



## مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی (سال سوم / شماره ۳) پائیز ۱۳۹۱

نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز

آدرس وب سایت: <http://isj.iup.ir/index.aspx?pid=95744&jid=186>



# مقایسه مقایر برآوردی آلبیدوی سطحی به دست آمده از تصاویر لندست و مودیس

میرمسعود خیرخواه زرکش<sup>۱</sup>، عادل محبوبیان<sup>۲\*</sup>، همایون حصادی<sup>۳</sup>

۱. دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۳. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:  
دریافت: ۱۶ مهر ۱۳۹۰  
پذیرش: ۲۰ خرداد ۱۳۹۱  
دسترسی اینترنتی: ۲۰ دی ۱۳۹۱

### واژه‌های کلیدی:

سنجش از دور  
آلبیدو  
لندست  
مودیس

### چکیده

آلبیدو بر اساس الگوریتم سیبل (SEBAL) به دو روش قدیمی و جدید برآورد می‌گردد. در روش جدید که از سال ۲۰۰۴ مورد استفاده قرار گرفت، روند محاسبات براساس مدل‌های تجربی جدید پایه‌گذاری شد. برای تعیین آلبیدوی اجسام روی سطح زمین، در مقیاس وسیع و با در نظر گرفتن توپوگرافی‌های مختلف سطح زمین، امکان اندازه‌گیری زمینی مقادیر آلبیدوی اجسام وجود نداشته، لذا به ناچار از روش‌های سنجش از دور برای استفاده می‌گردد. در این تحقیق آلبیدوی سطحی با استفاده از تصاویر سنجنده لندست (ETM<sup>+</sup>) و مودیس (MODIS) محاسبه شده و اقدام به مقایسه مقادیر برآوردی توسط دو سنجنده در کاربری‌های مختلف اراضی شده است. برای انجام محاسبات مربوط به آلبیدو، از نرم‌افزار ۹.۱ ERDAS Imagine<sup>®</sup> و ۱۰.۱ ArcGIS<sup>®</sup> استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار میانگین آلبیدو در کاربری زراعت فعال، در تصویر لندست و مودیس، به ترتیب مقدار ۰/۱۸۶ و ۰/۳۴۴ را نشان می‌دهد، که کمترین مقدار را بین انواع کاربری‌ها دارا بوده و در کاربری مسیل، مقدار ۰/۲۴۲ را نشان می‌دهد که در بین کاربری‌های ذکر شده بیشترین مقدار می‌باشد. همچنین مقدار آلبیدو در کاربری اراضی زراعی آیش در تصویر لندست و مودیس، به ترتیب دارای مقادیر حداقل ۰/۰۸۸ و ۰/۲۷۴ و نیز ۰/۳۷۴ و ۰/۴۶۴ می‌باشند. با نتایج مقادیر آلبیدوی به دست آمده از کاربری‌های مختلف می‌توان تفاوت انرژی دریافتی خالص در هر یک از سطوح مختلف کاربری اراضی را تعیین نمود که این آیتم به نوبه خود یکی از فاکتورهای تعیین تبخیر و تعرق با استفاده از الگوریتم‌های سنجش از دور می‌باشد.

\*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: [adel.mahboobian@gmail.com](mailto:adel.mahboobian@gmail.com)

## مقدمه

به دست آوردن آلبدو از سطوح ناهمگن ارائه شد. محصولات اندازه‌گیری مستقیم آلبیدوی سطح، با تفکیک ۱ کیلومتر، از سنجنده‌های MODIS و MISR که به ترتیب بر ماهواره‌های ترا و آکوا قرار گرفته‌اند، برآورد شد. این داده‌ها این فرصت را فراهم می‌کنند تا نه تنها تغییرات فصلی توازن انرژی تابشی فرانگری شود، بلکه بررسی اثرات نقصان و برهنه‌سازی زمین بر سامانه اقلیم را امکان‌پذیر می‌سازند.

برای تعیین آلبیدوی اجسام روی سطح زمین، در مقیاس وسیع و با در نظر گرفتن توپوگرافی‌های مختلف سطح زمین، امکان اندازه‌گیری زمینی مقادیر آلبیدوی اجسام وجود نداشته، لذا به ناچار از روش‌های سنجش از دور برای این مورد استفاده می‌گردد (۱۵). با استفاده از مقادیر آلبیدوی به دست آمده از کاربری‌های مختلف، می‌توان تفاوت انرژی دریافتی خالص در هر یک از سطوح مختلف کاربری اراضی را تعیین نمود که این آیتم به نوبه خود یکی از فاکتورهای تعیین تبخیر و تعرق با استفاده از الگوریتم‌های سنجش از دور سیبال (SEBAL) یا متریک (METRIC) می‌باشد (۹، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۳ و ۲۴). مباحثی و همکاران (۲) در برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از تصاویر ماهواره ترا سنجنده مودیس بیان داشت آلبیدوی سطحی را با استفاده از دو روش، یکی استفاده از باندهای ۱ و ۲ (روش قدیمی) و دیگری استفاده از باندهای ۱ تا ۵ و ۷ (روش نوین) تصویر مودیس محاسبه کرد. مقایسه نتایج حاصله با مقادیر موجود در متون مختلف نشان می‌دهد اولاً برآورد آلبیدوی سطحی با استفاده از روش نوین دارای دقت بیشتری بوده و ثانیاً دقت خروجی‌های حاصل از سیبال در حدی است که بتوان با انجام تحقیقات تفصیلی بعدی، به نتایج قابل قبول دست یافت. ثنایی نژاد و همکاران (۱) از تصاویر سنجنده مودیس و الگوریتم سیبال برای برآورد آلبیدوی سطحی و تبخیر و تعرق واقعی در زیر حوضه آبریز مشهد پراختند. براساس نتایج به دست آمده، نواحی با پوشش گیاهی متراکم و دمای پایین دارای مقادیر آلبیدوی سطحی پائین و مقادیر بالای تبخیر و تعرق بوده و مناطق دارای دمای بالا و پوشش گیاهی پراکنده و کم از مقادیر آلبیدوی سطحی پائین و مقدار تبخیر و تعرق کمی برخوردارند.

