دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست‌وسوم، شماره‌ی ۸۱
بهار ۱۴۰۲، صفحات۵۹-۴۵

DOI:10.52547/GeoSpa.23.1.45

خلیل ولیزاده کامران[۱]
*مهدی اسدی[۲]

برآورد سطح زیر کشت گندم با استفاده از تصاویر ماهواره لند ست ۸ (مطالعه موردی: نیمه شمالی استان اردبیل)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۹

چکیده

با توجه به این‌که استان اردبیل یکی از قطب‌های مهم کشت گندم می‌باشد، تعیین سطح زیر کشت آن در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و سیاسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود و می‌تواند امنیت غذایی کشور را تأمین نماید، اما درگذشته بیش‌تر از روش‌های سنتی مانند اندازه‌گیری میدانی و غیره، برای تعیین سطح زیر کشت محصول استفاده می‌کردند که دارای خطاهای فراوانی بود. لذا در این پژوهش سعی شد تا با استفاده از تصاویر ماهواره لند ست ۸ و استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی (NDVI, SAVI, DVI, GVI, IPVI, RVI)، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCI)، شاخص فاکتور بهینه (OIF) به همراه طبقه‌بندی الگوریتم حداکثر احتمال میزان سطح زیر کشت گندم در منطقه موردمطالعه برآورد گردد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی، بیش از ۹۹ درصد واریانس داده‌ها در سه مؤلفه اصلی تبیین و بهترین ترکیب رنگی مستخرج از شاخص OIF نیز باندهای ۵، ٦ و ۷ با مقدار عددی ۸۳۸۳/۷۳ تعیین گردید. همچنین نتایج نشان داد که میزان سطح زیر کشت گندم در سال زراعی ۹۴-۹۵ در محدوده موردمطالعه به ترتیب با ضریب کاپا و دقت کلی ۰/۸۷ و ۹۵/۲ درصد، حدود ۵۹۲۰۳/۰۷ هکتار است و با آمار جهاد کشاورزی استان اردبیل که حدود ٦۲٤۸۰/۲۱ هکتار می‌باشد ۵/۲٤ درصد یا به عبارتی حدود ۳۲۷۷/۱٤ هکتار اختلاف دارد که به نظر قابل‌قبول می‌رسد. لذا به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که تصاویر لند ست ۸، تحلیل مؤلفه‌های اصلی و شاخص فاکتور بهینه را در تعیین سطح زیر کشت گندم از قابلیت بالایی برخوردارند.

کلیدواژه‌ها: گندم، سطح زیر کشت، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، لند ست، اردبیل.

۱- گروه سنجش از دور، دانشگاه تبریز، ایران.
*۲- دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: Asadimehdi11@yahoo.com

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

مقدمه

به دلیل افزایش جمعیت، تغییر الگوهای غذایی و مصرف بیش‌ازحد مواد غذایی، تقاضای جهانی برای محصولات کشاورزی افزایش‌یافته است (Grundy et al., 2016; Keating et al., 2014; Wheeler and Von Braun, 2012). بااین‌حال تغییر اقلیم جهانی باعث کاهش عملکرد و حتی سطح زیر کشت برخی از محصولات اصلی مانند گندم، جو و برنج شده است (Balkovic et al., 2014; Liu et al., 2014; Vogel and Carletto, 2012). لذا ازآنجاکه گندم یکی از مهم‌ترین منابع غذایی بشر می‌باشد و استان اردبیل مخصوصا دشت مغان نیز یکی از قطب‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی مانند گندم و غیره در سطح کشور می‌باشد، تعیین سطح زیر کشت آن در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و سیاسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود و می‌تواند امنیت غذایی کشور را تأمین نماید. درگذشته بیشتر از روش‌های سنتی مانند اندازه‌گیری میدانی و غیره، برای تعیین سطح زیر کشت محصول استفاده می‌کردند که دارای خطاهای فراوانی مانند دسترسی به برخی مناطق صعب‌العبور، تناقض میان نتایج آمارگیری توسط سازمان‌های مختلف، بی‌دقتی در تنظیم پرسشنامه و پاسخ‌دهی به سؤالات آن، طولانی بودن تواتر یا زمان آمارگیری یا داده‌برداری و غیره بود (Ziaiean et al., 2010) اما با پیشرفت قابلیت‌های سنجش‌ازدور و فراهم آمدن داده‌های بهنگام از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد که در ادامه به چند نمونه از پژوهش‌های انجام‌شده در جهان و ایران در رابطه با سطح زیر کشت محصول اشاره خواهد شد. Ogawa et al (1997) به ارزیابی سطح زیر کشت محصول برنج با استفاده از داده‌های رادار و اپتیک پرداختند. نتایج مطالعات آنان بیانگر این است که به دلیل تفاوت در طیف‌های برنج در فصول رویش، می‌توان با تفاوت گذاشتن بین این طیف‌ها، شالیزارهای برنج را شناسایی کرد. با توجه به مزیت تصاویر رادار که در همه شرایط جوی امکان تصویربرداری آن فراهم است این روش با استفاده از رادار و ترکیب آن با تصاویر لند ست بود. Rudel et al (2009) به ارزیابی شدت تغییرات کشاورزی و سطح زیر کشت محصولات کشاورزی پرداختند. نتایج نشان داد که در دوره مطالعاتی (۱۹۷۰-۲۰۰۵) جمعیت جهان ۷٤ درصد، درآمد سرانه ۸۷ درصد و کل تولید مواد غذایی ۱۲۳ درصد افزایش داشته اما در مقابل سطح زیر کشت ده محصول عمده مانند گندم و جو غیره تنها ۲۵ درصد افزایش داشته است. Kumbhar (2011) به ارزیابی تأثیر شاخص MSP بر روی سطح زیر کشت محصولات کشاورزی مانند برنج، نیشکر و گندم و غیره در هند پرداخت و به این نتیجه رسید که شاخص MSP در برآورد میزان تولید برنج و نیشکر نتایج قابل قبولی را ارائه نمی‌دهد و تنها خروجی آن با میزان سطح زیر کشت گندم و تولید آن معنادار می‌باشد. Khan et al (2016) با استفاده از تصاویر لند ست در سالهای ۲۰۱۳ و ۲۰۱٤ به ارزیابی سطح زیر کشت گندم در پنجاب پاکستان پرداختند. ایشان در این پژوهش مساحت سطح زیر کشت گندم را حدود ٦/۱۳ هکتار برآورد کردند که با نمونه‌های میدانی ۲/۱۵ هکتار اختلاف داشت. Khan et al (2018) با استفاده از تصاویر لند ست و داده‌های Rapid Eye به برآورد سطح زیر کشت گندم زمستانه در پنجاب پاکستان پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که تصاویر لند ست با توجه به سیاست‌های مالکیت زمین برای ارزیابی سطح زیر کشت گندم زمستانه در منطقه پنجاب پاکستان مناسب‌تر است. در داخل کشور

