Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891
Online ISSN: 2676-5039

Development of a Google Earth Image's Visual Interpretation Protocol to Determine Plant Ecological Units of the Semi-Steppe Regions

Masoumeh Aghababaei*[1], Ataollah Ebrahimi[2], Ali Asghar Naghipour[3], Esmaeil Asadi[2]

1. Corresponding author; Ph.D. Student in Rangeland Sciences, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. E-mail: ma.aghababaeei@stu.sku.ac.ir
2. Associate Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Assistant Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, I.R. Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 20.01.2022
Revised: 18.04.2022
Accepted: 20.04.2022

Keywords:
Key indicators of visual image interpretation,
Rangeland,
Land cover map,
Overall accuracy.

Abstract

Background and objectives: Google Earth images are a valuable resource for understanding and studying the natural area's ecology due to their high spatial resolution. Considering that these images have been available for many years, in our country, these valuable data have not been used enough, especially in order to study vegetation and optimal natural areas management. So, the requirement to standardize the utilization of these images seems necessary to study plant ecological units as a basis for natural resource management. In this study, a protocol for google earth images visual interpretation has been developed to extract plant ecological units using six key indicators of shape, texture, color, tone, pattern, and shadow.

Methodology: Related Google Earth images released in 2018 were used. Using the Offline Map Maker software, images related to the study area from google earth with the required maximum magnification (magnification -20) were used. Six key visual interpretation indicators of images were used to prepare a protocol for the plant ecological unit's separation. In order to have sufficient repetition in defining and applying these indicators, three experts were used. These three experts, having the study area google earth images and based on this protocol, performed plant ecological units' visual interpretation and separation in GIS10.5 Arc software. Finally, three digital maps were prepared. In order to evaluate the developed protocol, a ground control map was prepared by field visit and taking 200 observation points of the mentioned units. After preparing the plant ecological units maps by each expert, error matrix analysis was used for accuracy analysis and maps validation. So that using the ground reality map obtained from the ground control points for each map, the amount of producer accuracy, user accuracy, kappa index of agreement, and overall accuracy were calculated separately.

Results: According to the key indicators of visual interpretation defined in this protocol, each expert prepared plant ecological unit's maps. The error matrix analysis results show that the producer accuracy varied between 69 to 96%, but in most units, they had a producer accuracy of more than 80%. In addition, most plant ecological units with one dominant species had higher producer accuracy compared to units with two species predominance. Regarding user accuracy, the

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

accuracy varies between 63 and 96%. The second and third ecological units had 96% user accuracy. Kappa index of agreement also represents an agreement between 68 and 95% for the ground reality map and the maps of the classification (visual interpretation) of experts. While the seventh plant ecological unit agreement is 68%, the first and fourth units 95% agree with the ground reality map. For plant ecological units with two dominant species, in addition to producer accuracy, user accuracy and kappa index of agreement have also decreased. The overall accuracy of the maps produced by these three experts includes 93%, 80%, and 90%, respectively, which have a good overall accuracy, which shows the very high accuracy and spatial resolution of google earth images.

Conclusion: The results showed that there is a significant agreement between experts in the visual interpretation of google earth images. Therefore, plant ecological units could be separated and map prepared with relatively high accuracy. By developing such protocol using key elements introduced, beginner and inexperienced experts can develop maps with acceptable accuracy for better management and different ecosystems organization. However, according to this study's findings, it is recommended that this be used more for units that are structurally different to provide more acceptable accuracy maps. Therefore, it is recommended in areas where the vegetation composition is mostly dominated by individual plant species, and the use of this protocol can lead to a more acceptable accurate visual interpretation of google earth images.

Cite this article: Aghababaei, M., A. Ebrahimi, A.A. Naghipour, E. Asadi, 2022. Development of a Google Earth Image's Visual Interpretation Protocol to Determine Plant Ecological Units of the Semi-Steppe Regions. Journal of Rangeland, 16(1): 359-378.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

توسعه دستورالعمل تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث به‌منظور تعیین واحدهای اکولوژیک گیاهی مراتع نیمه استپی

معصومه آقابابایی[1*]، عطاالله ابراهیمی[2]، علی‌اصغر نقی‌پور[3]، اسماعیل اسدی[2]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. رایانامه: ma.aghababaeei@stu.sku.ac.ir

۲. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۱۰/۳۰
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۳۱

واژه‌های کلیدی:
شاخص‌های کلیدی تفسیر چشمی تصاویر،
مرتع،
نقشه پوشش اراضی،
دقت کلی.

چکیده

سابقه و هدف: تصاویر گوگل ارث با توجه به قدرت مکانی بالایشان، منبع ارزشمندی برای شناخت و مطالعه اکولوژیکی عرصه‌های طبیعی هستند. این تصاویر سالیان متمادی است در اختیار همگان قرار گرفته اما در کشور ما بهره کافی از این دادهای ارزشمند به‌ویژه در راستای مطالعه پوشش گیاهی و مدیریت بهینه عرصه‌های طبیعی نشده است. لذا نیاز به استاندارد سازی استفاده از این تصاویر جهت مطالعات واحدهای اکولوژیکی گیاهی به‌عنوان مبنایی برای مدیریت منابع طبیعی ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین در این مطالعه، دستورالعملی برای تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث جهت استخراج واحدهای اکولوژیک گیاهی با استفاده از شش شاخص کلیدی شکل، بافت، رنگ، تن، الگو و سایه توسعه یافته است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، از داده‌های تصاویر سامانه گوگل ارث مربوط به سال ۱۳۹۷ استفاده شد. بدین منظور ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Offline Map Maker تصاویر مربوط به منطقه مورد مطالعه از گوگل ارث با حداکثر بزرگنمایی مورد نیاز (بزرگنمایی-۲۰) مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه دستورالعمل تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی از شش شاخص کلیدی تفسیر چشمی تصاویر استفاده شد. به‌منظور داشتن تکرار کافی در تعریف و به‌کارگیری این شاخص‌ها از نظر سه کارشناس بهره گرفته شد. این سه کارشناس با در اختیار داشتن تصاویر گوگل ارث منطقه مورد مطالعه و بر اساس این دستورالعمل اقدام به تفسیر چشمی و تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی در نرم‌افزار Arc GIS10.5 کردند در نهایت سه نقشه رقومی تهیه شد. به‌منظور ارزیابی ثبات دستورالعمل توسعه یافته، نقشه کنترل زمینی نیز با بازدید میدانی و برداشت تعداد ۲۰۰ نقطه مشاهده از واحدهای مذکور تهیه شد. بعد از تهیه نقشه واحدهای اکولوژیک گیاهی توسط هر یک از کارشناسان، جهت تجزیه‌وتحلیل دقت و اعتبارسنجی نقشه‌ها از آنالیز ماتریس خطا استفاده شد. به‌طوری که با استفاده از نقشه واقعیت زمینی حاصل از نقاط کنترل زمینی برای هرکدام از نقشه‌ها به صورت جداگانه میزان دقت تولید کننده، دقت کاربر، ضریب توافق کاپا و دقت کل محاسبه شد.

نتایج: با توجه به شاخص‌های کلیدی تفسیر چشمی تصاویر تعریف شده در این دستورالعمل نقشه‌های جداگانه‌ای از واحدهای اکولوژیکی گیاهی توسط هر یک از کارشناسان تهیه شد. نتایج آنالیز ماتریس خطا نشان می‌دهد که دقت تولید کننده برای واحدهای مورد مطالعه بین ۶۹ تا ۹۶ درصد متفاوت بوده است اما در بیشتر موارد دارای دقت تولید کننده بیش از ۸۰ درصد داشته‌اند. هم‌چنین اکثر واحدهای اکولوژیک گیاهی با یک گونه غالب دقت تولید کننده بالاتری را در مقایسه با واحدهایی با غالبیت دو گونه داشته است. در مورد دقت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

کاربر نیز میزان دقت بین۶۳ تا ۹۶ درصد متغیر است. واحدهای اکولوژیک دوم و سوم دارای دقت کاربر ۹۶ درصدی بودند. شاخص توافق کاپا نیز گویای توافق از ۶۸ درصدی تا ۹۵ درصدی بین نقشه واقعیت زمینی واحدهای اکولوژیک با نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی (تفسیر چشمی) کارشناسان بوده است. در حالی که واحد اکولوژیک گیاهی هفتم توافق ۶۸ درصدی را نشان داده است ولی واحدهای اول و چهارم توافقی ۹۵ درصدی را با نقشه واقعیت زمینی نشان داده‌اند. برای واحدهای اکولوژیک گیاهی با دو گونه غالب علاوه بر میزان دقت تولید کننده، میزان دقت کاربر و ضریب توافق کاپا نیز کاهش یافته است. میزان دقت کلی نقشه‌های تولید شده توسط سه کارشناس به‌ترتیب شامل ۹۳، ۸۰ و ۹۰ درصد است که از میزان صحت کلی خوبی برخوردار هستند که نشان دهنده میزان دقت و توان تفکیک مکانی بسیار بالای تصاویر گوگل ارث می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که در تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث با استفاده از دستورالعمل توسعه یافته، بین کارشناسان توافق معنی‌داری وجود دارد. بنابراین، تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی و تهیه نقشه با دقت نسبتاً بالایی امکان‌پذیر می‌باشد. با توسعه چنین دستورالعملی، با استفاده از عناصر کلیدی معرفی شده، کارشناسان مبتدی و کم‌تجربه می‌توانند نقشه‌های با دقت قابل قبولی را برای مدیریت و ساماندهی بهتر اکوسیستم‌های مختلف تهیه کنند. اما با توجه به یافته‌های این تحقیق توصیه می‌شود این امر برای واحدهایی که از لحاظ ساختاری تفاوت های متمایزی دارند بیشتر استفاده شود تا نقشه های قابل قبول‌تری را ارائه دهند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین اختلاف نظر بین کارشناسان برای واحدهایی با دو گونه گیاهی بوده است. لذا توصیه می‌شود مناطقی که ترکیب پوشش گیاهی در آن بیشتر با غالبیت تک گونه‌های گیاهی ظهور می‌یابد استفاده از این دستورالعمل می‌تواند منجر به دقت قابل قبول تر تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث شود.