آپوکو دوا (۲۰) کارایی استفاده از سنجنده مودیس و استر

ساینز (۲۱) به منظور جمع‌آوری داده‌های مکانی، روش‌های مختلفی را ارائه کرد که از آن جمله می‌توان به انواع روش‌های تهیه نقشه شامل نقشه‌برداری زمینی، فتوگرامتری، هیدروگرافی و مشاهدات نجومی اشاره کرد. یکی از روش‌های عمده در جمع‌آوری اطلاعات مکانی، استفاده از روش‌های سنجش از دور می‌باشد. سنجش از دور از مهمترین روش‌های جمع‌آوری داده‌های مکانی است که در آن شرایط و خصوصیات جسم بدون تماس فیزیکی با آن جسم، اندازه‌گیری می‌شود. این تکنیک، دانش پردازش و تفسیر تصاویری است که حاصل ثبت تعامل انرژی الکترومغناطیس و اشیاء می‌باشند. اساس علم سنجش از دور بر ثبت بخشی از انرژی الکترومغناطیسی منعکس شده از سطح جسم می‌باشد که این انرژی بازتابی به عوامل متعددی از جمله خصوصیات فیزیکی جسم و زاویه تابش بستگی دارد و در اصطلاح، آلبیدوی سطحی تعریف می‌شود. آلبیدو نسبتی از تشعشع تابیده شده خورشیدی است که به سطح زمین برخورد کرده و بازتابیده می‌شود. آلبیدو و مقدار آن وابسته به نوع عارضه زمینی، جنس و میزان جذب تشعشع خورشیدی از سوی اجسام بر روی زمین می‌باشد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی می‌شود.

آلبیدو به صورت نسبت تابش الکترومغناطیسی خورشیدی انعکاس یافته از سطح خاک و گیاه بر تابش فرودی تعریف می‌شود (۲۵). آلبیدو و مقدار آن وابسته به نوع عارضه زمینی، جنس و میزان جذب تشعشع خورشیدی از سوی اجسام بر روی زمین می‌باشد (۲۴). هونگ (۱۴) و اسپچف و همکاران (۲۲) اهمیت آلبیدو را به عنوان یک نشانگر از نقصان زمین و همچنین پارامتر فیزیکی مؤثر بر اقلیم دانست که با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در فرانگری آلبدو زمین‌های خشک و نیمه‌خشک روند فزاینده‌ای نشان می‌دهد. نقصان و برهنه‌سازی زمین در نواحی خشک به افزایش آلبدو می‌انجامد که پیامدهای آن بر خاک و الگوهای چرخش پائینی جو بارز است (۱) و (۲). طی تحقیقات متعددی که توسط جکسون و همکاران (۱۵) و لیانگ (۱۷) و لیانگ و همکاران (۱۸) صورت گرفت، با استفاده از باندهای طیفی باریک، روابطی تجربی برای

