

Determination of Potato Crop Cultivation in Hamedan Province, Using time series Satellite Images IRSP6

Loghman Khodakarami¹

¹Department of Petroleum Engineering, Faculty of Engineering, Koya University, Koya, Kurdistan Region, Iraq.

November 22, 2022

Abstract

Abstract: Potato is an important commodity in terms of nutrition basket. Lack of knowledge of this situation specially production level of this staple product has led to un-sustainability in supply and demand so that both consumer and producer or farmer subjects to this un-consistency. by considering potato agronomical calendar and its difference with main commodities such as wheat and barley, we tried to identify and estimate area under cropping potato farms in Hamedan province where are the production domain of this staple using remote sensing techniques and Awifs image time series from IRSP6 satellite. For that reason Awifs time series imaging was used for determine potato cropping area. Results of elementary investigation showed that we need three time series images due to difference in planting, maintaining and harvesting of this yield and others regions main crops including alfalfa, wheat and barley because of climate variations. hence in three intervals 27 April, when we see green vegetation of alfalfa and wheat, 18 July when potato has been grew completely at Hamedan and Bahar counties but at Razan and Kabudrahang counties we see complete growth of them at 16 August, up-to-date images of region ordered and prepared as organized manner. Necessary processing such as preparation, atmospheric and geometric correction, vegetation index, un-supervised classification were conducted using suitable training sites in different images of supervised classification on the images. each image was classified into 9 class including: plowing classes, water, vegetation, un-arable lands, lime lands, mountains, salty lands, metropolitan and farrow). phase classification method could identify farms and rangelands, but it was unable to distinguish all of potato farms from others crops using image classification due to close similarity between potato spectral reflection percentage and other simultaneous crops at greenness period. therefore three time intervals were used for distinguish area under potato cropping using classified maps so that first vegetation classification extracted from three classified maps and then vegetation map resulted from 18 July image which was include alfalfa, potato, orchards and nursery land uses to obtain potato cropping area in Hamedan and Bahar counties using vegetation class of 27 April image which included wheat, barley, orchard and nursery and without potato masked and area under potato cropping in two counties was estimated. To obtain potato cropping area in Razan and Kabudrahang vegetation result from 16 August image which included alfalfa, orchard, nursery and potato was masked using vegetation map resulted from April 27 which included wheat, barley, alfalfa, orchard, nursery and without potato and area under cropped was determined. Following integration of these two layers, studied area under cropping map prepared using phase classification method. Also by vegetation indices NDVI and SAVI, area under cropping of three ma

Determination of Potato Crop Cultivation in Hamedan Province, Using time series Satellite Images IRSP6

Loghman Khodakarami

Department of Petroleum Engineering, Faculty of Engineering, Koya University, Koya, Kurdistan Region, Iraq.

Abstract:

Potato is an important commodity in terms of nutrition basket. Lack of knowledge of this situation specially production level of this staple product has led to un-sustainability in supply and demand so that both consumer and producer or farmer subjects to this un-consistency. by considering potato agronomical calendar and its difference with main commodities such as wheat and barley, we tried to identify and estimate area under cropping potato farms in Hamedan province where are the production domain of this staple using remote sensing techniques and Awifs image time series from IRSP6 satellite. For that reason Awifs time series imaging was used for determine potato cropping area. Results of elementary investigation showed that we need three time series images due to difference in planting, maintaining and harvesting of this yield and others regions main crops including alfalfa, wheat and barley because of climate variations. hence in three intervals 27 April, when we see green vegetation of alfalfa and wheat, 18 July when potato has been grew completely at Hamedan and Bahar counties but at Razan and Kabudrahang counties we see complete growth of them at 16 August, up-to-date images of region ordered and prepared as organized manner. Necessary processing such as preparation, atmospheric and geometric correction, vegetation index, un-supervised classification were conducted using suitable training sites in different images of supervised classification on the images. each image was classified into 9 class including: plowing classes, water, vegetation, un-arable lands, lime lands, mountains, salty lands, metropolitan and farrow). phase classification method could identify farms and rangelands, but it was unable to distinguish all of potato farms from others crops using image classification due to close similarity between potato spectral refraction percentage and other simultaneous crops at greenness period. therefore three time intervals were used for distinguish area under potato cropping using classified maps so that first vegetation classification extracted from three classified maps and then vegetation map resulted from 18 July image which was include alfalfa, potato, orchards and nursery land uses to obtain potato cropping area in Hamedan and Bahar counties using vegetation class of 27 April image which included wheat, barley, orchard and nursery and without potato masked and area under potato cropping in two counties was estimated. To obtain potato cropping area in Razan and Kabudrahang vegetation result from 16 August image which included alfalfa, orchard, nursery and potato was masked using vegetation map resulted from April 27 which included wheat, barley, alfalfa, orchardS, nursery and without potato and area under cropped was determined. Following integration of these two layers, studied area under cropping map prepared using phase classification method. Also by vegetation indices NDVI and SAVI, area under cropping of three main crop yields determined first using threshold level technique and in three temporal intervals. Because it was not possible to prepare maps about potato under cropping area in maps from similar vegetation indices, hence similar operations conducted on three prepared maps from vegetation indices overlapping and finally potato under cropping area obtained using vegetation indices classified maps. Kapa coefficient for potato under cropping area resulted from phase classification method, NDVI and

SAVI was 90, 87 and 85% respectively. also potato under cropping area was determined about 38740, 36728 and 36614 respectively in 1998. it is obvious from this study that phase classification method and Awif data time series could be used to recognize and estimate potato under cropping area with acceptable precision and also vegetation indices have faster manner to potato under cropping area distinguishing.

Key words: remote sensing, Fuzzy Classification Method, cultivated, SAVI, NDVI

تعیین سطح زیر کشت محصول سیب زمینی در استان همدان با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره IRSP6

Loghman Khodakarami

Department of Petroleum Engineering, Faculty of Engineering, Koya University, Koya, Kurdistan Region, Iraq.

