نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۹، زمستان ۹۹

مقایسه و تخمین سپیدایی سطوح مختلف کاربری اراضی با استفاده از روش سبال و متریک

دریافت مقاله: ۹۷/۱۱/۳ **پذیرش نهایی:** ۹۸/۱/۳۰

صفحات: ۱۷۰-۱۵۷

مهدی اسدی: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی کشاورزی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران[1]
Email: asadimehdi11@yahoo.com
خلیل ولیزاده کامران: دانشیار گروه سنجش از دور دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
Email: tabrizrsgis@gmail.com
محمدباعقیده: دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
Email: mbaaghideh2005@yahoo.com
حامد ادب: استادیار اقلیم شناسی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار ایران.
Email: adabgeo@gmail.com

چکیده

در این پژوهش با استفاده از تصاویر سنجنده لندست مربوط به تاریخ ۲۰۱۵/۰۸/۱۰ و روش‌های سبال و متریک مقادیر سپیدایی سطحی برای کاربری‌های اراضی مختلف در نیمه شمالی استان اردبیل برآورد گردید. همچنین برای انجام محاسبات از نرم‌افزارهای ENVI4.8 و ArcGIS10.3 و برای تعیین نوع کاربری سطوح مختلف از روش طبقه‌بندی الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب کاپای ۸۶/۱۴ درصد و دقت کلی ۹۲/۶۳ درصد استفاده شد. نتایج بیانگر آن بود که سطوح آبی با مقدار میانگین ۰/۰۹۳ و ۰/۱۴۱ به ترتیب در روش‌های سبال و متریک دارای کمترین میزان سپیدایی است. همچنین بر اساس خروجی حاصل از روش‌های سبال و متریک میزان سپیدایی شهرها به ترتیب حدود ۰/۳۱۳ و ۰/۲۷۸ هست که این مقادیر بیشترین میزان سپیدایی در بین سطوح کاربری موردبررسی است. در این بررسی میزان سپیدایی مراتع بین ۰/۱۸۳ تا ۰/۲۶۶ در روش سبال و بین ۰/۲۳۷ تا ۰/۲۶۵ در روش متریک تعیین گردید. در ادامه میزان سپیدایی اراضی کشاورزی ۰/۲۴۰ بر اساس روش سبال و ۰/۲۴۷ بر اساس روش متریک و جنگل ۰/۱۴۱ بر اساس روش سبال و ۰/۲۲۵ بر اساس روش متریک نیز موردبررسی قرار گرفت. درنهایت با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مقادیر سپیدایی بر اساس روش‌های سبال و متریک می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با توجه به اختلاف انرژی دریافتی خالص در سطوح مختلف می‌توان میزان سپیدایی سطوح را برآورد نمود که در تخمین میزان تبخیر و تعرق با استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور بسیار کارآمد است.

کلید واژگان: سپیدایی، سبال، متریک، سنجش‌ازدور، اردبیل.

۱. **نویسنده مسئول:** سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی ۰۹۱۴۲۱۹۰۳۳۸

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

مقدمه

تمام تابش‌هایی که به سطح زمین می‌رسند از نظر حرارتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، زیرا بخشی از آن‌ها از سطح زمین منعکس‌شده و وارد جو می‌گردد که به آن سپیدایی یا زمین‌تاب گفته می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۷: ۶۰). میانگین سپیدایی جهانی برای تابش خورشیدی منعکس‌شده از سیاره زمین ۳۰ درصد است، اما مقدار آن در هر لحظه با توجه به پوشش یخ، برف، ابر، رطوبت خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی تغییر می‌کند (فلاح قالهری، ۱۳۹۰: ۷۸؛ ۱۳۹۳: ۳۹). لذا سپیدایی سطح زمین یکی از پارامترهای کلیدی ژئوفیزیکی است که بودجه انرژی را در فعل و انفعالات بین جو و زمین کنترل می‌نماید (دیکنسون[۱]، ۱۹۸۳: ۳۰۶؛ لیانگ[۲]، ۱۹۹۹: ۷۱۳؛ لیانگ، ۲۰۰۵: ۵۶) و مقادیر آن به‌صورت فصلی بر اساس تغییرات زاویه تابش خورشید، رشد گیاهان و فعالیت‌های انسانی مانند قطع و کاشت درختان، آتش‌سوزی جنگل و غیره تغییر می‌کند (هی و همکاران[۳]، ۲۰۱۲: ۲۸۷). با توجه به اینکه پایش سپیدایی مبنای ارزیابی بسیاری از پارامترهای اقلیمی از جمله تبخیر و تعرق و غیره است، لذا تحقیقات بسیاری در این زمینه در سطح جهان و ایران انجام شده که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود.

لی و گرند[۴] (۱۹۹۴) با استفاده از تصاویر ماهواره نوآ به برآورد میزان سپیدایی نقاط مختلف از فضا پرداختند. بررسی اختلاف ماه به ماه سپیدایی برای نقاط خاص ۲/۵×۲/۵ درجه نشان می‌دهد که خطای تصادفی مطلق در تخمین‌های ماهانه کمتر از ۰/۱ است، بنابراین می‌توان تنوع فصلی سپیدایی سطحی که بیش از ۰/۱ باشد را شناسایی نمود. وانگ و همکاران (۲۰۱۵) به تخمین میانگین روزانه سپیدایی سطحی با استفاده از تصاویر مودیس پرداختند. بر اساس این پژوهش میزان RMSE روزانه سپیدایی بر پایه روش LUT[۵] برای شرایط بدون برف ۰/۰۳۳ تعیین گردید. شارما و همکاران[۶] (۲۰۱۷) تأثیر افزایش سپیدایی سطحی را در خنک‌سازی آب و هوای منطقه‌ای هند مورد بررسی قرار دادند. با توجه به خروجی‌های مدل WRF مشخص گردید که استفاده از سقف‌های خنک کننده در هند می‌تواند گرمایش ناشی از افزایش گاز دی‌اکسید کربن را تا ۵ درصد کاهش دهد. هی و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از روش تخمین مستقیم و داده‌های ماهواره‌ای لندست شامل سنجنده‌های TM، ETM +، MMS و OLI به ارزیابی سپیدایی سطحی پرداختند. نتایج اعتبارسنجی بر روی انواع مختلف پوشش زمین و مناطق آب و هوایی نشان داد که میزان RMSE روش تخمین مستقیم در برآورد پوشش برف کمتر از ۰/۰۳۴ است. از دیگر کارها در سطح جهان و داخل کشور می توان به گیگر و همکاران[۷]