## مواد و روش‌ها

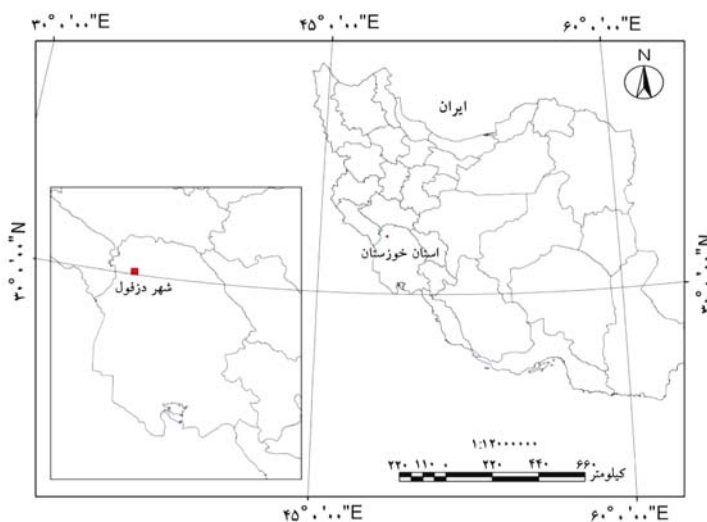
### منطقه مورد مطالعه

با توجه به این‌که بیش از ۹۰٪ کشور ایران در منطقه با رژیم حرارتی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، در این مناطق اهمیت بهره‌برداری بهینه از منابع آب بیشتر از سایر مناطق می‌باشد، لذا منطقه مورد مطالعه با توجه به قرارگیری آن در یکی از این مناطق، دارای کاربری‌های متعدد به صورت مجتمع می‌باشد. محدوده مورد مطالعه در استان خوزستان، در محدوده طول جغرافیایی  $48^{\circ} 18' 09''$  تا  $48^{\circ} 25' 10''$  و عرض جغرافیایی  $32^{\circ} 24' 46''$  تا  $32^{\circ} 29' 59''$  قرار دارد که دارای مساحت  $10569/6$  هکتار می‌باشد. این محدوده مشتمل بر اراضی اطراف شهر دزفول می‌باشد که دارای کاربری‌های متنوعی شامل باغات، اراضی زراعی فعال آبی، اراضی زراعی آیش، مسیل رودخانه با رسوبات قابل تعویض و تکرار، اراضی مرتعی با پوشش گیاهی تنک و اراضی مسکونی شهری و تأسیسات می‌باشد. شکل (۱) موقعیت محدوده مطالعاتی را در کشور نشان می‌دهد.

جهت برآورد تبخیر و تعرق در منطقه ساوانا واقع در غرب آفریقا را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق آلبیدوی سطحی با استفاده از تصاویر این دو سنجنده تعیین گردید. نتایج نشان داد که هر دو سنجنده از قابلیت خوبی برای در برآورد آلبیدوی سطحی جهت تخمین تبخیر و تعرق دارند.

هدف از این مطالعه محاسبه آلبیدوی سطحی با استفاده از تصاویر سنجنده لندست و مودیس در کاربری‌های مختلف اراضی می‌باشد.

سنجنده مورد استفاده در این بررسی، سنجنده مودیس می‌باشد که به دلیل قدرت تفکیک مکانی پایین و در نتیجه مشکل بودن کار با آن، در مقایسه با تصاویر سنجنده لندست در ایران به ندرت از تصاویر آن جهت به دست آوردن برآورد آلبیدوی سطحی استفاده شده است. اما رایگان بودن تصاویر سنجنده لندست و البته دروه تکرار روزانه آن سبب گردیده استفاده از تصاویر این سنجنده در مقیاس منطقه‌ای مفید و مقرون به صرفه باشد. همچنین مقایسه مقادیر آلبیدوی سطحی برآوردی توسط دو سنجنده ذکر شده در کاربری‌های مختلف اراضی می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت محدوده مطالعاتی در کشور و استان

آمار و اطلاعات ایستگاه سینوپتیک دزفول، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷، سنجنده  $ETM^+$  و تراء، سنجنده MODIS و مدل ارتفاع رقومی منطقه استفاده شد. مشخصات زمانی تصاویر مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ آورده شده است.

### روش تحقیق

برای انجام محاسبات مربوط به آلبیدو از نرم‌افزار ERDAS Imagine<sup>®</sup> 9.1 و ArcGIS<sup>®</sup> 10.1 استفاده شد. به منظور انجام محاسبات و تعیین پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه آلبیدو، از

$$E_{out(band)} = \left\langle \alpha + (b - \alpha) \frac{DN}{255} \right\rangle \pi \quad [4]$$

در این رابطه؛  $\alpha$  و  $b$  مقادیر ثابت، DN شماره رقومی پیکسل تصویر ماهواره‌ای، مقادیر  $\alpha$  و  $b$  برحسب وات بر مترمربع در استرادیان در میکرومتر می‌باشند، مقادیر  $G_{SC}$ ،  $\alpha$  و  $b$  برای تصاویر لندست ۷ در جدول ۲ آمده است. سپس قابلیت بازتابش سطح  $\rho_{s,b}$  از رابطه ۵ با توجه قابلیت بازتابش سطح تعیین گردید (۳ و ۴).

$$\rho_{s,b} = \frac{\rho_{t,b} - \rho_{a,b}}{\tau_{in,b} \times \tau_{out,b}} \quad [5]$$

در این رابطه؛  $\rho_{s,b}$  قابلیت بازتابش سطح،  $\rho_{t,b}$  قابلیت بازتابش در بالای اتمسفر (مقدار آن بین صفر و یک متغیر می‌باشد).  $\rho_{a,b}$  بازتابش کاذب ثبت شده در ماهواره که از پراکنش امواج در هوا به وجود آمده‌اند، نه از انعکاس امواج از سطح زمین (مقدار آن بین صفر و یک متغیر می‌باشد)،  $\tau_{in,b}$  گسیلندگی اتمسفری وارد شده به اتمسفر از خورشید به سمت زمین در باند  $b$ ،  $\tau_{out,b}$  گسیلندگی اتمسفری ارسال شده از سطح زمین به داخل اتمسفر در باند  $b$ . در رابطه ۵، قابلیت بازتابش در بالای اتمسفر معلوم بوده، بازتابش کاذب نیز توسط جدول ۳ که آن در سال ۲۰۰۵ ارائه کرد، قابل محاسبه گردید. گسیلندگی اتمسفری وارد شده به اتمسفر و خارج شده از آن به ترتیب توسط روابط ۶ و ۹ قابل محاسبه خواهند بود (۶ و ۱۹).