چکیده

سیب زمینی از محصولات مهم در سبد غذایی می باشد. عدم اطلاع از وضع موجود خصوصاً میزان تولید این محصول باعث بی ثباتی در عرضه و تقاضا شده است. بطوریکه هم مصرف کننده و هم تولید کننده یا کشاورز در معرض این بی ثباتی می باشند. با توجه به تقویم زراعی سیب زمینی و تفاوت آن با محصولات عمده چون گندم و جو در تحقیق حاضر سعی بر آن شده که با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و سری زمانی تصاویر سنجنده Awifs از ماهواره IRSP6 مزارع سیب زمینی در استان همدان که از قطب های تولید این محصول می باشد، شناسایی و سطح اراضی زیر کشت نیز برآورد گردد. بدین منظور از سری زمانی تصاویر ماهواره IRSP6 سنجنده Awifs برای تعیین سطح زیر کشت سیب زمینی، استفاده شد. برای این منظور در سه گذر زمانی که همزمان با سبزیبگی و زردشدگی گیاه سیب زمینی بوده تصاویر تهیه شد. پردازش های لازم از جمله آماده سازی تصاویر، تصحیح هندسی، شاخص گیاهی، طبقه بندی نظارت نشده و طبقه بندی نظارت شده فاز ی بر روی تصاویر انجام شد. در نهایت با استفاده روش Overlay بر روی نقشه های حاصل از طبقه بندی نظارت شده فاز ی و شاخص های NDVI و SAVI سطح زیر کشت سیب زمینی شناسایی گردید. ضریب کاپا برای نقشه های سطح زیر کشت سیب زمینی حاصل از روش طبقه بندی فاز ی، شاخص های NDVI و SAVI به ترتیب 90، 87 و 85 درصد به دست آمد. مساحت سطح زیر کشت سیب زمینی نیز به ترتیب حدود 38740، 36728 و 36614 هکتار در سال 1387 تعیین گردید. با انجام این مطالعه مشخص شد که می توان از روش طبقه بندی فاز ی و سری زمانی داده های سنجنده AWIFS برای تشخیص و تخمین سطح زیر کشت سیب زمینی با دقت تقریباً قابل قبول استفاده کرد و همچنین استفاده از شاخص های گیاهی مذکور دارای سرعت بالا برای تفکیک سطح زیر کشت این محصول می باشند.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، روش طبقه بندی فاز ی، سیب زمینی، SAVI، NDVI،

مقدمه

سنجش از دور به کمک امواج الکترومغناطیس طبیعی و مصنوعی در بررسی ها و برنامه ریزی های کشاورزی و منابع طبیعی کاربرد بسیار دارد. تکنیک های سنجش از دور به دلیل تناوب در اخذ تصاویر یک ناحیه، تصویر برداری در طول موج های مختلف در یک زمان و در نهایت امکان پردازش و تفسیر سریع این اطلاعات به طور گسترده در تحلیل های مختلف مربوط به گیاهان مورد استفاده قرار می گیرند. امروزه کاربرد این علم در بخش های مختلف با توجه به منافع حاصله، خصوصاً از جنبه سرعت انجام کار، هزینه های انجام شده، حجم داده های تولیدی و دقت کار رو به رشد می باشد. منافع حاصل از سنجش از دور در بخش های کشاورزی و منابع طبیعی از یکسو به واسطه به هنگام بودن داده ها و نقشه های تولیدی و امکان آشکارسازی سریع تغییرات محیطی و از سوی دیگر با توجه به وسعت این عرصه ها می تواند بیشتر باشد (Curran, 1995, 87, 126, Barrett, and Curtis.1992). تخمین و تعیین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در برنامه ریزی ها و تصمیم گیری ها اهمیت دارد، جمع آوری اطلاعات و مشاهدات زمینی و تهیه گزارشات مربوطه در خصوص سطح زیر کشت بسیار هزینه بردار و زمان بر است. داده های حاصل از سنجش از دور می تواند با تشخیص نوع و تعیین سطح زیر کشت محصولات زراعی، اطلاعات مفیدی در اختیار متخصصان کشاورزی قرار دهد (Curran, 1995, 88). اساس برنامه ریزی و مدیریت صحیح کشاورزی داشتن آمار و اطلاعات صحیح و به هنگام از وضعیت کشاورزی می باشد. استفاده از داده های سنجش از دور به دلیل داشتن ویژگی هایی مانند چند زمانه بودن، چند طیفی بودن، دید وسیع و یکپارچه و بدلیل مزیتی که در تفکیک طیفی و مکانی اطلاعات دارند می تواند این اطلاعات را بدست آورد (Abdalah Zadeh and Nasiri 2008, 1). آگاهی از توزیع انواع محصولات کشاورزی از نیازهای اساسی در برنامه ریزی و تصمیم گیری های بازرگانی می باشد و همچنین این امر برای بررسی پاره ای از مطالعات کشاورزی مانند تنش آبی و برآورد بازدهی در قالب سنجش از دور بسیار ضروری می باشد (Ashvrlv et al, 2006, 104). در سالهای اخیر، کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات کشاورزی و تهیه نقشه های موضوعی گسترش فراوانی پیدا کرده است. تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی از نیازهای اساسی برای مدیریت و نظارت محیطی است. این نقشه ها در برنامه ریزی و تصمیم گیری های مختلف استفاده می شوند، مطالعه مکان های زیر کشت با استفاده از داده های ماهواره ای موجود و تهیه نقشه اراضی زیر کشت آن در هر سال می تواند دولت را در مدیریت بهینه این اراضی کمک شایانی نماید (Kholfi and Davarpanah, 2008, 2). با توجه به اهمیت تهیه نقشه اراضی تحت کشت با استفاده از تصاویر ماهواره ای به تعدادی از مطالعات انجام شده در این خصوص اشاره می شود:

واردلاو و همکارانش (Wardlow et al., 2006) قابلیت سری زمانی شاخص های گیاهی را برای طبقه بندی مزارع بزرگ کشاورزی شامل یونجه، ذرت، سویا و گندم با استفاده از تصویر MODIS با قدرت تفکیک 250 متر برسی و با توجه به روندهای زمانی متفاوت شاخص های EVI و NDVI کلاس های مختلف را از هم تفکیک نمودند. نتایج آنها نشان داد که

تفکیک پذیری غلات در دوره بلوغ محصولات نسبت به دوره رشد محصولات چشمگیرتر می باشد. ساواساوا (Sawasawa, 2003) در تحقیقی با استفاده از تلفیق RS و GIS و پارامترهای مدیریت سطح زیر کشت برنجزارها را در منطقه ای در نظام آباد ایالت آندراپراش هند برآورد نمود. این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره IRS و همچنین سری زمانی تصاویر ماهواره اسپات و بکارگیری شاخص های گیاهی و در نظر گرفتن مراحل مختلف فنولوژی گیاه برنج انجام شد. توکر و آریکان (Tucker & Arian, 2000) در ترکیه با طبقه بندی مرحله به مرحله و با اعمال ماسک های متناوب در تصاویر ETM+ اقدام به تهیه نقشه غلات نمودند.

خواجه الدین و همکاران (Khvajhaldyn and Pvrnafy, 2007)، برای تعیین سطح زیر کشت شالیزارهای منطقه اصفهان از داده های رقومی ماهواره IRS-ID هند (سنجنده های PAN, LIS III و سری زمانی Wifs) استفاده کردند. آنها با استفاده از روشهای حداکثر احتمال و حداقل فاصله از میانگین و همچنین شاخص آب مساحت زیر کشت شالیزارها را تعیین کردند. این مطالعه نشان داد که می توان داده های LISS III را برای تشخیص و تعیین دقیق سطح زیر کشت شالیکاری و داده های سنجنده Wifs برای تخمین سطح با دقت تقریباً قابل قبول استفاده کرد.

