دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست ویکم، شماره‌ی ۷۶
زمستان ۱۴۰۰، صفحات ۵۳-۳۵

DOI:10.52547/GeoSpa.21.4.35

*سعید صادقیان[۱]
احمد رجبی[۲]
سلیمان محمدی[۳]

تعیین و پایش منحنی رشد و سطح زیرکشت محصول با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ (مطالعه موردی: اراضی کشاورزی استان قم)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۸

چکیده

مطالعات نشان می‌دهد بهره‌مندی از مساحت سطح زیرکشت و منحنی رشد محصولات برای کشورها حدود چند میلیون شغل جدید و میلیاردها دلار درآمد ناخالص نصیب این کشورها کرده است که بیش از ۵۰ درصد آن سهم کشاورزان بوده است. با توجه به منحنی رشد محصولات در ۸ قطعه زمین که بر روی تصاویر لندست ۸ اعمال شده است، محصول یونجه (۱۰۵) دارای بهترین، شاداب‌ترین و کم استرس‌ترین پوشش گیاهی در بین محصولات بوده است و محصول یونجه (۳۰۳) دارای کم‌ترین سبزینگی در زمان اوج رشد پوشش گیاهی و همچنین دارای بیش‌ترین ضریب تغییرات در منحنی رشد خود بوده است. بر طبق نتایج به‌دست آمده از مساحت سطح زیرکشت محصولات از تصویر NDVI، دریافتیم که محصول گندم (۳۰٤) دارای بیش‌ترین اختلاف و محصول گندم (۱۰۸) دارای کم‌ترین اختلاف می‌باشد. کل مساحت این ۸ قطعه زمین کشاورزی در سال ۹۸ برابر با ۸۲/۷۷۵ هکتار است و با توجه به نتایج شرکت کشت و صنعت برابر با ۸۹ هکتار بوده است به عبارتی مساحت محاسبه شده از تصویر NDVI اردیبهشت ماه سال ۹۸ تنها حدود ۷ درصد کم‌تر به‌دست آمده است.

کلید واژه‌ها: سنجش از دور، شاخص پوشش گیاهی، برآورد سطح زیر کشت، پایش، منحنی رشد محصولات.

*۱- دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: sa_sadeghian@sbu.ac.ir
۲- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳- گروه نقشه‌برداری، موسسه آموزش عالی حکمت، قم، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

مقدمه

تعیین ارزش کشاورزی برای یک کشور تقریباً غیرممکن به نظر می‌آید، زیرا از یک طرف مواد غذایی لازم برای قوت انسان‌ها را فراهم می‌آورد و از طرفی در اغلب کشورها هنوز هم بزرگ‌ترین سهم در اشتغال را دارد. کاربری زمین تحت تأثیر دو مؤلفه نیرومند شکل می‌گیرد، نیازهای انسان و ویژگی‌ها و فرآیندهای زیست‌محیطی. کاهش زمین‌های زراعی حومه‌ای، تخریب پوشش‌گیاهی و افزایش دمای سطحی زمین در مناطق شهری، پیامدهای منفی توسعه‌ی شهری هستند. در زمینهٔ تغییرات محیط‌زیست شهری، یکی از کلیدی‌ترین دستورالعمل‌های تحقیقاتی، شناسایی روند تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی ذکر شده است. انعکاس گیاهی با طول موج بین ۰/۷ تا ۱/۳ میکرومتر نتیجه ساختار داخلی برگ‌های گیاهان است، به همین صورت بسیاری از تنش‌های گیاهی انعکاس را در این محدوده از طول موج تغییر می‌دهند (Marangi Fard and Mazidi, 2017) و سنجنده‌هایی که در این محدوده طیفی فعال هستند اغلب برای مشاهده تنش‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. خاک حاوی مواد آلی در طیف مرئی دارای بازتاب ناچیزی است (علت تیره بودن). در سنجش از دور مدرن، مشاهدات در باندهای متعدد الکترومغناطیس قابل ضبط است و تصاویر اخذ شده را می‌توان به صورت کمی و کیفی مدیریت کرد. در سال‌های اخیر وضعیت برآورد سطح زیر کشت تا حدودی اصلاح شده و بر اساس شاخص‌های جنبی از جمله میزان بذر، کود و سم تحویل شده به کشاورزان و همچنین برآوردهای شرکت‌های مشاور کنترل می‌گردد، همچنین با توجه به مکانیزه نبودن تمامی اراضی کشاورزی شهرستان، وجود واسطه‌های فروش بذر، سم و کود، ذخیره‌سازی توسط کشاورزان و فروش در بازار آزاد برآورد سطح زیرکشت در سطح شهرستان کاری زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد. یکی از روش‌های مناسب، کم‌هزینه و سریع در تکمیل اطلاعات سطح زیر کشت محصولات کشاورزی استفاده از تصاویر ماهواره‌ای است. طبقه‌بندی و تهیه نقشه کاربری‌های اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای یکی از پرکاربردترین موارد استفاده از فن‌آوری سنجش از دور می‌باشد. محققان در راستای توسعه روش‌ها و روش‌های پیشرفته طبقه‌بندی جهت بهبود دقت طبقه‌بندی‌ها تلاش وسیع و گسترده‌ای را انجام داده‌اند و روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، منطق فازی، ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم‌گیری، طبقه‌بندی شی‌گرا و سیستم‌های هوشمند را به‌عنوان روش‌های پیشرفته بیان کرده‌اند. قبل از بیان روش تحقیقی که ما در این پژوهش به‌کار گرفتیم در جدول (۱) به بیان روش‌های مختلفی که محققان در سال‌های قبل در این زمینه انجام داده‌اند پرداختیم:

جدول ۱- بررسی روش‌های مورد استفاده برخی از محققین در زمینه سطح زیرکشت و منحنی رشد

Table 1- Review of the methods used by some researchers in the field of crop area and growth curve

محقق	روش تحقیق
Riahi et al (2019)	استفاده از روش حداکثر احتمال و شاخص NDVI، ضریب کاپا و صحت کلی به‌ترتیب ۰/۸۸ و ۹۰ درصد و در روش استفاده از شاخص NDVI، به‌ترتیب ۰/۹ و ۹۳ درصد.
Komaki et al (2019)	میزان همبستگی شاخص‌های سنجش از دور به‌صورت رابطه خطی رگرسیونی مقایسه شد و ارتباط آن با شاخص‌های EVI، VR، AFRI1600، GEMI، EVI2، PVI، WDVI، MSAVI با درصد پوشش گیاهی میدانی بالاترین همبستگی (بیش از ۰/۵) را داشتند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

ادامه جدول ۱- بررسی روش‌های مورد استفاده برخی از محققان در زمینه سطح زیرکشت و منحنی رشد

Continue Table 1- Review of the methods used by some researchers in the field of crop area and growth curve

محقق	روش تحقیق
Darvishi et al (2019)	نتایج به‌دست آمده از تحلیل رگرسیون و ضریب همبستگی میانگین دمای سطح زمین با میانگین دمای هوا می باشد. مقادیر R2 و ضریب همبستگی به‌ترتیب ۰/٤٥ و ۰/۲٥ بوده است.
Alizadeh et al (2018)	استفاده از روش طبقه بندی شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان. صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب بیش‌تر از ۸۰ و بیش از ۰/۸ درصد.
Farzad Mehr and Tabaki Bejestani (2017)	استفاده از روش‌های شاخص‌های گیاهی و طبقه‌بندی نظارت شده- تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸.
Rahimzadegan and Purghlam (2017)	استفاده از مقایسه روش‌های طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان، حداکثر احتمال، حداکثر فاصله و متوازی السطوح- صحت کلی ۹٥ درصد، ضریب کاپای ۰/۹ و خطای ۱۸ درصدی.
Yaghoti et al (2018)	استفاده از شاخص کارائی مدل‌سازی (EF)، مقدار ضریب تبیین ۰/۷۰ و ۰/٦٦ بین عملکرد واقعی و برآورد شده.
Hosseini et al (2016)	استفاده از روش توصیفی- اسنادی- کتابخانه‌ای و مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین الگوی بهینه‌ای، در الگو HSJ تنها محصول گندم به زیر کشت خواهد رفت.
Mukhtari and Najafi (2015)	استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از تصاویر ماهواره لندست-دقت شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان با کرنل شعاعی، به‌ترتیب با صحت کلی ٦۷/۹۰ و ٦۷/۹۱ درصد.
Bidadi et al (2015)	استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP- استخراج نقشه پهنه‌بندی گندم دیم با تلفیق و هم‌پوشانی نقشه‌ها.
Fathi and Masoudian (2014)	استفاده از روش همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی ساده تجزیه‌وتحلیل.
Ahmadpour et al (2014)	استفاده از سه روش طبقه‌بندی نظارت شده داده‌های ماهواره‌ای، روش حداکثر احتمال بیش‌ترین و روش متوازی السطوح کم‌ترین میزان دقت.
Abbas Nia et al (2014)	استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و حداکثر احتمال. نتایج نشان داد میزان کاهش کاربری زراعی به‌ترتیب ۳۷، ۲٦ و ۲٥ درصد.
Amini Bazyani et al (2013)	استفاده از شاخص‌های SAVI و NDVI تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷.
Rengzen (2013)	استفاده از تصویر فرا طیفی Hyperion، تصحیح اتمسفری به روش Empirical line با استفاده از طیف‌های میدانی، اجرای الگوریتم آشکارسازی.

