

تهیه نقشه اراضی زعفران با استفاده از شاخص گیاهی زمان مند مبتنی بر تقویم زراعی (مطالعه موردی: دهستان دربقاضی شهرستان نیشابور)

رضا دهقانی بیدگلی^{۱*}، حمیدرضا کوهبنانی^۲، مهدی بشیری^۳

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان

۲- دانشجوی دکتری بیابانزدایی دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربت حیدریه

* نویسنده مسئول: [Email: dehghanir@kashanu.ac.ir](mailto:dehghanir@kashanu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۹

چکیده

در سال‌های اخیر کشت زعفران در نیشابور به دلیل نیاز پایین آبی و درآمدزایی مناسب بیش از پیش مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. برنامه‌ریزی به‌منظور بازاریابی این محصول اقتصادی و تهیه نهاده‌های کشاورزی مرتبط با زعفران مستلزم به‌روز بودن آمار از سطح زیر کشت است. در این تحقیق، از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و روش اختلاف زمانی مبتنی بر فنولوژی گیاهی برای تهیه مناطق زیر کشت این محصول در دهستان دربقاضی نیشابور استفاده گردید. تصاویر ماهواره‌ای از خرداد (دوره خواب گیاه) و دی ماه (دوره رویش گیاه) اخذ گردید. با استفاده از تفاوت شاخص گیاهی اراضی زعفران از دیگر محصولات کشاورزی تفکیک گردید. در این تحقیق سطح زیر کشت زعفران در منطقه مورد مطالعه ۱۲۲۹ هکتار با صحت کلی ۸۲ درصد محاسبه گردید. همچنین دقت این روش به‌اندازه قطعات اراضی کشاورزی وابسته است؛ به‌طوری‌که در اراضی کوچک‌تر از ۲۰۰۰ مترمربع صحت کاربر ۶۲ درصد، در اراضی با مساحت بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ مترمربع صحت ۷۲ درصد، در قطعات بین نیم تا یک هکتار صحت ۸۱ درصد و در اراضی بیش از یک هکتار صحت ۹۰ درصد طبقه‌بندی می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان از کارایی مناسب این روش جهت برآورد سطح زیر کشت زعفران در سایر نقاط کشور است.

واژه‌های کلیدی: اراضی کشاورزی، بازاریابی، فنولوژی، لندست، نیاز آبی.

مقدمه

زعفران از ابعاد تاریخی جایگاه ویژه‌ای در تکامل کشاورزی ایران دارد. این محصول ارتباط تنگاتنگی با ارزش‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و زیست‌محیطی جوامع کشاورزی تولیدکننده ایجاد کرده و از دیرباز تولید، فرآوری، تجارت و مصرف این ادویه ارزشمند در قالب دانش بومی این جوامع شکل گرفته است (Koocheki, 2013). زعفران برای بسیاری از مردم ایران، میراث گران‌بهای نیاکان و دارای اهمیت راهبردی است که کشت آن نسل به نسل آموزش داده شده و حفظ گردیده است (Khozayemehzhad et al., 2016). محصولاتی همچون زعفران می‌تواند باعث تغییرات اجتماعی و تحرک اقتصاد روستاها شده و منبع درآمد مطلوبی برای اقشار فقیر و ضعیف روستایی باشد (Bouzarjmehri et al., 2016). در حدود ۹۴ درصد از زعفران دنیا در ایران تولید می‌شود و از این میزان ۸۲ درصد آن صادرات می‌شود (Masi et al., 2016). علی‌رغم سازگاری گیاه زعفران با شرایط آب و هوایی و خاک مناطق وسیعی از کشور، قسمت اعظم این محصول بارزشت کشاورزی در مناطقی از استان‌های خراسان مرکزی و جنوبی با وجود خشکی و بارندگی کم، به علت موقعیت مناسب اقلیمی و دانش بومی کشت و کار می‌گردد (Koocheki, 2013). دانش بومی زعفران مردم منطقه خراسان، حاصل قرن‌ها تجربه‌اندوژی و درس آموختن از چالش‌های کشت این محصول بارزشت است.

دوره رشد کوتاه‌مدت و نیاز آبی اندک این گیاه (Yaghoubi et al., 2016) موجب آن شده است که کشاورزان اراضی کم بازده، کوچک با ارزش اقتصادی پایین روی به کشت این محصول بیاورند (Mohtashami et al., 2016). کاشت و تولید زعفران در مناطق خشک و نیمه‌خشک که از نیمه‌های اردیبهشت به بعد بارندگی‌ها قطع گردیده و نیاز آبی گیاه به صفر می‌رسد بسیار ایده‌آل است و تحقیقات مختلف از برتری کارایی اقتصادی مصرف آب زعفران نسبت به سایر محصولات در این مناطق حکایت دارد (Bashiri & Salari, 2016). روند رو به رشد سهم صادرات زعفران از کل صادرات غیرنفتی کشور، ارزآوری قابل توجه، ایجاد درآمد و اشتغال‌زایی برای جامعه روستایی و نیز کارایی اقتصادی بالاتر نسبت به دیگر گیاهان در الگوی کشت (Aghaei & Rezagholizadeh, 2011). لزوم توجه