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

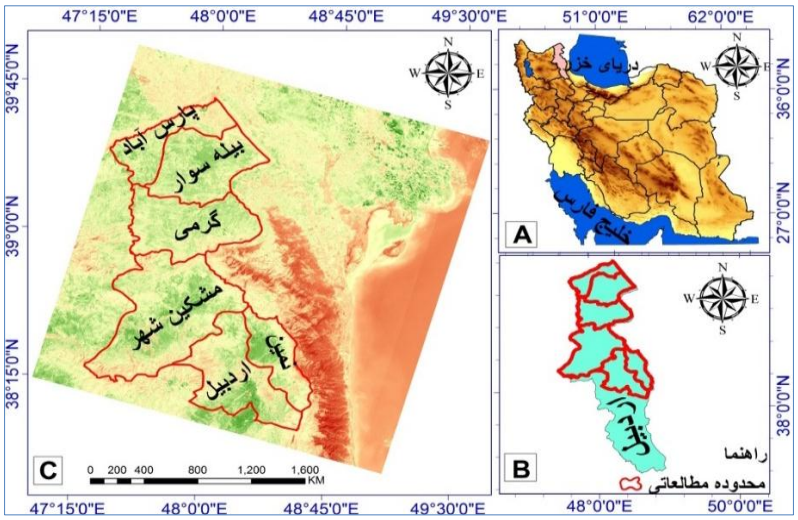
نیز مطالعاتی به‌صورت زیر انجام‌گرفته است که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود: Sanaei Nejad et al (2007) به برآورد سطح زیر کشت گندم در استان خراسان رضوی با استفاده از تصاویر ماهواره TERRA پرداختند. ایشان میزان سطح زیر کشت گندم را در استان خراسان رضوی ۳۱۲٦۸۰ هکتار برآورد نمودند که در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی حدود ۵/٦۵ درصد کمتر بوده است. Abaszadeh et al (2012) به برآورد سطح زیر کشت محصول در استان قزوین با استفاده از تصاویر چند زمانه IRS_LISS III پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده از تصاویر سنجش‌ازدور با داده‌های وزارت جهاد کشاورزی مورد مقایسه قرار گرفت که کاهش ۲۵ درصدی در برآورد مساحت زمین‌های تحت کشت گندم آبی و کاهش ١٤ درصدی در مساحت زمین‌های تحت کشت گندم دیم وجود داشت. Alipour et al (2014) به تخمین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی با استفاده از تصاویر ماهواره لند ست پرداختند. مساحت‌های سطح زیر کشت محاسبه‌شده از نقشه‌های طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی توانست به ترتیب با اختلاف متوسط ١٦/٨ و ١٤/٢ درصد با اطلاعات مساحت‌های موجود در آستان قدس مساحت محصولات را تخمین بزند. Rahimzadegan and Pourgholam (2017) به تعیین سطح زیر کشت گیاه زعفران با استفاده از تصاویر لند ست در شهرستان تربت‌حیدریه پرداختند. ایشان با ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی به این نتیجه رسیدند که سطح زیر کشت زعفران در تربت‌حیدریه ۷۱۱۸ هکتار می‌باشد که در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی خطای ۷/۵ درصدی را نشان می‌دهد. Pourgholam and Rahim-Zadegan (2016) به شناسایی مناطق زیر کشت گیاه جو با استفاده از تصاویر لند ست ۸ در منطقه تربت‌حیدریه پرداختند. ایشان نتایج به‌دست‌آمده با آمارهای ارائه‌شده مربوط به سال زراعی موردمطالعه ۹۲-۹۳ توسط وزارت جهاد کشاورزی مورد مقایسه قراردادند که افزایش ١٤ درصدی در برآورد مساحت زمین‌های تحت کشت جو را نشان می‌داد. Farzadmehr and Tabaki Bajestani (2018) با استفاده از تصاویر لند ست ۸ به برآورد سطح زیر کشت محصول زعفران در تربت‌حیدریه پرداختند. مساحت تخمینی از تصاویر لند ست ۸ برای سطح زیر کشت محصول زعفران در تربت‌حیدریه ۱۹۵۰/٤۵۷۲ هکتار بود که با آمار جهاد کشاورزی یعنی ۲۲۰۰۰ هکتار تفاوت چندانی نداشت. با توجه به موارد مطروحه و ارزش و اهمیت محصول گندم در تأمین امنیت غذایی بشر و قطب بودن استان اردبیل در تولید گندم، هدف این پژوهش برآورد سطح زیر کشت گندم با استفاده از تصاویر ماهواره لند ست ۸ در نیمه شمالی استان اردبیل و تهیه نقشه پراکندگی توزیع گندم در سطح منطقه موردمطالعه است.

منطقه موردمطالعه

منطقه مورد بررسی در این پژوهش نیمه شمالی استان اردبیل شامل شهرستان‌های اردبیل، بیله‌سوار، گرمی، مشکین‌شهر، نمین و پارس‌آباد می‌باشد. استان اردبیل با مساحتی بالغبر ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع در شمال غرب ایران قرارگرفته است که حدود ۱/۰۹ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود. این استان ازلحاظ جغرافیایی مابین عرض شمالی ۳۷/٤۵ تا ۳۹/٤۲ و طول شرقی ٤۷/۳۰ تا ٤۸/۵۵ از نصف‌النهار گرینویچ واقع‌شده و از شمال به جمهوری آذربایجان، از شرق به استان گیلان، از جنوب به استان زنجان و از غرب به استان آذربایجان شرقی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

محدودشده است (شکل ۱). حداکثر و حداقل ارتفاعات در این محدوده به ترتیب ٤٧٣٢ و ۱۱۷۰ متر از سطح دریا است مهم‌ترین شهر واقع در این منطقه، شهر اردبیل می‌باشد.