سارویی، (Sarvy and Nasiri, 2002) در مطالعه ای با استفاده از فناوری RS و GIS نقشه اراضی زیر کشت برنج را در شهرستان آمل و بابل با استفاده از داده های ماهواره لندست TM و با الگوریتم حداکثر احتمال طبقه بندی و طبقات مختلف از جمله برنج زارها تفکیک گردید. سلیمی و همکاران (Salimi and Kazemi, 2009)، در تحقیقی سطح زیر کشت برنج در شهرستان مرو دشت را با استفاده از دو سری زمانی تصاویر LISS III از ماهواره IRSP6 با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال و شاخصهای NDVI و SAVI تعیین کردند.

هدف تحقیق حاضر تعیین سطح زیر کشت سیب زمینی در استان همدان (در شهرستان های، همدان بهار، کبودر آهنگ و رزن) با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره IRS P6 از سنجنده AWIFS در سال 1387 بود. با توجه به اینکه سازمان ملل متحد سال ۲۰۰۸ را سال سیب زمینی¹ نامیده بود، به دلیل نقش پررنگی که این ماده غذایی در بحران های جهانی نظیر گرسنگی فقر و محیط زیست دارد و از سیب زمینی با عنوان «جواهر پنهان» یاد کرده و از دولت ها خواسته است با اختصاص دادن زمین های زیادی برای کاشت آن، مردم کشاورشان را از زیر بار گرسنگی آزاد کنند (<http://www.sarmayeh.net/ShowNews.php>). سیب زمینی سومین محصول غذایی پرمصرف در جهان است و بعد از گندم و برنج بیشترین میزان استفاده را دارد. کارشناسان سازمان ملل اعلام کرده اند که با پیش بینی افزایش جمعیت جهان در دو دهه آینده با سرعت ۱۰۰ میلیون نفر در سال، سیب زمینی در تغذیه این جمعیت جایگاه ویژه ای خواهد داشت. سازمان ملل معتقد است: با افزایش کشت سیب زمینی در کشورهای جهان از میزان فقر کاسته شده و باعث افزایش امنیت

1 International Year of the Potato

غذایی می گردد و از این طریق توجه دولت ها را به کاشت این محصول مهم که نقشی حیاتی در رفع گرسنگی مردم جهان دارد، جلب می کند (<http://www.sarmayeh.net/ShowNews.php>). با توجه به اینکه استان همدان یکی از قطب های تولید این محصول در ایران می باشد و همچنین یکی از محصولات عمده منطقه مورد مطالعه است، آگاهی از وضعیت سطح زیر کشت آن می تواند کمک شایانی در میزان کمبود و یا مازاد این محصول را به منظور ثبات بازار صورت دهد.

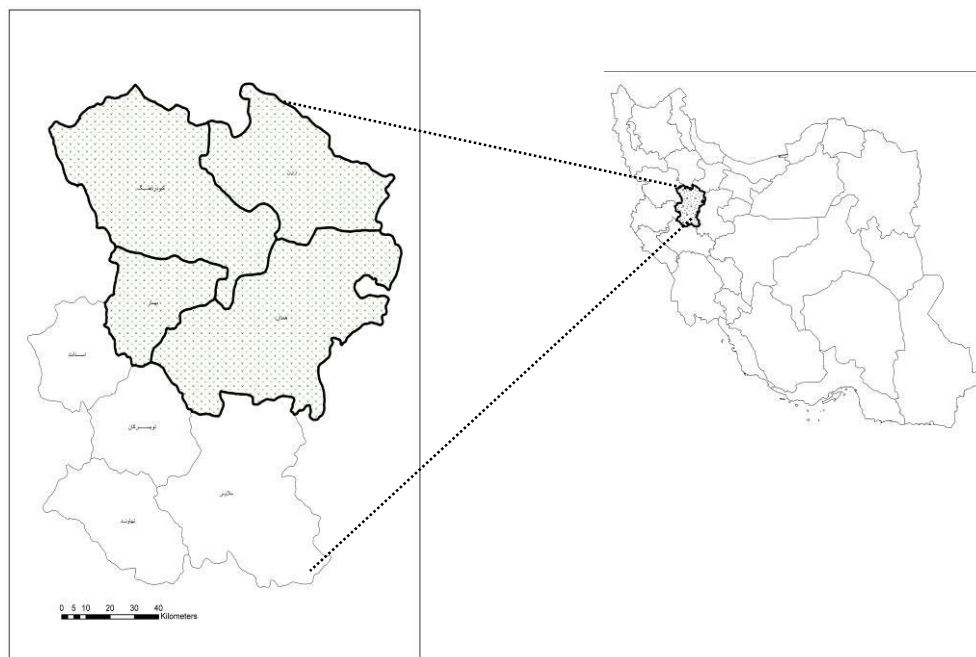
مواد و روشها

– مشخصات داده های ماهواره ای مورد استفاده و منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق از داده های ماهواره IRS-P6 هند، مربوط به سنجنده AWIFS استفاده گردید. در جدول (1) تاریخ داده های مورد استفاده در مطالعه ارائه شده است. علاوه بر داده های ماهواره ای از نقشه های 1:50000 سازمان نیروهای مسلح نیز استفاده شد. سنجنده AWIFS دارای 4 باند شامل: باند 2 (سبز)، باند 3 (قرمز)، باند 4 (مادون قرمز نزدیک). باند 5 (مادون قرمز موج کوتاه) با قدرت تفکیک مکانی 56 متر می باشد. منطقه مورد مطالعه در موقعیت جغرافیایی $34^{\circ}34'51''$ تا $43^{\circ}7'$ عرض شمالی و $49^{\circ}51'49''$ تا $49^{\circ}28'16''$ طول شرقی واقع شده است (شکل شماره 1). که شامل شهرستان های (همدان، بهار، کبودر آهنگ و رزن) می باشد.