استناد: آقابابایی، م.، ع. ابراهیمی، ع.. نقی‌پور، اسماعیل اسدی، ۱۴۰۱. توسعه دستورالعمل تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث به‌منظور تعیین واحدهای اکولوژیک گیاهی مراتع نیمه استپی. مرتع، ۱۶(۲): ۳۵۹-۳۷۸.

DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5

© نویسندگان

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

مقدمه

تهیه نقشه پوشش گیاهی مراتع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریتی، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است (۹). شناخت دقیق واحدهای اکولوژیک گیاهی به‌عنوان آمیخته‌ای همگن از ساختار و ترکیب پوشش گیاهی که شرایط رویشگاهی یکسانی را به‌وجود می‌آورند، در پی آن کارکرد مشابهی را برای زیست موجودات زنده فراهم می‌آورند و ازاین‌رو مبنایی برای مدیریت مراتع بوده و از اهمیتی حیاتی برخوردار است (۴ و ۲). درواقع، با نگاه در طول یک چشم‌انداز به‌راحتی نمی‌توان بخش‌هایی از اراضی که مقدار و نوع پوشش گیاهی متفاوتی دارند را به‌راحتی تشخیص داد. برای درک بهتر تنوع در یک چشم‌انداز، باید قسمت‌های مختلف را به واحدهای اکولوژیک گیاهی طبقه‌بندی کرد. هر گونه برنامه‌های پایش و ارزیابی اراضی و اقدامات مدیریتی نیازمند داشتن دانش و آگاهی از واحدهای اکولوژیک گیاهی آن منطقه است (۲۵). برای تهیه چنین نقشه‌های مبنایی، روش‌های متعددی علاوه بر روش‌های میدانی که معمولاً بسیار پرهزینه و طاقت‌فرسا و مستلزم صرف زمان و نیروی کار زیادی هستند توسعه یافته است که از آن جمله می‌توان به روش‌های سنجش‌ازدوری اشاره کرد. سنجش‌ازدور مجموعه‌ای از تئوری‌ها و تکنیک‌ها جهت پردازش و به‌دست آوردن اطلاعات حاصل از بازتاب‌های لایه‌های سطحی زمین است (۲۱). سامانه گوگل ارث یکی از منابع اصلی ارائه تصاویر سنجش‌از دوری است. نقشه‌های این سامانه با کنار هم قرار دادن تصاویر انتخاب شده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف بسته به مقیاس آن، سامانه اطلاعات مکانی سه بعدی را فراهم می‌کند (۱۵). این تصاویر به دلیل قدرت تفکیک مکانی بالا اهمیت فراوانی در مطالعات منابع طبیعی به‌ویژه ساختار پوشش گیاهی دارند که از این تصاویر هم در طبقه‌بندی نظارت شده و هم در تفسیر چشمی تصاویر جهت استخراج اطلاعات از لایه‌های سطحی زمین می توان استفاده کرد (۲۰). با پیشرفت‌های زیاد در تکنیک‌های پردازش تصاویر، امکان به‌کارگیری تصاویر گوگل ارث فراهم شده است که توانسته در مطالعه ساختار اکوسیستم‌ها و یا تغییرات آن‌ها در طی زمان کاربرد داشته باشد (۲۴). هم‌چنین تصاویر گوگل ارث با قدرت تفکیک مکانی بالا (حتی کمتر از یک متر) برای نقشه‌برداری از پدیده‌ها و اجزاء کوچک اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی ازجمله برای تشخیص پوشش‌های لکه‌ای و فاصله بین آن‌ها کارآیی دارند. امروزه بهترین تصاویر موجود برای هر مکان به‌صورت خودکار در نرم‌افزار گوگل ارث بارگذاری می‌شود که به کاربران اجازه می‌دهد تا روی هر مکان در زمین بزرگنمایی لازم را برای تشخیص پدیده‌های سطح زمین انجام دهند (۱۰).

نیاز روزافزون برای تهیه نقشه‌های مختلف پوشش گیاهی از طرفی و از طرف دیگر دسترسی آسان به داده‌های با توان تفکیک بالای گوگل ارث، زمینه را برای استفاده از این تصاویر در تهیه نقشه پوشش اراضی به همراه قابلیت‌های نرم‌افزاری آن فراهم آورده است (۲۲). دوریس و کاردیل (۲۰۱۱) در تحقیقی به‌منظور ارزیابی صحت نقشه سالانه جنگل‌زدایی از تصاویرگوگل ارث استفاده کردند و نتیجه گرفتند که وضوح مکانی تصاویر گوگل ارث برای تفسیر چشمی پوشش گیاهی به‌اندازه کافی بالا بوده و می‌توان از آن در اعتبار سنجی نقشه‌های طبقه‌بندی شده استفاده کرد. با استفاده از تصاویر گوگل ارث و سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه کاربری اراضی حوزه گردنه قوشچی ارومیه تهیه شد و نتیجه گرفتند که تصاویر گوگل ارث، قابلیت تولید نقشه کاربری اراضی با صحت و دقت بسیار بالایی را دارا می‌باشد (۱۲). در تحقیق دیگری برای پایش میزان تخریب پوشش گیاهی در مقیاس وسیع در ساوانای آفریقا جنوبی از طبقه‌بندی تصاویر گوگل ارث استفاده شد. در این مطالعه جهت طبقه‌بندی و تعیین نمونه‌های تعلیمی از پیکسل‌های مربوط به گونه‌های چوبی و غیرچوبی از تصاویر گوگل ارث استفاده کردند که نقشه نهایی دارای دقت ۰/۹۷ بوده است. این محققان پیشنهاد دادند به‌جای بررسی‌های میدانی که بسیار وقت‌گیر بوده و مناطق محدودی را شامل می‌شود می‌توان از تصاویر گوگل ارث استفاده کرد (۲۳). هم‌چنین درمطالعه‌ای برای افزایش دقت نقشه طبقه‌بندی پوشش اراضی از ادغام تصاویر گوگل ارث با تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده شد. پژوهشگران اظهار داشتند که با استفاده از تصاویر ماهواره لندست با وضوح مکانی ۳۰ متر نمی‌توان نقشه‌های پوشش زمین خصوصاً نقشه‌های پوشش گیاهی با دقت قابل قبولی را تهیه نمود. نتایج این مطالعه نشان داد که دقت نقشه‌های پوشش گیاهی را با ادغام

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

تصاویر گوگل ارث می‌توان بهبود داد، به‌طوری که دقت طبقه‌بندی اراضی کشاورزی و بوته‌ای تا ۷ درصد و دقت طبقه‌بندی گندمیان تا ۹ درصد بهبود یافت (۳۰).

با توجه به اینکه داده‌های گوگل ارث سالیان متمادی است که در اختیار همگان قرار گرفته اما در کشور ما بهره کافی از این داده‌های ارزشمند به‌ویژه در بین متخصصین منابع طبیعی در راستای مطالعه پوشش گیاهی و مدیریت بهینه عرصه‌های طبیعی نشده است. لذا با پیشرفت‌های اخیر در زمینه فراهم آوری تصاویر گوگل ارث با کیفیت منحصر به‌فرد ، نیاز به استاندارد سازی استفاده از این تصاویر در راستای مطالعات واحدهای اکولوژیکی به‌عنوان مبنایی برای مدیریت منابع طبیعی بیش از پیش احساس می‌شود. هم‌چنین برای ارزیابی صحت و اعتبارسنجی کمی و کیفی نقشه‌های طبقه‌بندی پوشش اراضی، تصاویر گوگل ارث به‌عنوان داده‌های مرجع کاربرد دارند (۲۸). هدف اصلی این مطالعه نشان دادن ارزش منحصر به‌فرد تصاویر گوگل ارث با توان تفکیک مکانی بالا جهت مطالعات پوشش گیاهی خصوصاً از طریق تفسیر چشمی این تصاویر است. با توجه به نبود منبع جامع و کاملی از اصول به‌کارگیری شاخص‌های کلیدی تفسیر چشمی تصاویر برای اکوسیستم‌های مرتعی و شناسایی تیپ‌های مرتعی با ساختارهای نسبتاً متفاوت ازجمله گندمیان، بوته‌ای‌ها، علفی‌ها، ما را بر آن داشت تا دستورالعملی از اصول و قواعد روش تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث در راستای تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی مرتعی تهیه شود. ضمن این‌که چارچوبی را برای قضاوت کارشناسی در مورد شناخت و تفکیک‌پذیری واحدهای گیاهی در بستر مکانی، فراهم آورده و تغییرپذیری این دستورالعمل از کارشناسی به کارشناس دیگر نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. این تحقیق می‌تواند نخستین گام برای زمینه سازی ایجاد یک دستورالعمل جامع جهت استخراج کاربری و پوشش اراضی مختلف با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک بالا برای کشور باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در مراتع نیمه استپی استان چهارمحال و بختیاری با مساحتی معادل ۷۷۱۲/۶۴ هکتار انجام شد. ازنظر جغرافیایی این منطقه در حدفاصل "۵۳ ´ ۱۸ °۵۱ تا "۱۲ ´ ۱۹ °۵۱ طول شرقی و "۵۶ ´ ۳ °۳۲ تا "۵ ´ ۴ °۳۲ عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط از سطح دریا در این منطقه معادل ۲۶۹۷/۴۸ متر از سطح دریای آزاد است. متوسط بارندگی طبق آمار ۲۵ ساله برابر ۲۲۰ میلی‌متر است. طبق تقسیم‌بندی کوپن این منطقه دارای اقلیم معتدل و سرد با تابستان‌های گرم و خشک است. میانگین حداقل دما ۱/۶- سانتی‌گراد و میانگین حداکثر دما ۲۷ درجه سانتی‌گراد است (۱). در این منطقه، واحدهای مدیریتی مختلفی وجود دارد که در فصول بهار (خرداد ماه) تا پائیز (مهرماه) و به مدت حدود ۱۲۰ روز مورد چرا واقع می‌شوند ولی به‌دلیل مدیریت صحیح، شدت بهره‌برداری بالا نبوده و با وجود بارندگی کم، قسمت اعظم منطقه شرایط پوشش گیاهی مناسب است و پوشش گیاهی غالب منطقه گندمیان چندساله و بوته‌ای‌ها است. آن‌چه در این منطقه نمود خوبی دارد واحدهای اکولوژیکی گیاهی منطقه است. با توجه به این‌که فقط در حاشیه‌ها کوه‌ها و صخره‌های سنگی وجود دارد، بیشتر منطقه به‌صورت دشت مسطحی بوده و تغییرات ارتفاع یا شیب شدیدی مشاهده نمی‌شود و می‌توان در سطح چشم‌انداز، واحدهای اکولوژیک گیاهی مختلف موجود در منطقه که ناشی از تفاوت در خصوصیات خاکی و خصوصیات رفتاری گیاهان جهت استقرار در منطقه است را مشاهده کرد.