شکل ۱: محدوده موردمطالعه

Figure 1: Study area

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر از تصویر لند ست ۸ در ردیف ۱٦۷ و سطر ۳۳ به تاریخ ۱۳۹٤/٥/۱۹ استفاده گردید که دلیل این انتخاب هم‌زمانی با دوره کشت و برداشت محصول گندم در منطقه موردنظر می‌باشد. در ادامه برای شناخت مکان‌های کشت محصول گندم در منطقه موردمطالعه به اداره جهاد کشاورزی استان اردبیل مراجعه شد و مکان‌های تقریبی کشت محصول شناسایی شدند. بعد از شناسایی مکان‌های کشت گندم، به پیش‌پردازش و آماده‌سازی تصویر موردنظر برای اعمال شاخص‌های پوشش گیاهی موردنظر (NDVI, SAVI, DVI, GVI, IPVI, RVI) بر روی آن و همچنین تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principle Component Analysis) به همراه تعیین بهترین ترکیب رنگی از شاخص فاکتور بهینه (Optimum Index Factor) اقدام گردید.

رادیانس طیفی و تصحیح اتمسفری

برای استخراج شاخص‌های پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای ابتدا لازم است که رادیانس طیفی هر تصویر به‌طور جداگانه محاسبه گردد (Matkan et al., 2011; Shadmanfar et al., 2021; Asadi et al., 2021)، که عبارت است از انرژی در بالای اتمسفر که توسط سنجنده، مشاهده‌شده است (معادله ۱).

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

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 هدر فایل) و Q_{cal}: ارزش عددی باندها یا همان DN می‌باشد (Asadi and Kamran, 2022- 2023;

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

(Allen et al., 2002). همچنین برای تصحیح اتمسفریک نیز روش Dark subtract مورداستفاده قرار گرفت. در این روش، فرض می‌گردد که تصویر دارای پیکسل‌هایی باارزش صفر می‌باشد. مانند آب‌های عمیق که در باند مادون‌قرمز بازتاب صفر دارند. بنابراین هرگونه بازتاب باند مادون‌قرمز در این مناطق ناشی از اثر پخش اتمسفری خواهد بود (Forughimanesh and Abdollahian, 2014).

شاخص‌های پوشش گیاهی

شاخص‌های گیاهی کاربرد بسیاری را در سنجش دارا می‌باشند و هدف از استخراج هر یک از این شاخص‌ها پیش‌بینی و ارزیابی ویژگی‌های گیاهی مانند خصوصیات تاج پوشش، بیومس، سطح برگ یا درصد پوشش گیاهی است (Asadi et al., 2021; Faizizadeh et al., 2008). این شاخص‌ها در حقیقت یکسری عملیات ریاضی می‌باشند که بین باندها اعمال می‌شوند و برای آشکارسازی مناطق با طیف‌های مختلف بسیار مؤثر هستند. بر این اساس در پژوهش حاضر از باندهای مادون‌قرمز، قرمز و سبز تصاویر لند ست ۸ در محیط نرم‌افزار ENVI 4.8 استفاده و شاخص‌های گیاهی موردنظر استخراج گردیدند (جدول ۱).

جدول ۱- شاخص‌های پوشش گیاهی موردبررسی

Table 1- Investigated vegetation indicators

شاخص	فرمول	مرجع
NDVI	$(B_5 - B_4)/(B_5 + B_4)$	Tucker et al, 1979
SAVI	$[(B_5 - B_4)/(B_5 + B_4 + L)] * (1 + L)$	Huete, 1988
DVI	$(B_5 - B_4)$	Jordan, 1969
GVI	$(B_5 - B_3)/(B_5 + B_3)$	Gitelson et al., 1996
IPVI	$(B_5/B_4) + B_4$	Crippen, 1990
RVI	(B_5/B_4)	Jordan, 1969

تحلیل مؤلفه‌های اصلی

یکی از ارزشمندترین نتایج جبر خطی بررسی مؤلفه‌های اصلی می‌باشد که یک روش ساده و غیر پارامتری استخراج داده، برای مجموعه‌های گیج‌کننده است. درروش تحلیل مؤلفه‌های اصلی یا PCI داده‌ها از فضایی با بعد بالا به فضایی با بعد پایین انتقال داده می‌شود. درواقع تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌منظور کاهش تعداد پارامترها به کار می‌رود تا بررسی ویژگی‌های در بعدهای پایین‌تر ساده‌تر انجام گیرد (Fallah Ghalhari et al., 2016) و معمولاً بیش از ۹۰ درصد اطلاعات تصاویر در ۳ مؤلفه اول متراکم می‌شود (Lillesand et al., 2015). در پژوهش حاضر از تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای تشخیص عوارض سطح زمین و محدوده کشت گیاه گندم و همچنین برای تولید بهترین تصویر رنگی کاذب از شاخص فاکتور بهینه در محیط نرم‌افزار ILWIS 3.8 استفاده گردید. شاخص مذکور یک شاخص آماری بر اساس انحراف معیار و ضریب همبستگی میان باندها می‌باشد که ترکیبات باندی را با بیشترین

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

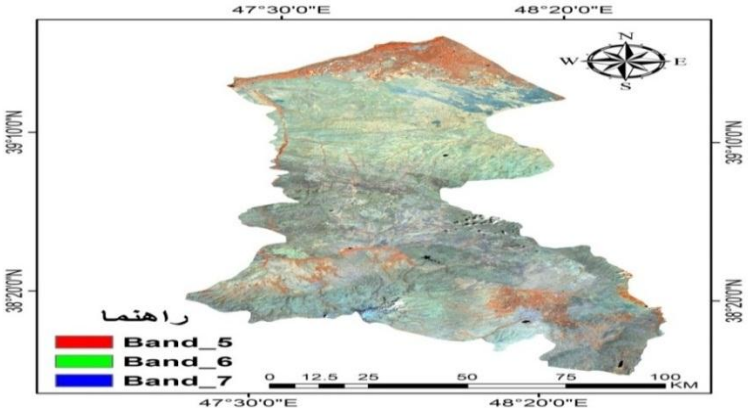
میزان اطلاعات یعنی بزرگ‌ترین میزان همبستگی و پایین‌ترین مجموع انحراف معیار ارائه می‌دهد (Qaid and Basavarajappa, 2008).