به افزایش تولید پایدار این گیاه را بیش از پیش خاطر نشان می‌سازد. برنامه‌ریزی و مدیریت کشاورزی از سطوح محلی تا ملی نیازمند کسب آگاهی از نحوه توزیع و سطح زیر کشت انواع محصولات کشاورزی است. چگونگی برآورد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی همواره مورد بحث کارشناسان بوده تا بتوان بر مبنای آن سیاست‌ها و راهبردهای لازم جهت ارتقاء امنیت مواد غذایی و بازاریابی بین‌المللی را بر مبنای آن تدوین نمود. برآوردهای کارشناسی و غیررسمی که از محاسبه سطح زیر کشت به صورت پرسشنامه‌ای و حضوری به دست کارشناسان انجام می‌شود عموماً فاقد دقت کافی است. بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای به‌مثابه راهکار جدید نه تنها کاستی‌های ناشی از خطای انسانی را کاهش می‌دهد بلکه در امر برنامه‌ریزی کشاورزی نیز کارگشا است (Alipour et al., 2014). فناوری سنجش از دور با پیش به موقع و مستمر در مناطق وسیع باعث صرفه‌جویی در وقت، کاهش هزینه و به‌روز نمودن بانک اطلاعاتی دقیق از سطح زیر کشت محصولات می‌گردد (Abaszadeh et al., 2012).

در سال‌های اخیر کشت این گیاه ارزشمند در پهنه دشت نیشابور افزایش یافته است (Alavizade et al., 2016). زعفران نیشابور غالباً در سه بخش مرکزی، زبرخان و میان‌جلگه کشت می‌شود. حمزه‌ای و بوذرجمهری (Hamzei & Bouzarjmehri, 2015) در تحقیقی گزارش نمودند که کشت زعفران از سال ۱۳۷۸ در دهستان اسحاق-آباد نیشابور شروع شده است.

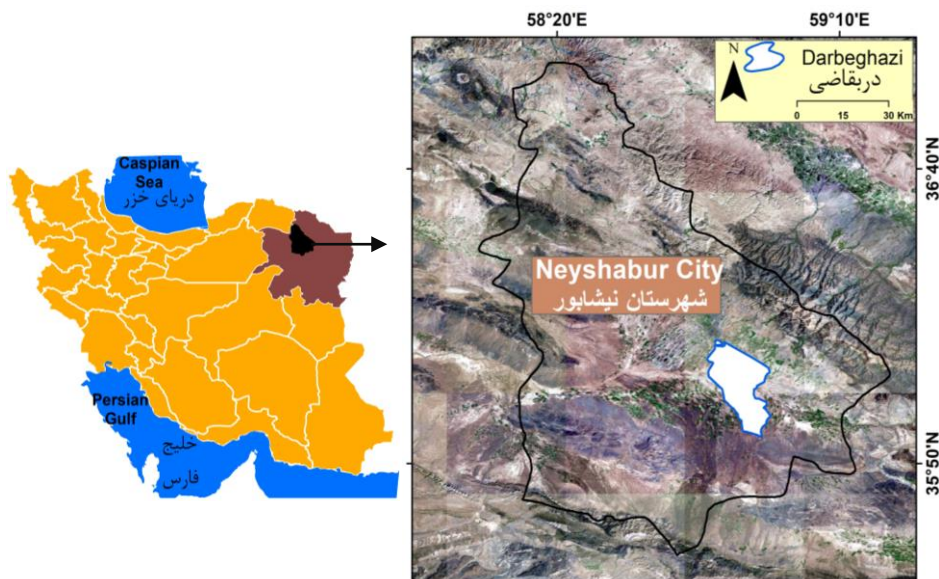
در این مقاله یکی از روش‌های مبتنی بر فناوری سنجش از دور ماهواره‌ای برای تخمین سطح زیر کشت محصول استراتژیک زعفران مورد بررسی و آزمون قرار می‌گیرد. در این تحقیق پس از تهیه شاخص گیاهی منطقه در ماه‌های دی و خرداد و مقایسه آنها نسبت به تهیه مناطق زیرکشت این محصول در منطقه اقدام گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد نظر برای انجام این تحقیق دهستان دربقاضی از توابع شهرستان نیشابور واقع در مختصات جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی با مساحت ۲۷۴ کیلومتر مربع

کشت و استفاده از گیاهان با نیاز آبی محدود را اجتناب- ناپذیر می‌نماید.