$$\tau_{in,b} = C_1 \exp \left[ \frac{C_2 P_{air}}{K_1 \cos \theta_h} - \frac{C_3 W + C_4}{\cos \theta_h} \right] + C_5 \quad [6]$$

در این رابطه،  $C_1$  تا  $C_5$  ضرایبی هستند که مقادیر آنها در جدول ۳ درج گردیده است،  $P_{air}$  فشار اتمسفر (کیلو پاسکال)،  $W$  آب قابل بارش (میلی متر)،  $K_1$  ضریب کدر بودن (شفافیت)، که مقدار پیش فرض آن ۱ می‌باشد،  $\cos \theta_h$  زاویه خورشیدی از نقطه نادیر در یک سطح افقی است.  $P_{air}$  از رابطه ۷ تعیین گردید (۴، ۵ و ۶).

$$P_{air} = 101.3 \left( \frac{293 - 0.0065Z}{293} \right)^{5.26} \quad [7]$$

جدول ۱. مشخصات تصاویر مورد استفاده در این تحقیق

| نوع              | مشخصات تصویر   |     |        |
|------------------|----------------|-----|--------|
| تصویر            | ساعت (گرینویچ) | روز | ماه    |
| ETM <sup>+</sup> | ۰۷:۰۷          | ۰۷  | August |
| MODIS            | ۰۷:۳۰          | ۰۷  | August |

روش‌های برآورد این پارامتر در دو تصویر ذکر شده متفاوت بوده که در ابتدا روش برآوردی براساس تصویر ETM<sup>+</sup> توضیح داده می‌شود. برای تعیین این پارامتر با استفاده از تصویر ETM<sup>+</sup>، اقدام به برآورد پارامترهای مختلفی شد. اولین فاکتور مورد نیاز قابلیت بازتابش در بالای اتمسفر،  $\rho_{t,b}$  می‌باشد. برای محاسبه این فاکتور، بازتابندگی برای هر پیکسل در باندهای ۱ تا ۵ و ۷ تصاویر لندست ۷ بر اساس رابطه ۱ محاسبه گردید (۴).

$$\rho_{t,b} = \frac{E_{out(band)}}{E_{in(band)}} \quad [1]$$

در این رابطه؛  $E_{out(band)}$  انرژی خروجی باند که در بالای اتمسفر توسط ماهواره اندازه‌گیری می‌شود،  $E_{in(band)}$  انرژی ورودی باند در بالای اتمسفر. انرژی ورودی براساس مقادیر تئوری برای طول موج‌های متغیر تشعشعات خورشیدی طبق رابطه ۲ محاسبه می‌شود (۴).

$$E_{in(band)} = G_{sc(band)} \times \cos \theta \times dr \quad [2]$$

در این رابطه؛  $G_{sc(band)}$  مقادیر ثابت خورشیدی برای هر باند (وات بر مترمربع بر میکرومتر)،  $\cos \theta$  کسینوس زاویه ورودی تابش خورشید (رادیان)،  $dr$  معکوس فاصله نسبی بین زمین و خورشید است که بدون بعد می‌باشد و مطابق با رابطه ۳ تعیین می‌گردید (۳، ۴، ۵ و ۶).

$$dr = 1 + 0.0033 \times \cos \left\langle \text{DOY} \frac{2\pi}{365} \right\rangle \quad [3]$$

در این رابطه؛ DOY شماره روز ژولینی از ابتدای سال میلادی می‌باشد، واحد عبارت داخل پرانتز رادیان می‌باشد. مقادیر  $dr$  بین ۰/۹۷ تا ۱/۳۰ قرار دارد. انرژی خروجی از رابطه ۴ تعیین گردید (۳ و ۴).

۳ مقادیر ضرایب  $C_1$  تا  $C_5$  و نیز  $\rho_{a,b}$  برای باندهای مختلف ارائه شده است (۱۶). در آخرین مرحله، بازتابش سطح با استفاده از رابطه ۹ تعیین گردید (۳ و ۴).

$$\alpha = \sum_{b=1}^7 [p_{s,b} W_b] \quad [9]$$

در این رابطه؛  $W_b$  ضریب وزنی که بخشی از تمام انرژی خورشیدی را در نظر می‌گیرد که جمع آن برای ۶ باند مقدار یک خواهد شد. مقدار این عامل برای باندهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است.

در این رابطه؛  $Z =$  ارتفاع از سطح دریا (متر)،  $W$  از اطلاعات رادیوسوند و یا از سایت ناسا قابل دریافت است (میلی‌متر). گسیلندگی اتمسفری ارسال شده از سطح زمین به داخل اتمسفر نیز از رابطه ۸ محاسبه گردید (۱۳ و ۱۹).

$$\tau_{out,b} = C_1 \exp \left[ \frac{C_2 P_{air}}{K_t} - \frac{C_3 W + C_4}{1} \right] + C_5 \quad [8]$$

در این رابطه؛  $C_1$  تا  $C_5$  ضرایبی هستند که مقادیر آنها در جدول ۳ درج گردیده است،  $P_{air}$  فشار اتمسفر (کیلوپاسکال)،  $W$  آب قابل بارش (میلی‌متر)،  $K_t$  ضریب کدر بودن (شفافیت)، که مقدار پیش فرض آن ۱ می‌باشد. در جدول