طبقه‌بندی الگوریتم حداکثر احتمال

در بین سایر روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال به‌عنوان دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش‌ها می‌باشد (Bolstad and Lillesand, 1991). روش حداکثر احتمال، واریانس و کوواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود که همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردار هستند. در حقیقت نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند. بنابراین تا حد امکان باید از نمونه‌های بیشتری استفاده گردد تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره‌ی پیوسته قرار گیرد. بنابراین شرایط توزیع نرمال درروش حداکثر احتمال اهمیت خاصی دارد (Asadi et al., 2020; Niazi, 2010).

یافته‌ها و بحث

بعد از مراجعه به اداره جهاد کشاورزی استان اردبیل مکان‌های کشت محصول گندم در منطقه موردمطالعه شناسایی شد. سپس به پیش‌پردازش و آماده‌سازی تصویر موردنظر برای اعمال شاخص‌های پوشش گیاهی موردنظر بر روی آن و همچنین تحلیل مؤلفه‌های اصلی به همراه تعیین بهترین ترکیب رنگی از شاخص فاکتور بهینه اقدام گردید. برای تعیین بهترین ترکیب رنگی کاذب از بین باندهای ۱ تا ۷ لند ست ۸ از تحلیل OIF انجام گرفت و بهترین ترکیب رنگی برای تشخیص عوارض و پدیده‌های منطقه موردمطالعه تعیین گردید که اکثر محققان در این زمینه آن را برای تعیین ترکیب رنگی کاذب مطلوب دانستند (Hu et al., 2018; Ma et al., 2010; Patel and Kaushal, 2011). نتایج حاصل از شاخص OIF در جدول (۲) ارائه‌شده است که بر اساس آن باندهای ۵، ٦ و ۷ به‌عنوان بهترین ترکیب با مقدار عددی ۸۳۸۳/۷۳ تعیین شد (شکل ۲).



شکل ۲: بهترین ترکیب باندی ایجادشده بر اساس شاخص OIF

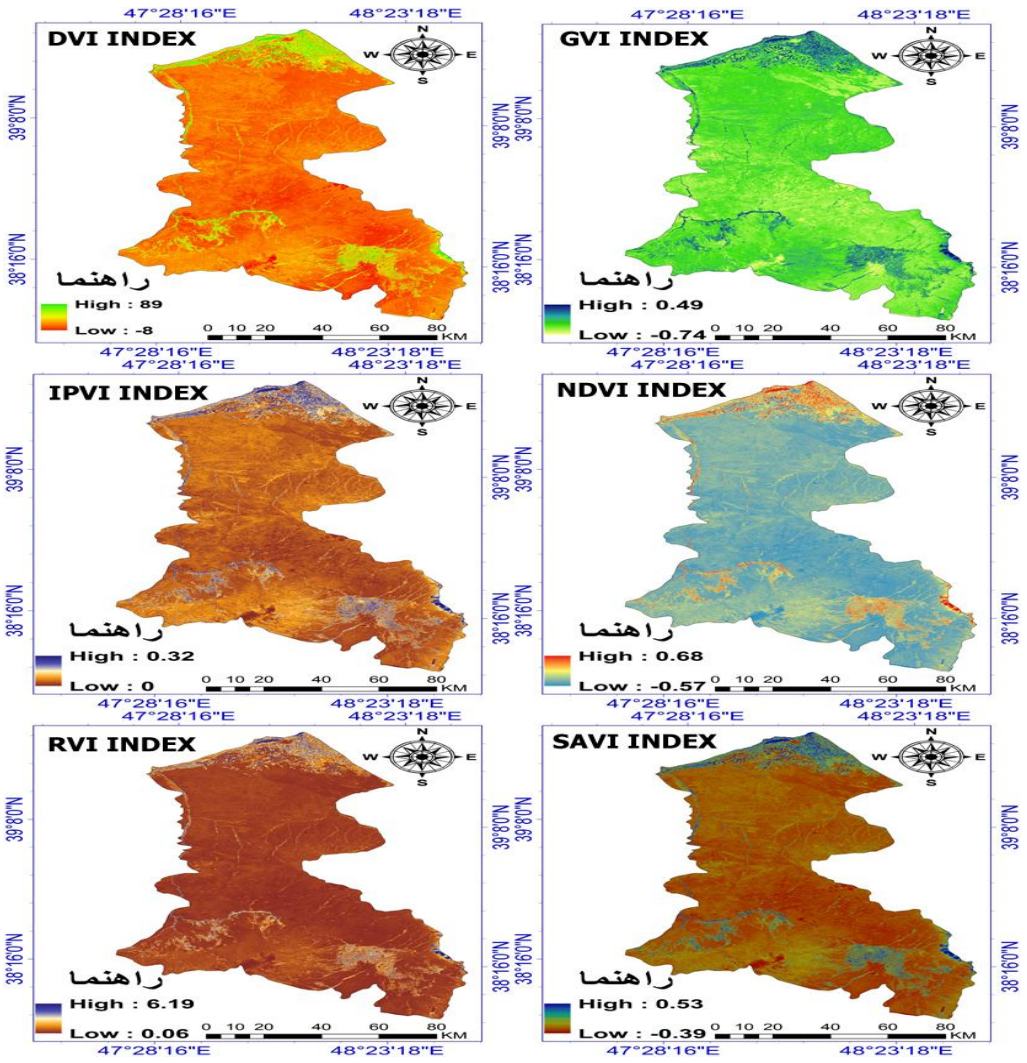
Figure 2: The best band composition created based on the OIF index

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ۲- مقادیر استخراجی از شاخص OIF برای تعیین بهترین ترکیب رنگی کاذب

Table 2- Values extracted from the OIF index to determine the best false color combination

ردیف	ترکیب باندها	مقادیر عددی
۱	باند ۵، باند ٦، باند ۷	۸۳۸۳/۷۳
۲	باند ٤، باند ۵، باند ٦	۸۲۵۲/۳۹
۳	باند ۳، باند ۵، باند ٦	۷۹۸۲/۸٤
٤	باند ۱، باند ۵، باند ٦	۷۹۳٦/۹۱
۵	باند ۲، باند ۵، باند ٦	۷۹۰۸/۷۰
٦	باند ٤، باند ۵، باند ۷	۷٦٦۸/۷۰



شکل ۳: شاخص‌های پوشش گیاهی موردبررسی.