است. افت شدید سفره آب زیرزمینی دشت بحرانی نیشابور و از طرفی فرونشست این دشت وسیع، ضرورت تغییر الگوی



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در نیشابور
 Fig. 1. The geographical location of the study area in Neyshabur

اساس تشکیل و تکامل اندام‌های زیرزمینی می‌تواند مفهوم دقیق‌تری را از تغییرات رشدی گیاه در طی فصل رشد ارائه دهد؛ اما با توجه به اینکه تصاویر ماهواره‌ای صرفاً قادر به دریافت انعکاسات از سطح زمین است، لذا در این تحقیق فنولوژی گیاه بر روی سطح زمین مدنظر قرار می‌گیرد؛ بنابراین، بر اساس رشد اندام‌های هوایی مراحل فنولوژیکی گیاه زعفران شامل سه مرحله رشد زایشی^۲، رشد رویشی^۳ و رکود^۴ است (Kumar et al., 2009)؛ بنابراین، اگر بین دو ماه خرداد و دی مقایسه صورت پذیرد، سبزیگی دی ماه بیشتر از خرداد خواهد بود. معدودی از گیاهان کاشته شده توسط کشاورزان منطقه مانند گندم و جو شرایط فنولوژیکی مشابهی با زعفران را دارا می‌باشند. پیش از این نیز علی‌پور و همکاران (Alipour et al., 2014) در تحقیقی به منظور تخمین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، به مسئله دوره رویشی گیاهان اشاره نموده و برای انتخاب تصاویر ماهواره‌ای، اوج سبزیگی گیاه را مناسب‌ترین زمان اعلام نمودند. همچنین رحیم‌زادگان و پورغلام (Rahimzadegan

فنولوژی گیاه زعفران

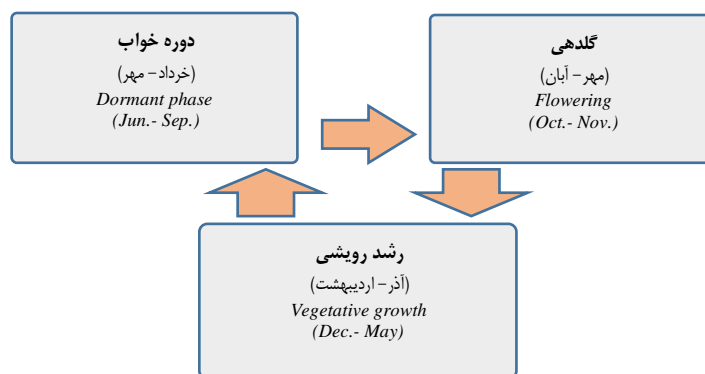
فنولوژی مطالعه رخدادهای رویشی دوره‌ای در چرخه زندگی گیاه است (You et al., 2013). پیش از این محققان بسیاری از سری‌های زمانی تصاویر ماهواره‌ای برای شناخت مرحله فنولوژیک گیاهی استفاده کرده‌اند (Atkinson et al., 2012; Kandasamy & Fernandes, 2015; Cao et al., 2015). برای درک بهتر روش سنجش از دور می‌بایست شرایط رشد گیاه زعفران در طول یک سال بررسی گردد. زعفران گیاهی چندساله و ژئوفیت-تریپلوئید^۱ است که می‌تواند بسته به شرایط آب و هوای منطقه کشت‌شده تا ۸-۱۴ سال به روند تولیدی خود ادامه دهد (Koocheki & Seyyedi, 2015). دوره شکوفایی گل‌ها از اواخر مهر تا اواخر آبان می‌باشد. روند رشد رویشی گیاه تا اواخر اردیبهشت‌ماه ادامه دارد. از اواخر اردیبهشت‌ماه تا اواسط مهرماه گیاه زعفران به خواب رفته و برگ‌ها خشک می‌شود (Amirshkari et al., 2007). تغییرات فیزیولوژیکی بوته‌های زعفران اساساً در زیر سطح خاک انجام و برخلاف گیاهان بذری، بنه گیاه در زیر سطح خاک تشکیل می‌شود. از این‌رو، مطالعه مراحل فنولوژیکی گیاه بر

2. Generative Phase
3. Vegetative Phase
4. Dormant Phase

1. Triploid Geophyte

کشت گیاه زعفران را استفاده از شاخص‌های گیاهی زمانمند مبتنی بر فنولوژی گیاه زعفران اعلام می‌نمایند. البته این محققین نحوه تفکیک گونه‌هایی که از منظر فنولوژی گیاهی با گیاه زعفران همگونی دارند (مانند گندم و جو) را معرفی نکردند.