جدول 1 داده های مورد استفاده در مطالعه

سال	تاریخ به شمسی	تاریخ	سنجنده
2008	8 اردیبهشت	27 آوریل	AWIFS
2008	26 تیر	18 ژولای	AWIFS
2008	28 مرداد	16 آگوست	AWIFS



شکل (1). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

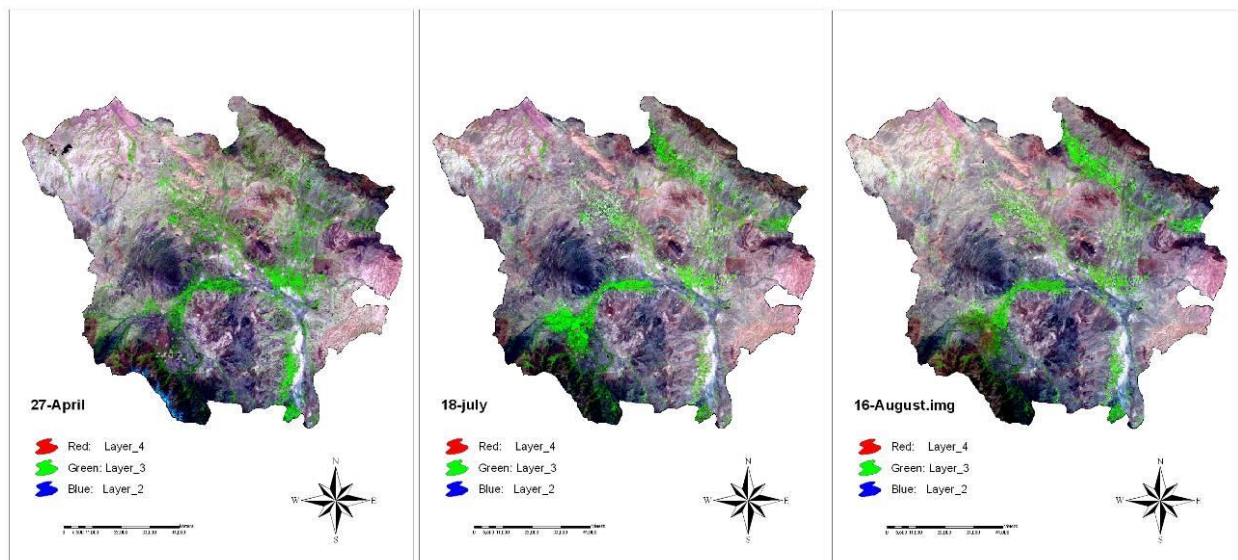
– انتخاب زمان تصویر برداری

به منظور تعیین دامنه زمانی مناسب برای سفارش تصاویر ماهواره ای ، ابتدا تقویم زراعی محصولات مختلف منطقه مشخص شد (جدول 2). سپس بر اساس زمان کاشت ، اوج سبزی، برداشت و شخم محصولات مختلف مشخص تجزیه و تحلیل های لازم برای تعیین زمان تصاویر انجام گرفت .

نتایج بررسی ها نشان داد برای تفکیک سیب زمینی به سه سری زمانی تصویر با توجه به تفاوت در کاشت و برداشت این محصول در منطقه مورد مطالعه به دلیل اختلاف آب و هوایی (27 آوریل که در منطقه شاهد پوشش سبز یونجه و گندم هستیم و 18 ژوئیه که در شهرستان همدان و بهار سیب زمینی به طور کامل رشد کرده ولی در رزن و کبودر اهنک در 16 آگوست شاهد رشد کامل آن می باشیم) نیاز داریم (شکل 2) ، سری زمانی تصاویر انتخاب شده را بر اساس مراحل رشد فنولوژیک کشت های عمده منطقه مورد مطالعه نشان می دهد .

جدول 2. شمای کشت محصول سیب زمینی

نوع محصول	پاییز			زمستان			بهار			تابستان		
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
سیب زمینی	شهرستان های رزن و کبودرآهنگ برداشت	دادن کود الی	زمین در حال استراحت			آماده سازی زمین	شروع به کاشت بذر	در شهرستان های همدان کاملاً یوته سیب زمینی رشد کرده و در شهرستان های کبودرآهنگ هنوز رشد نکرده	در شهرستان های سردسیر در اوایل رشد خود می باشد و در شهرستان های گرمسیر به اوج خود رسیده	در شهرستان های سردسیر یوته های سیب زمینی به اوج خود رسیده و در شهرستان های گرمسیر آغاز برداشت	در شهرستان های سردسیر یوته های سیب زمینی به اوج خود رسیده و در شهرستان های گرمسیر آغاز برداشت	برداشت در مناطق سردسیر ، در مناطق گرمسیر کاملاً برداشت شده



شکل 2. سه تصویر منطقه مورد مطالعه

- جمع آوری دادهای زمینی

جهت تفکیک دقیق نواحی کشت سیب زمینی از سایر محصولات زراعی هم چنین به منظور تولید نقشه واقعیت زمینی، نمونه برداری در سه مرحله انجام گرفت: مرحله اول در اردیبهشت انجام شد که هم زمان با کاشت سیب زمینی، مرحله دوم در اواخر مرداد و اوایل شهریور که در این زمان سیب زمینی همدان و بهار در حال برداشت بود و مرحله سوم در مهر ماه انجام گرفت که در این فصل در شهرستان رزن و کبودرآهنگ شاهد برداشت محصول بودیم. در هر سه مرحله با استفاده از GPS موقعیت مناطق ثبت شد و هم چنین پرسشنامه هایی توسط کشاورزان در باره تاریخ کاشت و برداشت سیب زمینی و سایر محصولات تکمیل گردید. که در مجموع 90 پرسشنامه تکمیل و 400 نقطه زمینی ثبت شد.

- بارزسازی و پردازش تصاویر

مراحل پردازش داده های ماهواره ای تا دستیابی به تعیین سطح زیر کشت سیب زمینی ، به صورت زیر می باشد: 1- تصحیح هندسی واتم سفریک 2- بارز سازی (افزایش کنتراست و انواع آنالیزها) 3- طبقه بندی تصاویر (نظارت نشده و طبقه بندی نظارت شده فاز) 4- تلفیق لایه های تهیه شده .

- تصحیح اتمسفریک

برای تصحیح اتمسفریک از تکنیک کاهش پیکسل های تاریک استفاده گردید. با این فرضیه که پیکسل تاریک با حداکثر احتمال، کمترین میزان انعکاس طیفی را دارد و متعلق به آب عمیق و سایه میان تصویر است که انعکاس آن صفر می باشد. زیرا در صورت وجود ذرات پراکنده در جو، پراکنش جوی باعث می شود که عملاً انعکاس طیفی پیکسل های تاریک صفر نباشد (Sarnam et al. 2002, 220).

- تصحیح هندسی

برای این منظور از نقشه های رقومی (با استفاده از خطوط مربوط به شبکه آبراهه ها و لایه راهها) به عنوان نقشه مبنا استفاده شد و تصویر 27 آوریل با انتخاب 30 نقطه مشترک با پراکنش مناسب در سیستم تصویر UTM مطابقت داده شد و تصاویر 18 ژولای و 16 آگوست هم با تصویر 27 آوریل اصلاح هندسی شدند.

- انتخاب بهترین ترکیب باندی

به منظور آشکار سازی بهتر عارضه ها و تفکیک پدیده های زمینی از ترکیب رنگی کاذب استفاده شد. سنجنده AWIFS دارای 4 باند مختلف می باشد لذا امکان تولید 24 تصویر رنگی کاذب وجود دارد. برای مشخص کردن بهترین ترکیب سه تایی باندها که دارای بیشترین اطلاعات از وضعیت پوشش اراضی منطقه مطالعه باشد از ضریب شاخص مطلوبیت (OIF) استفاده گردید.

