rajabi, Lithological and Structural Mapping Related to Sediment Hosted Zn-Pb Deposits in the Tiran Basin, NW of Esfahan, Iran: Using ASTER and ETM Images Processing. International Geoinformatics Research and Development Journal; Vol. 6, 2015