در تحقیق خود با عنوان تعیین سطح زیر کشت گیاه زعفران با استفاده از تصاویر لندست از دو رویکرد طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به روش‌های مختلف و استفاده از شاخص‌های گیاهی مبتنی بر تقویم زراعی بهره برده و در نهایت، بهترین روش برآورد سطح زیر



شکل ۲. مراحل فنولوژیکی رشد گیاه زعفران

Fig. 2. Phenological growth stages of saffron plant

جهت محاسبه $NDVI$ از تصویر لندست ۸ از معادله ۱ استفاده شد (Chemura et al., 2017).

$$NDVI = (\rho_5 - \rho_4) / (\rho_5 + \rho_4) \quad \text{معادله (۱)}$$

ρ_4 و ρ_5 : به ترتیب مقدار بازتابندگی سطحی از باند شماره ۵ (NIR) و باند شماره ۴ (RED) است. برای اندازه‌گیری بازتابندگی سطح، نخست اقدام به اندازه‌گیری تابندگی سطحی در هر باند سنجنده $LDCM$ گردید که از معادله (۲) محاسبه شد (Koozbanani et al., 2017).

معادله (۲)

$$\rho = [\pi \times (L_\lambda - L_p) \times d^2] / (ESUN_\lambda \times \cos \theta_s)$$

L_λ : رادیانس حرارتی با استفاده از معادله (۳) محاسبه شد (Landsat 8, 2016).

$$L_\lambda = M_L \times DN + A_L \quad \text{معادله (۳)}$$

M_L و A_L : ثابت‌های کالیبراسیون سنجنده $LDCM$ و DN نیز درجه خاکستری پیکسل‌ها است.

برای انجام تحقیق حاضر از دو تصویر مربوط به شهرستان نیشابور (فریم ۳۵-۱۵۹) از ماهواره لندست سری ۸ و سنجنده OLI (جدول ۱) در دو زمان مختلف اخذ گردید. تصویر اول برای ۲۸ خرداد ۱۳۹۵ (دوره خواب گیاه) و تصویر دوم مربوط به ۲۲ دی ۱۳۹۵ (دوره رشد رویشی) می‌شود. علت انتخاب این دو زمان برای تصویربرداری به ماهیت فنولوژی گیاه زعفران و تفاوت آن با سایر گیاهان زراعی بر می‌گردد. درحالی‌که سبزی‌نگی گیاه زعفران در دی‌ماه بیش از خردادماه است، در سایر گیاهان زراعی و باغی این حالت معکوس است. شاخص تفاضلی نرمال شده گیاهی یا $NDVI$ که از باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز استفاده می‌کند، به کلروفیل موجود در برگ گیاه حساس بوده و بنابراین، می‌تواند برای شناسایی برگ‌های سبز زعفران استفاده گردد. هرچه پوشش گیاهی و سبزی‌نگی متراکم‌تر باشد این شاخص به سمت یک میل می‌کند و هرچه پوشش گیاهی کمتر و خاک لخت بیشتر باشد این شاخص به سمت منفی یک تمایل می‌یابد. بنابراین، با یک مقایسه ساده می‌توان مناطقی را که شاخص گیاهی دی‌ماه آنها بیش از شاخص گیاهی خرداد ماه است را به عنوان اراضی زعفران محسوب نمود.

جدول ۱. مشخصات باندهای طیفی تصاویر لندست ۸

Table 1. Characteristic of Characteristics of Landsat 8 Spectral Bands

سنجنده <i>Sensor</i>	نام باند <i>Band name</i>	شماره باند <i>Band number</i>	طول موج (میکرومتر) <i>Wavelength (μm)</i>	قدرت تفکیک مکانی (متر) <i>Resolution (m)</i>
	ساحلی / آئروسول <i>Coastal/Aerosol</i>	1	0.435-0.451	30
	آبی <i>Blue</i>	2	0.452-0.512	30
	سبز <i>Green</i>	3	0.533-0.590	30
	قرمز <i>Red</i>	4	0.636-0.673	30
تصویربردار عملیاتی زمین <i>OLI</i>	مادون قرمز نزدیک <i>NIR</i>	5	0.851-0.879	30
	مادون قرمز کوتاه ۱ <i>SWIR₁</i>	6	1.566-1.651	30
	مادون قرمز کوتاه ۲ <i>SWIR₂</i>	7	2.107-2.294	30
	پانکروماتیک <i>Pan</i>	8	0.503-0.676	15
	سایروس <i>Cirrus</i>	9	1.363-1.384	30
سنجنده حرارتی <i>TIRS</i>	حرارتی ۱ <i>TIR₁</i>	10	10.6-11.19	100
	حرارتی ۲ <i>TIR₂</i>	11	11.5-12.51	100

در معادله ۲، L_p : رادیانس مسیر یا رادیانس اتمسفری است که با استفاده از معادله (۴) محاسبه شد (Tewari et al., 2003).

در معادله ۲، L_p : رادیانس مسیر یا رادیانس اتمسفری است که با استفاده از معادله (۴) محاسبه شد (Tewari et al., 2003).