۱ . Dickinson

۲ . Liang

۳ . He

۴ . Li & Grand

۵ . look-up Table

۶ . Sharma

۷ . Geiger

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

(۲۰۰۸)؛ پاپادیوید و همکاران[۱] (۲۰۱۷)؛ هوسپانیسین و همکاران[۲] (۲۰۱۷)؛ خیرخواه زرکش و همکاران (۱۳۹۱)؛ اکبرزاده و همکاران (۱۳۹۲)؛ ادب و همکاران (۱۳۹۳)؛ حجازی زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ صفرراد، ۱۳۹۸؛ هاشمی دره بادامی، ۱۳۹۸ و غیره اشاره کرد. در داخل ایران نیز سبزی‌پرور و همکاران (۱۳۹۴) ضریب سپیدایی سطح زمین را با استفاده از تصاویر Level1-G و CDR ماهواره لندست ۷ برآورد نمودند. نتایج نشان داد که سپیدایی برآورد شده پوشش سبز در منطقه مورد مطالعه بین ۰/۲۱ تا ۰/۲۶ متغیر بود و سپیدایی پوشش برف حدود ۰/۶۵ است. یوسفی و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از ضریب سپیدایی سطحی مستخرج از تصاویر لندست ۷ و الگوریتم سبال به برآورد سطح پوشش برف در حوضه آبخیز کشکان پرداختند. نتایج نشان داد ضریب کاپا برای سپیدایی بالاتر از ۴۵ درصد حدود ۸۵ درصد است، بنابراین سپیدایی ۴۵ درصد می‌تواند پوشش برف را تا حد قابل قبولی استخراج کند. لذا با توجه به اهمیت موضوع سپیدایی سطحی در تخمین تبخیر و تعرق به روش سبال و متریک در این پژوهش سعی بر آن شده است که سپیدایی سطوح مختلف بر اساس روش‌های سبال و متریک مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرد.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در این پژوهش نیمه شمالی استان اردبیل شامل شهرستان‌های اردبیل، بیله‌سوار، گرمی، مشکین‌شهر، نمین و پارس‌آباد است. استان اردبیل با مساحتی بالغ بر ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع در شمال غرب ایران قرار گرفته است که حدود ۱/۰۹ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود. این استان از لحاظ جغرافیایی مابین عرض شمالی ۳۷/۴۵ تا ۳۹/۴۲ و طول شرقی ۴۷/۳۰ تا ۴۸/۵۵ از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده و از شمال به جمهوری آذربایجان، از شرق به استان گیلان، از جنوب به استان زنجان و از غرب به استان آذربایجان شرقی محدود شده است. حداکثر و حداقل ارتفاعات در این محدوده بترتیب ۴۷۳۲ و ۴۰ متر از سطح دریا است و مهم‌ترین شهر واقع در این منطقه، شهر اردبیل است شکل(۱).

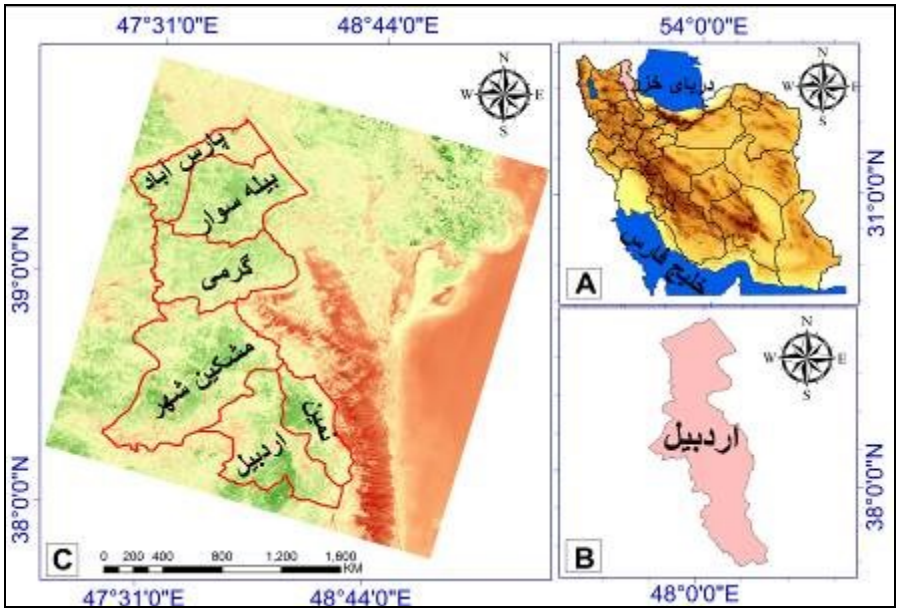
۱ . Papadavid

۲ . Houspanossian

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد بررسی

در پژوهش حاضر سپیدایی کاربری‌های مختلف اراضی از طریق تصاویر لندست ۸ مربوط به تاریخ ۲۰۱۵/۰۸/۱۰ برآورد گردید. همچنین برای انجام محاسبات مربوطه از نرم‌افزارهای ENVI 4.8 و ArcGIS 10.3 استفاده شد. الگوریتم‌های سبال و متریک از روش‌های نسبتاً جدیدی هستند که به برآورد تبخیر و تعرق واقعی گیاه می‌پردازند و برای این کار سپیدایی سطوح مختلف را با روندی محاسباتی تقریباً متفاوت انجام می‌دهند.