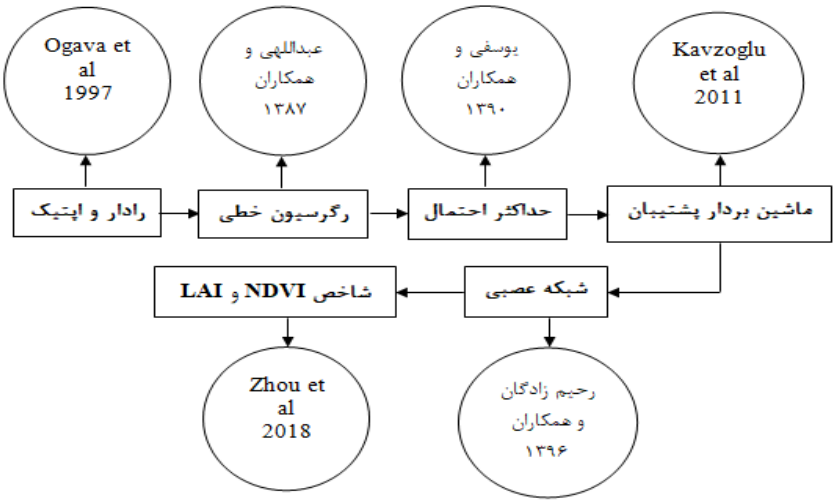
مواد و روش‌ها

با توجه به پیشینه پژوهشی که ذکر شد (جدول ۱) پژوهش‌های مختلفی در راستای تفکیک اراضی کشاورزی و تخمین سطح زیر کشت از سایر کاربری‌ها (به‌عنوان مثال اراضی بایر، مرتع، جنگل آب، اراضی مسکونی) انجام شده

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

است و تاکنون پژوهشی در استان قم به منظور تخمین سطح زیر کشت و منحنی رشد محصول انجام نشده است. هدف این تحقیق استفاده از روش سنجش از دور است، از این روش برای تفکیک و تخمین سطح زیرکشت محصولات مختلف کشاورزی استان قم استفاده می‌کنیم. تکنیک‌های سنجش از دور به دلیل تناوب در اخذ تصاویر یک ناحیه، تصویر برداری در طول موج مختلف در یک زمان و در نهایت امکان پردازش و تفسیر سریع این اطلاعات، به‌طور گسترده در تحلیل‌های مختلف مربوط به گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهند برآورد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی معمولاً از سه طریق تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست برداری و استفاده از فن‌آوری‌های جدید (از جمله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی) انجام می‌گیرد. دقت روش تخمین کارشناسی بسیار اندک است و نمی‌توان نتایج آن را در تصمیم‌گیری‌های مهم کشور به کار گرفت. در روش برآورد از طریق فهرست برداری، هرچند سطح زیر کشت محصول تخمین زده می‌شود، اما پراکندگی آن را نشان نخواهد داد، ضمن این‌که هزینه بالای نیروی انسانی عامل مهم و محدود کننده این روش است. در شکل (۱) به بیان نموداری می‌پردازیم که روند تکامل روش‌های مورد استفاده در این زمینه تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمودار پیشرفت علمی روش‌های تحقیق

Figure 1: Graph of scientific progress of research methods

منطقه مورد مطالعه

استان قم با مساحت حدود ۱۱۲۸۳ کیلومتر مربع بین مدار ۳٤ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳٤ درجه و ٤۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ٤۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵٦ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این استان از شمال با استان تهران، از شرق با استان سمنان، از جنوب با استان اصفهان و از غرب با استان مرکزی هم مرز است (شکل ۲). استان قم در منطقه‌ای کویری در ایران مرکزی قرار گرفته است. بخش وسیعی از سطح استان را مناطق کویری و یا تپه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

ماهور تشکیل می‌دهد که دارای شیب‌های کمی می‌باشند. مساحت استان قم حدود ۱۱ هزار و ۳۰۰ کیلومتر مربع است که حدود ۹٪ از سطح کـشور را پوشش می‌دهد. زمین کشاورزی مورد مطالعه‌ی ما در جنوب‌غربی استان قم در زمین‌های کشاورزی شرکت کشت و صنعت انارستان می‌باشد. زمین‌های این شرکت در حدود ۳۰۰ هکتار می‌باشد که دارای محصولات کشاورزی همچون یونجه، گندم، جو، کلزا و محصولات باغی مختلفی می‌باشد که در این مقاله به ٤ محصول کشاورزی پرداختیم و از هر محصول ۲ قطعه زمین از زمین‌های کشاورزی را مورد بررسی قرار داده‌ایم (شکل ۲).



شکل ۲: موقعیت ۸ قطعه زمین مورد مطالعه در بین زمین‌های شرکت کشت و صنعت انارستان

Figure 2: Location of 8 studied plots of land among the lands of Anarestan agro-industrial company

مواد و روش‌ها

اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش شامل تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژیکی محصولات کشاورزی منطقه، تقویم زراعی آن‌ها و تطابق تاریخی با سایر محصولات کشاورزی است. به دلیل تشابه طیفی بین محصولات عمده منطقه نمی‌توان از یک تصویر برای تفکیک و استخراج الگوی کشت منطقه مورد مطالعه استفاده کرد. در جدول (۲) به بیان تاریخ دریافت تصاویر می‌پردازیم:

جدول ۲- تاریخ دریافت تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ سنجنده OLI

Table 2- Date of receipt of landsat 8 satellite images by OLI sensors

شمسی	۱۳۹۷/۷/۷	۱۳۹۷/۸/۱۰	۱۳۹۷/۹/۱۲	۹۷/۱۰/۱٤	۹۷/۱۱/۱٦	۱۳۹۷/۱۲/۲۸	۱۳۹۸/۱/۲۲	۱۳۹۸/۲/۲۲	۱۳۹۸/۳/۲۳
میلادی	۲۰۱۸/۹/۲۹	۲۰۱۸/۱۱/۱	۲۰۱۸/۱۲/۳	۲۰۱۹/۱/٤	۲۰۱۹/۲/٥	۲۰۱۹/۳/۱۹	۲۰۱۹/٤/۱۱	۲۰۱۹/٥/۱۲	۲۰۱۹/٦/۱۳