معادله (۴)

$$\theta_{ze} = 90^\circ - \theta_{se} \quad \text{معادله (۵)}$$

موجودند. θ_s زاویه زینت خورشیدی است و از معادله (۵) به دست آمد (Koohbanani et al., 2017).

$$L_p = M_L \times DN_{min} + A_L - 0.01 \times ESUN_\lambda \times \cos \theta_s / (\pi d^2)$$

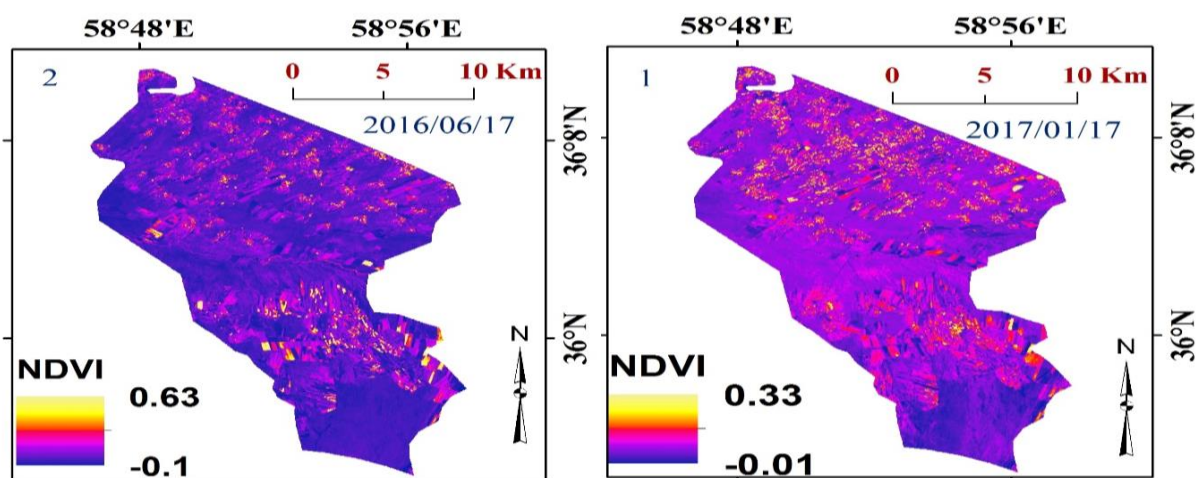
مقدار θ_{se} : زاویه ارتفاع خورشیدی در مرکز تصویر بوده که مقدار عددی آن در متادیتا موجود است. d : فاصله خورشید تا

مقدار $RADIANCE_{MAX}$ و $REFLECTANCE_{MAX}$ و d در متادیتا وجود دارند. پس از محاسبه تابندگی در هر باند اقدام به تصحیح اتمسفری به روش *FLAASH* گردید. بدین منظور، از نرم‌افزار *ENVI* استفاده شد. نهایتاً شاخص پوشش گیاهی در دوره خواب گیاه زعفران (شکل ۳) و در دوره رشد رویشی (شکل ۴) تولید شد. به منظور حذف گونه‌های گندمیان از نتایج نهایی نسبت به نمونه‌برداری طیفی و تفکیک آن‌ها با استفاده از روش حداکثر احتمال اقدام گردید. سپس نتایج حاصله از نقشه نهایی حذف گردید.

زمین در واحد نجومی بوده و در متادیتا موجود است. $ESUN_{\lambda}$: میانگین تابش فرودی خورشید در بالای اتمسفر برای هر باند با واحد $W/m^2 / \mu m$ است. معادله (۶) برای محاسبه $ESUN_{\lambda}$ در لندست ارائه شده است (NASA, 2011).

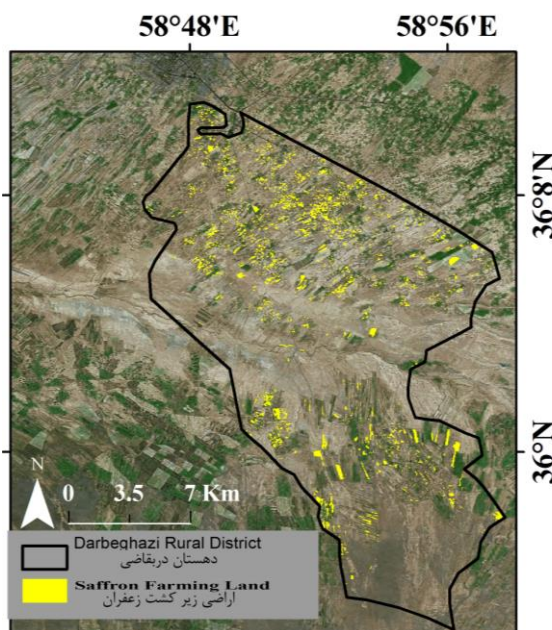
معادله (۶)

$$ESUN_{\lambda} = ((\pi \times d^2) RADIANCE_{MAX}) / REFLECTANCE_{MAX}$$



شکل ۳. شاخص گیاهی منطقه در دوره‌های رشد رویشی (۱) و خواب گیاه (۲) زعفران

Fig. 3. NDVI index of study area in the vegetative growth (1) and dormant phases (2) of saffron plant