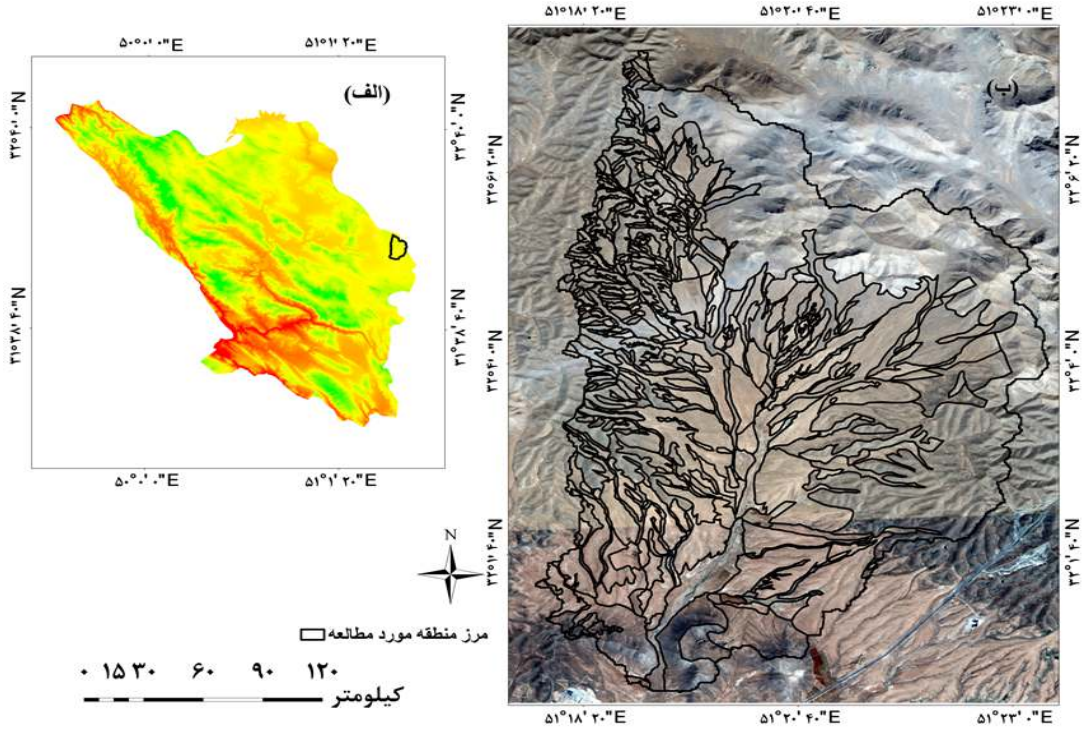
روش کار

در این مطالعه، از داده‌های تصاویر سامانه گوگل ارث مربوط به سال ۱۳۹۷ استفاده شد. بدین منظور ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Offline Map Maker تصاویر مربوط به منطقه مورد مطالعه از گوگل ارث با حداکثر بزرگنمایی مورد نیاز، جهت تفکیک واحدهای اکولوژیک (بزرگنمایی-۲۰) مورد استفاده قرار گرفت. این نرم‌افزار یک نرم‌افزاری است که برای بارگیری و استخراج تصاویر گوگل ارث مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزیت نرم‌افزار Offline Map Maker این است که تصاویر را به همراه اطلاعات مختصاتی از گوگل ارث دانلود می‌کند و ازاین‌رو تصاویر بارگیری شده می‌توانند به‌طور مستقیم برای هر نوع تجزیه‌وتحلیل مکانی بدون نیاز به زمین مرجع کردن مجدد مورد استفاده قرار گیرند. تصاویر تکی دانلود شده توسط این نرم‌افزار موزائیک شد و از سیستم مختصات جغرافیایی (طول-عرض جغرافیایی)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

برای سهولت استفاده و پیاده سازی در طبیعت به سیستم مختصات مورد نظر Universal Transverse Mercator (UTM) در ArcGIS 10.5 تبدیل شد. مرز محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه رقومی منطقه برش داده شد. سرانجام طبقه‌بندی رقومی واحدهای اکولوژیک گیاهی با تفسیر چشمی به‌صورت رقومی و با در نظر گرفتن ویژگی-های تفسیر بر روی صفحه مانیتور[1] با استفاده از دستور ادیتور [2]و ترسیم پلیگون‌هایی برمبنای طبقات مختلف اراضی (واحدهای اکولوژیک گیاهی) انجام شد. کلاس‌های استفاده شده در مطالعه حاضر، واحدهای گیاهی مشاهده شده در منطقه بودند که در جدول ۱ شرح هر یک از آن‌ها آمده است.



شکل ۱: نمای کلی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه استان چهارمحال و بختیاری (الف) و روی تصاویر گوگل ارث (ب)

توسعه دستورالعمل تعیین واحدهای اکولوژیک گیاهی

با توجه به وسعت نسبتاً زیاد منطقه (۷۷۱۲/۵۶ هکتار) و وجود انواع واحدهای اکولوژیک گیاهی و تنوع گیاهی مناسب و هم‌چنین استفاده ازنظر سه کارشناس آشنا با اصول تفسیر تصاویر، این دستورالعمل می‌تواند راهنمای خوبی برای استفاده و تهیه نقشه‌های پوشش گیاهی از مراتع نیمه استپی با ضریب اطمینان نسبتاً بالا مورد استفاده قرار گیرد. برای تفکیک واحدهای گیاهی هر چه میزان شناخت از منطقه بیشتر باشد کار تفسیر راحت‌تر و با دقت بیشتری انجام می‌گیرد. در فصل بهار و هم‌زمان با رشد فعال گیاهان بازدیدهایی جهت آشنایی با سیمای مختلف منطقه جهت تعیین محدوده مکانی هر واحد اکولوژیک گیاهی انجام گرفت. سپس با توجه به شناختی که از منطقه حاصل شد و با توجه به نمود هر یک از واحدهای اکولوژیک گیاهی، دستورالعملی برای تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی به شرح ذیل توسعه یافت. در توسعه این دستورالعمل از عناصر اساسی تفسیر شامل: رنگ، تن، شکل، سایه، بافت و الگو

[1] On-screen digitizing

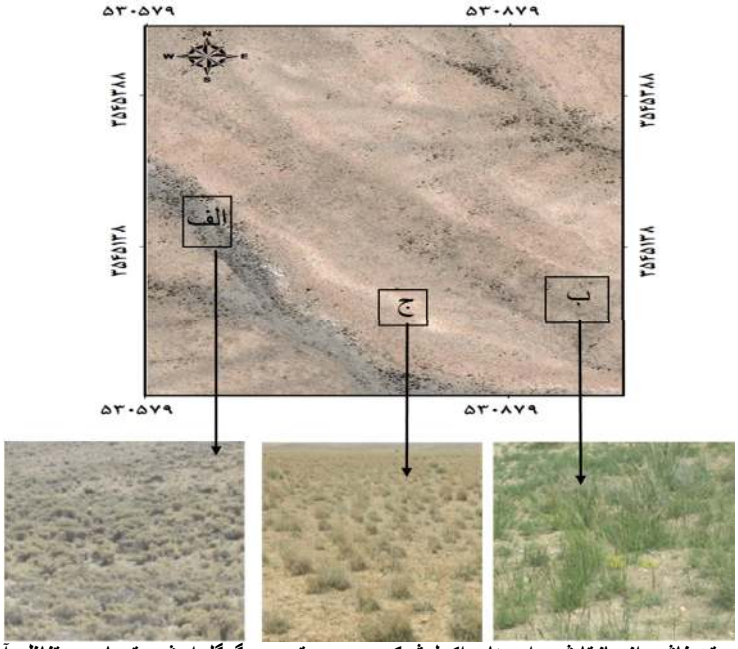
[2] Editor

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

استفاده شد که شرح هر یک از این عناصر در زیر و خلاصه‌ای از آن‌ها به همراه نمونه‌هایی در جدول ۱ نشان داده شده است.