- استفاده از شاخص های گیاهی

در این تحقیق برای ارزیابی بهتر وضعیت پوشش اراضی از دو شاخص گیاهی NDVI و SAVI استفاده شد. این شاخص ها با توجه به اینکه پوشش گیاهی از بخش مرئی به طرف بخش مادون قرمز میانی، تفاوت معنی داری را در انعکاس و جذب طیف ها نشان می دهند وضعیت پوشش گیاهی را بصورت ارزشهای عددی بین 1- تا 1 نشان داده و بر اساس آن امکان طبقه بندی منطقه به اراضی تحت کشت، آیش و بایر وجود خواهد داشت.

– طبقه بندی داده‌های ماهواره ای

طبقه بندی تصاویر را می توان به عنوان مهم ترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره ای به شمار آورد (Tso and Mather, 2001). در این مطالعه از الگوریتم های دو روش طبقه بندی نظارت نشده و نظارت شده فازی جهت طبقه بندی تصاویر استفاده شد.

– ارزیابی دقت طبقه بندی

دقت و صحت نقشه های طبقه بندی شده به کمک نقشه واقعیت زمینی که با استفاده از 200 نقطه کنترل زمینی و مساحتی حدود 5 درصد سطح منطقه تهیه شده بود، انجام گرفت. سپس با قطع دادن این نقشه با نقشه های بدست آمده از طبقه بندی تصاویر ماهواره ای و بر اساس آن ماتریس خطا² تشکیل و دقت کلی³ و ضریب کاپا⁴ محاسبه شد.

– نظریه مجموعه فازی

نظریه مجموعه های فازی اولین بار توسط پروفسور عسکرزاده عرضه شد، این نظریه از زمان ارائه آن تاکنون گسترش و بسط زیادی یافته و کاربردهای گوناگونی در زمینه های مختلف پیدا کرده است. به طور خلاصه، نظریه مجموعه های فازی فرضیه ای برای اقدام در شرایط عدم اطمینان است. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستمهایی را که نادقیق و مبهم هستند (چنانچه در عالم واقع اکثراً چنین است) صورت بندی ریاضی ببخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد (Ranjbar, and Honarmand, 2004 , 4733).

در رده بندی نظارت شده مرسوم در سنجش از دور، نقاط تعلیمی و نتایج رده بندی بر مبنای روش یک پیکسل یک رده⁵ هستند در حقیقت یک پیکسل فقط به یک رده می تواند تعلق داشته باشد رده مخلوط نمی تواند به عنوان نقاط تعلیمی یا یک طبقه فرض شود و میزان عضویت⁶ در پیکسلها مشخص نیست. در حقیقت در روشهای کلاسیک رده بندی مرزهای مناطق آموزشی به صورت ناگهانی تغییر می کند و به صورت تدریجی نیست. این محدودیتهای آشکار باعث کاهش ارزش رده بندی سطوح و استخراج اطلاعات ضعیفی می شود و ممکن است اطلاعات با ارزشی از بین برود. این مشکل، بیشتر به خاطر مفهوم عضویت در نظریه مجموعه های کلاسیک است که بر اساس آن یک مجموعه مرزهایی دارد و هر عضو می تواند به طور کامل عضو این مجموعه باشد یا نباشد. نظریه مجموعه های فازی که به منظور از بین بردن ابهام در داده ها به کار می

2 Confuse Matrix

3 Overall Accuracy

4 Kappa Coefficient

5 one-pixel-one-class

6 Membership

رود، یک مفهوم جدیدی است که بر اساس آن عضویت جزئی⁷ اجازه می دهد که اطلاعات در موقعیتهای پیچیده تر مثلاً پوششهای مخلوط یا شرایط حدواسط بهتر نمایش داده شده و به کار روند اگرچه تحلیل تصاویر سنجش از دور با استفاده از مجموعه های فازی دشوار و مشکل است، اما با توجه به اینکه در داده های سنجش از دور، اغلب تعیین مرز بین دو رده مختلف آسان نیست، می توان از نظریه، مجموع های فازی به صورت کیفی به خوبی استفاده کرد. در این نظریه، رتبه عضویت می تواند مقداری بین 0 و 1 در نظر گرفته شود، در صورتی که در حالت عادی عضویت نظریه مجموعه ها، رتبه عضویت فقط 0 یا 1 اختیار می شود برای انجام این رده بندی انتخاب مناطق آموزشی لازم است. برخلاف روشهای معمول رده بندی که هر کدام از مناطق آموزشی حاوی موادی هستند که در نوع خود خالص است و هیچ گونه تغییرات تدریجی در آنها وجود ندارد در این روش ضروری نیست که نقاط تعلیمی کاملاً یکنواخت باشند (ERDAS Field Guide, 2007, Wang, 1990, 138-139).

در مطالعه حاضر، به منظور طبقه بندی تصاویر به روش فازی از ترکیب روشهای فازی و حداکثر احتمال استفاده می شود. به این صورت که با انتخاب مناطق تعلیمی، پارامترهای میانگین و کواریانس این مناطق به ترتیب با استفاده از توابع 1 و 2 به صورت مجموعه فازی برای هر طبقه تعریف می گردند (Farn Chen and Tan Li 2000, 1).

$$\mu_c^* = \frac{\sum_{i=1}^n f_c(x_i)x_i}{\sum_{i=1}^n f_c(x_i)} \quad (\text{تابع 1})$$

$$\Sigma_c^* = \frac{\sum_{i=1}^n f_c(x_i)(x_i - \mu_c^*)(x_i - \mu_c^*)^T}{\sum_{i=1}^n f_c(x_i)} \quad (\text{تابع 2})$$

μ_c^* = میانگین فازی نمونه تعلیمی طبقه C

Σ_c^* = کواریانس فازی نمونه تعلیمی طبقه C

x_i = ارزش برداری پیکسل i ام

$f_c(x_i)$ = تابع عضویت پیکسل x_i برای نمونه تعلیمی طبقه C

N = کل پیکسل های نمونه تعلیمی

T = تابع تبدیل

تابع عضویت هر پیکسل بر اساس الگوریتم حداکثر احتمالی که در فرمول آن از میانگین و کواریانس فازی استفاده می شود تعریف می گردد. الگوریتم حداکثر احتمال بصورت زیر می باشد (Farn Chen and Tan Li, 2000, 1).

$$p_c^*(x_i) = (2\pi)^{-N/2} |\Sigma_c^*|^{-1/2} \exp \left[-\frac{1}{2} (x_i - \mu_c^*)^T \Sigma_c^{*-1/2} (x_i - \mu_c^*) \right]$$

ارزش تابع عضویت هر پیکسل با استفاده از تابع 3 محاسبه می شود (Farn Chen and Tan Li 2000, 1).