شکل ۴. نقشه نهایی اراضی زیر کشت زعفران

Fig. 4. The final map of cultivation land for saffron plant

نتایج و بحث

به منظور بررسی ارتباط صحت طبقه بندی با اندازه قطعه زمین، اراضی زیر کشت زعفران در چهار رده مجزای زیر ۲۰۰۰ مترمربع، بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ مترمربع، ۵۰۰۰ مترمربع تا یک هکتار و اراضی بزرگتر از یک هکتار مورد بررسی واقع گردید. بدین منظور، از پارامتر صحت کاربر به منظور ارزیابی صحت طبقه بندی مربوط به هر یک از چهار کلاس فوق استفاده می شود. صحت کاربر میزان احتمال طبقه بندی یک طبقه خاص مطابق با واقعیت زمینی را نشان می دهد. بنابراین، برای مقایسه دقت روش در هر یک از طبقات چهارگانه فوق از صحت کاربر استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می دهد با افزایش اندازه قطعات زیر کشت زعفران، صحت کاربر افزایش می یابد (جدول ۲). علت این مسئله را باید در اندازه پیکسل های تصاویر لندست دانست. قدرت تفکیک مکانی این تصاویر ۳۰ در ۳۰ متر است. بنابراین، در واحدهای کوچک کشاورزی به دلیل اختلاط طیفی با نواحی پیرامونی، تفکیک با درصد خطای بیشتری همراه است. همچنین صحت طبقه بندی اراضی گندم و جو در منطقه ۸۶ درصد محاسبه گردید. لازم به ذکر است که یکی از منابع تولیدکننده خطا در این تحقیق اراضی گندم و جو در منطقه می باشند. لذا تفکیک و جداسازی این اراضی پیش از تعیین سطح زیر کشت گیاه زعفران ضروری به نظر می رسد.

در این پژوهش از تصاویر به روز و در دسترس لندست ۸ به عنوان یکی از باکیفیت ترین و سهل الوصول ترین داده های ماهواره ای استفاده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده (شکل ۴) مساحت اراضی زیر کشت زعفران در محدوده مورد مطالعه ۱۲۲۹ هکتار برآورد گردید.

به منظور ارزیابی دقت روش اختلاف زمانی از ماتریس خطا یا ماتریس ابهام استفاده شد. در ماتریس ابهام بین پیکسل های طبقه بندی شده و واقعیت زمینی مقایسه صورت می گیرد. در ماتریس ابهام مفهومی به نام صحت کلی وجود دارد که نشان دهنده نسبت پیکسل های طبقه بندی شده به جمع کل پیکسل های معلوم است و با استفاده از معادله (۷) محاسبه می شود:

$$O.A. = \frac{\sum_{i=1}^C E_{ii}}{N} \quad \text{معادله (۷)}$$

در این معادله، C : تعداد طبقات، N : تعداد کل پیکسل های معلوم، E_{ii} مقادیر قطری ماتریس ابهام و $O.A.$: بیانگر صحت کلی طبقه بندی است. با استفاده از مطالعات میدانی، اراضی زیر کشت زعفران در منطقه مورد مطالعه با استفاده از GPS دستی برداشت گردید. صحت کلی به دست آمده با این روش ۸۲ درصد محاسبه گردید.

جدول ۲. صحت کاربر به تفکیک اندازه قطعات

Table 2. User's accuracy in different patch areas

مساحت قطعه (هکتار) <i>Patch area (ha)</i>	صحت کاربر (%) <i>User's accuracy (%)</i>	مساحت (هکتار) <i>Area (ha)</i>
≤ 0.2	62	130
0.2-0.5	72	174
0.5-1	81	213
≥ 1	90	712

حیدریه از روش های مختلفی همچون طبقه بندی شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان، فاصله ماهالاتوبیس و شاخص گیاهی چندزمانه بهره بردند. این محققان روش شاخص گیاهی چندزمانه را بهترین روش برآورد سطح زیر کشت زعفران اعلام نمودند. آنها صحت کلی این روش را ۹۵ درصد محاسبه کردند که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد.

پیش از این، رمضان خانی و همکاران (Ramezankhani et al., 2011) اعلام نمودند که الگوریتم های طبقه بندی مبتنی بر استفاده از تصاویر چندزمانه عملکرد بهتری نسبت به روش های تک زمانه دارند. رحیم زادگان و پورغلام (Rahimzadegan & Pourgholam, 2017) نیز برای تعیین سطح زیر کشت گیاه زعفران در شهرستان تربت

نتیجه‌گیری

تصویر با کیفیت بالا و فاقد ابر، یکی مربوط به دوره خواب گیاه زعفران و یکی هم مربوط به دوره رویشی گیاه زعفران انتخاب شوند. چالش مهم دیگر در اجرای این روش حذف گونه گندمیان از نتایج نهایی می‌باشد. با توجه به همگونی فنولوژی رستنی زعفران و گونه‌های گندمیان از قبیل گندم و جو، می‌بایست با استفاده از روش‌های کارآمد طیفی برای تفکیک نهایی و افزایش دقت بهره جست. در تحقیق حاضر از روش حداکثر احتمال برای حذف گونه گندمیان استفاده گردید. با توجه به گسترش کشت زعفران در استان‌های مختلف کشور و اهمیت آمار و اطلاعات دقیق و به هنگام، پیشنهاد می‌شود به دلیل هزینه پایین و سرعت اجرای بالای این روش و صرفه‌جویی در زمان، از این الگو برای تهیه نقشه‌های سطح زیر کشت در سایر نقاط کشور استفاده گردد.