محاسبات سپیدایی سطحی در روش سبال

رادیانس طیفی

برای برآورد سپیدایی سطحی از تصاویر ماهواره‌ای ابتدا لازم است که رادیانس طیفی هر تصویر به‌طور جداگانه محاسبه گردد که در هر دو روش یکسان است رابطه(۱).

$$L_\lambda = M_l \times Q_{cal} + A_l$$ رابطه(۱)

که در آن L_λ، رادیانس طیفی برای هر باند برحسب $(w/m^2/sr/\mu m)$، M_l و A_l، ضرایب رادیانس برای هر باند (مستخرج از فایل سرآیند[1]) و Q_{cal}، ارزش عددی باندها یا همان DN است (آلن و همکاران[2]، ۲۰۰۲: ۱۶).

بازتابندگی

1 . Header file

۲ . Allen

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

بازتابندگی سطح به صورت نسبت شار طیفی بازتاب یافته به شار طیفی فرودی تعریف می‌شود. میزان بازتاب با استفاده از رابطه(۲) برای هر باند محاسبه می شود (جهانبخش و همکاران،۱۳۹۰: ۲۵). رابطه(۲) نشان دهنده نحوه محاسبه بازتابندگی سطح در روش سبال است:

$$P\lambda = \frac{\pi * L\lambda}{ESUN\lambda * COS\theta * dr}$$ رابطه(۲)

که در آن $P\lambda$، بازتابندگی بالای جو، $ESUN\lambda$، میانگین تابش فرودی خورشید در بالای جو (مقادیر مستخرج برای تصویر لندست ۸ در جدول(۱) آمده است)، θ، زاویه ارتفاع خورشیدی، dr، معکوس مربع فاصله نسبی زمین تا خورشید است که برای محاسبه فاصله زمین تا خورشید روش سبال از رابطه(۳) استفاده می‌نماید (آلن و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۷).

$$dr = 1 + 0.033 * cos\left[doy\frac{2\pi}{365}\right]$$ رابطه(۳)

که در آن doy، روز ژولینی[1] تصویر است.

جدول(۱). مقادیر محاسبه شده $ESUN_\lambda$ (W/m2/µm) و ω_λ (بدون بعد) برای لندست ۸

مقادیر	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۶	باند ۷
$ESUN_\lambda$	۲۰۱۹/۷	۱۸۶۱	۱۵۶۹/۳	۹۶۰/۴	۲۳۸/۸	۸۰/۵
ω_λ	۰/۳۰۳۷	۰/۲۷۹۸	۰/۲۳۶۰	۰/۱۴۴۴	۰/۰۳۵۹	۰/۰۱۲۱

سپیدایی سطحی

هر یک از روش‌های سبال و متریک برای برآورد میزان سپیدایی رسیده به سطوح مختلف کاربری اراضی، از مراحل و روابط مختلفی استفاده می‌نمایند که در ادامه به‌صورت جداگانه برای هر یک از روش‌های مذکور بیان شده است. میزان سپیدایی بر اساس روش سبال از رابطه(۴) محاسبه می‌شود.

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{path-radiance}}{\tau_{sw}^2}$$ رابطه(۴)

که در آن α_{toa}، سپیدایی بالای جو، $\alpha_{path-radiance}$، سپیدایی معادل تابش مسیر که مقدار آن را به‌طور متوسط باستیانسن (۲۰۰۰) حدود ۰/۰۳ در نظر گرفته است و τ_{sw}، ضریب شفافیت جوی است که از رابطه(۵) محاسبه می‌گردد.

$$\tau_{sw} = 0.75 + 2 * 10^{-5} * Z$$ رابطه(۵)

1 . Julian Day

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

که در آن Z، ارتفاع ایستگاه مورد نظر برحسب متر است ولی در این پژوهش به دلیل مساحت زیاد منطقه از مدل رقومی ارتفاع مربوط به ماهواره استر استفاده گردید. همچنین مقدار سپیدایی بالای جو از رابطه(۶) محاسبه گردید:

$$a_{toa} = \sum(\omega_\lambda * \rho_\lambda)$$ رابطه(۶)

که در آن ω_λ، ضریب وزنی باندهای غیر حرارتی است و از طریق رابطه(۷) محاسبه می‌شود:

$$\omega_\lambda = \frac{ESUN_\lambda}{\sum ESUN_\lambda}$$ رابطه(۷)

ضرایب محاسبه شده مربوط تابش فرودی خورشید در بالای اتمفسر $ESUN_\lambda$ و ω_λ برای تصویر لندست ۸ در جدول(۱) آورده شده است.

محاسبات سپیدایی سطحی در روش متریک

هر یک از روش‌ها برای برآورد میزان سپیدایی رسیده به سطح کاربری‌های مختلف اراضی از مراحل متفاوتی استفاده می‌کنند که در ادامه به مراحل محاسباتی روش متریک برای محاسبه بازتابش سطحی اشاره می‌شود. همچنین با توجه به اینکه محاسبه رادیانس طیفی در هر دو روش یکسان است از ذکر دوباره آن پرهیز گردید.

