

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

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

صفحات: ۱۵۷-۱۷۰

مهندی اسدی: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی کشاورزی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران^۱

Email: asadimehdil1@yahoo.com

خلیل ولیزاده کامران: دانشیار گروه سنجش از دور دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

Email: tabrizrsgis@gmail.com

محمد باععیده: دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

Email: mbaaghiddeh2005@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 متريک مقادیر سپیدایي سطحي برای کاربری‌های اراضی مختلف در نiemeه شمالی استان اردبیل برآورد گردد. همچنین برای انجام محاسبات از نرم‌افزارهای ENVI4.8 و ArcGIS10.3 مختلف از روش طبقه‌بندی الگوريتم 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 متريک دارای کمترین میزان سپیدایي است. همچنین بر اساس خروجی حاصل از روش‌های سبال و متريک میزان سپیدایي شهرها به ترتیب حدود ۰/۳۱۳ و ۰/۲۷۸ هست که این مقادیر بیشترین میزان سپیدایي در بین سطوح کاربری موردنرسی است. در این بررسی میزان سپیدایي مراتع بین ۰/۰۱۸۳ تا ۰/۰۲۶۶ در روش سبال و بین ۰/۰۲۳۷ تا ۰/۰۲۶۵ در روش متريک تعیین گردد. در ادامه میزان سپیدایي اراضی کشاورزی دانشگاه حکیم سبزواری از روش متريک نيز موردنرسی قرار گرفت. در نهايیت با توجه به نتایج به دست آمده از مقادیر سپیدایي بر اساس روش‌های سبال و متريک می‌توان چنین نتيجه‌گيری کرد که با توجه به اختلاف انرژی دریافتی خالص در سطوح مختلف می‌توان میزان سپیدایي سطوح را برآورد نمود که در تخمين میزان تبخیر و تعرق با استفاده از روش‌های سبال از دور بسیار کارآمد است.

کلید واژگان: سپیدایي، سبال، متريک، سنجش از دور، اردبیل.

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

مقدمه

تمام تابش‌هایی که به سطح زمین می‌رسند از نظر حرارتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، زیرا بخشی از آن‌ها از سطح زمین منعکس شده و وارد جو می‌گردد که به آن سپیدایی یا زمین‌تاب گفته می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۷: ۶۰). میانگین سپیدایی جهانی برای تابش خورشیدی منعکس شده از سیاره زمین ۳۰ درصد است، اما مقدار آن در هر لحظه با توجه به پوشش بیخ، برف، ابر، رطوبت خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی تغییر می‌کند (فلاح قاله‌بری، 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، ۱۹۸۳؛ ۳۰۶؛ لیانگ، ۱۹۹۹: ۲۱۳؛ لیانگ، ۲۰۰۵) و مقادیر آن به صورت 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، 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 نوا به برآورد میزان سپیدایی نقاط مختلف از فضا پرداختند. بررسی اختلاف ماه به ماه سپیدایی برای نقاط خاص $2/5 \times 2/5$ 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^۵ LUT 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 سنجنده-های 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 می‌توان به گیگر و همکاران^۷

۱ . Dickinson

۲ . Liang

۳ . He

۴ . Li & Grand

۵ . look-up Table

۶ . Sharma

۷ . Geiger

(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 سبزی پرور 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 ۰/۲۶ تا ۰/۰۱ 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 متريک در اين پژوهش سعی بر آن شده است که سپیدایی سطوح مختلف بر اساس روش‌های سبال و متريک مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرد.

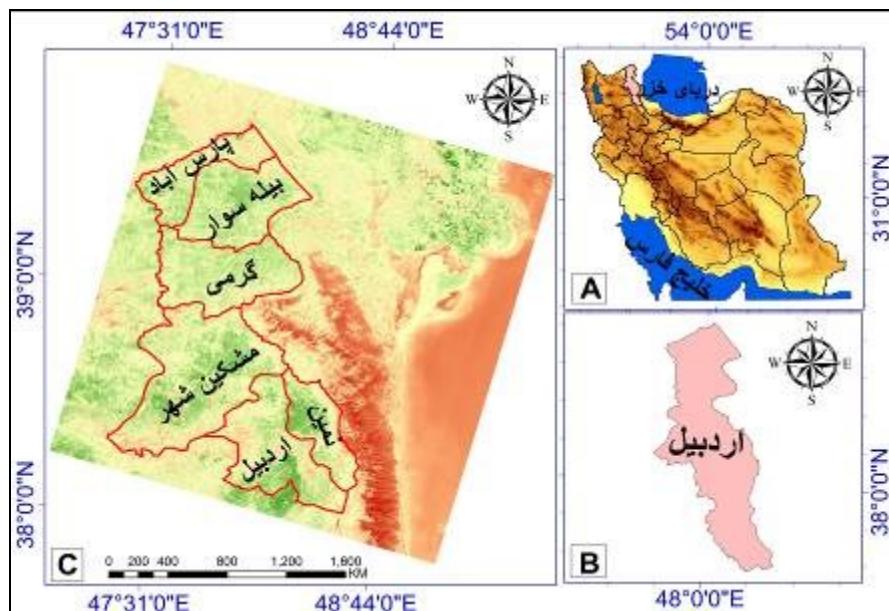
روش تحقیق

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 کیلومتر مربع 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. حداقل 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