۱- رنگ و تن: تنوع و تفاوت نسبی در رنگ و تن تصاویر گوگل ارث اولین خصوصیتی است که می‌تواند در تشخیص پدیده‌ها مهم باشد. چنانچه در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، بر روی بخشی از نقشه منطقه مورد مطالعه، تغییرات رنگ و تن که به‌خوبی نمایانگر حضور واحدهای اکولوژیک گیاهی متفاوتی می‌باشند، نشان داده شده است. شکل ۲-الف، نمایانگر واحد اکولوژیک گیاهان بوته‌ای است. که در این تصویر، به رنگ خاکستری بوده و تیره‌ترین تن را به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۲-ب، نماینگر واحد اکولوژیک گیاهان با غالبیت *Sc or* است که در این تصویر، به رنگ کرم خاکی با تن روشن مشاهده می‌شود که بیشتر ناشی از بازتابش خاک پس‌زمینه می‌باشد. شکل ۲-ج نیز واحد اکولوژیک با غالبیت گندمیان که ازنظر خصوصیات تابشی در حالت بینابین بوته‌ها و واحد اکولوژیک گیاهی با غالبیت گندمیان را نشان می‌دهد که پیمایش میدانی نشان داد که گونه غالب این واحد اکولوژیک را *Br to* تشکیل می‌دهد.

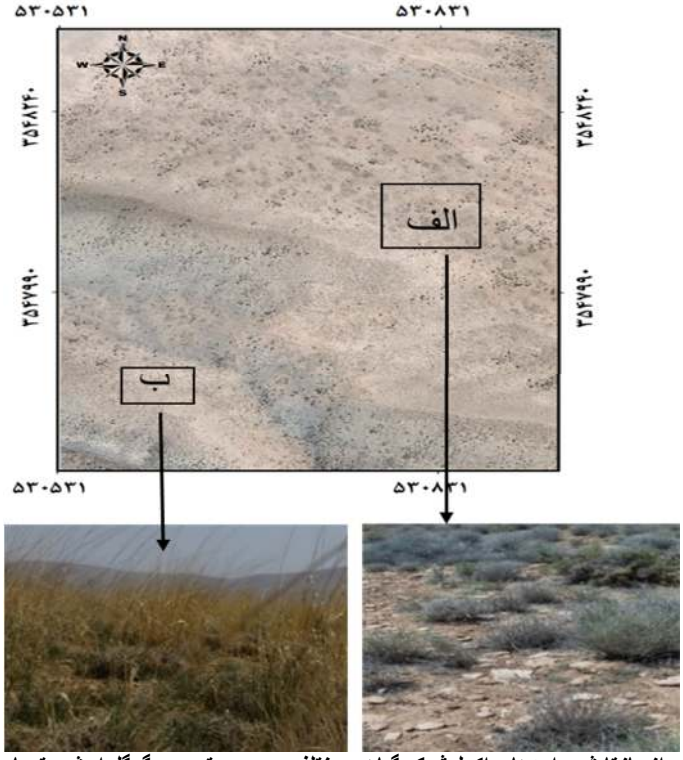


شکل ۲: تغییرات رنگ وتن ناشی از بازتابش واحدهای اکولوژیک بر روی تصویر گوگل ارث و تصاویر متناظر آن بر روی زمین، شکل الف واحد اکولوژیک *As ve*، شکل ب واحد اکولوژیک *Br to* و شکل ج واحد اکولوژیک *St ho* است

۲- شکل: شکل به نمود پیرامونی یک پدیده اطلاق می‌شود که یکی از عوامل اصلی تشخیص عوارض زمینی بر روی تصویر می‌باشد. برای مفسران، کمترین ارزش شکل این خواهد بود که گروه یا طبقه‌ای را که یک جسم یا عارضه مربوط به آن می‌شود تشخیص داد و به‌طور قطع می‌تواند در شناسایی پدیده‌ها مؤثر باشد. برای مثال شکل تاج پوشش گیاهی برای تشخیص گونه‌های گیاهی کاربرد زیادی دارد (۱۸). در شکل ۳ به‌خوبی می‌توان تفاوت بین نمود شکلی گونه‌های گیاهی را از روی شکل کلی ایجاد شده از لکه‌ها که منجر به تشخیص نماد کلی گونه‌ها می‌شود را بر روی تصاویر نشان داد. در شکل ۳-الف، نمود گونه‌های گیاهی با لکه‌های پهن غیریکنواختی را می‌توان دید که در مقایسه با لکه‌های شکل ۳-ب بزرگ‌تر و غیریکنواخت‌تر می‌باشند که نمایانگر واحد اکولوژیک با غالبیت گونه بوته‌ای *Sc or* می‌باشد که از شکل ۳-ب که گونه‌های گیاهی حالت

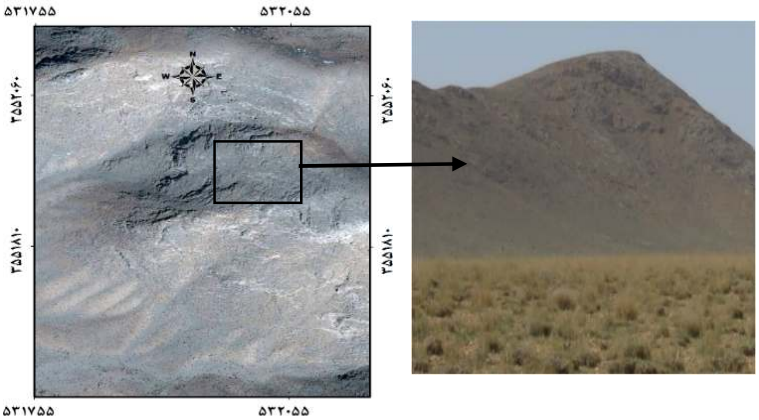
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

سوزنی و باریک‌تر شده و از حالت لکه‌ای خارج شده دارد به‌خوبی متمایز هستند.



شکل ۳: تغییرات شکل ناشی از بازتابش واحدهای اکولوژیک گیاهی مختلف بر روی تصویر گوگل ارث و تصاویر متناظر آن بر روی زمین در شکل الف نمودی از واحد اکولوژیک گیاهی *Sc or* را که با نمود یک واحد اکولوژیک علفزار در شکل ب کاملاً متفاوت است

۳- سایه: منظور از سایه، سایه‌های مشخص و بزرگی است که پیرامون یک پدیده سطح زمین تصویر شده روی یک سطح صاف را آشکار می‌کند. سایه با فراهم آوردن اطلاعاتی از یک پدیده از قبیل ارتفاع، شکل و جهت آن در شناسایی بهتر پدیده کمک می‌کند. در شکل ۴ سایه کاملاً واضحی از کوه‌ها در تصویر نمایان است که به تشخیص پستی‌وبلندی کمک می‌کند.

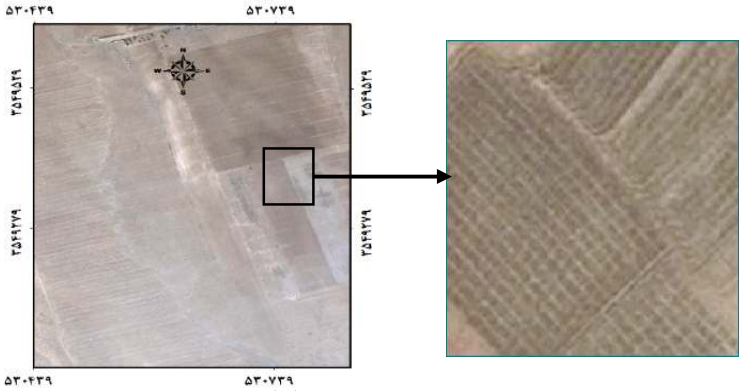


شکل۴: تصویر واضح و مشخصی از کوه‌ها که بر روی تصویر گوگل ارث و تصویر متناظر آن بر روی زمین قابل تشخیص است

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

۴- الگو: الگو به چیدمان مکانی لکه‌ها و اشیاء در مقیاس‌های بزرگ مربوط می‌شود و به نظم و ترتیب مشخص حضور پدیده‌ها در عرصه اشاره دارد. بسیاری از آثار دخالت-های انسان روی سطح زمین برای مدت زمان زیادی باقی می‌ماند (۲۵). در شکل ۵ تغییرات الگو در تصاویر گوگل ارث به‌خوبی آثار مربوط به کشاورزی را نشان می‌دهد. چنان‌چه در این شکل ملاحظه می‌شود به‌دلیل شخم و شیار منظم اراضی الگویی یکنواخت از شخم اراضی بر روی تصاویر می‌توان ملاحظه کرد که این امر یعنی الگوی منظم نقش مهمی در تفکیک اراضی کشاورزی از اراضی مرتعی و تفسیر و تفکیک آن‌ها دارد.