بازتابندگی

برای محاسبه بازتابندگی هر دو روش از پارامترهای یکسان استفاده می‌نمایند اما روند محاسباتی هر روش جداگانه است، رابطه(۸) نشان دهنده‌ی نحوه محاسبه بازتابندگی در روش متریک است.

$$P_{t,b} = \frac{\pi * L\lambda * d^2}{ESUN\lambda * COS\theta}$$ رابطه(۸)

که در آن $P_{t,b}$، بازتابندگی بالای جو، $ESUN\lambda$، میانگین تابش فرودی خورشید در بالای جو جدول(۱)، $COS\theta$: زاویه ارتفاع خورشیدی، d^2، فاصله نسبی زمین تا خورشید است که برای محاسبه فاصله زمین تا خورشید روش متریک از رابطه(۹) استفاده می‌نماید (دوفی و بکمن[۱]، ۲۰۱۳: ۱۷۹).

$$d^2 = \frac{1}{1+0.033*cos\left[doy\frac{2\pi}{365}\right]}$$ رابطه(۹)

$$a_s = \sum[p_{s,b} * W_b]$$ رابطه(۱۰)

که در آن doy، روز ژولینی تصویر؛ $p_{s,b}$، میزان سپیدایی؛ W_b، ضرایب ثابت عددی هستند که از جدول(۲) استخراج می‌گردد. مقدار $p_{s,b}$ از رابطه(۱۱) به دست می‌آید:

۱ . Duffie and Beckman

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

$$p_{s,b} = \frac{P_{t,b} - P_{a,b}}{\tau_{in,b} * \tau_{out,b}}$$ رابطه(۱۱)

که در آن $P_{a,b}$، بازتابش کاذب ثبت شده در ماهواره، $t_{in,b}$، گسیلندگی ورودی به جو و $t_{out,b}$، گسیلندگی خروجی از جو است. برای محاسبه میزان گسیلندگی ورودی، خروجی و بازتابش کاذب به ترتیب از روابط(۱۴ و ۱۳ و ۱۲) استفاده می‌شود.

$$\tau_{in,b} = C_1 * exp\left[\frac{C_2 * P}{K_t * \cos\theta} - \frac{C_3 * W + C_4}{\cos\theta}\right] * C_5$$ رابطه(۱۲)

$$\tau_{in,b} = C_1 * exp\left[\frac{C_2 * P}{K_t * \cos\eta} - \frac{C_3 * W + C_4}{\cos\eta}\right] * C_5$$ رابطه(۱۳)

$$P_{a,b} = C_b * \left(1 - \tau_{in,b}\right)$$ رابطه(۱۴)

که در آن‌ها C_1، C_2، C_3، C_4، C_5 و C_b ضرایب ثابت بوده و از جدول(۲) استخراج می‌شوند، K_t، عدد ثابت ۱ برای آسمان شفاف و ۰/۵ برای آسمان غیر شفاف است. P، تراکم هوا و W، آب قابل بارش است که مراحل محاسبه آن به آلن و همکاران (۲۰۰۷) رجوع شود.

جدول (۲). مقادیر ثابت برای تعیین سپیدایی سطحی بر اساس روش متریک در ماهواره لندست

منبع: تاسومی و همکاران[۱]، ۲۰۰۷: ۵۵

ضرایب	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	۰/۰۰۰۱۰۵	۰/۰۰۰۲۸	۰/۰۰۵۰۱۸	۰/۰۰۴۳۳۶	۰/۰۰۴۲۹۶
C_4	۰/۰۸۸۰	۰/۰۴۳۷	۰/۰۸۷۵	۰/۱۳۵۵	۰/۰۵۶۰	۰/۰۱۵۵
C_5	۰/۰۷۸۹	-۱/۲۶۹۷	۰/۱۰۱۴	۰/۶۶۲۱	۰/۷۷۵۷	۰/۶۳۹
C_b	۰/۶۴۰	۰/۳۱۰	۰/۲۸۶	۰/۱۸۹	۰/۲۷۴	-۰/۱۸۶
W_b	۰/۲۵۴	۰/۱۴۹	۰/۱۴۷	۰/۳۱۱	۰/۱۰۳	۰/۰۳۶

طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر احتمال

این نوع از طبقه‌بندی با استفاده از فرمول توزیع نرمال چند بعدی، سطوح تصمیم‌گیری را به شکل درجه دوم[۲] تشکیل می‌دهد که در نتیجه این سطوح شکل سهمی، بیضوی و دایره خواهند داشت. این شکل از سطوح تصمیم‌گیری انعطاف بیشتری را در تقسیم‌بندی فضای چند طیفی به دست می‌دهد که باعث تمایز دقیق‌تر کلاس‌ها می‌گردد. علاوه بر بردار میانگین، ماتریس واریانس و کواریانس داده‌ها در این طبقه‌بندی مورد استفاده

۱ . Tasumi

۲ . Quadratic

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

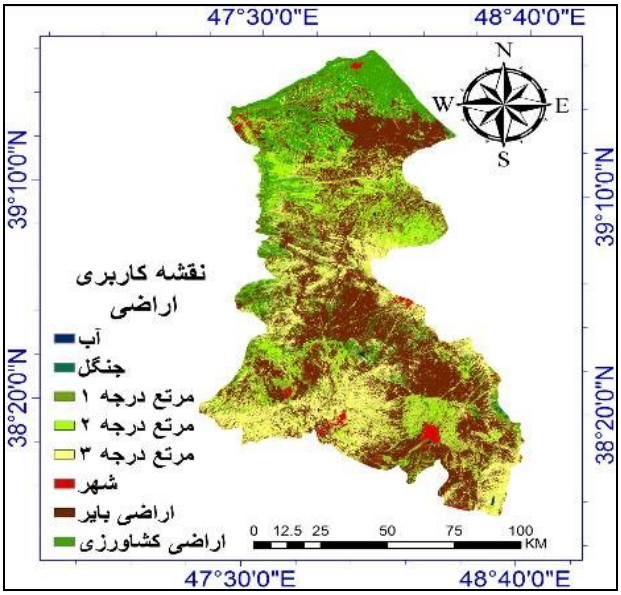
قرار می‌گیرد که باعث می‌شود خصوصیات بیشتری از داده‌ها مورد استفاده قرار گیرد. همین امر دقت طبقه‌بندی را بالا می‌برد (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۴: ۵۲). الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال واریانس و کوواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود که همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند، در حقیقت نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند، بنابراین تا حد امکان بایستی از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده گردد تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره پیوسته قرار گیرد. الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال از رابطه(۱۵) بدست می‌آید (اوتوکی و بالچکه، ۲۰۱۰: ۲۹):

$$D = In(a_c) - [0.5\ln(|cov_c|)] - [0.5(X - M_c)T(cov_c - 1)(X - M_c)]$$ رابطه(۱۵)