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 برآورده شد. همچنین برای انجام محاسبات مربوطه از نرم‌افزارهای ENVI 4.8 و ArcGIS 10.3 استفاده شد. الگوریتم‌های سیال و متريک 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 سیال

رادیانس طیفی

برای برآوردن 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).

$$L_{\lambda} = M_l \times Q_{cal} + A_l \quad (1)$$

که در آن L_{λ} رادیانس طیفی برای هر باند بر حسب $(w/m^2 / sr / \mu m)$ ، M_l و A_l ضرایب رادیانس برای هر باند (مستخرج از فایل سرآیند^۱) و Q_{cal} ، ارزش عددی باندها یا همان DN است (آلن و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۶).

بازتابندگی

۱ . Header file

۲ . Allen

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

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

که در آن $P\lambda$ ، بازتابندگی بالای جو، $ESUN\lambda$ ، میانگین تابش فروودی خورشید در بالای جو (مقادیر مستخراج 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).

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

که در آن doy ، روز ژولینی^۱ تصویر است.

جدول (۱). مقادیر محاسبه شده $ESUN\lambda$ (W/m²/μm) و $\omega\lambda$ (W/m²) برای لندست ۸

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

سپیدایی سطحی

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

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

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

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

۱ . Julian Day

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

$$\alpha_{toa} = \sum (\omega_\lambda * \rho_\lambda) \quad \text{رابطه(۶)}$$

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

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

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

محاسبات سپیدایی سطحی در روش متريک

هر یک از روش‌ها برای برآورد ميزان سپیدایي رسيده به سطح کاربری‌های مختلف اراضی از مراحل مختلف استفاده می‌کنند که در ادامه به مراحل محاسباتی روش متريک برای محاسبه بازتابش سطحی اشاره می‌شود. همچنین با توجه به اينکه محاسبه راديائنس طيفی در هر دو روش يكسان است از ذكر دوباره آن پرهیز گردید.

بازتابندگی

برای محاسبه بازتابندگی هر دو روش از پارامترهای يكسان استفاده می‌نمایند اما روند محاسباتی هر روش جداگانه است، رابطه^(۸) نشان دهنده نحوه محاسبه بازتابندگی در روش متريک است.

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

که در آن $P_{t,b}$ ، بازتابندگی بالای جو، $ESUN_\lambda$ ، ميانگين تابش فروندی خورشید در بالای جو جدول^(۱)، $COS\theta$: زاويه ارتفاع خورشیدی، d^2 : فاصله نسبی زمين تا خورشید است که برای محاسبه فاصله زمين تا خورشید روش متريک از رابطه^(۹) استفاده می‌نماید (دوفي و بكمن، ۱۳: ۲۰-۱۷۹).

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

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

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

$$p_{s,b} = \frac{P_{t,b} - P_{a,b}}{\tau_{in,b} * \tau_{out,b}} \quad (11)$$

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

$$\tau_{in,b} = C_1 * \exp \left[\frac{C_2 * P}{K_t * \cos \theta} - \frac{C_3 * W + C_4}{\cos \theta} \right] * C_5 \quad (12)$$

$$\tau_{in,b} = C_1 * \exp \left[\frac{C_2 * P}{K_t * \cos \eta} - \frac{C_3 * W + C_4}{\cos \eta} \right] * C_5 \quad (13)$$

$$P_{a,b} = C_b * (1 - \tau_{in,b}) \quad (14)$$

که در آنها $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_a$ 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 متربیک در ماهواره لنdest

منبع: تاسومی و همکاران^۱، ۲۰۰۷: ۵۵

ضرایب	باند ۱	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۷
C_1	۰/۹۸۷	۰/۳۱۹	۰/۹۵۱	۰/۳۷۵	۰/۲۳۴	۰/۳۶۵
C_2	۰/۰۰۰۷۱	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۹۷
C_3	۰/۰۰۰۰۳۶	۰/۰۰۰۱۰۵	۰/۰۰۰۲۸	۰/۰۰۰۵۰۱۸	۰/۰۰۰۴۳۳۶	۰/۰۰۰۴۲۹۶
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	۰/۲۱۱	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 دقیق تر کلاس‌ها می‌گردد. علاوه بر بردار میانگین، ماتریس واریانس و کواریانس داده‌ها در این طبقه‌بندی مورد استفاده