$$f_c(x_i) = \frac{P_c^*(x_i)}{\sum_{j=1}^m p_j^*(x_i)} \quad (\text{تابع 3})$$

$f_c(x_i)$ = تابع عضویت پیکسل x_i به کلاس C
 $p_c^*(x_i)$ = حداکثر احتمال تعلق پیکسل x_i به کلاس C
 m = تعداد طبقات
 n = تعداد باند

در نهایت پس از محاسبه ماتریس فاصله برای هر طبقه وبا داشتن یک ماتریس وزن وبا استفاده از تابع 4 می توان عمل Defuzzification یعنی تعلق دادن هر پیکسل به یک طبقه مشخص را انجام داد (, ERDAS Field Guide, 2007 138-139).

$$T_{[K]} = \sum_{i=0}^d \sum_{j=0}^d \sum_{l=0}^n \frac{W_{ij}}{D_{ijl}[K]} \quad (\text{تابع 4})$$

که در این فرمول
 i, j = به ترتیب نمایه ردیف وستون در پنجره متحرک
 d = اندازه پنجره (3،5 یا 7)
 l = نمایه مربوط به لایه در مجموعه فازی
 n = تعداد لایه های فازی به کار رفته
 w = ماتریس وزن برای پنجره
 k = نمایه مربوط به طبقه
 $D_{[K]}$ = ارزش ماتریس فاصله برای طبقه k
 $T_{[K]}$ = فاصله وزنی طبقه k

یافته های تحقیق

- نتایج مراحل مختلف آماده سازی و پردازش تصاویر ماوره ای به شرح زیر می باشد

تصحیح هندسی تصویر 27 آوریل با استفاده 30 نقطه و به روش و به روش نزدیکترین همسایه با⁸ RMSE برابر 0.4 انجام گرفت. در ادامه تصاویر 18 ژولای و 16 آگوست با استفاده از تصویر 27 آوریل هم مختصات شدند، که RMAE آنها به ترتیب 0.34 و 0.3 می باشد.

برای تصحیح اتمسفریک از تکنیک کاهش پیکسل های تاریک استفاده شد، بدین منظور از مناطقی واقع در دریاچه های سد اکباتان و شیرین سو که آب عمیق دارند ، برای تصحیح تصاویر براساس رگرسیون باند مادون قرمز با سایر باندهای سنجنده در

⁸ Root Mean Square Error

تاریخ های مختلف استفاده گردید. نتایج بهترین ترکیب باندی با استفاده از شاخص OIF برای تصاویر در جدول 3 آمده است. که بهترین ترکیب باندی ترکیب 2-3-4 می باشد.

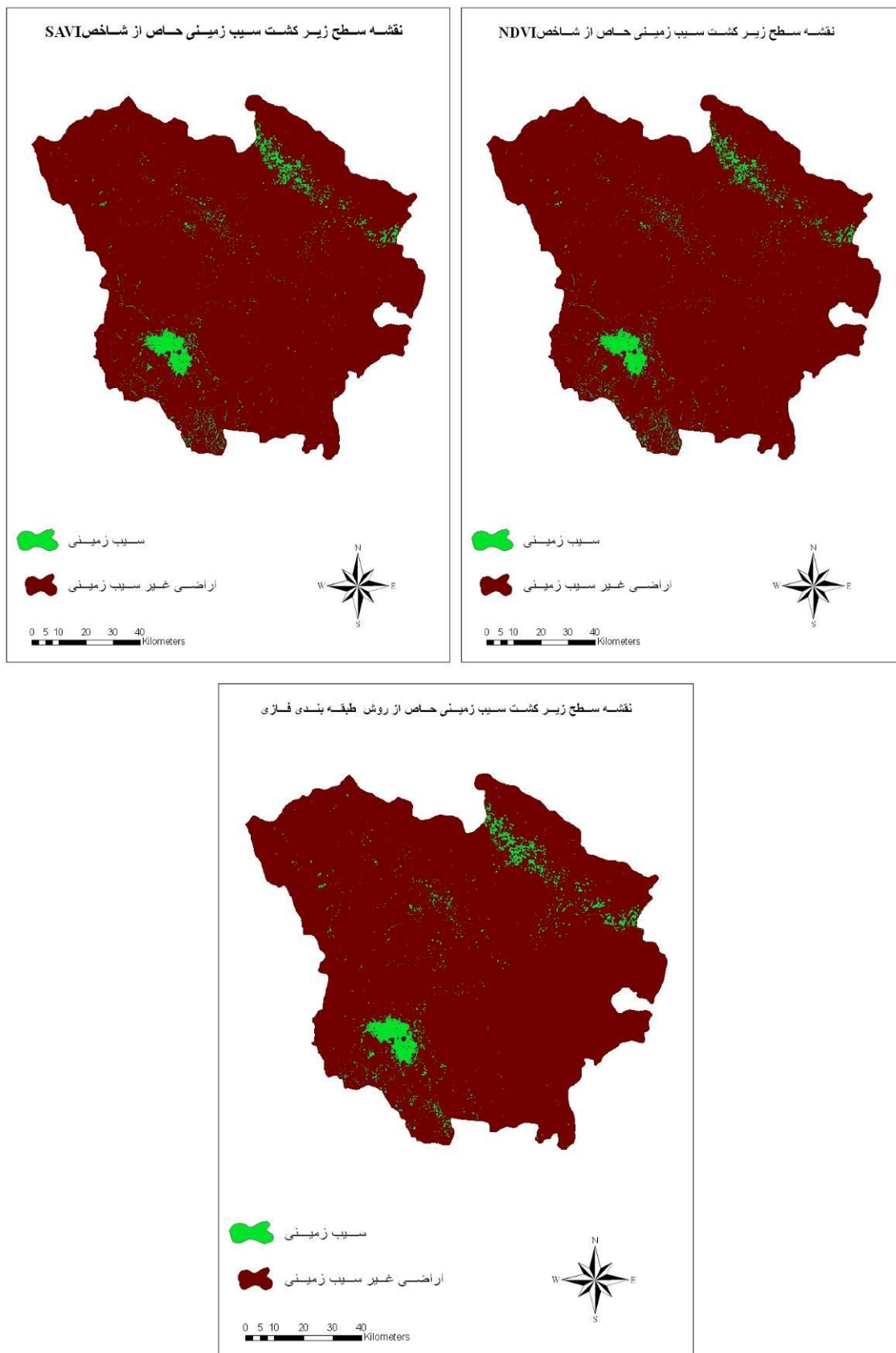
به منظور پردازش اولیه تصاویر و شناخت کلی از کاربری اراضی منطقه ابتدا طبقه بندی نظارت نشده به روش Iso Data بر روی تصاویر انجام شد. نتایج طبقه بندی اولیه به منظور بررسی تنوع و الگوی کشت موجود در منطقه و همچنین انتخاب نمونه های تعلیمی در طبقه بندی نظارت شده استفاده شد. همانطور که در جدول شماره 2 مشاهده می گردد، در طبقه بندی با استفاده از شاخصهای گیاهی SAVI و NDVI برای تهیه نقشه سطح زیر کشت سیب زمینی شاخص NDVI از دقت بیشتری نسبت به شاخص SAVI برخوردار است. در طبقه بندی نظارت شده به روش فازی بالا ترین دقت مربوط به طبقه بندی بهترین ترکیب باندی بود. از آنجا که سیب زمینی محور اصلی تحقیق حاضر است، وبه علت مشابه بودن بازتاب سیب زمینی با یونجه و گندم و جو در فصولی که این محصول در اوج رشد می باشد نمی توان از یک تصویر برای تفکیک و استخراج سطح زیر کشت سیب زمینی استفاده کرد، سلیمی و همکاران و نیز خواجه الدین و همکاران در تفکیک شالیزارها از کشت های دیگر به دلیل بازتاب مشابه کشت های مختلف در یک تصویر چنین مشکلی را گزارش کردند. بنابراین ابتدا سعی شد با توجه به جدول زمان بندی کشت های عمده و تفاوت اقلیمی و تفاوت کاشت و برداشت، سه سری زمانی تصاویر IRS P6 از سنجنده AWIFS انتخاب شود به گونه ای که بر اساس تفاوت اقلیم در شهرستان های بهار و همدان که آب و هوای معتدلتری دارند، سیب زمینی بهار کشت می شود و در شهرستان رزن و کبودر آهنگ به علت سردسیر بودن سیب زمینی پاییزه کشت می شود. تصاویر به گونه ای انتخاب شود که تصویر اول در زمانی باشد که سیب زمینی کشت نشده باشد و تصویر دوم در اوج رشد این محصول باشد. به این دلیل برای شهرستانهای بهار و همدان دو تصویر 27 آوریل و 18 ژوئیه انتخاب شد، در 27 آوریل کشت گندم، جو و یونجه در اوج رشد می باشند ولی در 18 ژوئیه گندم و جو برداشت شده اند. برای شهرستانهای رزن و کبودر آهنگ دو تصویر 27 آوریل و 16 آگوست انتخاب شد که در تصویر اول هنوز سیب زمینی کشت نشده ولی در تصویر دوم این محصول در اوج رشد می باشد اما گندم و جو کاملاً برداشت شده اند. پس از انتخاب تصاویر، تصحیحات لازم، پیش پردازش های اولیه و انتخاب نقاط تعلیمی مناسب اقدام به طبقه بندی داده ها با استفاده از روش طبقه بندی فازی گردید. هر یک از تصاویر به 9 کلاس شامل: طبقات شخم، آب، پوشش گیاهی، اراضی بایر، مناطق آهکی، کوه، شوره زار، شهر و آیش) طبقه بندی شدند. طبقه پوشش گیاهی از هر سه تصویر استخراج شد، برای به دست آوردن سطح زیر کشت سیب زمینی شهرستان همدان و بهار نقشه پوشش گیاهی حاصل از تصویر 18 ژوئیه که شامل کاربریهای یونجه، سیب زمینی، باغ و قلمستان بود با استفاده از طبقه پوشش گیاهی تصویر 27 آوریل که شامل کاربریهای گندم، جو، یونجه و باغ و قلمستان است ماسک و سطح زیر کشت سیب زمینی بدست آمد. برای به دست آوردن سطح زیر کشت سیب زمینی شهرستان های رزن و کبودر آهنگ پوشش گیاهی حاصل از تصویر 16 آگوست که شامل کاربریهای یونجه و باغ و قلمستان می باشد با استفاده از