جدول ۲. مقادیر  $G_{sc}$  و  $\alpha$  و  $b$  برای باندهای لندست ۷

| ضرایب    | باند ۱ | باند ۲ | باند ۳ | باند ۴ | باند ۵ | باند ۷ |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $G_{sc}$ | ۱۹۷۰   | ۱۸۴۳   | ۱۵۵۵   | ۱۰۴۷   | ۲۲۷/۱  | ۸۰/۵۳  |
| $\alpha$ | -۶/۲   | -۶/۴   | -۵     | -۵/۱   | -۱     | -۰/۳۵  |
| $b$      | ۱۹۱/۶  | ۱۹۶/۵  | ۱۵۲/۹  | ۱۵۷/۴  | ۳۱/۰۶  | ۱۰/۸   |

جدول ۳. مقادیر مورد استفاده در تعیین آلبیدو در تصاویر ماهواره لندست

| پارامترها | باند ۱   | باند ۲    | باند ۳   | باند ۴    | باند ۵   | باند ۷   |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| $C_1$     | ۰/۹۸۷    | ۲/۳۱۹     | ۰/۹۵۱    | ۰/۳۷۵     | ۰/۲۳۴    | ۰/۳۶۵    |
| $C_2$     | -۰/۰۰۰۷۱ | -۰/۰۰۰۱۶  | -۰/۰۰۰۳۳ | -۰/۰۰۰۴۸  | -۰/۰۰۱۰۱ | -۰/۰۰۰۹۷ |
| $C_3$     | ۰/۰۰۰۰۳۶ | ۰/۰۰۰۰۱۰۵ | ۰/۰۰۰۰۲۸ | ۰/۰۰۰۵۰۱۸ | ۰/۰۰۴۳۳۶ | ۰/۰۰۴۲۹۶ |
| $C_4$     | ۰/۰۸۸    | ۰/۰۴۳۷    | ۰/۰۸۷۵   | ۰/۱۳۵۵    | ۰/۰۵۶    | ۰/۰۱۵۵   |
| $C_5$     | ۰/۰۷۸۹   | -۱/۲۶۹۷   | ۰/۱۰۱۴   | ۰/۶۶۲۱    | ۰/۷۷۵۷   | ۰/۶۳۹    |
| $P_{a,b}$ | ۰/۰۷۲۶   | ۰/۰۵۹۷    | ۰/۰۳۴۴   | ۰/۰۱۹۳    | ۰/۰۱۸    | ۰/۰۱۵۲   |

جدول ۴. مقادیر  $W_b$  برای باندهای مختلف تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۷

| پارامتر | باند ۱ | باند ۲ | باند ۳ | باند ۴ | باند ۵ | باند ۷ |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $W_b$   | ۰/۲۵۴  | ۰/۱۴۹  | ۰/۱۴۷  | ۰/۳۱۱  | ۰/۱۰۲  | ۰/۰۳۶  |

دست آمد (۱۳).

[۱۰]

$R_{band} = \text{Reflectance Scale} \times (\text{DN} - \text{Reflectance Offset})$

سپس اقدام به تعیین آلبیدوی سطحی بر اساس تصویر مودیس شد. در این تصویر از باندهای ۱ تا ۷ برای محاسبات مربوط به آلبیدو استفاده شد که آلبیدوی سطحی طبق مراحل زیر محاسبه گردید. بازتابندگی باندها  $R_{band}$  از رابطه ۱۰ به

بین ۰/۰۲۵ تا ۰/۰۴ متغیر است که باستینسن و همکاران (۸) مقدار ۰/۰۳ را پیشنهاد کردند،  $\tau_{sw}^2 =$  قابلیت انتقال دوطرفه می‌باشد و بدون بعد است. مقدار عمومی برای قابلیت انتقال یک طرفه در آسمان صاف و شرایط نسبتاً خشک اتمسفری برابر بر اساس رابطه ۱۳ محاسبه گردید (۱۱).

$$\tau_{sw} = 0.75 + 2 \times 10^{-5} \times Z \quad [13]$$

در این رابطه؛ Z ارتفاع از سطح دریا (متر).

در این رابطه؛ DN = درجه روشنایی تصویر و ضرایب Reflectance Scale و Reflectance Offsets باندهای ۱ تا ۷ در جدول ۵ ذکر شده است. آلبیدوی بالای اتمسفر  $R_{band}$  از رابطه ۱۱ محاسبه گردید (۲۵).

$$\alpha_{toa} = \sum (C_{band} \times R_{band}) \quad [11]$$

در این رابطه؛  $R_{band}$  بازتابندگی هر باند و  $C_{band}$  ضریب وزنی هر باند می‌باشد که مقادیر مربوط به هر باند در جدول ۶ آمده است. آلبیدوی سطح از رابطه ۱۲ تعیین گردید (۱۹).