۱ . Tasumi

۲ . Quadratic

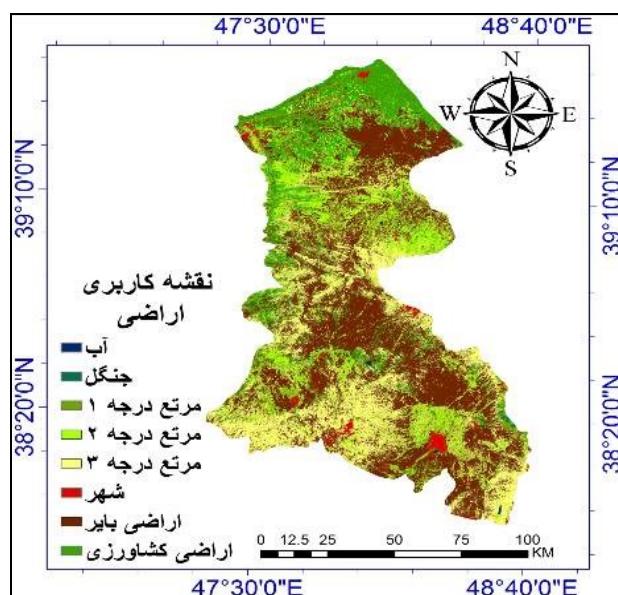
قرار می‌گیرد که باعث می‌شود خصوصیات بیشتری از داده‌ها مورد استفاده قرار گیرد. همین امر دقت طبقه‌بندی را بالا می‌برد (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۴: ۵۲). الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال واریانس و کوواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود که همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند، در حقیقت 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).

$$D = \ln(a_c) - [0.5 \ln(|\text{cov}_c|)] - [0.5(X - M_c)T(\text{cov}_c^{-1})(X - M_c)] \quad \text{رابطه(۱۵)}$$

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 سیال و متريک جداول(۴ و ۳) برای استخراج سپيداي 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

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

متريک	سبال	باندها	
بازتابندگی	رادیانس طیفی	بازتابندگی	رادیانس طیفی
۰/۱۲۴	۷۷/۵۸	۰/۱۴۷	۷۷/۵۸
۰/۱۳۳	۷۶/۵۹	۰/۱۵۵	۷۶/۵۹
۰/۱۵۸	۷۶/۹۹	۰/۱۸۵	۷۶/۹۹
۰/۲۴۵	۷۳	۰/۲۶۰	۷۳
۰/۲۴۴	۱۸/۱۱	۰/۲۹۹	۱۸/۱۱
۰/۱۷۴	۴/۳۴	۰/۵۰۱	۴/۳۴

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

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

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 می‌باشد. همچنین مرتع و اراضی کشاورزی مورد بررسی به ترتیب درمجموع با مساحتی بالغ بر ۲۰۵۹۸۸۸۰۹۹/۸۳۸ و ۴۹۴۵۹۳۲۰۸۸/۳۵۰ هکتار بعد اراضی بایر جایگاه دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند که نشان از حاصلخیزی منطقه مورد مطالعه است جدول (۵).

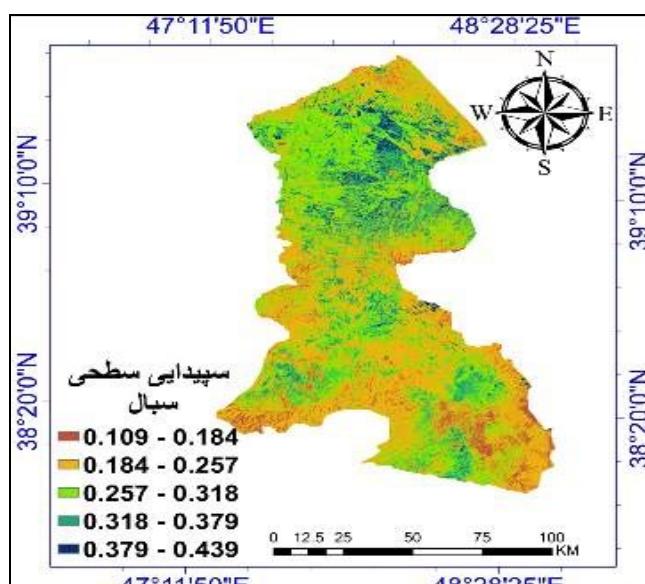
جدول (۵). مساحت کاربری‌های مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه بر اساس روش الگوریتم حداقل احتمال