Figure 3: Investigated vegetation indicators.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

پس از به دست آوردن بهترین ترکیب باندی و تعیین زمان برداشت محصول در منطقه مطالعاتی (مردادماه) اقدام به تهیه شاخص‌های پوشش گیاهی شامل (NDVI, SAVI, DVI, GVI, IPVI, RVI) شد (شکل ۳). استفاده از این شاخص‌ها کمک می‌کند ویژگی‌های پوشش گیاهی در تصویر بهتر آشکارشده و شناسایی و مطالعه آن بهبود یابد.

در ادامه از تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای تشخیص عوارض سطح زمین و محدوده کشت گیاه گندم استفاده گردید. زیرا روش مذکور با گردآوری واریانس باندها در چند مؤلفه اصلی، مفسر را در شناخت و تفسیر اطلاعات منطقه مطالعاتی یاری می‌نماید. در جدول (۳) خروجی‌های حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی و نحوه قرارگیری اطلاعات متراکم شده در بین مؤلفه‌ها، نشان داده‌شده است.

جدول ۳- ماتریس مشترک مؤلفه‌های اصلی

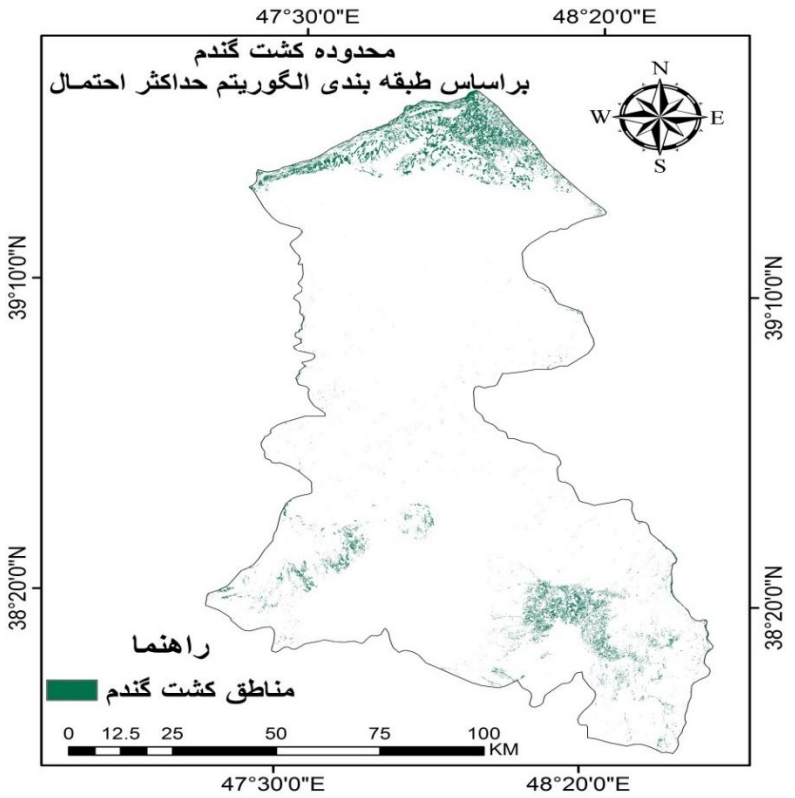
Table 3- Common matrix of principal components

مؤلفه	مؤلفه ۱	مؤلفه ۲	مؤلفه ۳	مؤلفه ٤	مؤلفه ٥	مؤلفه ٦	مؤلفه ۷
مؤلفه ۱	۰/۳۰٥	۰/۳۰۳	۰/۳۱۸	۰/۳٥٦	۰/٤۷۱	۰/٤۷٤	۰/۳۷٦
مؤلفه ۲	-۰/۰۳۹	-۰/۰۸٥	-۰/۱۰٦	-۰/۲۷٥	۰/۸٤۳	-۰/۱٥٥	-۰/٤۱۱
مؤلفه ۳	-۰/٥٤۱	-۰/٤٤۳	-۰/۲۸۷	-۰/۰۳٥	۰/۰۸٥	۰/٦۲۳	۰/۱۸۱
مؤلفه ٤	-۰/۳۸۳	-۰/۱۲۹	۰/۲۲٥	۰/۷۹۰	۰/۰٤۸	-۰/۱۷۹	-۰/۳٥۷
مؤلفه ٥	-۰/۲٥۸	-۰/۱٦۹	۰/۰۳٥	۰/۰۲۲	۰/۲۳۱	-۰/٥٦۹	۰/۷۲٥
مؤلفه ٦	-۰/۳۹٥	۰/۰۷٥	۰/۸۰۷	-۰/٤۱٥	-۰/۰٥۹	۰/۰۸٦	-۰/۰٦۳
مؤلفه ۷	۰/٤۹۳	-۰/۸۰۹	۰/۳۱۹	۰/۰۱۳	-۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	-۰/۰۱٥
درصد واریانس	۹۸/۷٦	۰/۷٦	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰

همان‌طور که در جدول(۳) نیز مشخص است بیش از ۰/۹۹ داده‌ها در سه مؤلفه‌ی اصلی جمع شده است که مؤلفه اول به‌تنهایی ۹۸/۷٦ درصد واریانس داده‌ها را تبیین کرده است. همچنین بر اساس آنچه ذکر شد بهترین ترکیب رنگی کاذب بر اساس شاخص OIF باندهای ٥، ٦ و ۷ بودند که اطلاعات آن‌ها در باندهای ۳، ٤ و ٥ گردآوری‌شده‌اند چراکه حاوی بیشترین اطلاعات غیرمشترک با سایر باندها هستند.