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

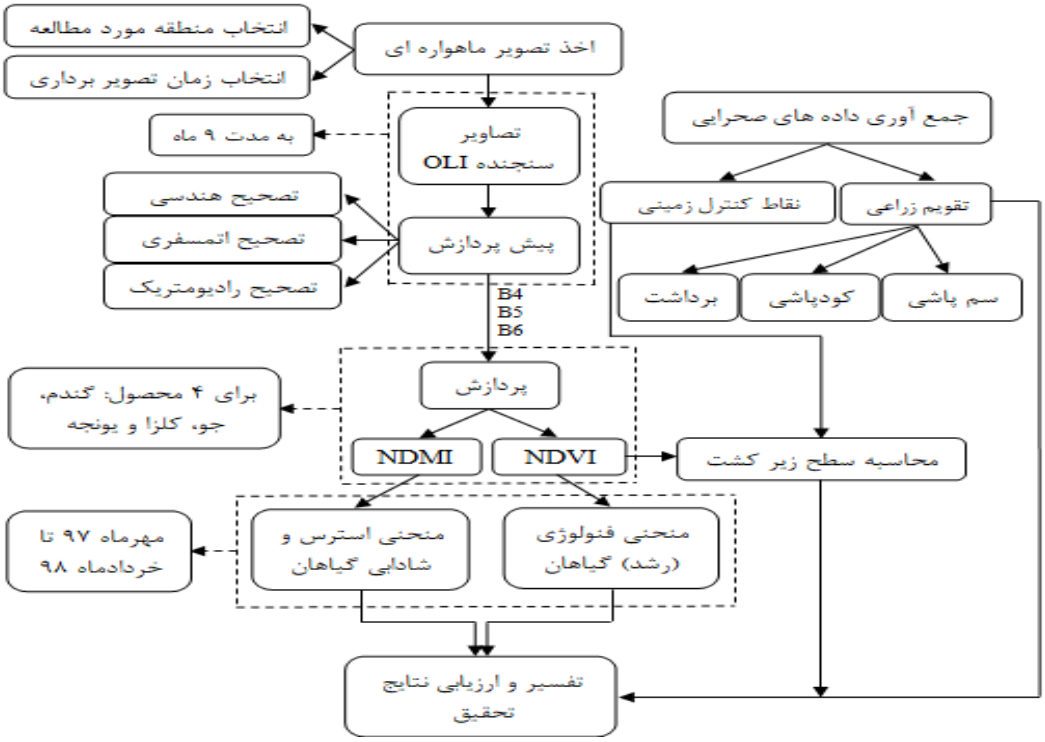
در این مقاله از تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده شده است. این تصاویر (جدول ۲) در زمان‌بندی مشخصی دریافت شده است. یکی از مهم‌ترین مزیت‌های این ماهواره نسبت به نسل‌های قبلی لندست، در بحث سنجش از دور حرارتی، مجهز شدن این ماهواره به دو باند حرارتی می‌باشد. ابتدا داده‌های این ماهواره دارای خطای کالیبراسیون بودند که در حال حاضر این مشکل رفع شده است. نرم‌افزارهای مورد استفاده در این تحقیق شامل Arc GIS که برای مشخص کردن منطقه و مرزبندی زمین‌های کشاورزی و ENVI که برای طبقه‌بندی محصولات، اعمال شاخص NDVI، اعمال شاخص NDMI، به دست آوردن سطح زیر کشت و منحنی رشد محصول (فنولوژی گیاهان) به کار می‌رود. نرم‌افزاری دیگر که مورد استفاده قرار گرفت برنامه Google Earth Pro بود، امروزه از طریق این نرم‌افزار می‌توان با مشخص نمودن منطقه و دریافت اطلاعات مختصاتی آن، به راحتی و بدون حضور در محدوده مورد نظر طول و عرض جغرافیایی آن را برداشت کرد. قبل از تجزیه‌وتحلیل اطلاعات ماهواره‌ای لازم است، تصحیحاتی بر روی تصاویر خام صورت گیرد. پس از انجام پیش‌پردازش (تصحیحات رادیومتریکی، اتمسفری و هندسی) ما به پردازش‌های مدنظر بر روی تصاویر می‌پردازیم. در قسمت پردازش با استفاده از نرم‌افزار ENVI و با اعمال دو شاخص NDVI و NDMI به بررسی دو منحنی فنولوژی، منحنی استرس و شادابی گیاه پرداختیم و همچنین در نرم‌افزار Arc GIS با استفاده از تصویر حاصل از NDVI به بررسی سطح زیر کشت محصول پرداختیم که در ادامه به توضیح آن‌ها خواهیم پرداخت. در این مقاله از فلوچارت شکل (۳) به‌عنوان روش تحقیق استفاده شده است.

سنجنده های موجود بر ماهواره‌های مختلف طیف‌های بازتابی پوشش گیاهان را ثبت می‌نمایند. از این داده‌ها می‌توان برای شناسایی نوع گیاهان، وضع سلامت گیاهان و برآورد عملکرد آن‌ها استفاده کرد. به دلیل تشابه طیفی بین محصولات عمده منطقه نمی‌توان از یک تصویر برای تفکیک و استخراج الگوی کشت منطقه مورد مطالعه استفاده کرد. در تفکیک محصول به دلیل بازتاب مشابه کشت‌های مختلف در یک تصویر مشکل می‌باشد؛ بنابراین با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و تعیین دامنه زمانی مناسب تصاویر مورد نظر را سفارش می‌دهند. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در پس زمینه نرم‌افزار، می‌توان حدود مزارع را ترسیم نمود و با تکمیل اطلاعات توصیفی از طریق عملیات میدانی، نقشه حدود مزارع را ترسیم نمود. در بخش پردازش پس از اعمال شاخص NDVI بر روی تصویر اردیبهشت ماه که نشان دهنده اوج سبزینگی گیاه می‌باشد ما به یک تصویر دست پیدا کردیم که با استفاده از این تصویر در نرم‌افزار ARC GIS، آن بخش از محصول را که دارای رنگ سفید که نشان دهنده شاخص NDVI می‌باشد، به محاسبه‌ی سطح زیر کشت پرداختیم. داده‌های صحرایی را با مراجعه به منطقه و با کمک سرپرست کشاورزان و مالک اراضی به جمع‌آوری تقویم زراعی محصولات مختلف منطقه اقدام شد. سپس بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده و مشخص شدن زمان کاشت، زمان آبیاری، اوج سبزینگی، زمان و میزان استفاده از کود شیمیایی و

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

سموم و همچنین زمان برداشت محصولات مختلف، این اطلاعات در پایگاه داده ذخیره گردید. در آخر به مقایسه این اطلاعات با منحنی‌های رشد، استرس و شادابی گیاهان در قسمت پردازش پرداختیم.



شکل ۳: فلوچارت روش تحقیق

Figure 3: Flowchart of research methods

منحنی فنولوژی (رشد) گیاهان

شاخص NDVI از معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین اندیس‌های گیاهی شناخته شده می‌باشد. مقادیر به‌دست آمده این شاخص بین ۱- تا ۱+ می‌باشد. این میزان برای مناطق پوشش گیاهی انبوه و متراکم از ۰/٦ به بالا و میزان (۰/٦-۰/۱) برای مناطق گیاهی معمولی می‌باشد. میزان شاخص به عواملی چون: آفات گیاهی، بیوماس گیاه، سبزینگی گیاه، تنش آبی و بازده محصول بستگی دارد و با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می شود:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$ رابطه (۱)

منحنی استرس و شادابی گیاهان

شاخص اختلاف رطوبتی نرمال شده یا NDMI توسط باندهای مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی محاسبه می‌گردد، از باندهای ٤ و ٥ لندست مشتق می‌گیرد و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می گردد:

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

رابطه (۲)

$$NDMI = \frac{(NIR - MIR)}{(NIR + MIR)}$$

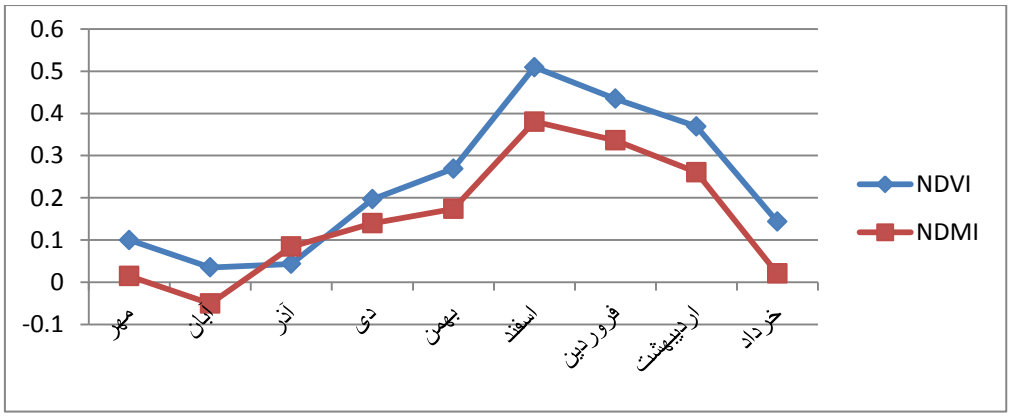
بررسی و پیاده سازی

در این بخش ما برای استفاده از شاخص‌های NDVI و NDMI در نرم‌افزار ENVI، تصاویر لندست ۸ را برای هر ماه به‌صورت جداگانه از مهرماه تا تیرماه برای ٤ نوع محصول کلزا، یونجه، گندم و جو مورد بررسی قرار دادیم. زمین‌های شرکت کشت و صنعت دارای بخش‌های متعددی می‌باشد که تفکیک آن‌ها در تصاویر ماهواره‌ای کار راحتی نبود که ما با برداشت زمینی به مختصات دقیق قطعه زمین‌های مورد استفاده دست یافتیم که کار را برای پیدا کردن دقیق زمین‌های مذکور آسان کرد. ما برای مشاهده تفاوت بین زمین‌ها، برای هر نوع محصول دو قطعه زمین را مورد بررسی قرار دادیم. زمین‌های مورد استفاده را با کدهایی در تصویر ماهواره‌ای و جداولی که توضیح خواهیم داد بیان کرده‌ایم.