که در آن‌ها a_c، احتمال وجود طبقه، X، کلاس‌های طبقه‌بندی، M_c، دادههای آموزشی برای محاسبه میانگین برداری است.

نتایج

در این بخش بعد از پردازش تصاویر و انجام محاسبات بر اساس الگوریتم‌های سبال و متریک جداول(۴ و ۳) برای استخراج سپیدایی سطوح مختلف کاربری ابتدا نقشه کاربری اراضی با روش الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال در منطقه مورد مطالعه در هشت کلاس تهیه گردید شکل(۲).



شکل(۲). نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با روش الگوریتم حداکثر احتمال

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

جدول (۳). میانگین مقادیر رادیانس طیفی و بازتابندگی در باندهای مختلف بر اساس روش‌های سبال و متریک

باندها	سبال		متریک	
	رادیانس طیفی	بازتابندگی	رادیانس طیفی	بازتابندگی
باند ۲	۷۷/۵۸	۰/۱۴۷	۷۷/۵۸	۰/۱۲۴
باند ۳	۷۶/۵۹	۰/۱۵۵	۷۶/۵۹	۰/۱۳۳
باند ۴	۷۶/۹۹	۰/۱۸۵	۷۶/۹۹	۰/۱۵۸
باند ۵	۷۳	۰/۲۶۰	۷۳	۰/۲۴۵
باند ۶	۱۸/۱۱	۰/۲۹۹	۱۸/۱۱	۰/۲۴۴
باند ۷	۴/۳۴	۰/۵۰۱	۴/۳۴	۰/۱۷۴

جدول (۴). محدوده مقادیر اجرای الگوریتم سبال و متریک

مقادیر	سبال	متریک
مجذور معکوس نسبت فاصله زمین تا خورشید	۰/۹۷۴	۱/۰۲۶
ضریب شفافیت	۰/۷۷۳	۰/۳۵۹
سپیدایی بالای جو	۰/۱۸۵	۰/۱۹۲
سپیدایی سطحی	۰/۲۶۰	۰/۲۵۷
روز ژولینی تصویربرداری	۲۲۲	۲۲۲

بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی در هشت کلاس (سطوح آبی، جنگل، مرتع درجه یک، مرتع درجه دو، مرتع درجه سه، شهر، اراضی بایر و اراضی کشاورزی) با ضریب کاپای ۸۶/۱۴ درصد و دقت کلی ۹۲/۶۳ درصد، مساحت هر یک از کاربری‌های مختلف بر اساس هکتار استخراج گردید که در این بین، کاربری جنگل با مساحت ۱۳۰۳۱۱۸۹/۶۷۱ هکتار کمترین مساحت و اراضی بایر با مساحت ۵۰۲۸۴۱۸۸۷۳/۷۰۷ هکتار بیشترین مساحت را در بین سطوح مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشند. همچنین مراتع و اراضی کشاورزی مورد بررسی به ترتیب درمجموع با مساحتی بالغ بر ۴۹۴۵۹۳۲۰۸۸/۳۵۰ و ۲۰۵۹۸۸۸۰۹۹/۸۳۸ هکتار بعد اراضی بایر جایگاه دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند که نشان از حاصلخیزی منطقه مورد مطالعه است جدول(۵).

جدول (۵). مساحت کاربری‌های مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه بر اساس روش الگوریتم حداکثر احتمال

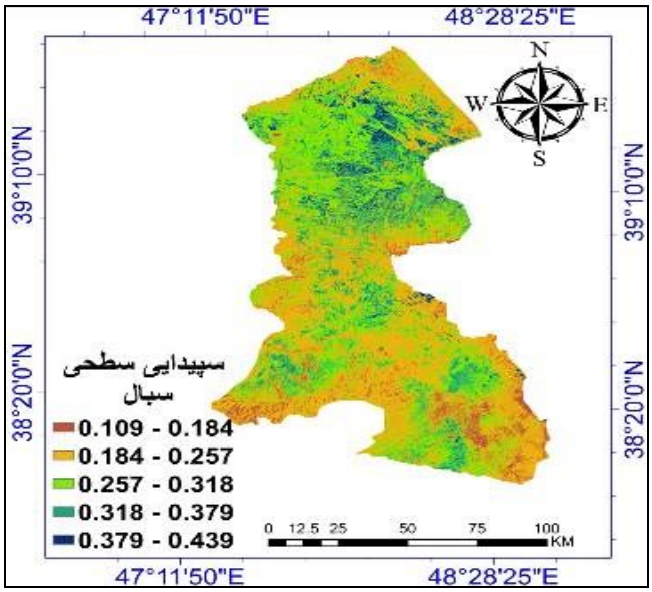
نوع کاربری	مساحت (هکتار)	ضریب کاپا	دقت طبقه‌بندی
سطوح آبی	۲۱۱۹۷۹۱۶/۲۰۷	۸۶/۱۴ درصد	۹۲/۶۳ درصد
جنگل	۱۳۰۳۱۱۸۹/۶۷۱		
مرتع درجه یک	۱۶۹۴۳۹۴۱۷/۱۰۶		
مرتع درجه دو	۲۰۰۴۶۰۶۸۶۴/۰۶۴		
مرتع درجه سه	۲۷۷۱۸۸۵۸۰۷/۱۸۰		
شهر	۳۰۸۵۰۴۱۶۵/۱۷۰		
اراضی بایر	۵۰۲۸۴۱۸۸۷۳/۷۰۷		
اراضی کشاورزی	۲۰۵۹۸۸۸۰۹۹/۸۳۸		