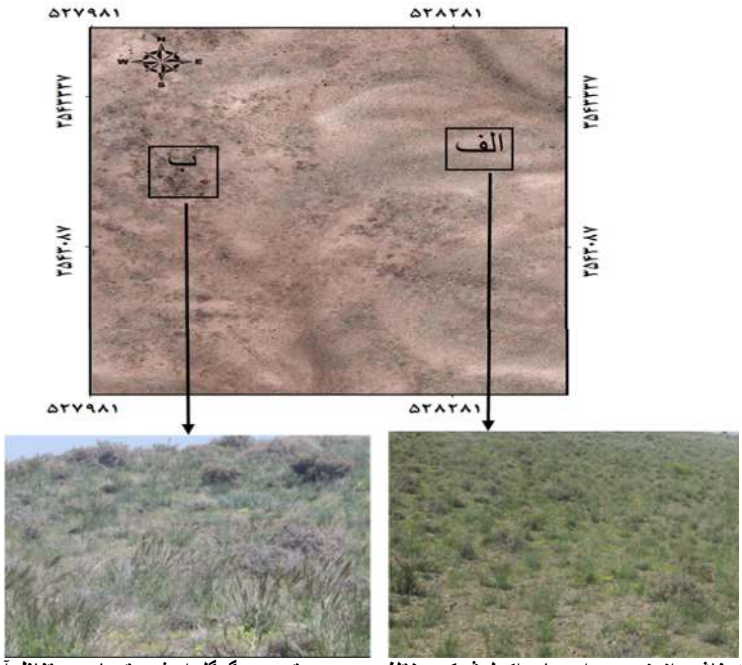


شکل ۵: الگوی منظم ناشی از شخم ارضی کشاورزی بر روی تصاویر گوگل ارث و تصویر متناظر آن بر روی سطح زمین

۵- بافت: بافت را، تغییرات زبری ظاهری سطح زمین که در تصاویر دیده می‌شود، تعریف می‌کنند. بافت برای مرزبندی پوشش اراضی و پیش‌بینی الگوی توزیع گونه‌ها مناسب است (۱۴). برای مثال، گندمیان بافتی یکنواخت و نرم و هموار دارند، درحالی‌که بوته‌ای‌ها معمولاً دارای بافتی زبر و ناهموار هستند. در شکل ۶-الف به‌دلیل وجود پوشش یکنواختی از گندمیان، بافت به‌صورت نرم ظاهر شده است درحالی‌که در شکل ۶-ب به‌دلیل وجود گونه‌های بوته‌ای و بزرگ بودن نسبی این بوته‌ها در مقایسه با گندمیان و ایجاد سایه-روشنی، بافت زبری را ایجاد می‌کنند. به بیانی دیگر الگوی زبری را از قطعات تاریک و روشن متناوب ناشی از حضور گونه‌های بوته‌ای در مقایسه با گندمیان می‌توان مشاهده کرد (شکل ۶).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

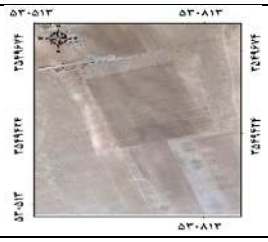


شکل ۶: تغییرات بافت ناشی از زبری واحدهای اکولوژیک مختلف بر روی تصویر گوگل ارث و تصاویر متناظرآن بر روی سطح زمین

تفسیر و استخراج واحدهای اکولوژیک گیاهی

برای تهیه دستورالعمل تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی از شش شاخص کلیدی استفاده شد. به‌منظور ارزیابی پایداری تفسیر این شاخص‌ها، جهت تغییرپذیری این دستورالعمل از کارشناسی به کارشناس دیگر و داشتن تکرار کافی در تعریف و به‌کارگیری این شاخص‌ها در تفکیک واحدهای اکولوژیک از نظر سه کارشناس بهره گرفته شده است. ابتدا این شاخص‌ها برای هر سه کارشناس تعریف و دستورالعمل موجود در جدول ۱ در اختیار آنان برای تفسیر قرار گرفت. این سه کارشناس با در اختیار داشتن تصاویر گوگل ارث منطقه مورد مطالعه، اقدام به تفسیر چشمی و تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی در نرم‌افزار GIS10.5 Arc کردند. در نهایت سه نقشه رقومی با مقیاس یکسان (۱/۵۰۰۰) تهیه شد.

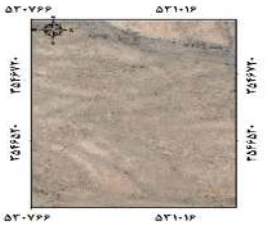
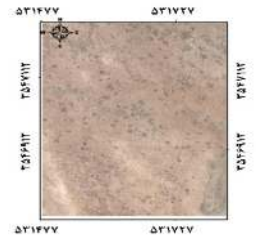
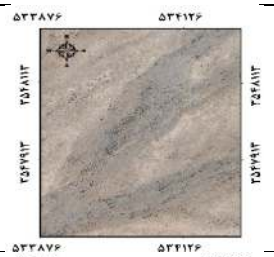
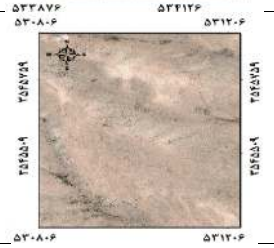
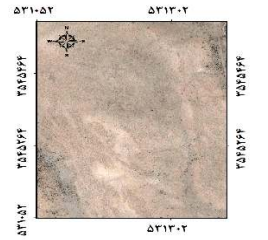
جدول ۱- نمونه‌ای از شاخص‌ها ی مورد استفاده در تفسیر تصاویر گوگل ارث جهت تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی در منطقه مورد مطالعه

واحد اکولولوژیک گیاهی-کاربری	نام اختصار واحد اکولوژیک گیاهی	شکل	بافت	رنگ	تن	الگو	سایه	نمونه
Agriculture	*Ag*	خطی	نرم	قهوه‌ای	تیره	منظم	نامشخص	

ادامه جدول ۱

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

واحد اکولولوژیک گیاهی-کاربری	نام اختصار واحد اکولوژیک گیاهی	شکل	بافت	رنگ	تن	الگو	سایه	نمونه
Astragalus verus	As ve	کپه‌ای	زبر	خاکستری	تیره	نامنظم	مشخص	
Bromus tomentellus	Br to	کاملاً سوزنی شکل	نرم	قهوه‌ای	نسبت تیره	نامنظم	نامشخص	
Scariola orientalis	Sc or	لکه‌ای و پهن	زبر	خاکستری	نسبتاً روشن	نامنظم	مشخص	
Astragalus verus - Bromus tomentellus	At ve – Br To	کپه‌ای و سوزنی شکل	زبر	خاکستری	نسبتاً تیره	نامنظم	نسبتاً مشخص	
Astragalus verus - Stipa hohenikeriana	As ve – St ho	کپه‌ای و سوزنی شکل	زبر	خاکستری	نسبتاً روشن	نامنظم	نسبتاً مشخص	
Bromus tomentellus - Stipa hohenikeriana	Br to – St ho	سوزنی شکل	نرم	قهوه‌ای	روشن	نامنظم	نامشخص	

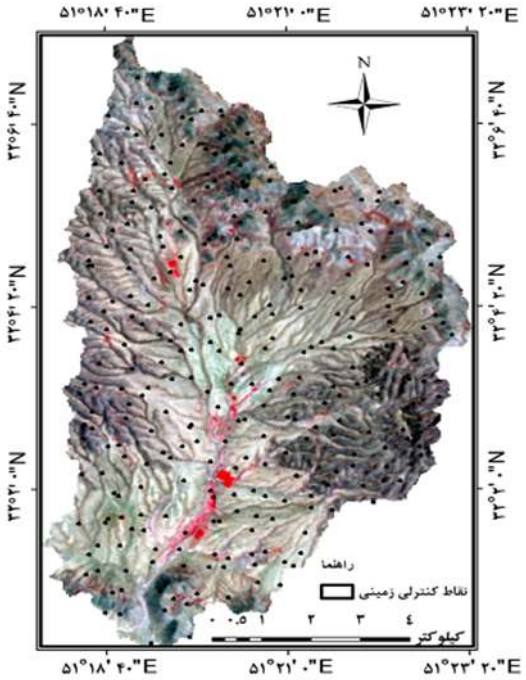
بررسی صحت نقشه‌های تولید شده

لازمه استفاده از هر نقشه موضوعی، آگاهی از میزان صحت و دقت آن است. جهت کنترل صحت نقشه‌های تهیه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

شده طی بازدید میدانی با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی تعداد ۲۰۰ نقطه (بر مبنای داشتن تعداد نقاط کافی از تمامی واحدهای اکولوژیک گیاهی (۲۱) از سطح منطقه مورد مطالعه برداشت و این نقاط به عنوان واقعیت‌های زمینی بر روی تصاویر اضافه و نوع پوشش گیاهی آن‌ها ثبت شد (شکل ۸). در نهایت برای تعیین صحت نقشه‌های تهیه شده توسط کارشناسان، از طریق محاسبه ماتریس خطا، ضریب کاپا و صحت کلی هر یک از نقشه‌ها تعیین و نتایج حاصله گزارش شد.



شکل ۸: نقشه نقاط ثبت شده زمینی جهت صحت سنجی نقشه نهایی حاصل از تفسیر واحدهای اکولوژیک گیاهی

روش آماری تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

بعد از تهیه نقشه واحدهای اکولوژیک گیاهی توسط هر یک از کارشناسان، جهت تجزیه‌وتحلیل دقت و اعتبارسنجی نقشه‌ها از آنالیز ماتریس خطا استفاده شد. بطوری که با استفاده از نقشه واقعیات زمینی حاصل از نقاط کنترل زمینی برای هرکدام از نقشه‌ها به صورت جداگانه میزان دقت تولید کننده [1] (PA)، دقت کاربر [2](UA)، ضریب توافق کاپا [3](KIA) و دقت کل [4](OA) محاسبه شد.

نتایج

با توجه به شاخص‌های تعریف شده در جدول ۱ نقشه-های جداگانه‌ای از واحدهای اکولوژیکی گیاهی توسط هر یک از کارشناسان تهیه شد که نتایج حاصله در شکل (۹) یعنی نقشه واحد اکولوژیک گیاهی حاصل از تفسیر هر یک از کارشناسان نشان داده شده است.