اعمال شاخص NDVI و NDMI بر روی محصول گندم

- قطعه ۳۰٤

در قطعه ۳۰٤ زمین کشاورزی، ٤٥ کیسه گندم پارسی گواهی شده، ۲۲ کیسه فسفات و ۲۲ کیسه سولفات پتاسیم استفاده شده است و در تاریخ ۱ آبان ۱۳۹۷ شروع به آبیاری این زمین کرده‌اند. در تاریخ ۲٤ آذر از ٦ لیتر سم تاپیک و ۲ لیتر گلدن گیتا و ۱ لیتر صابون (برای حدود ٦ هکتار) استفاده شده است. با استفاده از اطلاعات هواشناسی در تاریخ ۱۲ دی از کود اوره به مقدار ۱۲ کیسه بارانی استفاده کرده‌اند. در تاریخ ۲٤ دی نیز از ۳ کیسه و در ۱۹ بهمن ۲٤ کیسه اوره استفاده شده است. در پایان نیز ٦ کیسه ۲۰ کیلویی کود سولوپتاس در تاریخ ۳ اردیبهشت به کار بردند. زمان برداشت این قطعه زمین در ۱۲ خرداد ۱۳۹۸ بوده است که در هر هکتار حدود ٦ تن محصول برداشت شده است. منحنی رشد این محصول در شکل (٤) آورده شده است:



شکل ٤: منحنی فنولوژی (رشد) محصول گندم ۳۰٤ در طول ۹ ماه

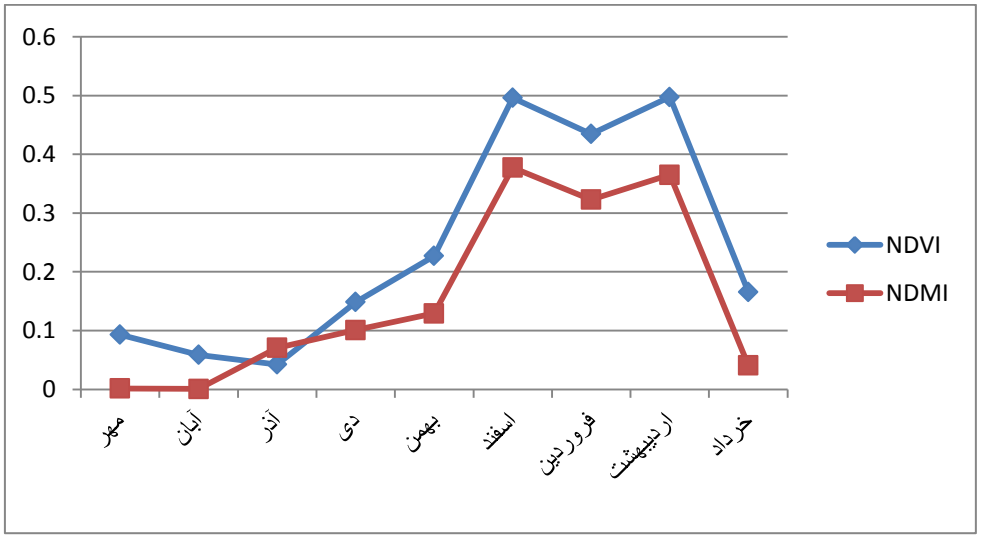
Figure 4: Phenology curve (growth) of 304 wheat crop during 9 months

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

● قطعه ۱۰۸

در قطعه ۱۰۸ زمین کشاورزی، ۳۹ کیسه گندم بکراس به همراه ۱۶ کیسه سوپر فسفات و ۱۶ کیسه سولفات پتاسیم به کار رفته است. تاریخ کشت این زمین ۸ آبان و شروع آبیاری ۱۳ آبان ۱۳۹۷ می‌باشد. در تاریخ ۲ دی برای سم‌پاشی علف هرز از ۱۰ لیتر سم تاپیک و ۵ لیتر صابون محلول پاشی استفاده شده است. در ۱۱ دی از ۱۵ کیسه بارانی و همچنین ۲ کیسه در ۷ بهمن برای قسمتی از زمین، ۱۶ کیسه در ۱۹ بهمن، ٤ کیسه در ٤ فروردین و ۱۲ کیسه در ۹ فروردین کود اوره استفاده شده است. زمان برداشت محصول در تاریخ ۱۳ خرداد ۱۳۹۸ می‌باشد که در هر هکتار حدود ٦ تن ونیم محصول برداشت شده است. منحنی رشد این محصول در شکل (۵) آورده شده است:



شکل ۵: منحنی فنولوژی (رشد) محصول گندم ۱۰۸ در طول ۹ ماه

Figure 5: Phenology curve (growth) of 108 wheat crop during 9 months

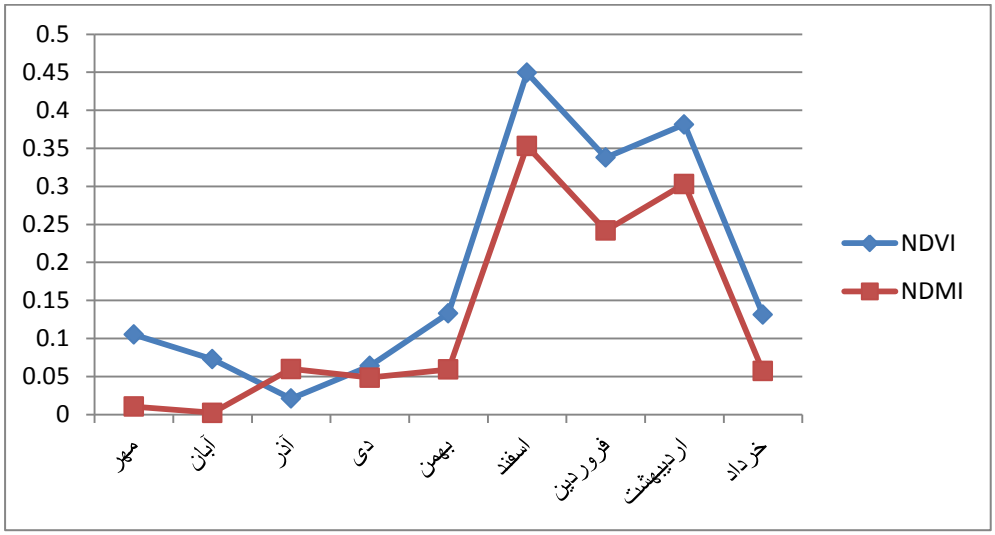
اعمال شاخص NDVI و NDMI بر روی محصول جو

● قطعه ۳۱۰

در قطعه ۳۱۰ زمین کشاورزی، ٦۹ کیسه بذر جو به همراه ۳۰ کیسه سوپرفسفات و ۳۰ کیسه سولفات پتاسیم به کار رفته است. تاریخ کشت محصول ۱ آذر و شروع آبیاری ۱۲ آذر ۱۳۹۷ می‌باشد. در تاریخ ۱۱ دی ۲۵ کیسه، ۱۹ دی ٤۷ کیسه و همچنین ۲٦ اسفند ۲۰ کیسه کود اوره بارانی استفاده شده است. در آخر نیز ۸ کیسه کود سولوپتاس در ٤ اردیبهشت به کار رفته است. زمان برداشت محصول در تاریخ ٤ خرداد ۱۳۹۸ می‌باشد که در هر هکتار حدود ۳ تن و نیم محصول برداشت شده است. منحنی رشد این محصول در شکل (٦) آورده شده است:

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

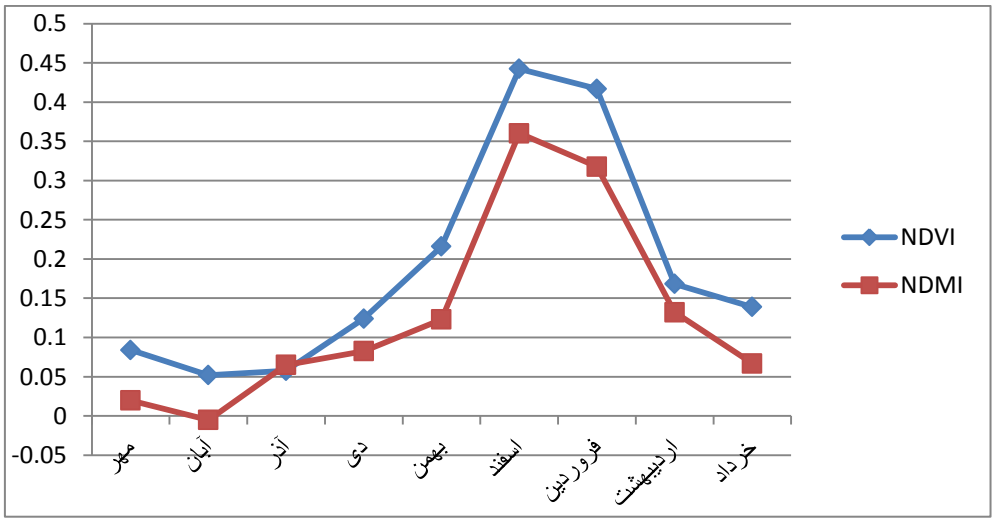


شکل ٦: منحنی فنولوژی (رشد) محصول جو ۳۱۰ در طول ۹ ماه

Figure 6: Phenology curve (growth) of 310 barley crop during 9 months

● قطعه ۱۰٦

در قطعه ۱۰٦ زمین کشاورزی، ۸۹ کیسه جو یوسف گواهی شده به همراه ٤٠ کیسه سوپرفسفات و ٤٠ کیسه سولفات پتاسیم به‌کار رفته است. شروع آبیاری در تاریخ ٤ آبان ۱۳۹۷ می‌باشد. در تاریخ ۱۲ دی ۳٤ کیسه، ۱۹ بهمن ۳۹ کیسه و ۱۷ اسفند ۱ کیسه کود اوره بارانی استفاده شده است. در آخر نیز در تاریخ ۲۷ فروردین ۸ کیسه کود سولوپتاس به کار رفته است. زمان برداشت محصول در تاریخ ۱ خرداد ۱۳۹۸ می‌باشد که در هر هکتار حدود ۵ تن و نیم محصول برداشت شده است. منحنی رشد این محصول در شکل (۷) آورده شده است:



شکل ۷: منحنی فنولوژی (رشد) محصول جو ۱۰٦ در طول ۹ ماه

Figure 7: Phenology curve (growth) of 106 barley crop during 9 months

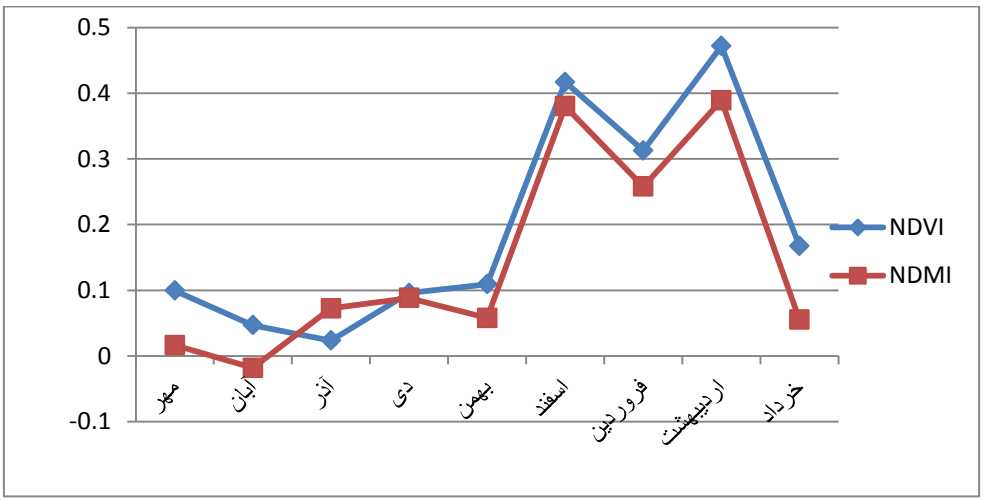
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

اعمال شاخص NDVI و NDMI بر روی محصول کلزا

- قطعه ۳۰۵

در قطعه ۳۰۵ زمین کشاورزی، ۱۲۰ کیلو بذر کلزا به همراه ۱۸ کیسه سوپرفسفات و ۱۸ کیسه سولفات پتاسیم به کار رفته است. شروع آبیاری در تاریخ ۳۰ مهر ۱۳۹۷ می‌باشد. در ۲۳ آذر از ۱۰ لیتر و نیم سم سوپرگالانت و ۸ لیتر صابون محلول‌پاشی استفاده شده است. در تاریخ ۲٤ آذر ۲۰ کیسه کود اوره همراه با آب و همچنین ۲٤ دی ۳ کیسه، ۲۷ دی ۱٦ کیسه، ۱ اسفند ۲٦ کیسه، ۲٦ اسفند ۹ کیسه و ٤ فروردین ۱۰ کیسه کود اوره بارانی استفاده شده است. همچنین در ۲٦ فروردین سم‌پاشی شته با پریمور (۱۰ کیلو سم) انجام شد. در آخر نیز در تاریخ ۱ اردیبهشت ۱۲۰ کیلو سولوپتاس به همراه ۳۰ لیتر گوگرد مایع استفاده شده است. برداشت محصول در تاریخ ٦ خرداد ۱۳۹۸ می‌باشد که در هر هکتار ۲ تن برداشت شده است. منحنی رشد این محصول در شکل (۸) آورده شده است:



شکل ۸: منحنی فنولوژی (رشد) محصول کلزا ۳۰۵ در طول ۹ ماه

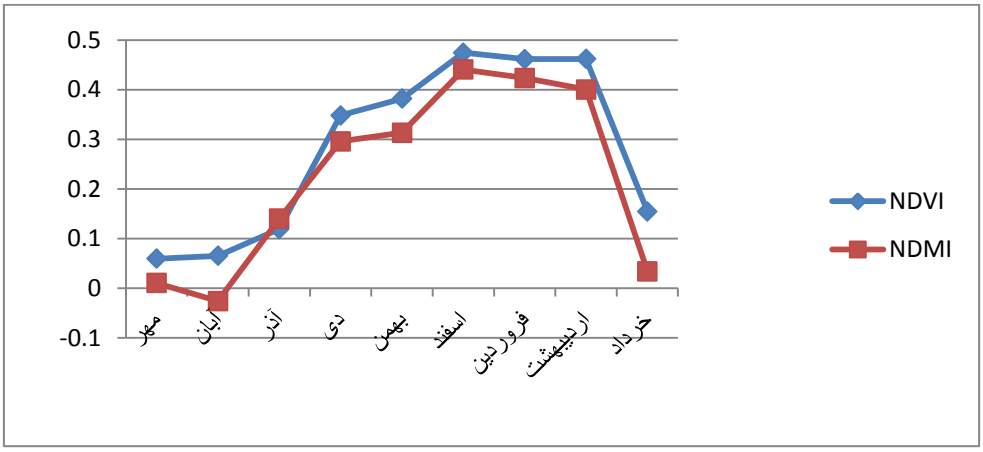
Figure 8: Phenology curve (growth) of 305 rapeseed crop during 9 months

- قطعه ۳۱۲

در قطعه ۳۱۲ زمین کشاورزی، ۵۵ کیلو بذر کلزا به همراه ۸ کیسه سوپرفسفات و ۸ کیسه سولفات پتاسیم به کار رفته است. شروع آبیاری در تاریخ ۲۰ مهر ۱۳۹۷ می‌باشد. در تاریخ ۲٤ آذر ۱ لیتر و نیم سم سوپرگالانت و ۱ لیتر صابون محلول پاشی استفاده شده است. در ۲٤ آذر ۱ کیسه اوره برای قسمتی از زمین و همچنین ۲۳ دی از ٦ کیسه، ۲٤ دی ۱ کیسه و ۱۹ بهمن از ۷ کیسه کود اوره استفاده شده است. در تاریخ ۱۰ اسفند ۵۰ کیلو کود نیترات کلسیم و ۱۵ لیتر گوگرد مایع به کار رفته است. در آخر نیز از ٤۰ کیلو سولوپتاس در تاریخ ۲ اردیبهشت استفاده شد. زمان برداشت در تاریخ ٦ خرداد ۱۳۹۸ می‌باشد که در هر هکتار حدود ۳ تن و نیم محصول برداشت شده است. منحنی رشد این محصول در شکل (۹) آورده شده است:

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]



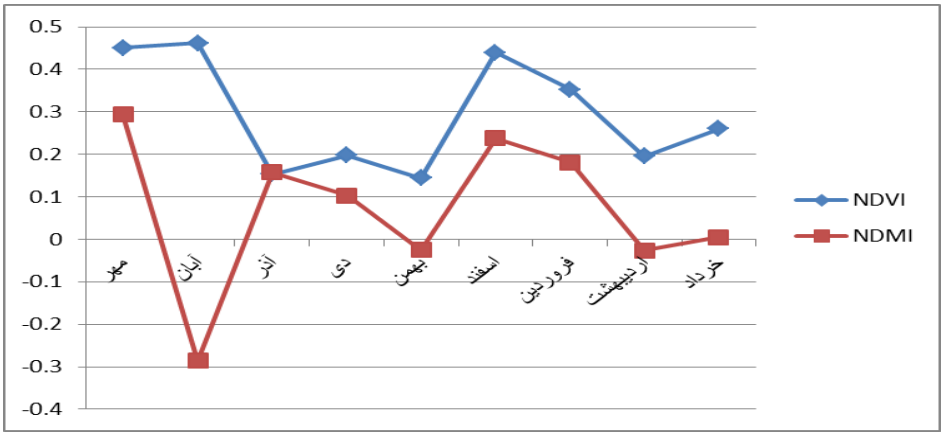
شکل ۹: منحنی فنولوژی (رشد) محصول کلزا ۳۱۲ در طول ۹ ماه