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

در نهایت با توجه به نقشه کاربری اراضی سطوح مختلف مقادیر سپیدایی سطحی بر اساس روش‌های سبال و متریک برای هر یک از کاربری‌ها به‌صورت جداگانه استخراج و محاسبه گردید اشکال(۴ و ۳) که در این بین سطوح آبی با مقدار میانگین ۰/۰۹۳ و ۰/۱۴۱ به ترتیب در روش‌های سبال و متریک دارای کمترین میزان سپیدایی است. همچنین اراضی شهری با مقدار میانگین ۰/۳۱۳ و ۰/۲۷۸ به ترتیب در روش‌های سبال و متریک دارای بیشترین میزان سپیدایی است جدول(۶).

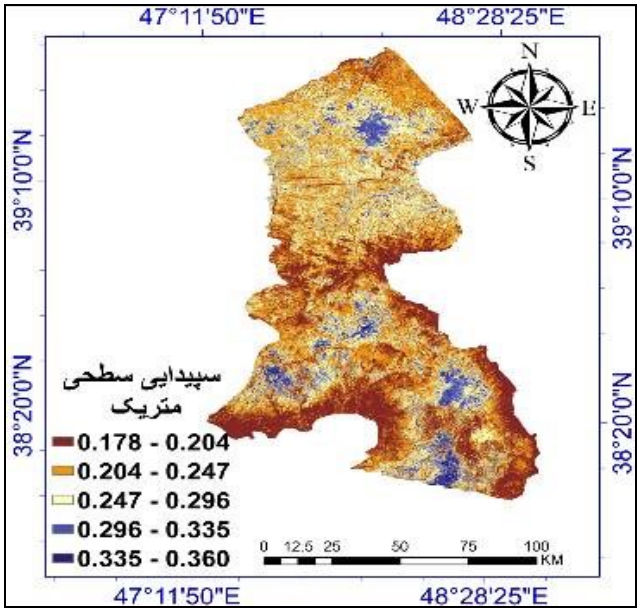
جدول (۶). مقادیر میانگین سپیدایی به دست آمده برای سطوح مختلف با استفاده از روش‌های سبال و متریک

مدل	سطوح آبی	جنگل	مرتع درجه یک	مرتع درجه دو	مرتع درجه سه	شهر	اراضی بایر	اراضی کشاورزی
سبال	۰/۰۹۳	۰/۱۴۱	۰/۱۸۳	۰/۲۶۶	۰/۲۲۲	۰/۳۱۳	۰/۲۸۹	۰/۲۴۰
متریک	۰/۱۴۱	۰/۲۲۵	۰/۲۳۸	۰/۲۶۵	۰/۲۳۷	۰/۲۷۸	۰/۲۶۹	۰/۲۴۷



شکل(۳). پراکنش سپیدایی سطحی به روش سبال

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]



شکل (۴). پراکنش سپیدایی سطحی به روش متریک

نتیجه‌گیری

از آنجا که تمام پدیده‌های موجود در طبیعت در حالت طبیعی سپیدایی مخصوص خود را دارا می‌باشند، لذا برای آشکارسازی میزان سپیدایی سطحی یا انعکاس هر یک از آن‌ها از قابلیت سنجش از دور یا بعبارتی از روش‌های سبال، متریک و تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ در ۳۰ متری که شامل باندهای مادون قرمز و مرئی بود استفاده گردید. در ادامه برای آشکارسازی سپیدایی سطوح مختلف کاربری اراضی، نقشه کاربری اراضی در هشت کلاس با ضریب کاپای ۸۶/۱۴ درصد و دقت کلی ۹۲/۶۳ درصد، تهیه گردید و مساحت هر کدام به ترتیب زیر بر اساس هکتار استخراج گردید که در این بین، کاربری جنگل با مساحت ۱۳۰۳۱۱۸۹/۶۷۱ هکتار کمترین مساحت و اراضی بایر با مساحت ۵۰۲۸۴۱۸۸۷۳/۷۰۷ هکتار بیشترین مساحت را در بین سطوح مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشند. همچنین مراتع (شامل مراتع درجه یک (مراتع غنی)، درجه دو (مراتع متوسط) و درجه سه (مراتع فقیر) به ترتیب با مساحت‌هایی برابر با ۱۶۹۴۳۹۴۱۷/۱۰۶، ۲۰۰۴۶۰۶۸۶۴/۰۶۴، ۲۷۷۱۸۸۵۸۰۷/۱۸۰) و اراضی کشاورزی مورد بررسی به ترتیب در مجموع با مساحتی بالغ بر ۴۹۴۵۹۳۲۰۸۸/۳۵۰ و ۲۰۵۹۸۸۸۰۹۹/۸۳۸ هکتار بعد اراضی بایر جایگاه دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند که نشان از حاصلخیزی منطقه مورد مطالعه است. در پایان بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی و نقشه سپیدایی منطقه مورد مطالعه بر اساس روش‌های سبال و متریک نتایج بیانگر آن بود که سطوح آبی با مقدار میانگین ۰/۰۹۳ و ۰/۱۴۱ به ترتیب در روش‌های سبال و متریک دارای کمترین میزان سپیدایی و میزان سپیدایی شهرها به ترتیب در روش‌های سبال و متریک حدود ۰/۳۱۳ و ۰/۲۷۸ است که این مقادیر بیشترین میزان سپیدایی در بین سطوح کاربری مورد بررسی است. همچنین در این بررسی میزان سپیدایی مراتع درجه یک ۰/۱۸۳ در روش سبال و ۰/۲۳۸ در روش متریک، مراتع درجه دو ۰/۲۶۶ در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