[1] Producer's Accuracy

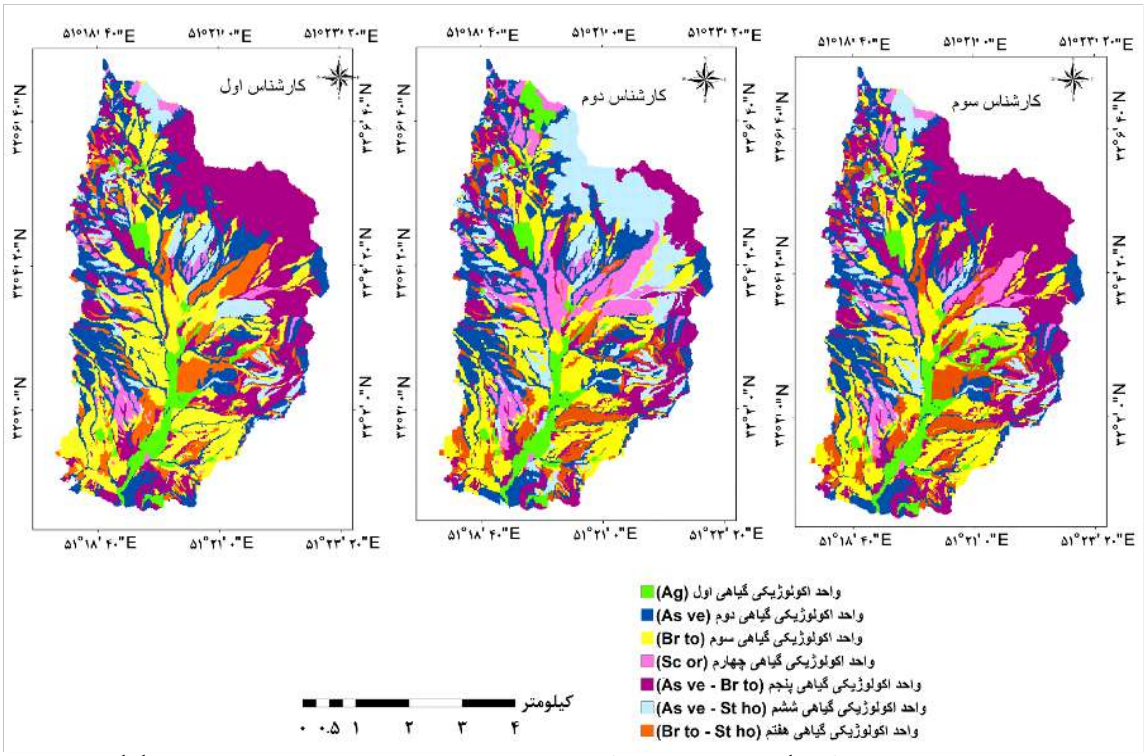
[2] User's Accuracy

[3] Kappa index of agreement

[4] Overall Accuracy

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]



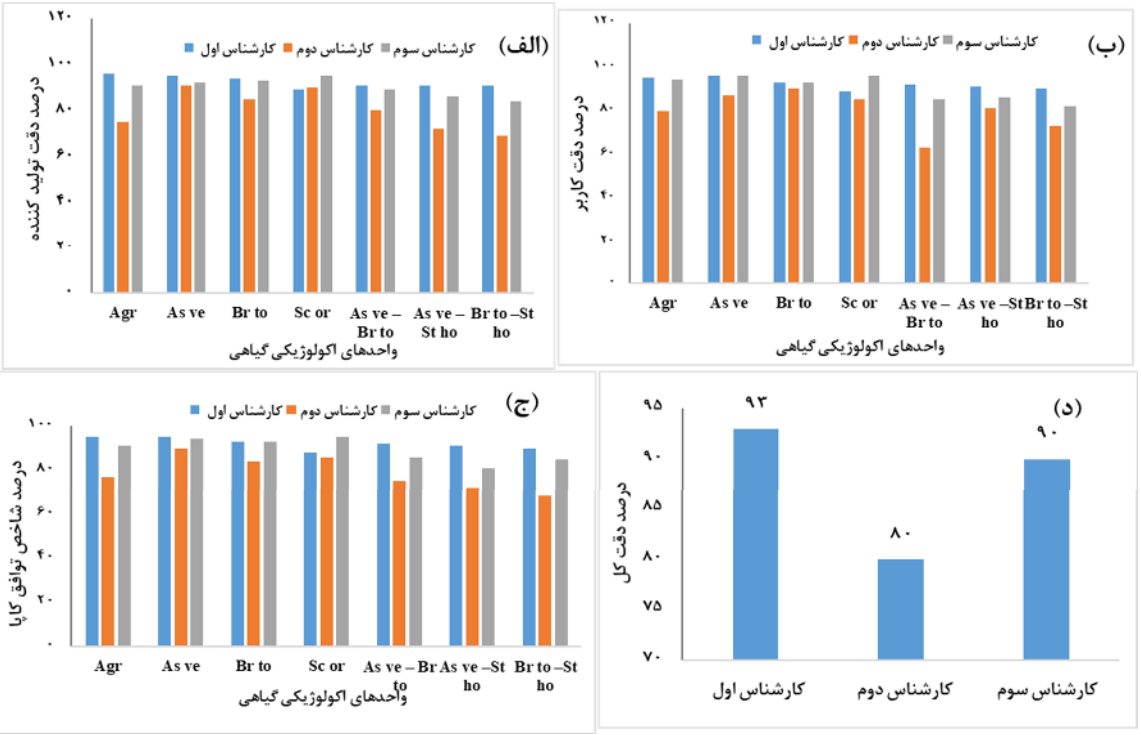
شکل ۹: نقشه واحدهای اکولوژیک گیاهی تهیه شده توسط کارشناسان بر مبنای دستورالعمل تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث

چنانچه در شکل ۹ مشاهده می‌شود نمای کلی طبقه‌بندی واحدهای اکولوژیکی گویای آن است که هر سه کارشناس دید نسبتاً یکسانی از واحدهای اکولوژیکی یعنی مرزبندی واحدهای اکولوژیکی گیاهی داشته‌اند. در این بین واحد اکولوژیک گیاهی اول یعنی اراضی کشاورزی که با رنگ سبز نشان داده شده است توسط هر سه کارشناس تا حدودی زیادی مشابه هم تشخیص داده شده است با این تفاوت که کارشناس دوم در بخش شمالی منطقه بخشی را به‌عنوان اراضی کشاورزی تشخیص داده است که عملاً کشاورزی نیست. این بخش توسط دو کارشناس دیگر به‌عنوان واحد اکولوژیک گیاهی ششم با گونه غالب *As Ve* - *St ho* تشخیص داده شده است. در مورد واحد اکولوژیک گیاهی دوم با گونه غالب گون و واحد اکولوژیک گیاهی سوم با گونه غالب *Br to* توافق بالایی بین سه کارشناس مشاهده شده است. واحد اکولوژیک گیاهی چهارم با گونه غالب *Sc or* در بخش جنوبی منطقه تا حدود زیادی مشابه تشخیص داده شده است. درحالی‌که در بخش مرکزی منطقه، تمایز بین دیدگاه سه کارشناس تا حدودی مشهود است. بیشترین اختلاف نظر بین کارشناسان برای واحدهایی با دو گونه گیاهی مشاهده شده است.

با استفاده از آنالیز ماتریس خطا میزان دقت تولید کننده، دقت کاربر و ضریب توافق کاپا برای هر یک از واحدهای گیاهی و صحت کل برای هر یک از نقشه‌های نهایی محاسبه شد (شکل ۱۰). در این ماتریس نقشه حاصل از نقاط ثبت شده زمینی (شکل ۸) به‌عنوان نقشه پایه جهت صحت سنجی نقشه نهایی هر یک از کارشناسان استفاده شد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]



شکل ۱۰: خلاصه آنالیز ماتریس خطا با میزان دقت و صحت کلی در ارزیابی نقشه‌های نهایی تفسیر چشمی واحدهای اکولوژیک گیاهی

نتایج حاصل از طبقه‌بندی‌ها تصاویر گوگل ارث نشان می‌دهد که دقت تولید کننده برای واحدهای مورد مطالعه بین ۶۹ تا ۹۶ درصد متفاوت بوده است اما در بیشتر موارد دارای دقت تولید کننده بیش از ۸۰ درصد داشته‌اند. هم‌چنین اکثر واحدهای اکولوژیک گیاهی با یک گونه غالب دقت تولید کننده بالاتری را در مقایسه با واحدهایی با غالبیت دو گونه داشته است (شکل ۱۰ الف). در مورد دقت کاربر نیز میزان دقت بین۶۳ تا ۹۶ درصد متغیر است. واحدهای اکولوژیک دوم و سوم دارای دقت کاربر ۹۶ درصدی بودند (شکل ۱۰ ب). شاخص توافق کاپا نیز گویای توافق از ۶۸ درصدی تا ۹۵ درصدی بین نقشه واقعیت زمینی واحدهای اکولوژیک با نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی (تفسیر چشمی) کارشناسان بوده است. در حالی که واحد اکولوژیک گیاهی هفتم توافق ۶۸ درصدی را نشان داده است ولی واحدهای اول و چهارم توافقی ۹۵ درصدی را با نقشه واقعیت زمینی نشان داده‌اند (شکل ۱۰ ج). برای واحدهای اکولوژیک گیاهی با دو گونه غالب علاوه بر میزان دقت تولید کننده، دقت کاربر و ضریب توافق کاپا نیز کاهش یافته است. میزان دقت کلی نقشه‌های تولید شده توسط سه کارشناس به‌ترتیب شامل ۹۳، ۸۰ و ۹۰ درصد است (شکل ۱۰ د).