درنهایت در پژوهش حاضر جهت شناسایی مناطق تحت کشت گندم در منطقه موردمطالعه از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب کاپای ۰/۸۷ و دقت کلی ۹٥/۲ درصد استفاده گردید (شکل ٤). سپس با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS میزان سطح زیر کشت گندم در سال زراعی ۹٤-۹٥ در محدوده موردمطالعه استخراج گردید که مقدار آن ٥۹۲۰۳/۰۷ هکتار می‌باشد و با آمار جهاد کشاورزی استان اردبیل که حدود ٦۲٤۸۰/۲۱ هکتار است ٥/۲٤ درصد یا به عبارتی حدود ۳۲۷۷/۱٤ هکتار اختلاف دارد که به نظر قابل‌قبول می‌رسد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ٤: مناطق تحت کشت گندم بر اساس طبقه‌بندی الگوریتم حداکثر احتمال

Figure 4: Wheat cultivation areas based on maximum likelihood algorithm classification

نتیجه‌گیری

بهترین زمان برای تعیین سطح زیر کشت گندم در شهرستان اردبیل مربوط به دوره‌ی مرداد و شهریور می‌باشد که اکثر زمین‌های منطقه در زیر کشت گندم بوده و بازتاب خوبی در محدوده مادون‌قرمز و قرمز را دارا می‌باشند، لذا تداخل کمتری با سایر محصولات در بازتاب‌ها رخ می‌دهد. نتایج پژوهش نشان داد که تصاویر ماهواره لند ست ۸ در تعیین یا تخمین سطح زیر کشت محصول گندم (حدود ۵۹۲۰۳/۰۷ هکتار) در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی استان اردبیل (حدود ۳۲۷۷/۱٤ هکتار) با خطای حدود ۵ درصد از قابلیت نسبتاً خوبی برخوردار است. همچنین بر اساس آنچه ذکر شد بهترین ترکیب رنگی کاذب بر اساس شاخص OIF باندهای ۵، ٦ و ۷ بودند که اطلاعات آن‌ها در باندهای ۳، ٤ و ۵ گردآوری‌شده‌اند چراکه حاوی بیشترین اطلاعات غیرمشترک با سایر باندها هستند. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های Pourgholam and Rahim-Zadegan (2016) با خطای ١٤ درصد، Rahimzadegan and Pourgholam (2017) با خطای ۵ درصد، Abaszadeh et al (2012) با خطای ١٤ درصد و Sadeghian et al (2021) با خطای ۷ درصد که به ترتیب به بررسی سطح زیر کشت محصولات جو، زعفران و گندم پرداختند همخوانی تقریباً خوبی دارد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