روش سبال و ۰/۲۶۵ در روش متریک و مراتع درجه سه ۰/۲۲۲ در روش سبال و ۰/۲۳۷ در روش متریک تعیین گردید. در ادامه میزان سپیدایی اراضی کشاورزی (۰/۲۴۰ بر اساس روش سبال و ۰/۲۴۷ بر اساس روش متریک) و جنگل (۰/۱۴۱ بر اساس روش سبال و ۰/۲۲۵ بر اساس روش متریک) نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از پژوهش حاضر با پژوهش یوسفی و همکاران (۱۳۹۷) که با استفاده از ضریب سپیدایی سطحی مستخرج از روش سبال، در منطقه کشکان، میزان حداقل و حداکثر سپیدایی در منطقه مورد مطالعه را بترتیب بین ۰/۰۵ تا ۰/۹۵ (مقادیر سپیدایی بالاتر از ۰/۴۵ برای پوشش برف است) بیان کردند، همخوانی دارد. مقادیر حداقل و حداکثر سپیدایی در پژوهش حاضر برای روش سبال ۰/۱۰۹ تا ۰/۴۳۹ و روش متریک ۰/۱۷۸ تا ۰/۳۶۰ است. خیرخواه زرکش و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از روش متریک به مقایسه سپیدایی به دست آمده از تصاویر لندست و مودیس پرداختند که در آن مقادیر حداقل و حداکثر بدست آمده سپیدایی سطحی از تصاویر لندست بترتیب بین ۰/۰۸۷ تا ۰/۳۷۴ و تصاویر مودیس ۰/۲۷۴ تا ۰/۴۶۴ بیان شد و با پژوهش حاضر تطابق بالایی را دارا است. همچنین آلن و همکاران (۲۰۰۲) ضریب سپیدایی هر یک از سطوح مختلف کاربری اراضی را در آیداهو آمریکا مورد بررسی قرار دادند که در آن میزان سپیدایی سطحی سطوح آبی بسته به زاویه تابش خورشیدی مابین ۰/۰۲۵ تا ۰/۳۴۸، اراضی جنگلی مابین ۰/۱۰ تا ۰/۲۰ و مراتع مابین ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ بیان شد. بنابراین نتایج کار ایشان با پژوهش حاضر که در آن میزان سپیدایی سطوح آبی در روش سبال ۰/۰۹۳ و متریک ۰/۱۴۱، اراضی جنگلی در روش سبال ۰/۱۴۱ و متریک ۰/۲۲۵ و مجموع مراتع که در روش سبال مابین ۰/۱۸۳ تا ۰/۲۶۶و متریک مابین ۰/۲۳۷ تا ۰/۲۶۵ است، همخوانی و تطابق دارد. هر دو روش با توجه به مقایسات انجام شده با نتایج سایر پژوهش‌ها در این زمینه و همچنین کتاب هواشناسی کشاورزی (هیروشی، ۱۹۹۲) که دادههای مرجع سپیدایی در سطوح مختلف در آن اشاره شده از قابلیت خوبی در برآورد سیپیدایی برخوردار هستند و با توجه به این که مقادیر هر دو روش در محدوده مقادیر مرجع اعلام شده در سایر پژوهش‌ها هستند پس می‌توان هر دو روش را با دقت بالا در برآورد سپیدایی مورد استفاده قرار داد. در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده از مقادیر سپیدایی بر اساس روش‌های سبال و متریک می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با توجه به اختلاف انرژی دریافتی خالص در سطوح مختلف، می‌توان میزان سپیدایی سطوح را برآورد نمود که در برآورد میزان تبخیر و تعرق با استفاده از روش‌های سنجش از دور بسیار کارآمد است.

منابع

ادب، حامد؛ امیر احمدی، ابوالقاسم؛ عتباتی، آزاده. (۱۳۹۳). **ارتباط پوشش گیاهی با دما و آلبیدوی سطحی در دوره گرم سال با استفاده از داده‌های مودیس در شمال شرق ایران**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، **۴۶** (۴): ۴۱۹-۴۳۴.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

اکبرزاده، مهدی؛ مباشری، محمدرضا؛ فاطمی، سیدباقر. (۱۳۹۲). **ارزیابی محصولات آلبیدوی ۱۶ روزه مودیس با استفاده از آلبیدوی استر در مناطق نیمه خشک با پوشش همگن**، نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی، **۴** (۱۳ و ۱۴): ۸۵-۹۶.

جهانبخش، سعید؛ زاهدی، مجید؛ ولیزاده کامران خلیل. (۱۳۹۰). **محاسبهٔ دمای سطح زمین با استفاده از روش سبال و درخت تصمیم‌گیری در محیط RS, GIS در بخش مرکزی منطقه مراغه**، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، **۱۶**(۳۸): ۴۲-۱۹.

حجازی‌زاده، زهرا؛ بزمی، نسرین؛ رحیمی، علیرضا، طولایی نژاد، میثم؛ بساک، عاطفه. (۱۳۹۶). **مدلسازی فضایی – زمانی آلبیدو در گستره‌ی ایران زمین**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۷** (۴۷): ۱-۱۷.

خیرخواه زرکش، میر مسعود؛ محبوبیان، عادل؛ حصادی همایون. (۱۳۹۱). **مقایسه مقادیر برآوردی آلبیدوی سطحی بدست آمده از تصاویر لندست و مودیس**، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، **۳** (۳): ۵۹-۴۹.