تصویر 27 آوریل که شامل گندم، جو، یونجه و باغ و قلمستان می باشد ماسک و سطح زیر کشت سیب زمینی در این منطقه نیز مشخص گردید. بعد از تلفیق این دولا به نقشه سطح زیر کشت سیب زمینی منطقه مورد مطالعه با مساحت 36728 هکتار به تهیه گردید (شکل 3). با استفاده از شاخصهای گیاهی SAVI و NDVI و تعیین حد آستانه برای نقشه های حاصل از این شاخص ها، نقشه سطح زیر کشت سیب زمینی با استفاده از ماسک نقشه پوشش گیاهی تصویر تاریخ آورده شود با نقشه پوشش گیاهی حاصل از تصویر تاریخ آورده شود تهیه شد که مساحت سطح زیر کشت این محصول با شاخص NDVI و SAVI به ترتیب برابر است با 38740 و 36614 هکتار (شکل 3)، مقدار اختلاف در برآورد به دلیل تفاوت در تعیین حد آستانه شاخص های گیاهی می باشد،

عبداله زاده و همکاران برای تعیین سطح زیر کشت سیب زمینی از شاخص NDVI با تعیین حد آستانه حداکثر و حداقل ارزش NDVI در مناطق نمونه برداری استفاده کردند نتایج مناسبی از آنالیز دریافت کرده اند، همچنین واردلانو و همکاران به بررسی روند زمانی شاخص های گیاهی برای طبقه بندی مزارع بزرگ کشاورزی شامل یونجه، ذرت، سویا و گندم با استفاده از تصویر MODIS با قدرت تفکیک 250 متر پرداخته و با توجه به روندهای زمانی متفاوت شاخص های NDVI و EVI کلاس های مختلف را از هم تفکیک نمودند و نتایج مناسبی به دست آوردند. سطح زیر کشت برآورد شده با استفاده از روش فازی به دلیل ضریب کاپای بالاتر، از دو شاخص گیاهی دقیقتر می باشد. کریشنا مونا نظریه های فازی را جهت تهیه کاربری اراضی بر روی داده های IRS-LA -L2 مورد استفاده قرار داد و توانایی بالای روش فازی را در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای جهت تهیه نقشه کاربری مشخص نمود. (Krishna Mohan et al. 2000, 1709-1723). براساس آمار ارائه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان همدان سطح زیر کشت سیب زمینی منطقه مورد مطالعه در حدود 26000 هکتار برآورد شده که تولید این محصول در سال 1387 در حدود 2 میلیون تن تخمین زده شده است. اما نتایج مطالعه ما نشان داد که مساحت زیر کشت سیب زمینی برابر با 36728 هکتار بوده که با توجه به میانگین برداشت 50 تن در هکتار که نتیجه مطالعات پرسشنامه ای و اخذ اطلاعات از کشاورزان منطقه است، میزان برداشت سیب زمینی در سال 1387 معادل 1836400 تن بوده است.