Figure 9: Phenology curve (growth) of 312 rapeseed crop during 9 months

اعمال شاخص NDVI و NDMI بر روی محصول یونجه

- قطعه ۳۰۳

در قطعه ۳۰۳ زمین کشاورزی، ۶۰۰ کیلو بذر یونجه به همراه ۵۰ کیسه کود فسفات به کار رفته است. این زمین از سال ۱۳۹۳ کشت شده است. یونجه به‌گونه‌ای است که هر ساله کشت می‌شود و در هر سال چند چین (۷ بار در سال) برداشت می‌شود. شروع کشت در تاریخ ۲۷ مهر و شروع آبیاری در تاریخ ۳ آبان ۱۳۹۳ می‌باشد. با گذشت زمان در هر دوره برداشت از کودهای نیترات آمونیوم، اوره، NPK، سوپرفسفات، سولفات پتاسیم و سم‌های کنفیدور، دسیس و سم پاشی سر خرطومی استفاده شده است. زمان برداشت چین اول در تاریخ ۱۰ اردیبهشت و چین دوم ۲۲ خرداد می‌باشد که در هر هکتار سالی حدود ۱۲ تا ۱۳ تن محصول برداشت می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: منحنی فنولوژی (رشد) محصول یونجه ۳۰۳ در طول ۹ ماه

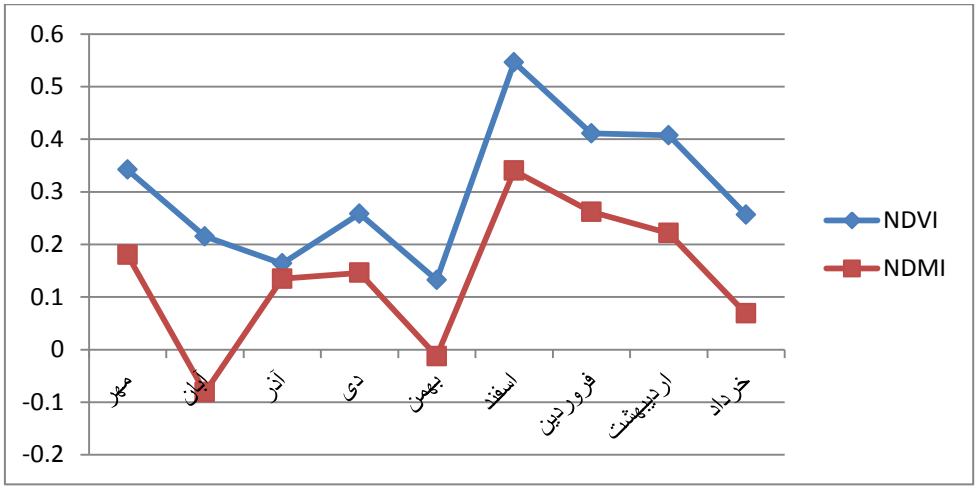
Figure 10: Phenology curve (growth) of 303 alfalfa crop during 9 months

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

● قطعه ۱۰۵

در قطعه ۱۰۵ زمین کشاورزی، ۱۰۸۰ کیلو بذر یونجه به همراه ۵۰ کیسه کود فسفات به کار رفته است. این زمین از سال ۱۳۹٤ کشت شده است. شروع آبیاری در تاریخ ۲۸ مهر ۱۳۹٤ می‌باشد. با گذشت زمان در هر دوره برداشت از کودهای نیترات آمونیوم، اوره، NPK، سوپرفسفات، سولفات پتاسیم، سلوپتاسیم و سم‌های کنفیدور، دسیس و سم پاشی سر خرطومی استفاده شده است. چین اول و چین دوم را گله گوسفند خورده بود. زمان برداشت چین اول در تاریخ ۲۰ اردیبهشت و چین دوم ۱۵ خرداد می‌باشد که در هر هکتار سالی حدود ۱۲ تا ۱۳ تن محصول برداشت می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: منحنی فنولوژی (رشد) محصول یونجه ۱۰۵ در طول ۹ ماه

Figure 11: Phenology curve (growth) of 105 alfalfa crop during 9 months

سنجنده های موجود بر ماهواره‌های مختلف طیف‌های بازتابی پوشش گیاهان را ثبت می‌نمایند. از این داده‌ها می‌توان برای شناسایی نوع گیاهان، وضع سلامت گیاهان و برآورد عملکرد آن‌ها استفاده کرد. به دلیل تشابه طیفی بین محصولات عمده منطقه نمی‌توان از یک تصویر برای تفکیک و استخراج الگوی کشت منطقه مورد مطالعه استفاده کرد. در تفکیک محصول به دلیل بازتاب مشابه کشت‌های مختلف در یک تصویر مشکل می‌باشد؛ بنابراین با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و تعیین دامنه زمانی مناسب تصاویر مورد نظر را سفارش می‌دهند.

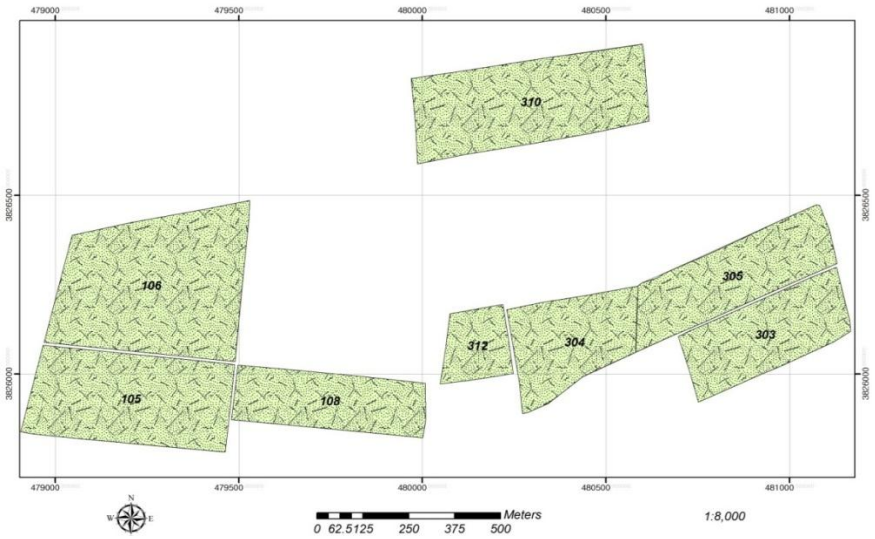
محاسبه سطح زیرکشت ٤ محصول در ۸ قطعه زمین

در این بخش از پژوهش از نرم‌افزار ARC GIS که یکی از قدرتمندترین ابزارها در تحلیل‌های مکانی است استفاده شده است. تصاویر ماهواره‌ای را که از طریق سرورهای مختلف نیز می‌توان دریافت کرد را از سرور گوگل، دانلود کردیم. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در پس زمینه نرم‌افزار، توانستیم حدود مزارع را ترسیم نماییم و با تکمیل اطلاعات توصیفی از طریق عملیات میدانی، نقشه حدود مزارع ترسیم شد. در بخش دیگر پردازش پس از اعمال

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

شاخص NDVI بر روی تصویر اردیبهشت ماه که نشان دهنده اوج سبزینگی گیاه می‌باشد ما به یک تصویر دست پیدا کردیم که با استفاده از کراپ کردن این تصویر در نرم‌افزار ARC GIS، آن بخش از محصول را که دارای رنگ سفید که نشان دهنده شاخص NDVI می‌باشد، به محاسبه‌ی سطح زیر کشت پرداختیم. شکل (۱۲) موقعیت زمین‌های کشاورزی مورد بررسی را نشان می‌دهد:



شکل ۱۲: نقشه‌ای از ۸ قطعه‌ی کراپ شده از زمین کشاورزی در نرم‌افزار Arc Gis

Figure 12: A map of 8 cropped plots of agricultural land in Arc Gis software

تفسیر و ارزیابی نتایج

نتایج توصیفی مربوط به عملکرد محصولات گندم، جو، کلزا و یونجه در شکل‌های (٤) تا (۱۱) و همچنین جدول (۳) آورده شده است. با توجه به منحنی رشد محصولات در ۸ قطعه زمین، محصول یونجه (۱۰۵) دارای بهترین، شاداب‌ترین و کم استرس ترین پوشش گیاهی در بین محصولات بوده است و محصول یونجه (۳۰۳) دارای کم‌ترین سبزینگی در زمان اوج رشد پوشش گیاهی و همچنین دارای بیش‌ترین ضریب تغییرات در منحنی رشد خود بوده است. هر ٤ محصول در هر ۸ قطعه دارای پوشش گیاهی و شادابی متوسط رو به بالایی می‌باشند ولی از نظر تراکم، هیچ یک از این محصولات دارای پوشش گیاهی متراکم و بدون هیچ استرسی نمی‌باشند. محصول گندم در اسفندماه و اردیبهشت ماه، محصول جو در اسفندماه، محصول کلزا در اردیبهشت ماه و محصول یونجه در اسفندماه دارای بیشترین سبزینگی و کم‌ترین استرس بوده‌اند. برای تعیین سطح زیرکشت ٤ محصول از محصولات شرکت انارستان، به کمک نرم‌افزار Arc GIS مساحت پوشش اراضی و سطح زیرکشت محصولات مختلف محاسبه شد. مساحت زمین‌های محاسبه شده از نرم‌افزار با آمار کشاورزی ارائه شده توسط شرکت کشت و صنعت انارستان استان قم مقایسه شد. شکل (۱۳) مساحت سطح زیرکشت محصولات منطقه حاصل از تصاویر ماهواره‌ای را در مقایسه با آمار شرکت نشان می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