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{path-radiance}}{\tau_{sw}^2} \quad [12]$$

در این رابطه؛  $\alpha_{path-radiance}$  = آلبیدوی مسیر است که معمولاً

جدول ۵. مقادیر Reflectance Offset و Reflectance Scale برای باندهای ۱ تا ۷ سنجنده مودیس

| باند | Reflectance Scale | Reflectance Offset |
|------|-------------------|--------------------|
| ۱    | ۰/۰۰۰۰۵۵۰۳۳۵      | ۳۱۶/۹۷۲            |
| ۲    | ۰/۰۰۰۰۳۴۱۵۰۶      | ۳۱۶/۹۷۲            |
| ۳    | ۰/۰۰۰۰۳۲۲۰۱۹      | ۳۱۶/۹۷۲            |
| ۴    | ۰/۰۰۰۰۳۱۵۰۷۹      | ۳۱۶/۹۷۲            |
| ۵    | ۰/۰۰۰۰۳۶۰۶۱۸      | ۳۱۶/۹۷۲            |
| ۶    | ۰/۰۰۰۰۳۴۵۱۵۹      | ۳۱۶/۹۷۲            |
| ۷    | ۰/۰۰۰۰۲۸۰۴۵۱      | ۳۱۶/۹۷۲            |

جدول ۶. مقادیر مورد استفاده در تعیین آلبیدو در تصاویر ماهواره ترا- سنجنده مودیس

| پارامتر | باند ۱ | باند ۲ | باند ۳ | باند ۴ | باند ۵ | باند ۶ | باند ۷ |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $C_b$   | ۰/۲۶۲  | ۰/۳۹۷  | ۰/۶۷۹  | ۰/۳۴۳  | ۰/۶۸۰  | ۰/۶۳۹  | -۰/۴۶۴ |

## نتایج و بحث

محاسبه آلبیدوی سطحی برای سنجنده  $ETM^+$  و سنجنده MODIS تعیین گردید. در جدول ۷ نتایج مقادیر محاسبه شده حداقل، میانگین و حداکثر آلبیدوی سطحی برای کاربری‌های مختلف با استفاده از تصاویر ذکر شده ارائه گردید. همچنین شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب پراکنش آلبیدوی سطحی را در تصاویر  $ETM^+$  و MODIS نشان می‌دهند. با توجه به جدول

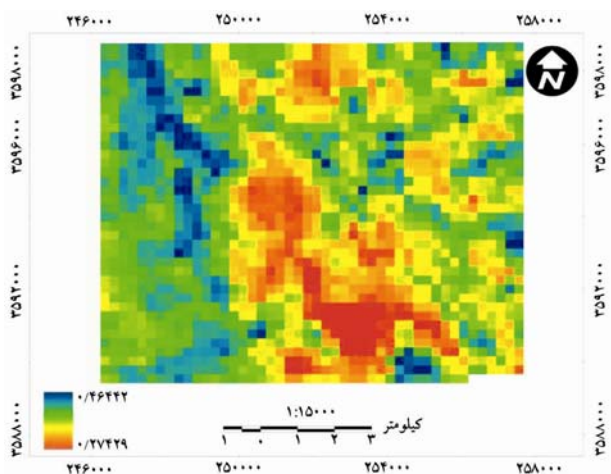
۷، مقدار میانگین آلبیدو در تصویر  $ETM^+$ ، در کاربری زراعت فعال مقدار ۰/۱۸۶ را نشان می‌دهد که کمترین مقدار را بین انواع کاربری‌ها دارا می‌باشد و در کاربری مسیل، مقدار ۰/۲۴۲ را دارا بوده که در بین کاربری‌های ذکر شده بیشترین مقدار می‌باشد. علت این امر را می‌توان به این موضوع اختصاص داد که در زراعت فعال وجود پوشش گیاهی متراکم نسبت به سایر کاربری‌ها، موجب جذب بیشتر طیف الکترومغناطیس در

حاصل برآیند انعکاس طیف الکترومغناطیس بازتابیده از عوارض مختلف موجود در سطح زمین می‌باشد، درحالی که قدرت تفکیک مکانی سنجنده، موجب ایجاد یک آلبیدوی واحد از سطوحی متناسب با توان تفکیک سنجنده می‌شود که در آن کاربری‌های مختلف وجود دارد. مقادیر موجود در جدول ۷ مربوط به تصویر MODIS نیز نتایج مشابه تصویر ETM+ را نشان می‌دهد، با این تفاوت که مقادیر آلبیدوی به دست آمده از تصویر MODIS در مقایسه با مقادیر متناظر آلبیدوی به دست آمده از تصویر ETM+، مقدار عددی بزرگتری را دارا می‌باشد. این تفاوت در مقدار آلبیدو، مربوط به اختلاف در پیکسل سایزهای دو تصویر می‌باشد. شکل ۲ و شکل ۳ این تفاوت در اندازه پیکسل سایز را به وضوح نشان می‌دهد.