جدول 3 نتایج شاخص OIF

OIF	بهترین ترکیب	تصاویر
86.31	4,3,2	27April
66.05	4,3,2	18Jul
93.03	4,3,2	16 August



شکل 3. نقشه سطح زیر کشت سیب زمینی حاصل از شاخص های NDVI ، SAVI و روش طبقه بندی فازی

جدول 4 نتایج ارزیابی روش های طبقه بندی

ضریب کاپا	صحت کلی (%)	روش طبقه بندی
0.84	87	شاخص NDVI
0.82	85	شاخص SAVI
0.88	90	روش فازی (ترکیب باندی 2و3و4)
0.87	89	روش فازی (ترکیب باندی 1و2و3و4)

نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد بهترین زمان برای تعیین زیر کشت سیب زمینی استفاده از سری زمانی داده های ماهواره ای است. داده های ماهواره ای لازم است به گونه ای انتخاب شوند که زمان اول قبل از کشت سیب زمینی و در زمان دوم این محصول در اوج سبزیبگی باشد و این مهم با تهیه جدول زمانبندی مراحل فنولوژیک رشد کشت های عمده در منطقه امکان پذیر میگردد. برای منطقه مورد مطالعه سه سری زمانی 27 آوریل، 18 ژولای و 16 آگوست براساس تفاوت اقلیمی و تفاوت در کاشت و برداشت، در منطقه مورد مطالعه بهترین سری های زمانی می باشد.

با توجه به نتایج حاصله، پیشنهاد می گردد با بکار گیری این روش نسبت به تهیه نقشه اراضی زیر کشت محصولات مختلف در سطح استان اقدام گردد. سهل الوصول بودن داده ها، دسترسی سریع به نقاط دور افتاده و کوهستانی ودقت نسبتا بالای استفاده از داده های ماهواره ای، از امتیازات خاص فن سنجش از دور محسوب می شود. به دلیل اینکه داده های سنجش از دور دارای تنوع طیفی و پوشش های تکراری مناسب بوده وبا توجه به اینکه در مقایسه با سایر روشهای گرد آوری اطلاعات ارزانتر می باشند، می توانند به عنوان منبعی مناسب برای جمع آوری داده و ایجاد بانک اطلاعات کشاورزی استفاده گردند.

Reference

1. Abdalah Zadeh, M.. And Nasiri, M. B. (2008). Determination of potato cultivated in the city using a series Borujen When images IRSP6. National symposium of Geomatic2008. Survey Organisation, Tehran.
2. Alavi Panah, S. K. (2003). Remote sensing applications in geosciences. Tehran University Press.
3. Ashvrlv, M., A. Mhmddy, AS, Rezaeian, P. and Vashvrlv, D.(2006). Application of linear analysis in the diagnosis of separating wheat from other Products on satellite images. Journal of Environmental Sciences. Vol, 2., pp: 101-116.
4. Barrett, E.C. and L.F. Curtis.1992. Introduction to Environmental Remote Sensing. Chapman & Hall, London.
5. Curran, P. (Translation reza haer). (1995). Principles of remote sensing.Iranian Remote Sensing Center. Omid Publications, Tehran.
6. ERDAS, 2007, ERDAS Field Guide, Volume Tow, pp.138-139.
7. Farn Chen, C. and Y. Tan Li. 2000, Supervised Classification of Multi-Temporal Remote Sensing Images, Int: 20 Th Asian Conferences on Remote Sensing.
8. <http://www.sarmayeh.net/ShowNews.php?7063>, Download in 28/6/2009.
9. Jensen, J. R. 1996. Textbook: Introductory Digital Image Processing: Radiometric and Geometric Correction. Prentice and Hall Inc., New York.
10. Kholfi, J and Davarpanah, G.R.(2008). Level estimation and mapping of land under wheat cultivation using GIS and remote sensing in watershed Znjanrvd. National symposium of Geomatic2008. Survey Organisation, Tehran.
11. Khvajhaldyn, S.J. and Pvrmnafy, S. (2007). Determine the level of marginal paddy Zayandehrod River in Isfahan Region with satellite sensor digital data of IRS . Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources.Isfahan University of Technology.Vol,1,.pp:513-527.
12. Khvajhaldyn, S.J.(1997). The role of remote sensing of natural resources in sustainable agricultural development and use of these data in planning industrial agriculture. Proceedings of Seminar on Role of Technology in Agricultural Development, Scientific Research & Publications in cooperation with the Town Publishing Mani, Isfahan.
13. Krishna Mohan, B., Babu Madhavan, B. and Das Gupta, U.M.2000: Integrationof IRS-1A-L2 data by fuzzy logic approaches for land use classification,V.21, pp.1709-1723.
14. Lillesand, T.M. and R.W.Kife.2000.Remote Sensing and Image Interpretation. John Willey & Sons. New York.
15. Ranjbar, H. and M. Honarmand,2004, Integration and analysis of airborne geophysical and ETM+ data for exploration of porphyry type deposits in the Central Iranian Volcanic Belt, using fuzzy classification, InternationalJournal of Remote Sensing, V.25, pp.4729-4741.
16. Richards, J.A. 1993, Remote sensing digital image analysis: An introduction(Second edition).
17. Salimi, S. and Kazemi, F. (2009). Application of satellite images IRS In order to map the distribution of rice in the city Marvdasht. (2008). National symposium of Geomatic2008. Survey Organisation, Tehran.
18. Sarnam, S., A. Shefali, P.K. Joshi and P.S. Roy.2002. Biome level characterization (BLC) of western India – a geospatial approach . International Society for Tropical Ecology. 43(1): 213-228.

19. Sarvyy, S. and Nasiri, A. (2002). Using remote sensing technology in the preparation of statistics and maps of land use rice cultivation in the north (city of Amol and Babol). National symposium of Geomatics 2002. Survey Organisation, Tehran.
20. Sawasawa, H.L.A. 2003. Crop yield estimation: integration RS, GIS and management factors. ITC, International Institute for Geo-information science and earth observation Enschede, The Netherlands. Sensing. Chapman & Hall, New York.
21. Tso, B. and P. Mather. 2001. Classification Methods for Remotely Sensed Data. Taylor & Francis, UK.
22. Tucker, M. and M. Arıkan 2000. Field Based crop Mapping Through Sequential Masking Classification of Multitemporal Landsat 7 ETM + Imagery In Karah Bey, Turkey. Middle East Technical University.
23. Wang, F. 1990, Fuzzy supervised classification of remote sensing images IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing V.28, p.194-201.
24. Wardlaw, D.B., L.E. Eghbert and J.H. Castens 2007. Analysis of time-series MODIS 250m vegetation index data for crop classification in the U.S. Central Great plains. Journal of Remote Sensing of Environment. 108:290-310
25. Whigham, G.G. and J.G. Morrice, 1997; Landsat TM spectral information to enhance the land cover of Scotland, 1988. Dataset, International Journal of Remote Sensing, Vol.18, Issue 18, 1997, Pages 3811-3834.
26. Zhtabyan, G.H.R. and Tabatabai, M. R. (1999). Studying the process of desertification using satellite imagery processing and geographic information system (GIS). Iranian Journal of Range and Desert. Vol.2., pp: 57-67. Research