در این مطالعه برآورد سطح اراضی زیر کشت محصول زعفران در بخشی از اراضی دهستان دربقاضی از توابع بخش مرکزی شهرستان نیشابور به روش اختلاف زمانی و فناوری سنجش از دور ماهواره‌ای انجام و نتایج با بازدیدهای میدانی مورد مقایسه قرار گرفت. یکی از علل انتخاب این روش، سهولت در اجرای آن نسبت به سایر روش‌های طبقه‌بندی همچون روش شی‌گرا، شبکه عصبی و روش بردار پشتیبان است، بنابراین، می‌تواند به‌عنوان یک چارچوب مطالعاتی در دستگاه‌های اجرایی مورد استفاده قرار گیرد. همانطور که در بخش مرور منابع نیز بیان گردید، دقت این روش نیز توسط محققین مختلف مورد تأیید قرار گرفته است. یکی از چالش‌های پیش رو در این تحقیق انتخاب تصویر فاقد ابر در زمان‌های مناسب است. با توجه به سیکل ۱۶ روزه ماهواره لندست درگذر از منطقه خاص از روی زمین، می‌بایست دو

منابع

- Abaszadeh, N., Beheshtefar, M., and Morabi, M., 2012. Crop Type Mapping in Qazvin by Using Multi-Temporal Satellite Images: IRSC-LISSIII DATA. *Environmental Research*. 2(3), 87-96. [In Persian with English Summary].
- Aghaei, M., and Rezagholizadeh, M., 2011. Iran's comparative advantage in production of saffron. *Journal of Development and Agricultural Economics*. 25, 121-132. [In Persian with English Summary].
- Alavizade, S.A.M., Mirlotfi, M.R., and Naimabadi, N., 2016. The effects of saffron economic stability of rural residents in the Darbeqazi district city of Neyshabur. *Saffron Agronomy and Technology*. 4(2), 133-142. [In Persian with English Summary].
- Alipour, F., Aghkhani, M.H., Abasspour-Fard, M.H., and Sepehr, A., 2014. Demarcation and estimation of agricultural lands using ETM+ imagery data (Case study: Astan-e Ghods Razavi great farm). *Agricultural Machinery*. 4(2), 244-254. [In Persian with English Summary].
- Amirshkari, H., Sorooshzadeh, A., Modarress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M., 2007. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Biology*. 19, 5-18. [In Persian with English Summary].
- Atkinson, P.M., Jeganathan, C., Dash, J., and Atzberger, C., 2012. Inter-comparison of four models for smoothing satellite sensor time-series data to estimate vegetation phenology. *Remote Sensing of Environment*. 123, 400-417.
- Bashiri, M., and Salari, A., 2016. Using geostatistics for zoning areas suitable for saffron cultivation in the Khorasan-e Razavi province based on climatological parameters. *Saffron Agronomy and Technology*. 4(2), 155-167. [In Persian with English Summary].
- Bouzarjmehri, K., Sheikh Ahmadi, F., and Javani, K., 2016. Investigating financial impacts of cultivating saffron on rural families with an emphasis on unsustainable agriculture (Case Study: Balavelayat Rural District, City of Bakharz). *Saffron Agronomy and Technology*. 4(1), 63-73. [In Persian with English Summary].
- Cao, R., Chen, J., Shen, M., and Tang, Y., 2015. An improved logistic method for detecting spring vegetation phenology in grasslands from MODIS EVI time-series data.