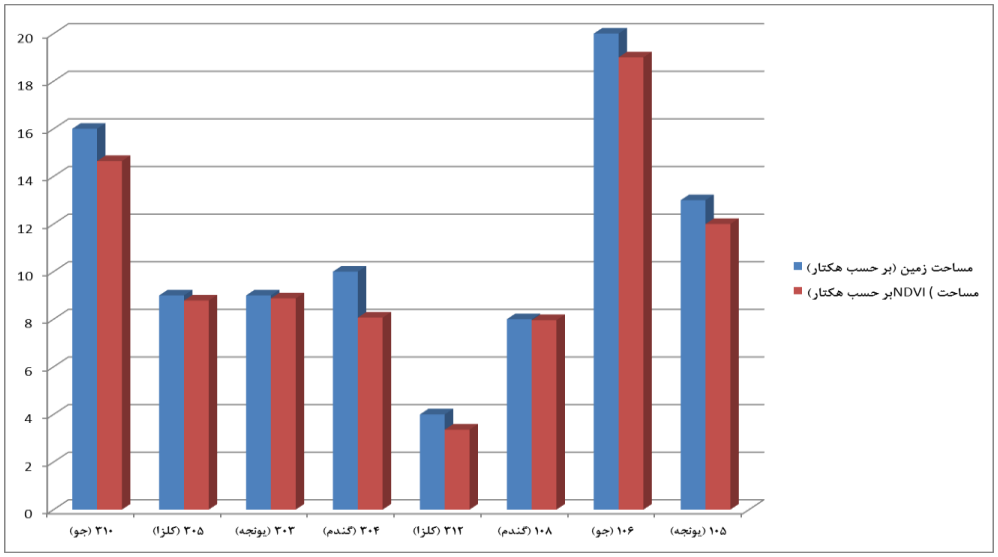
جدول ۳- اعداد NDVI و NDMI قطعات مورد مطالعه در طول دوره رشد

Table 3- NDVI and NDMI numbers of studied plots during growth period

یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	مهر ماه ۱۳۹۷
۰/۳٤۱۹٦٦	۰/٤۵۰۹۵۱	۰/۰۹۳۱۳۳	۰/۱۰۰۱۱۳	۰/۰۸٤۰۸	۰/۱۰۵۲۵	۰/۰۵۹٤۲	۰/۰۹۹۳۹۸	NDVI
۰/۱۸۰۱۷۸	۰/۲۹۳۱۰۹	۰/۰۰۱٦۹۳	۰/۰۱٤۵۹۱	۰/۰۱۹٦۵۷	۰/۰۱۰٤۳۲	۰/۰۱۰٤۱۵	۰/۰۱٦٤۱٤	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	آبان ماه ۱۳۹۷
۰/۲۱۵۱۱۱	۰/٤٦۱۷٦٤	۰/۰۵۸۸۹۵	۰/۰۳٤۹۰۵	۰/۰۵۲۰۲۹	۰/۰۷۲۷۳۵	۰/۰٦۵۲۲٤	۰/۰٤٦۸۱٤	NDVI
-۰/۰۸۰۹۷۷	-۰/۲۸٦۳۰٦	۰/۰۰۰۷۷۹	-۰/۰۵۰٦۷۸	-۰/۰۰۵۰۹۲	۰/۰۰۲۲۷۳	-۰/۰۲٦۲۵۲	-۰/۰۱۸۱٤۵	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	آذر ماه ۱۳۹۷
۰/۱٦۳۷۳۸	۰/۱۵۳۱۳۸	۰/۰٤۲۳٤٦	۰/۰٤۳۵۹٦	۰/۰۵۷٤۵۲	۰/۰۲۰۹۱۷	۰/۱۱۹۰۱٤	۰/۰۲۳۵۹۹	NDVI
۰/۱۳٤۸٤۱	۰/۱۵۷۷۸۷	۰/۰۷۰٦٦۹	۰/۰۸٤۲۷۳	۰/۰٦٤۹۳۷	۰/۰۵۹۹٦۳	۰/۱۳۹۹۲۹	۰/۰۷۲۵٤۲	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	دی ماه ۱۳۹۷
۰/۲۵۸۱۷۲	۰/۱۹۸۲۳٦	۰/۱٤۸۷۱۹	۰/۱۹٦۷۳۱	۰/۱۲۳۹۵۱	۰/۰٦٤۰۰۲	۰/۳٤۷۹۸٦	۰/۰۹۵۹٤۵	NDVI
۰/۱٤٦۰۷۸	۰/۱۰۲۵٤	۰/۱۰۰۹۸۹	۰/۱۳۹۸۲۱	۰/۰۸۲٤٦	۰/۰٤۸٤۷۳	۰/۲۹۵۹٦۲	۰/۰۸۸۳۱٤	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	بهمن ماه ۱۳۹۷
۰/۱۳۲۲۵۲	۰/۱٤۳۷۲	۰/۲۲٦۹۸٦	۰/۲٦۸۹۱	۰/۲۱۵۹۰۹	۰/۱۳۳۱۷۵	۰/۳۸۲۰٦۹	۰/۱۰۹۲۲۲	NDVI
-۰/۰۱۲٤٦۷	-۰/۰۲٤٦۸۱	۰/۱۲۹۳۳۹	۰/۱۷۳۷۹۸	۰/۱۲۲۹۰۲	۰/۰۵۹۲۹٦	۰/۳۱۳۲۸۸	۰/۰۵۷۷٦۵	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	اسفند ماه ۱۳۹۷
۰/۵٤۵۸۸۲	۰/٤۳۹۵۸۸	۰/٤۹٦۱٤۹	۰/۵۰۹٤۸٦	۰/٤٤۲٤۸۳	۰/٤٤۹٤٤۳	۰/٤۷٤٤۸۹	۰/٤۱٦۹۳٤	NDVI
۰/۳٤۰۱۳٦	۰/۲۳۷۷۳٤	۰/۳۷۷٤۵۱	۰/۳۸۰٦۹۷	۰/۳٦۰۲٤۳	۰/۳۵۲۹۸۹	۰/٤٤۰٦۰۷	۰/۳۸۰۱۲۱	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	فروردین ماه ۱۳۹۸
۰/٤۱۱۱۰۸	۰/۳۵۲۳٦۲	۰/٤۳٤۷٤۵	۰/٤۳٤۵۹۱	۰/۰٤۱٦۸٦۱	۰/۳۳۷۸۹۸	۰/٤٦۱٦۷۵	۰/۳۱۲۵٤۹	NDVI
۰/۲٦۲۰۲۲	۰/۱۸۰۸۹۱	۰/۳۲۳۰۵۵	۰/۳۳٦۲۷۷	۰/۳۱۷۷٦٦	۰/۲٤۱۹۳۷	۰/٤۲۳٦۸	۰/۲۵۷۹۵۲	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	اردیبهشت ماه ۱۳۹۸
۰/٤۰۷۳۳۹	۰/۱۹۵۹۰۹	۰/٤۹۷٤۸۸	۰/۳٦۹۲٤۲	۰/۱٦۸۲٦۹	۰/۳۸۱٤۲۲	۰/٤٦۱۷۸	۰/٤۷۱٦٦٤	NDVI
۰/۲۲۱٤۵۳	-۰/۲٦٦۲٤	۰/۳٦۵۲۳۷	۰/۲٦۰٦۲۸	۰/۱۳۲۰٦٤	۰/۳۰۳۱۱	۰/٤۰۰۲٤٦	۰/۳۸۹۲۷۲	NDMI
یونجه ۱۰۵	یونجه ۳۰۳	گندم ۱۰۸	گندم ۳۰٤	جو ۱۰٦	جو ۳۱۰	کلزا ۳۱۲	کلزا ۳۰۵	خرداد ماه ۱۳۹۸
۰/۲۵٦۲۷٦	۰/۲٦۰٤۳۳	۰/۱٦۵۸٤۱	۰/۱٤۳۵۵۲	۰/۱۳۸۸۷٦	۰/۱۳۱۲۲٦	۰/۱۵٤۵٤۹	۰/۱٦۷۳٤۸	NDVI
۰/۰٦۸۸۹۲	۰/۰۰۵۱۵۵	۰/۰٤۱۰۲۹	۰/۰۲۰٦۰٦	۰/۰٦٦۷۹۲	۰/۰۵۷۱٦٤	۰/۰۳۳۹٦۲	۰/۰۵۵۰٤	NDMI