بحث و نتیجه‌گیری

واحدهای اکولوژیک گیاهی با دو ویژگی عمده ساختار و ترکیب گیاهی سنجیده وتفکیک می‌شوند. به‌دلیل وسعت مراتع، امروزه اطلاعات سنجش از دوری ابزار بسیار ارزشمندی برای تفکیک کاربری‌های اراضی (۱۱ و ۲۷) و در درون هر کاربری اراضی زیر واحدهای هر کاربری اراضی هم‌چون واحدهای اکولوژیک گیاهی به‌عنوان زیر مجموعه‌ای از واحد اراضی مرتعی می‌باشند. واحدهای اکولوژیک به‌عنوان مبنای مدیریت مراتع از اهمیت زیادی برخوردارند که هدف این مطالعه تهیه دستورالعملی از اصول و قواعد روش تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث، به‌عنوان منبع ارزشمند سنجش از دوری با قدرت تفکیک بالا و رایگان برای تفکیک واحدهای اکولوژیک گیاهی با به‌کارگیری شاخص‌های کلیدی تفسیر در مراتع نمیه استپی می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از شش عنصر کلیدی تعریف شده در دستورالعمل (جدول ۱) ابتدا با استفاده از فاکتور الگو، اراضی کشاورزی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

و شخم خورده از سایر اراضی مرتعی با قدرت تفکیک بالایی مجزا شدند (شکل ۹ و ۱۰) زیرا آثار به‌جا مانده از عملیات شخم و کشت به‌خوبی الگوی منظم و قابل تشخیصی را بر روی تصاویر به‌وجود آورده است که با الگوی سایر اراضی مرتعی تفاوت بارزی دارند (شکل ۵). از فاکتور سایه برای جداسازی مناطق مرتفع و کوه‌ها از دشت‌ها استفاده شد (شکل ۴). زیرا این فاکتور به‌خوبی می‌تواند آثار ناشی از پستی‌وبلندی ارتفاعات را روی تصاویر نشان دهد. فاکتورهایی مانند رنگ و تن و بافت برای جداسازی واحدهای بوته‌ای‌ها از گندمیان استفاده شد. به‌طوری‌که با استفاده از بافت به همراه رنگ و تن واحدهای بوته‌ای و واحدهای گندمیان ساختاری کاملاً متفاوت از هم را ایجاد می‌کنند و به‌راحتی از هم تفکیک شدند (شکل ۲). بوته‌های گون با داشتن بافتی زبر که نمود پراکندگی این گیاهان با ساختاری بوته‌ای را نشان می‌دهند به‌دلیل کوچک بودن برگ‌ها و خشبی بودن بخش ساقه‌ها و شاخه‌ها جذب نور بیشتری داشته و کاهش میزان انعکاسات طیفی را به همراه دارند در نتیجه در تصویر، به رنگ خاکستری بوده و تیره‌ترین تن و متغیرترین بافت (زبری بافت) را به خود اختصاص می‌دهند. این امر سبب می‌شود که این واحد اکولوژیک که بیشتر در آبراهه‌های مناطق مسطح و هم‌چنین در شیب‌ها گسترش می‌یابند به‌راحتی از سایر واحدهای اکولوژیک تمیز داده شوند. پیمایش میدانی منطقه، نیز گواه حضور گونه بوته‌ای غالب *As ve* در این مناطق می‌باشد که رنگ خاکستری با تن تیره جزء خصوصیات بارز ایجاد شده آن می‌باشد. ولی گندمیان به‌دلیل داشتن برگ‌های سوزنی قابلیت جذب نور کمتر ولی انعکاسات تابشی بیشتر را دارند و از طرف دیگر به‌دلیل پایین بودن تراکم پوشش گیاهی انعکاسات حاصل از خاک پس‌زمینه طبقاتی به رنگ قهوه‌ای با تن روشن و تیره را به‌وجود می‌آورند. شاخص بافت نیز در تفکیک واحدهای بوته‌ای و گندمیان از یکدیگر مؤثر بود (شکل ۶). برای مثال، گندمیان بافتی یکنواخت و نرم و همواری را داشته زیرا بی‌نظمی‌ها حاصل از ساختار این گیاهان خیلی کوچک‌تر از آن هستند که بتوانند سایه‌های مشهودی را در تصویر ایجاد کنند و در پی آن بافت زبری را از این گیاهان شاهد نیستیم بلکه بافت حاصله نسبتا یکنواخت وهموار است، درحالی‌که بوته‌ای‌ها معمولاً دارای بافتی زبر و ناهموارند که در اثر سایه‌های برگ‌ها و شاخه‌ها الگوی زبری از قطعات تاریک و روشن متناوب در تصویر ایجاد می‌شود. این امر ساختار این گیاهان را به‌خوبی از همدیگر قابل تشخیص می‌سازد (۷).

از فاکتور شکل برای تفکیک بوته‌ای‌ها بخصوص واحد اکولوژیک با غالبیت گونه *Sc or* از سایر واحدهای گیاهی بوته‌ای و گندمیان استفاده شد (شکل ۳). نمود گونه‌های گیاهی با لکه‌های پهن غیریکنواخت که در مقایسه با لکه‌های دیگر در تصویر بزرگ‌تر و غیریکنواخت‌تر می‌باشند، نمایانگر واحد اکولوژیک گیاهی با غالبیت بوته‌های *Sc or* می‌باشند و از واحدهای گیاهی بوته‌ای و هم‌چنین گندمیان که به حالت سوزنی و باریک‌تر شده و از حالت لکه‌ای خارج شده‌اند به‌خوبی متمایز هستند.

شکل (۹) نقشه‌های نهایی طبقات واحدهای اکولوژیک گیاهی منطقه را با تفسیر چشمی کارشناسان و با به‌کارگیری شش عنصر کلیدی نشان می‌دهد. هر کدام از نقشه‌ها به هفت طبقه از واحدهای اکولوژیک گیاهی تفکیک شده است.

آنالیز ماتریس خطا (شکل ۱۰) نشان می‌دهد هر سه نقشه تولیدی از میزان صحت کلی خوبی برخوردار هستند که نشان دهنده میزان دقت و توان تفکیک مکانی بسیار بالای تصاویر گوگل ارث می‌باشد. با استناد و مقایسه با منابعی نظیر (۵) که ضرایب کلی کاپای بزرگ‌تر از ۰/۷ را خیلی خوب و کمتر از ۰/۴ را ضعیف عنوان کرده‌اند نتیجه می‌گیریم که هر سه نقشه به‌ترتیب با دقت کلی ۹۳، ۸۰ و ۹۰ درصد از صحت کلی خوبی برخوردار هستند. با توجه به نتایج حاصل از ماتریس خطا، میزان دقت تولید کننده، دقت کاربر و میزان ضریب توافق کاپا واحدهای اکولوژیک گیاهی دوم، سوم، چهارم و هم‌چنین واحد اراضی کشاورزی در هر سه نقشه بیشترین رتبه‌ها را به‌خود اختصاص داده‌اند. به جز واحد اکولوژیک گیاهی چهارم که در نقشه کارشناس اول دقت پایینی دارد ولی در دو نقشه دیگر دقت قابل قبولی را به خود اختصاص داده است. میانگین ضریب توافق کاپا سه نقشه برای واحد اکولوژیک دوم برابر با ۰/۹۳ است. این واحد اکولوژیک گیاهی به‌دلیل ساختار کپه‌ای، بافت زبر و تن کاملاً تیره بر روی تصاویر گوگل ارث به‌خوبی مشخص بوده و هر سه کارشناس با حداکثر دقت این واحد گیاهی را

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

تفکیک کرده‌اند. میانگین ضریب توافق کاپا سه نقشه برای واحد اکولوژیک سوم برابر با ۰/۹۰ است که این واحد اکولوژیکی گیاهی که از تیپ گندمیان است به‌واسطه ساختار سوزنی شکل، بافت نرم و تن نسبتاً تیره و یکنواخت با دقت بالایی تفکیک شده است. هم‌چنین واحد اکولوژیک گیاهی چهارم به‌دلیل ساختار لکه‌ای پهن و تن نسبتاً روشن با میانگین ضریب توافق کاپای ۰/۸۹ بین کارشناسان تفکیک شده است. واحد اراضی کشاورزی به‌واسطه ساختار خطی و الگوی منظم حاصل از آثار شخم و شیار باقی مانده با میانگین ضریب توافق کاپای ۰/۸۸ برای سه نقشه با دقت قابل قبولی تفکیک شده است. این امر نشان می‌دهد که توان تفکیکی تصاویر گوگل ارث اگر در قالب یک دستورالعمل فنی مشخصی مورد استفاده قرار گیرد بسیار قابل قبول و ارزشمند و در بسیاری از موارد از تفسیرهای اتوماتیک تصاویر دیگر دقت بیشتری را در تفکیک واحدهای اکولوژیک نشان می‌دهد (۶).