References

- Abaszadeh, N., Beheshtefar, M., Morabi, M., (2012), "Crop type mapping in Qazvin by using multi-temporal satellite images: IRSC-LISSIII DATA", ***Environmental Researches***, 3(2): 87-96. [In Persian].
- Alipour, F., aghkhani, M. H., Abbaspour-Fard, M. H., Sepehr, A., (2014), "Demarcation and estimation of agricultural lands using ETM+imagery data (Case study: Astan Ghods Razavi great farm)", ***Journal of Agricultural Machinery***, 4(2): 244-254. [In Persian].
- 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,*** 1: 97-109.
- Asadi, M., Baaghdeh, M., Adab, H., (2021), "Comparison and estimation of surface albedo of various levels of land use by SEBAL and METRIC methods", ***Journal of Applied Researches in Geographical Sciences***, 59: 157-171. [In Persian].
- Asadi, M., Baaghideh, M., Valizade Kamran, K., Adab, H., (2021), "Evaluation of vegetation correlation with surface temperature using satellite imagery (Case study:
- Ardabil province)", ***Environmental Researches***, 22: 87-95. [In Persian].
- Asadi, M., Kamran, K. V., (2022), "Comparison of SEBAL, METRIC, and ALARM algorithms for estimating actual evapotranspiration of wheat crop", ***Theoretical and Applied Climatology***, 149 (1-2): 327-337.
- Asadi, M., Kamran, K.V., (2023), "Estimating selected cultivated crop water requirement-based surface energy balance algorithm", ***Arab J Geosci***, 16: 298-310.
- Asadi, M., Valizadeh Kamran, K., Baaghideh, M., Adab, H., (2020), "Estimation of actual evapotranspiration by mountain SEBAL algorithm based on pea plants (Case study: Semi-Northern Half of Ardabil province)", Hydrogeomorphology, 22: 67-85. [In Persian].
- Balkovic, J., van der Velde, M., Skalsk, y. R., Xiong, W., Folberth, C., Khabarov, N., Obersteiner, M., (2014), "Global wheat production potentials and management flexibility under the representative concentration pathways", ***Global and Planetary Change***, 122: 107 – 121.
- Bolstad, P. V, Lillesand, T. M., (1991), "Rapid maximum likelihood classification. Photogramm", ***Eng. Remote Sens***, 57: 64-74.
- Faizizadeh, B., Valizadeh Kamran, Kh., Heydari, H., (2008), "Estimation of the cultivated area of vineyards in Malkan city using SPOT 5 satellite images", ***Geography and Planning Journal***, 27: 47-60. [In Persian].
- Fallah Ghalhari, G., Asadi, M., Entezari, A., (2016), "Climate Mapping of Guilan Province by Using Multi Variable Methods", ***Geography and Planning***, 54: 235-251. [In Persian].
- Farzadmehr, J., Tabaki Bajestani, K., (2018), "Capability of Landsat 8 satellite images to estimate the area under cultivation of saffron (case study: city of Torbat Heydarieh)", **Saffron Agronomy and Technology,** 6 (1): 49-60. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Forughimanesh, F., Abdollahian, M., (2014), "Determination of the cultivated area and plant density of sugar beet fields using satellite data", ***Journal of Sugar Beet***, 30 (2): 222-207. [In Persian].
- Grundy, M. J., Bryan, B. A., Nolan, M., Battaglia, M., Hatfield-Dodds, S., Connor, J. D., Keating, B. A., (2016), "Scenarios for Australian agricultural production and land use to 2050", ***Agricultural Systems***, 142: 70-83.
- HU, L. S., Qun, W. A. N. G., XING, T. Y., (2018), ***"An algorithm of improved optimum index factor band selection from hyperspectral remote sensing image"***, DEStech Transactions on Computer Science and Engineering pub: London.
- Keating, B. A., Herrero, M., Carberry, P. S., Gardner, J., Cole, M. B., (2014), "Food wedges: Framing the global food demand and supply challenge towards 2050", ***Global Food Security***, 3: 125-132.
- Khan, A., Hansen, M. C., Potapov, P. V., Adusei, B., Pickens, A., Krylov, A., Stehman, S. V., (2018), "Evaluating landsat and rapidEye data for winter wheat mapping and area estimation in punjab, Pakistan", ***Remote Sensing***, 10 (4): 489-499.
- Khan, A., Hansen, M. C., Potapov, P., Stehman, S. V., Chatta, A. A., (2016), "Landsat-based wheat mapping in the heterogeneous cropping system of Punjab, Pakistan", ***International Journal of Remote Sensing***, 37 (6): 1391-1410.
- Kumbhar, V., (2011), "***Impact of MSP on area under cultivation and level of production: A Study of Selected Crops in India'http***". [on line]: com/abstract.
- Lillesand, T .M., Kife, R. W., Jonathan, W. Ch., (2015), ***"Remote sensing and image interpretation.7th Edition***" , John Willey and Sons, New York.
- Liu, J., Folberth, C., Yang, H., Abbaspour, K., Zehnder, A. J., (2014), "A global and spatially explicit assessment of climate change impacts on crop production and consumptive water use", ***PLoS One***, 8 (2): 57-70.
- Ma, N., Hu, Y. F., Zhuang, D. F., Wang, X. S., (2010), "Determination on the optimum band combination of HJ-1A hyperspectral data in the case region of dongguan based on optimum index factor and J–M distance", ***Remote Sensing Technology and Application***, 25 (3): 358-364.
- Matkan, k. A., Darvishzadeh, R., Hosseiniasl, A., Ebrahimi khusfid, M., Ebrahimi khusfie, Z., (2011), "Knowledge based drought risk zonation in arid regions using GIS (Case study: Sheitoor, Yazd)" , ***Journal of Climate Research***, 5: 103-116. [In Persian].
- Niazi, Y., (2010), "Comparibson between two classification methods of maximum likelihood and artificial neural network for providing land use maps Case study: Ilam Dam Area", ***Geography and Development***, 20: 119-132. [In Persian].
- Ogawa, S., Huynan, JR ., Jensen, H., (1997), "***Monitoring of rice field using sAR data and optical data"***, John wily pub:London.
- Patel, N., Kaushal, B., (2011), "Classification of features selected through optimum index factor (OIF) for improving classification accuracy", ***Journal of Forestry Research***, 22 (1): 99-105.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Pourgholam, M.; Rahim-Zadegan, M., (2016), ***"***Determining the area under barley cultivation using Landsat satellite images***"***, Twelfth Symposium on Science and Technology Advances, Tehran,10-11 May 2016.[In Persian].
- Qaid, A. M., Basavarajappa, H. T., (2008), "Application of optimum index factor technique to Landsat-7 data for geological mapping of north east of Hajjah, Yemen", ***American-Eurasian Journal of Scientific Research***, 3 (1): 84-91.
- Rahimzadegan, M., Pourgholam, M., (2017), "Identification of the area under cultivation of Saffron using Landsat-8 temporal satellite images (Case study: Torbat Heydarieh)", ***Journal of RS and GIS for Natural Resources***, 7 (4): 97-115. [In Persian].
- Rudel, T. K., Schneider, L., Uriarte, M., Turner, B. L., DeFries, R., Lawrence, D., Birkenholtz, T., (2009), "Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005", ***Proceedings of the National Academy of Sciences***, 106 (49): 20675-20680.
- Sadeghian, S., Rajabi, A., Mohammadi, S., (2021), "Determining and monitoring the phenology curve and product cultivation level using time series of satellite images Landsat 8 (Case study: Agricultural Lands of Qom Province)", ***Journal of Geographical Space,*** 76: 45-53. [In Persian].
- Sanaei Nejad, H., Sadrabadi Hagigi, R., Klarestagi, K., Shahtahmassebi, A. R., (2007), "Estmation wheat planted area in khorasan razavi province by TERRA satellite", ***Agricultural Sciences and Technology***, 21 (2): 67-74. [In Persian].
- Shadmanfar, S., Sadeghian, S., Rajabi, A., (2021), "Investigation of methods for calculating ground temperature from satellite images (Case study of Qom province)", ***Journal of Geographical Space,*** 74: 131-154. [In Persian].
- Vogel, F., Carletto, G., (2012), ***"Global strategy to improve agricultural and rural statistics. In High Level Stakeholders Meeting on the Global Strategy-From Plan to Action"***, World Bank pub: Rome.
- Wheeler, T., Von Braun, J., (2013), "Climate change impacts on global food security", ***Science***, 341: 508-513.
- Ziaiean, F. P., Sayyad Bidhendi, L., Eskandari Nodeh, M., (2010), "Mapping and acreage estimating of rice agricultural land using RADARSAT a satellite images", ***Physical Geography Research Quarterly***, 68: 45-58. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

Estimation of the area under cultivation of Wheat by Using of Landsat 8 Satellite Images (Case Study: Northern half of Ardabil province)

Khalil Valizadeh Kamran[1] . Mehdi Asadi*[2]

[1] Associate Professor, Department of Remote Sensing and GIS, University of Tabriz, Tabriz, IRAN.
[2] Ph.D. graduate in Agricultural Meteorology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, IRAN.