سبزی‌پرور، علی‌اکبر؛ فخاری‌زاده شیرازی، الهام؛ معروفی، صفر؛ رضایی، یوسف. (۱۳۹۴). **تخمین ضریب آلبیدوی سطح زمین با استفاده از تصاویر Level1-G و CDR ماهواره لندست ۷**، نشریه هواشناسی کشاورزی، **۳** (۲): ۵۴-۴۵.

صفرراد، طاهر؛ منصوری نیا، مهران؛ انتظامی، هیرش. (۱۳۹۸). **بیلان تابش و کاربری اراضی شهری (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۹** (۵۳): ۲۱۷-۲۳۱.

علیزاده، امین. (۱۳۸۷). **اصول هیدرولوژی کاربردی**، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ ۲۴، مشهد، ۸۷۲ صفحه.

فاطمی، سید باقر و رضایی، یوسف. (۱۳۸۴). **مبانی سنجش از دور**، اولین ویرایش، انتشارات آزاده، تهران، ایران.

فلاح قالهری، غلام عباس. (۱۳۹۰). **اصول و مبانی هواشناسی**، انتشارات پژوهشکده اقلیم‌شناسی، چاپ اول، مشهد، ۸۰۶ صفحه.

فلاح قالهری، غلام عباس. (۱۳۹۳). **آب و هوای لایه مرزی**، انتشارات دانشگاه حکیم سبزواری، چاپ اول، سبزوار، ۴۰۳، صفحه.

هاشمی دره بادامی، سیروس؛ درویشی بلورانی، علی؛ علوی پناه، سید کاظم؛ ملکی، محمد؛ بیات، رضا. (۱۳۹۸). **تحلیل تغییرات جزیره حرارتی سطوح شهری در روز و شب با استفاده از محصولات چند زمانه سنجنده مادیس (مطالعه موردی: کلانشهر تهران)**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۹** (۵۲): ۱۲۸-۱۱۳.

یوسفی، حسین؛ کیانی، آرمان؛ حقی‌زاده، علی؛ یاراحمدی، یزدان. (۱۳۹۷). **استفاده از ضریب آلبیدوی سطحی مستخرج از الگوریتم سبال به‌منظور برآورد سطح پوشش برف (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کشکان)**، اکو هیدرولوژی، ۵ (۲): ۶۲۷-۶۳۷.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

Allen, R. G., Tasumi, M., and Trezza, R. (2007). **Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC)—Applications.** J. Irrig. Drain. Eng., 133(4): 395–406.

Allen, R. G., Tasumi, M., Trezza, R., Waters, R., & Bastiaanssen, W. (2002). **SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land).** Advance Training and User's Manual–Idaho Implementation, version, 1: 97 page.

Bastiaanssen, W. G. M. (2000). **SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey.** J. Hydrol., 229: 87–100.

Dickinson, R. E. (1983). **Land surface processes and climate surface albedos and energy balance.** Advances in Geophysics, 25: 305–353.

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). **Solar engineering of thermal processes.** John Wiley & Sons, 910 Page.

Geiger, B., Carrer, D., Franchistéguy, L., Roujean, J. L., & Meurey, C. (2008). **Land surface albedo derived on a daily basis from Meteosat Second Generation observations.** IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 46(11): 3841-3856.

He, T., Liang, S., Wang, D., Cao, Y., Gao, F., Yu, Y., & Feng, M. (2018). **Evaluating land surface albedo estimation from Landsat MSS, TM, ETM+, and OLI data based on the unified direct estimation approach.** Remote Sensing of Environment, 204: 181-196.

He, T., Liang, S., Wang, D., Wu, H., Yu, Y., & Wang, J. (2012). **Estimation of surface albedo and directional reflectance from Moderate Resolution Imaging Spector radiometer (MODIS) observations.** Remote Sensing of Environment, 119: 286-300.

Horiguchi, I. (1992). **Agricultural Meteorology**, Buneidou, Tokyo, Japan

Houspanossian, J., Giménez, R., Jobbágy, E., & Nosetto, M. (2017). **Surface albedo raise in the South American Chaco: Combined effects of deforestation and agricultural changes.** Agricultural and Forest Meteorology, 232: 118-127.

Li, Z., & Garand, L. (1994). **Estimation of surface albedo from space: A parameterization for global application.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 99(D4): 8335-8350.

Liang, S. (2005). **Quantitative remote sensing of land surfaces (Vol. 30).** John Wiley & Sons, 534 p.

Liang, S., Strahler, A. H., & Walthall, C. (1999). **Retrieval of land surface albedo from satellite observations: A simulation study.** Journal of Applied Meteorology, 38(6): 712-725.

Otukei, J. R., & Blaschke, T. (2010). **Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12: 27-31.

Papadavid, G., Neocleous, D., Kountios, G., Markou, M., Michailidis, A., Ragkos, A., & Hadjimitsis, D. (2017). **Using SEBAL to Investigate How Variations in Climate Impact on Crop Evapotranspiration.** Journal of Imaging, 3(3): 30.

Sharma, S., & Kumar, A. K. (2017). **Effect of urban surface albedo enhancement in India on regional climate cooling.** Remote Sensing Applications: Society and Environment, 8: 193-198.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]

Tasumi, M., Allen, R. G., & Trezza, R. (2008). **At-surface reflectance and albedo from satellite for operational calculation of land surface energy balance.** Journal of hydrologic engineering, 13(2): 51-63.

Wang, D., Liang, S., He, T., Yu, Y., Schaaf, C., & Wang, Z. (2015). **Estimating daily mean land surface albedo from MODIS data.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 120(10): 4825-4841.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.9.6]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.157]