- Agricultural and Forest Meteorology*. 200, 9–20.
- Chemura, A., Mutanga, O., and Dube, T., 2017. Integrating age in the detection and mapping of incongruous patches in coffee (*Coffea arabica*) plantations using multi-temporal Landsat 8 NDVI anomalies. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 57, 1–13.
- Hamzei, M., and Bouzarjmehri, K., 2015. Analysis of effects and factors influencing on increasing the cropping pattern of saffron in the City of Neyshabur Case study: Ishaq Abad district. *Saffron Agronomy and Technology*. 2(4), 277-288. [In Persian with English Summary].
- Kandasamy, S., and Fernandes, R., 2015. An approach for evaluating the impact of gap sand measurement errors on satellite land surface phenology algorithms: application to 20 years NOAA AVHRR data over Canada. *Remote Sensing of Environment*. 164, 114–129.
- Khozeymehnezhad, H., Farhangfar, H., Behdani, M.A., and Hassanpour, M., 2016. Assessment of saffron farmers knowledge on the issues associated with irrigation (Case study: Southern Khorasan). *Saffron Agronomy and Technology*. 4(1), 41-50. [In Persian with English Summary].
- Koocheki, A., 2013. Research on production of saffron in Iran: Past trend and future prospect. *Saffron Agronomy and Technology*. 1(1), 3-21. [In Persian with English Summary].
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M., 2015. Phonological stages and formation of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) during growing period. *Journal of Saffron Research*. 3(2), 134-154. [In Persian with English Summary].
- Koohbanani, H., Dashti Amirabad, J., Nikoo, S., and Taya, A., 2017. Desertification-intensity zoning through Fuzzy-Logic approach: (Case study: Deyhook, Tabas). *Environmental Erosion Research*. 7(1), 35-49. [In Persian with English Summary].
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Reviews International*. 25, 44–85.
- Landsat-8 (L8), 2016. *Data User Handbook, Landsat Project Science Office at NASA's Goddard Space Flight Center in Greenbelt*, 1168. Available at: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs>
- Masi, E., Taiti, C., Heimler, D., Vignolini, P., Romani, A., and Mancuso, S., 2016. PTR-TOF-MS and HPLC analysis in the characterization of saffron (*Crocus sativus* L.) from Italy and Iran. *Food Chemistry*. 192, 75-81.
- Mohtashami, T., Karbasi, A., Zandi, B., and Gharibi, D., 2016. Economic analysis and comparison of technical efficiency in small and large saffron farms of Khorasan Razavi province. *Saffron Agronomy and Technology*. 4(2), 119-132. [In Persian with English Summary].
- NASA., 2011. *Landsat 7 Science Data Users Handbook Landsat Project Science Office at NASA's Goddard Space Flight Center in Greenbelt*, 186. http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf
- Rahimzadegan, M., and Pourgholam, M., 2017. Identification of the area under cultivation of Saffron using Landsat-8 temporal satellite images (Case study: Torbat Heydarieh). *RS and GIS for Natural Resources*. 7(4), 97-115. [In Persian with English Summary].
- Ramezankhani, M., Mokhtarzadeh, S., and Sahebi, M.R., 2011. Comparison of Separativeness of Agricultural Products in Multi- time Classification by Statistical Methods and Neural Networks, Geomatics conference, Tehran, Iran. [In Persian].
- Tewari, S., Kulhavy, J., Rock, B.N., and Hadas, P., 2003. Remote monitoring of forest response to changed soil moisture regime due to river regulation. *Journal of Forest Science*. 49, 429–438.
- Yaghoubi, F., Jami Al-Ahmadi, M., Bakhshi, M.R., and Sayyari, M.H., 2016. Comparison of indicators of technical and economic water use efficiency in saffron and wheat production systems in the Qaenat region. *Saffron Agronomy and Technology*. 3(4), 277-288. [In Persian with English Summary].

*You, X., Meng, J., Zhang, M., and Dong, T.,
2013. Remote sensing based detection of
crop phenology for agricultural zones in*

*China using a new threshold method.
Remote Sensing. 5, 3190-3211.*



Preparation of Map for Lands under Saffron Cultivation Using Timely Plant's Indicator Based Agronomic Calendar (Case study: Darbeghazi Village, Neyshabur province)

Reza Dehghani Bidgoli^{1*}, Hamid Reza Koohbanani², Mehdi Bashiri³

1. Assistant Professor Department of Rangeland and Watershed Management, College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan

2. PhD Student of desertification, Faculty of Desertification, Semnan University

3. Assistant Professor of Grassland and Watershed Management Department, Faculty of Natural Resources, University of Torbat Heydarieh

Corresponding Author Email: dehghanir@kashanu.ac.ir

Received 14 October 2017; Accepted 28 February 2018

Abstract

In recent years, cultivation of saffron in Neyshabur city has been more attention by farmers due to low water requirements and adequate income. Planning for the marketing of this economical product and the provision of agricultural inputs related to saffron requires that the information of area under its cultivation. In this research, using Landsat 8 satellite images and time difference methods based on plant phenology prepared to estimate the cultivation areas in Darbeghazi village of Neyshabur. Two satellite images in June (related to the plant at dormant phase) and December (related to vegetative growth stage) were prepared. Using different vegetation indices, saffron lands were distinguished from other agricultural products. In this research, the cultivated area was determined by 1229 ha with a total accuracy of 82%. Also, the results indicated that the accuracy of this method depended on the patch area of agricultural lands, so that in the areas less than 2000 m², the user's precision was 62%, and in lands with an area between 2000 and 5000 m², accuracy was 72%, in parts between half to one ha precision was 81% and in lands more than one ha, accuracy was 90%. The results revealed that this method is suitable for estimating cultivated area of saffron in other parts of the country.

Keywords: Cultivated area, Landsat, Farmlands, Marketing, Phenology, Water requirement.