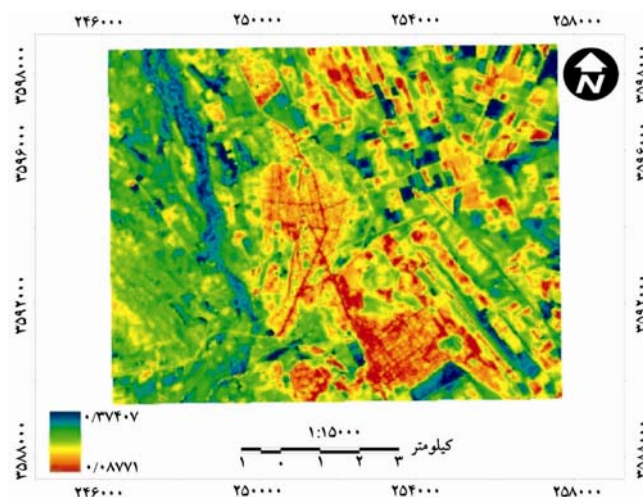
محدوده طیف مرئی شده، اما در محدوده کاربری مسیل، به دلیل وجود رسوبات ریزدانه و احیاناً درشت‌دانه‌ای که در اثر حمل توسط جریان آب منتقل شده‌اند، دارای سطح صیقلی بوده که موجب مقدار بیشتر انعکاس این طیف در انواع کاربری‌های تفکیک شده در این ناحیه می‌باشد. بیشترین مقدار آلبیدو ۰/۳۷۴ محاسبه شده که مربوط به اراضی آیش می‌باشد. این اراضی دارای سازند ریزدانه بوده که فاقد پوشش گیاهی است و کمترین مقدار آلبیدو ۰/۰۸۸ را نشان می‌دهد که مربوط به کاربری اراضی زراعی آیش بوده و این مقدار به دلیل عبور جاده آسفالتی از داخل محدوده اراضی آیش می‌باشد که عملاً خارج از محدوده کاربری اراضی زراعی آیش می‌باشد. مقدار برآورد شده میانگین آلبیدو در محدوده شهری ۰/۲۰۱ است. این مقدار حاصل برآیند طیف انعکاس یافته از عوارض مختلف از جمله آسفالت خیابان‌ها، فضای سبز شهری، تأسیسات و ساختمان‌ها و سطوح فلزی می‌باشد. مقادیر برآورد شده در هر پیکسل،

جدول ۷. مقادیر محاسبه شده آلبیدوی سطحی در کاربری‌های مختلف

| کاربری  | زراعت فعال | اراضی شهری | اراضی زراعی آیش | اراضی مرتعی | مسیل  |
|---------|------------|------------|-----------------|-------------|-------|
| حداقل   | ۰/۱۱۴      | ۰/۱۱۲      | ۰/۰۸۸           | ۰/۰۹۸       | ۰/۱۰۵ |
| میانگین | ۰/۱۸۶      | ۰/۲۰۱      | ۰/۲۲۴           | ۰/۲۳۰       | ۰/۲۴۲ |
| حداکثر  | ۰/۲۹۸      | ۰/۳۲۰      | ۰/۳۷۴           | ۰/۳۱۴       | ۰/۳۲۰ |
| حداقل   | ۰/۲۸۰      | ۰/۲۸۰      | ۰/۲۷۴           | ۰/۳۱۲       | ۰/۳۳۸ |
| میانگین | ۰/۳۴۳      | ۰/۳۴۵      | ۰/۳۷۳           | ۰/۳۸۸       | ۰/۴۱۱ |
| حداکثر  | ۰/۴۴۷      | ۰/۴۳۹      | ۰/۴۶۴           | ۰/۴۴۴       | ۰/۴۶۲ |



شکل ۳. پراکنش آلبیدوی سطحی با استفاده از تصویر مودیس



شکل ۲. پراکنش آلبیدوی سطحی با استفاده از تصویر لندست

### منابع مورد استفاده

۱. ثنایی نژاد، س. ح.، س. نوری و س. م. هاشمی نیا. ۱۳۹۰. برآورد تبخیر و تعرق واقعی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه مشهد. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵(۳): ۵۴۷-۵۴۰.
۲. مباشری، م. ر.، ح. خاوریان، پ. ضیائی‌ان و غ. کمالی. ۱۳۸۶. برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از تصاویر ماهواره Terra سنجیده MODIS در منطقه عمومی گرگان. فصلنامه مدرس علوم انسانی. ۱۱(۱): ۱۴۳-۱۲۱.
3. Allen R, Smith M, Perrier A and Pereira L. 1994. An update for the definition of reference evapotranspiration. ICID bulletin, 43(2): 1-34.
4. Allen RG. 1996. Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation. Journal of irrigation and drainage engineering 122(2):97-106.
5. Allen RG, Pereira LS, Raes D and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome 300: 6541.
6. Allen RG. 2005. Allen R. 2005. The need for high-resolution satellite coverage including thermal (surface temperature) for water resources management. University of Idaho, Kimberly, on line document (last visited April, 2006).
7. Allen RG, Tasumi M and Trezza R. 2007. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC)-Model. Journal of irrigation and drainage engineering, 133(4): 380-394.
8. Bastiaanssen W, Menenti M, Feddes R and Holtslag A. 1998. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. Journal of hydrology, 212: 198-212.
9. Bastiaanssen W, Noordman E, Pelgrum H, Davids G, Thoreson B and Allen R. 2005. SEBAL model with remotely sensed data to improve water-resources management under actual field conditions. Journal of irrigation and drainage engineering, 131(1): 85-93.
10. Duffie JA, and Beckman WA. 1980. Solar engineering of thermal processes. NASA STI/Recon Technical Report A 81:16591.
11. FAO. 1998. Crop evapotranspiration- Guidelines for computing crop water requirements- FAO Irrigation and Drainage paper 56. FAO, Roma.
12. Guttman. M. 1988. Determination of land surface spectral reflectance using MeteoSat and NOAA/AVHRR short wave channel data. International Journal of Remote Sensing, 13(12): 2263-2287.
13. Hong Sh, Hendrickx JM and Borchers B. 2005. Effect of scaling transfer between evapotranspiration maps derived from LandSat 7 and MODIS images, Proc. SPIE 5811, Targets and Backgrounds