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]



شکل ۱۳: مقایسه سطح زیرکشت محصولات حاصل از تصاویر ماهواره ای با آمار شرکت کشت و صنعت

Figure 13: Comparison of cultivation area of products obtained from satellite images with statistics of Agro-industry Company

نتیجه‌گیری

تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک متوسط مانند لندست، به‌صورت رایگان می‌باشد اما تشخیص محدوده مزارع مخصوصا مزارع کوچک غیرممکن است. با توجه به منحنی رشد محصولات در ۸ قطعه زمین، محصول یونجه (۱۰۵) دارای بهترین، شاداب‌ترین و کم استرس‌ترین پوشش گیاهی در بین محصولات بوده است و محصول یونجه (۳۰۳) دارای کم‌ترین سبزینگی در زمان اوج رشد پوشش گیاهی و همچنین دارای بیش‌ترین ضریب تغییرات در منحنی رشد خود بوده است. بر اساس مدل‌های پیشنهادی و نمودارهای گرافیکی، شاخص NDVI، در مرحله گلدهی محصولات مناسب‌ترین شاخص در منطقه معرفی می‌شود. نتایج آزمون آماری، نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده وجود ندارد. لازم به ذکر است مدل محدود به شرایط محیطی و قابل اجرا در شرایط مشابه است، بنابراین نباید تنها به نتایج موجود بسنده نمود. انجام تحقیقات مشابه و دقیق برای ارقام مختلف، در وسعت زیادی از اراضی و با به‌کارگیری مدل‌های زراعی به‌منظور کاهش خطای موجود و افزایش صحت داده‌های شبیه‌سازی شده می‌تواند محور مطالعاتی آینده باشد. ضریب تفاوت بین عملکرد واقعی و برآورد شده می‌تواند ناشی از تغییر شرایط کاشت و مدیریت زراعی، آفات و امراض گیاهی، وضعیت آب و هوایی منطقه و بسیاری از متغیرهای محیطی باشد. با استخراج تقویم زراعی محصولات مختلف کشاورزی، انتخاب ماهواره و برنامه‌ریزی منظم برای تصویربرداری، امکان تعیین سطح زیرکشت محصولات عمده منطقه با دقت مناسب فراهم می‌گردد. برطبق نتایج به‌دست آمده از مساحت سطح زیرکشت محصولات از تصویر NDVI، دریافتیم که محصول گندم (۳۰٤) دارای بیشترین اختلاف و محصول گندم (۱۰۸) دارای کم‌ترین اختلاف می‌باشد. کل مساحت این ۸ قطعه زمین کشاورزی در سال ۹۸ برابر با ۸۲/۷۷۵ هکتار است و با توجه به نتایج شرکت کشت و صنعت برابر با ۸۹ هکتار بوده است به عبارتی مساحت محاسبه شده از تصویر NDVI اردیبهشت ماه سال ۹۸ تنها حدود ۷ درصد کم‌تر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

به‌دست آمده است. با توجه به پژوهشی که انجام شده و نتایجی که از آن به‌دست آمد پیشنهاداتی ارائه می‌گردد که عبارتند از:

- در مراحل اولیه رشد (تا مرحله ابتدای خوشه رفتن) که تغییرات منحنی انعکاسی برگ گندم زیاد نیست، می‌توان دفعات نمونه‌برداری را کاهش داد.
- پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات مشابه، نقشه دقیق و به روزی از نواحی مختلف کشاورزی با محصولات کشاورزی مختلف و متنوع تهیه گردد.
- در این تحقیق مرز زمین‌های کشاورزی به‌صورت غیر خودکار و دستی استخراج شده و سپس به الگوریتم معرفی شده است، می‌توان بر روی استخراج دقیق مرز زمین‌های کشاورزی از تصویر با قدرت تفکیک مکانی بالا تمرکز کرد و عملکرد الگوریتم را به حالت خودکار نزدیک‌تر نمود.
- استفاده از تصاویر با باند حرارتی در تشخیص محصولات کشاورزی به‌عنوان یک پارامتر تعیین کننده.
- ایجاد پایگاه‌های فضایی ملی برای مدیریت اطلاعات.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

References

- Abbas Nia, M., Davodi Monazam, Z., Hajinejad, A., Poor Hashemi, S., (2014), "Monitoring of land use changes using remote sensing technique (Case study: Shahriar city)", ***Remote sensing and GIS in natural resources***, 5 (1): 76-94. [In Persian].
- Ahmadpour, A., Soleimani, K., Shukri, M., Ghorbani, J., (2014(, "Comparison of the efficiency of three common methods of supervised classification of satellite data in the study of vegetation", ***Journal of Remote Sensing and GIS in Natural Resources***, 5 (3): 77-89. [In Persian].
- Alizadeh, P., Kamkar, B., Shetabi, Sh., Kazemi, H., (2018), "Estimation of changes in wheat and soybean cultivation area using satellite image classification in the west of Golestan province", ***Journal of Agricultural Applied Research***, 31 (3): 55-62. [In Persian].
- Amini Bazyani, S., Akbari, M., Zare Abyane, H., (2013), "Assessment of cropped area, and cropping intensity in hamedan–bahar plain using remote sensing data", ***Iranian Journal of lrrigation and Drainage***, 7 (1): 36-48. [In Persian].
- Bidadi, M., Kamkar, B,. Abdi, A., Kazemi, H., (2015), "Assessment of land suitability for rainfed wheat cultivation using GIS (Case study: Qarahsoo area)", ***Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production***, 25 (1): 66-78. [In Persian].
- Darvishi, Sh., Soleimani, K., Rashidpour, M., (2019), "The effect of plant indices and urban surface characteristics on land surface temperature changes", ***Remote sensing and GIS in natural resources***, 5 (1): 23-42. [In Persian].
- Farzadmehr, gh., Tabaki Bejestani, J.K., (2017), "Determining the capability of Landsat 8 satellite images in estimating the area under saffron cultivation (Case study: Torbat Heydariyeh city)", ***Journal of Saffron Agriculture and Technology***, 6 (1): 46-60. [In Persian].
- Fathi, A., Masoudian, S, A., (2014(, "The effect of water resources reduction on agriculture during the water years (2012-2013) with emphasis on changes in the area under cultivation and production of horticultural products (Case study: Lenjan city)", ***Journal of Spatial Planning (Geography***), 5 (1): 87-102. [In Persian].
- Hosseini, A., Mehregan, N., Ebrahimi, M., (2016), "Determining the optimal cultivation pattern of crops with emphasis on maximizing social benefits and net import of virtual water (Case study of Hamedan Bahar plain)", ***Agricultural Economics Research***, 8 (3): 123-144. [In Persian].
- Komaki, B.Ch., Asadi Kia, R., Niknama, H., (2019), "Estimation of vegetation cover and biomass using remote sensing indices (Case study: Central Alborz protected area - Karaj), regulatory restructuring, and the politics of place", ***Remote sensing and GIS in natural resources***, 5 (1): 102-121. [In Persian].
- Mukhtari, M., Najafi, A., (2015), "Comparison of classification methods of support vector machine and artificial neural network in extracting land uses from Landsat satellite images ", ***Journal of Soil and Water Sciences***, 72 (19): 35-44. [In Persian].
-Narangifard, M., Mazidi, A., (2017), "Assessing the impacts of change in the quality of the vegetation on temperature range in district one of Shiraz", ***Geographical Space***, 16 (56): 201-220. [In Persian].
- Rengzen, K., (2013), "Detection and determination of the area under cultivation of sugarcane on Hyperion spectroscopic image", National Geomatics Conference, 90, Tehran, GEO 90_105. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]

- Riahi, V., Ziaian Firoozabadi, P., Azizpour, F., Daroee, P., (2019), "Determining and examining the area under cultivation of crops in Lenjanat area using satellite images, ***Journal of Applied Research in Geographical Sciences***, 52 (19): 81-99. [In Persian].
- Yaghoti, H,. Pazira, A., Amiri, A., Masihabadi, M, H., (2018), "Application of satellite imagery and remote sensing technology to estimate rice yield", ***Journal of Water and Soil Conservation***, 7 (3): 121-136. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.76.5.3]