Corresponding Author: **Mehdi Asadi**
Email: Asadimehdi11@yahoo.com

Abstract
Considering that Ardabil province is one of the important centers of wheat cultivation, determining the level of cultivation in economic and political programs will be of special importance and can ensure the country's food security. But in the past, most traditional methods, such as field measurement, etc., which had many errors, were used to determine the level of crop cultivation. Therefore, in this study, it was tried to estimate the level of wheat cultivation in the study area using Landsat 8 satellite images, and using vegetation index (NDVI, SAVI, DVI, GVI, IPVI, RVI), analysis of the Principal components analysis (PCI), Optimum Index Factor (OIF) with Classification of Maximum likelihood. Based on the results obtained from the analysis of Principal components analysis, more than 99% of the data variance was explained in the three main components, and the best color combination extracted from the OIF index was determined as bands 5, 6, and 7 with the numerical value of 8383.73. Also, the results showed that the level of wheat cultivation in the 94-95 crop year in the study area with kappa coefficient and overall accuracy of 0.87 and 95.2%, respectively, is about 59203.07 hectares and with the statistics of agricultural Jahad in Ardabil province, which It is about 62480.21 hectares and has a difference of 5.24% or in other words about 3277.14hectares, which seems to be acceptable. Therefore, it can be concluded that Landsat 8 images can analyze the Principal components analysis and the optimal factor index in determining the area under wheat cultivation.

Keywords: Wheat, Cultivation, Principal component analysis, Landsat, Ardabil.

Introduction
Global climate change has reduced the yield and even cultivation of some major crops such as wheat, barley, and rice. Therefore, since wheat is one of the most important human food sources and Ardabil province, especially Moghan plain, it is one of the main areas in the production of agricultural products such as wheat, etc., determining the level of cultivation will be of special importance in planning economic and political, and it can provide food security for the country. In the past, more than traditional methods such as field measurements, etc., were used to determine the level of crop cultivation that had many errors, but satellite imagery was used with the advancement of remote sensing capabilities and timely provision of data. In the following, some of the studies conducted in the world and Iran about the level of crop cultivation will be mentioned: Ogawa et al. (1997), Rudel et al. (2009), Kumbhar (2011).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

The study area

The study area, in this study, is the northern part of Ardebil province including, Ardebil, Billesavar, Girmi, Meshkinshahr, Namin, and Parsabad cities. Ardebil province is located in the northwest of Iran, with an area of 17953 square kilometers, which includes about 1.09 percent of the total area of the country.

Research Methodology

In the present study, Landsat 8 was used in path 167 and row 33 on 10/8/2015 that is due to the coincidence with the period of cultivating and harvesting wheat in the region. To understand the wheat cultivation sites in the study area, it was referred to the Agricultural Jahad Department of Ardebil Province, and approximate plant cultivars were identified. After identification of the wheat cultivation sites, it was attempted to preprocess and prepare the image for applying the desired vegetation indices (NDVI, SAVI, DVI, GVI, IPVI, RVI) on it, as well as analysis of the Principle Component Analysis (PCA) along with determination the best color mix of the Optimum Factor Index (OIF).

Vegetation indices

Vegetation indices have many uses in the measurement, and the purpose of extracting each of these indicators is to predict and evaluate plant characteristics such as canopy cover, biomass, leaf area, or vegetation percentage. These indices are a series of math operations that are applied between bands and are very useful in identifying areas with different ranges. Accordingly, in the present study, were used of infrared, red, and green bands of Landsat 8 in the ENVI 4.8 environment and were extracted the vegetation indices.

Principal component analysis

One of the most valuable results of linear algebra is the investigation of the principal component analysis, which is a simple and non-parametric data extraction method for confusing sets. In the analysis of principal components, data sifted from a high-dimensional space into a low-dimensional space. A principal component analysis is used to reduce the number of parameters, to simplify the examination of the features in lower bits, and more than 90% of the image information is usually compressed in the first three components.

Maximum likelihood algorithm classification

The maximum likelihood method is the most accurate and most widely used method among other supervised classification methods. The maximum likelihood method evaluates the variance and covariance of classes. For this, it is assumed that all educational areas have a normal distribution.

Results and discussion

After referring to the Agricultural Jahad Department of Ardebil province, wheat cultivars were identified in the study area. Then we proceeded to preprocess and prepare the desired image for applying the vegetation indices on it, as well as analysis of the Principal component analysis along with determining the best color combination of the optimum factor index. An OIF analysis was performed to determine the best false-color combination from Landsat 1 to 7 bands, and the best color combination was used to detect the complications and phenomena

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

in the study area, which most researchers considered to be desirable to determine the false-color combination. After obtaining the best bands and the peak of chlorophyll wheat is harvest time in the study area (August), has attempted to obtain indices of vegetation, including (NDVI, SAVI, DVI, GVI, IPVI, RVI) (Fig. 3). Using these indicators helps to reveal and improve the characteristics of vegetation in a better image Identification and study. Finally, in the present study, the method of classification of the maximum likelihood algorithm with a coefficient of kappa of 0.87 and a general accuracy of 95.2% was used to identify the areas under cultivation of wheat in the studied area (Fig. 5). Then was extracted using ArcGIS software, the area under wheat in the crop year 94-95 in the study area whose value is 59203. 07 hectares and with the statistics of agricultural Jahad in Ardebil province, which is about 62480.21 hectares, it is 5.24% or about 3277.14 hectares, which seems to be acceptable.

Conclusion

Probably one of the earliest humanely cultivated plants is wheat, therefore considered to be the most important crop, and the primary food is mostly the people of the world. According to these conditions, estimating the cultivation area of this crop is very important and can help authorities in planning and planning related to the food security basin. Therefore, it is very important to have speed and accuracy in such evaluations, which is a measure of remote sensing. The best time to determine wheat cultivars in Ardabil city in August and September, most of which are under wheat cultivation and have a good reflection on the infrared and red ranges and rarely, other crops are found, so less interference occurs in reflections. The results of this study showed that Landsat 8 satellite imagery was relatively good in determining or estimating the area under wheat cultivation (about 59203.07 hectares) with an error of about 5% Compared with the statistics of agricultural Jahad in Ardebil province (about 3277.14 hectares).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]