آبیدو از ۹۰٪ برای برف تازه تا ۲٪ برای آب، مقادیر مختلفی را برای مواد ارائه می‌کند. اقیانوس‌ها و جنگل‌ها دارای آبیدوی پایین می‌باشند، درحالی‌که بیابان‌ها آبیدوی بالایی دارند. برای پوشش‌های گیاهی، این مقدار معمولاً ۰/۲۵ در نظر گرفته می‌شود. اکثر آبیدوی سطوح بین ۰/۱ تا ۰/۴ است. فعالیت‌های انسانی آبیدوی سطوح را تغییر می‌دهد که تعیین این تأثیرات بسیار مشکل می‌باشد. با توجه به اندازه‌گیری‌های به‌عمل آمده، مقدار آبیدو برای اجسام مختلف برآورد شده است که نمونه‌ای از آن در جدول ۸ ارائه گردیده است (۱۲).

جدول ۸. مقادیر برآورد شده آبیدو بر پایه مشاهدات صحرائی

| مقدار آبیدو   | نوع سطح                          |
|---------------|----------------------------------|
| ۰/۸ - ۰/۸۵    | برف تازه                         |
| ۰/۳ - ۰/۷     | برف قدیمی و یخ                   |
| ۰/۰۸ - ۰/۱۴   | خاک سیاه                         |
| ۰/۱۶ - ۰/۲۳   | رس                               |
| ۰/۳۴ - ۰/۴    | شن زرد و سفید                    |
| ۰/۱۸ - ۰/۲۳   | شن خاکستری و سفید                |
| ۰/۱۷ - ۰/۲۳   | مزارع برنج                       |
| ۰/۱۵ - ۰/۲۵   | چمن‌زارها یا چراگاه‌ها           |
| ۰/۱۴ - ۰/۲۲   | مزارع ذرت                        |
| ۰/۱ - ۰/۱۵    | جنگل‌های مخروطی                  |
| ۰/۱۵ - ۰/۲    | جنگل‌های خزان‌کننده              |
| ۰/۰۲۵ - ۰/۳۴۸ | آب، بسته به زاویه ارتفاع خورشیدی |

با مقایسه جدول ۷ که ارقام آبیدوی منتج از این تحقیقی را نشان می‌دهد و همچنین جدول ۸، مشاهده می‌شود که به عنوان مثال، مقدار آبیدو در اراضی زراعی آیش برابر با ۰/۲۲۴ می‌باشد که همین میزان با توجه به بافت خاک و شرایط مشابه، در رس میزان ۰/۲۳ را نشان می‌دهد و نیز با مقایسه مقدار این پارامتر در کاربری مسیل، با توجه به این تحقیق مقدار ۰/۲۴۲ را نشان می‌دهد که همین مقدار در شن خاکستری و سفید که حاصل از جریان رودخانه‌ای می‌باشد، میزان ۰/۲۳ را نشان می‌دهد.







## Comparison of surface albedo estimated from LandSat and MODIS image

M. M. Kheirkhah Zarkesh<sup>1</sup>, A. Mahboubian<sup>2\*</sup>, H. Hesadi<sup>3</sup>

1. Assis. Prof. College of Remote sensing and Geographic Information System, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran

2. MSc. Student. College of Remote sensing and Geographic Information System, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran

3. Faculty Member of Agricultural and Natural Resources Center of Kermanshah Province

### ARTICLE INFO

#### **Article history:**

Received 8 October 2011

Accepted 9 June 2012

Available online 9 January 2013

#### **Keywords:**

Remote sensing

Albedo

LandSat

MODIS

### ABSTRACT

Albedo is determined in new and old method based on SEBAL algorithm. In the new method that has been used since 2004, the extracting albedo was based on the experimental models. To determine the albedo of the object to the surface in large-scale and with consideration of the varied topography at the surface, the measurement of object's albedo was impossible, thus they should use remote sensing methods. In this research, the surface albedo was determined by use of ETM<sup>+</sup> and MODIS images and tries to compare the obtained results from these two devices in various land uses. To determine the abode, we used the following programs, ERDAS<sup>®</sup> 9.1 and ArcGIS<sup>®</sup> 10.1. The result of study shows the average albedo in agricultural land extracted from ETM<sup>+</sup> and MODIS images are 0.186 and 0.344, respectively, that the lowest, between all land use categories the highest albedo belonged to watercourse land use with the 0.242. Furthermore, the minimum albedo in follow agriculture in the ETM<sup>+</sup> and MODIS image was 0.088, 0.274 and 0.374, 0.464 relatively. By determining albedo in different land use, we can determine the difference between net received energy and use it as one of the factors in determining the evapotranspiration with using the METRIC or SEBAL remote sensing algorithm.

\* Corresponding author e-mail address: adel.mahboubian@gmail.com