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		

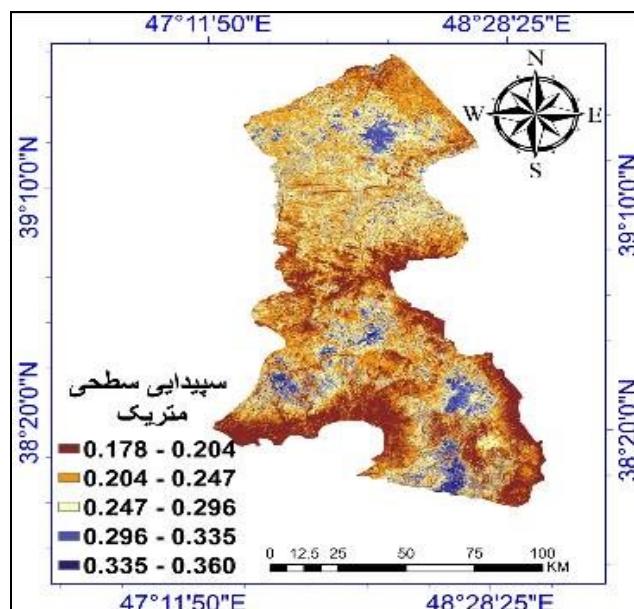
در نهایت با توجه به نقشه کاربری اراضی سطوح مختلف مقادیر سپیدایی سطحی بر اساس روش‌های سبال و متريک برای هر یک از کاربری‌ها به صورت جداگانه استخراج و محاسبه گردید اشکال(۴ و ۳) که در این بین سطوح آبی با مقدار ميانگين ۰/۰۹۳ و ۰/۱۴۱ به ترتیب در روش‌های سبال و متريک دارای كمترین ميزان سپیدایی است. همچنان اراضی شهری با مقدار ميانگين ۰/۳۱۳ و ۰/۲۷۸ به ترتیب در روش‌های سبال و متريک دارای بيشترین ميزان سپیدایی است جدول(۶).

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

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



شكل (۳). پراکنش سپیدایی سطحی به روش سبال



شکل (۴). پرائشن 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 سطح 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 (مراع غنی)، درجه دو (مراع متوسط) و درجه سه (مراع فقیر) به ترتیب با مساحت‌هایی برابر با ۱۶۹۴۳۹۴۱۷/۱۰۶، ۲۰۰۴۶۰۸۶۴/۰۶۴ و ۲۷۷۱۸۸۵۸۰۷/۱۸۰ هکتار) کشاورزی مورد بررسی به ترتیب در مجموع با مساحتی بالغ بر ۴۹۴۵۹۳۲۰۸۸/۳۵۰ و ۲۰۵۹۸۸۰۹۹/۸۳۸ 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

روش سبال و ۰/۲۶۵ در روش متربک و مراتع درجه سه ۰/۲۲۲ در روش سبال و ۰/۲۳۷ در روش متربک تعیین گردید. در ادامه میزان سپیدایی اراضی کشاورزی (۰/۲۴۰) بر اساس روش سبال و ۰/۲۴۷ بر اساس روش متربک) و جنگل (۰/۱۴۱) بر اساس روش سبال و ۰/۲۲۵ بر اساس روش متربک) 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 حدائق 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 حدائق و حداکثر سپیدایی در پژوهش حاضر برای روش سبال ۰/۱۰۹ تا ۰/۴۳۹ و روش متربک ۰/۱۷۸ تا ۰/۳۶۰ است. خیرخواه زرکش و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از روش متربک به مقایسه سپیدایی به دست آمده از تصاویر لندست و مودیس پرداختند که در آن مقادیر حدائق 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 سطحی در روش سبال ۰/۰۹۳ و متربک ۰/۱۴۱، اراضی جنگلی در روش سبال ۰/۱۴۱ و متربک ۰/۲۲۵ و مجموع مراتع که در روش سبال مابین ۰/۱۸۳ تا ۰/۲۶۶ و متربک مابین ۰/۰۲۶۵ تا ۰/۰۲۳۷ است، همخوانی و تطابق دارد. هر دو روش با سپیدایی 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 متربک 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): ۴۳۴-۴۱۹.

اکبرزاده، مهدی؛ مبasherی، 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 (۱۴ و ۱۳): ۸۵-۹۶.

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

حجایی‌زاده، 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 برآورده 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.

صفراذ، 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.

- 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 Spectroradiometer (MODIS) observations.** *Remote Sensing of Environment*, 119: 286-300.
- Horiguchi, I. (1992). **Agricultural Meteorology**, Buneidou, Tokyo, Japan
- Houspanossian, J., Giménez, R., Jobbágy, E., & Noysetto, 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.
- Otupei, 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.

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.