میزان دقت تولید کننده، دقت کاربر و هم‌چنین میزان ضریب توافق کاپا مربوط به واحدهای اکولوژیک گیاهی پنجم، واحد اکولوژیک گیاهی ششم و واحد اکولوژیک گیاهی هفتم یعنی واحدهایی با دو گونه گیاهی غالب در هر سه نقشه نسبت به واحدهای اکولوژیک گیاهی با یک گونه گیاهی غالب کاهش یافته است (شکل ۱۰الف-ب-ج). این امر را می‌توان ناشی از دو دلیل عمده دانست. اول این‌که علیرغم قدرت تفکیک بسیار بالای تصاویر گوگل ارث ولی امکان تشخیص تک پایه‌های گیاهی به‌راحتی بر روی این تصاویر امکان پذیر نیست و بیشتر نمود رفتاری بازتاب طیفی آن‌ها در تصاویر همچون بافت و تن بروز می‌کند که این امر بیشتر جنبه ساختاری و نه ترکیبی پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. این امر موجب می‌شود که در مناطقی که گونه غالب واحدهای اکولوژیک دارای نمود بارزی در هر یک از شاخص‌های تفسیری (تن، رنگ، بافت، الگو، سایه، شکل) دارند بهتر شناسایی شوند. ثانیا با توجه به مشابهت‌های احتمالی در رفتار طیفی گونه‌های گیاهی و نبود تفاوت بارز در شش شاخص کلیدی تعریف شده باعث کاهش میزان دقت در جداسازی این واحدها شده است. هم‌چنین با توجه به این‌که تصاویر موجود گوگل ارث حاصل ادغام سه باند اصلی مرئی بوده و باند مادون‌قرمز که یکی از اصلی‌ترین باندها در شناخت رفتار طیفی پوشش گیاهی است را نشان نمی‌دهند باعث شده که به‌دلیل سخت‌تر شدن تشخیص ترکیب گونه‌ای در این واحدهای ترکیبی، میانگین ضریب توافق کاپا حاصل از سه نقشه کاهش یابد. به‌طوری‌که واحدهای اکولوژیک گیاهی پنجم و واحد اکولوژیک گیاهی ششم فقط به‌دلیل دارا بودن اختلاف جزئی در تن نسبتاً تیره و نسبتاً روشن از هم متمایز شده‌اند، لذا به‌دلیل نبود تفاوت بارز در شاخص‌های تعریف شده، احتمال بروز خطا در تشخیص و تفکیک صحیح این دو واحد اکولوژیک گیاهی افزایش یافته و میانگین ضریب توافق کاپا حاصل از سه نقشه به ۰/۸۴ برای واحد اکولوژیک گیاهی پنجم و ۰/۸۱ برای واحد اکولوژیک گیاهی ششم کاهش یابد. واحد اکولوژیک گیاهی هفتم نیز میانگین ضریب توافق کاپا به ۰/۸۳ رسیده و در هر سه نقشه میزان دقت این واحد اکولوژیک گیاهی به‌دلیل داشتن رفتار طیفی مشابه به واحد اکولوژیک گیاهی سوم نیز کاهش یافته است. در مطالعه‌ای با رویکرد اصول تفسیر تصاویر گوگل ارث جهت تعیین ترکیب جامعه گیاهی و پوشش سطحی زمین در مقیاس محلی و منطقه‌ای و پایش اکوسیستم‌های، بوته‌ای و ساوانا و حتی چراگاه‌ها، به‌طور هم‌زمان ازنظر هفت کارشناس برای تهیه نقشه پوشش گیاهی استفاده شد (۶). میزان دقت نقشه‌های حاصله قابل قبول بوده و میزان ضریب تبیین بین داده‌های میدانی و داده‌های حاصله از تفسیر چشمی ۰/۹ بود ($R^2>0/9$). از میان واحدهای گیاهی بوته‌ای‌ها با ضریب تبیین ۰/۹۴ بیشترین توافق را بین کارشناسان داشته و تیپ گندمیان به‌دلیل داشتن خصوصیات رنگ، بافت و شکل مشابه کمترین میزان توافق را با ضریب تبیین ۰/۷۳ داشته است. آن‌ها اظهار داشتند که به‌کارگیری تفسیر چشمی با استفاده از چندین کارشناس یکی از به‌صرفه‌ترین و دقیق‌ترین تکنیک‌ها جهت تهیه نقشه و برآورد خصوصیات اکوسیستم‌ها در مقیاس وسیع می‌باشد. این نتایج، مؤید یافته‌های ما است که در صورت وجود واحدهای گیاهی دارای نمود ساختاری متفاوت امکان تشخیص آن‌ها بهتر فراهم می شود.

با توجه به سیستم طبقه‌بندی کاربری اراضی و پوشش اراضی (*Land use/land cover*) که توسط آندرسون در سال ۱۹۷۶ (مؤسسه زمین‌شناسی آمریکا) انجام گرفت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

۹ کلاس اصلی تعیین شد که شامل: اراضی مسکونی، کشاورزی، مراتع، جنگل‌ها، آب‌های سطحی، اراضی مرطوب، اراضی بایر، توندرا، یخ و برف دائمی است. علاوه بر این، برای هر یک از این کلاس‌های اصلی زیر کلاس‌هایی نیز معرفی شده است (۱). تاکنون بیشتر فرایند طبقه‌بندی ارضی و پوشش اراضی در بحث سنجش‌ازدور بر اساس کلاس‌های اصلی انجام گرفته است ازجمله مطالعات گناسری و دوارکیش (۲۰۱۵)، تاکار و همکاران (۲۰۱۷)، هورسکاینن و همکاران (۲۰۱۹) یافته‌های این مطالعات گویای آن است که در صورت وجود پدیده‌های مختلف با رفتارهای طیفی متفاوت (میزان جذب و بازتاب متفاوت امواج الکترومغناطیسی در باندهای مختلف سنجنده‌ها)، می‌توان نقشه‌های طبقه‌بندی با دقت بالایی را استخراج کرد. ولی هدف اصلی این مطالعه، انجام فرایندطبقه‌بندی برای زیر کلاس پوشش گیاهی مراتع (واحدهای اکولوژیکی گیاهی) می‌باشد. برای تهیه نقشه واحدهای اکولوژیک گیاهی مراتع باید واحدهایی از هم جدا شوند که همگی از نوع پوشش گیاهی مرتعی هستند که فرایند طبقه‌بندی را پیچیده‌تر می‌کند (۱۶ و ۲۶). هم‌چنین جهت اعتبار سنجی نقشه‌های طبقه‌بندی شده استفاده از داده‌های میدانی به‌دلیل محدویت‌های زمانی و پرهزینه بودن کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این گونه موارد بهترین گزینه استفاده از تصاویر گوگل ارث با توان تفکیک مکانی بالا است که بعد از تفسیر چشمی و اعتبار سنجی آن، به‌عنوان نقشه تست مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا این دستورالعمل می‌تواند چارچوب کلی جهت به‌کارگیری تصاویر موجود در گوگل ارث در تهیه نقشه‌های پوشش گیاهی به‌کار گرفته شود. در این راستا هر چند دستورالعمل‌هایی برای تفکیک کاربری-های مختلف توسط داده‌های دورسنجی توسعه یافته است (۳، ۱۷ و ۱۹)، ولی برای تفکیک واحدهای اکولوژیکی گیاهی دستورالعملی تاکنون توسعه نیافته است. با توسعه چنین دستورالعملی، با استفاده از عناصر کلیدی معرفی شده، کارشناسان مبتدی و کم‌تجربه می‌توانند نقشه‌های با دقت قابل قبولی را برای مدیریت و ساماندهی بهتر اکوسیستم‌های مختلف تهیه کنند. اما با توجه به یافته‌های این تحقیق توصیه می‌شود این امر برای واحدهایی که از لحاظ ساختاری تفاوت های متمایزی دارند بیشتر استفاده شود تا نقشه های قابل قبول‌تری را ارائه دهند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین اختلاف نظر بین کارشناسان برای واحدهایی با دو گونه گیاهی بوده است. لذا توصیه می-شود مناطقی که ترکیب پوشش گیاهی در آن بیشتر با غالبیت تک گونه‌های گیاهی ظهور می‌یابد استفاده از این دستورالعمل می‌تواند منجر به دقت قابل قبول تر تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث شود. هم‌چنین ذکر این نکته لازم است که استفاده از این تصاویر به هیچ وجه ما را از بازدیدهای میدانی کنترلی بی‌نیاز نمی‌کند.

References

1. Aghababaei, M., A. Ebrahimi, A.A. Naghipour, E. Asadi & J. Verrelst, 2021. Classification of Plant Ecological Units in Heterogeneous Semi-Steppe Rangelands: Performance Assessment of Four Classification Algorithms. Remote Sensing, 13(17): 3433.
2. Abtahi, S.M., A.A. Shahmoradi & E. Zandi Esfahan, 2014. Investigation of vegetation dynamics and range conditions in central desert of Iran (Case study: Haftooman, Khoor and Biabanak). Rangeland, 4(4):330-339.
3. Anderson, J.R., E. Hardy, J. Roach & R.w. Itmer, 1976. A Land-Use and Land-Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data, Washington: U.S. Geological Survey, Professional Paper, 28-964.
4. Brown, J.R. & K.M. Havstad., 2016. Using ecological site information to improve landscape management for ecosystem services. Rangelands, 38: 318-321.
5. Dellepiane, S.G. & P.C. Smith., 1999. Quality assessment of image classification algorithms for land cover mapping: A review and a proposal for a cost based approach. International Journal of Remote Sensing, 20: 1461-1486.
6. Dorais, A. & J. Cardille., 2011. Strategies for Incorporating High-Resolution Google Earth Databases to Guide and Validate Classifications: Understanding Deforestation in Borneo. Journal of Remote Sensing, 3: 1157-1176.
7. Duniway, M.C., J.W. Karl, S. Schrader, N. Baquera & J.E. Herrick, 2012. Rangeland and pasture monitoring: an approach to interpretation of high-resolution imagery focused on observer calibration for repeatability. Journal of Environmental monitoring and assessment, 184: 3789-3804.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

8. Ganasri, B.P. & G.S. Dwarakish., 2015. Study of Land use/land Cover Dynamics through Classification Algorithms for Harangi Catchment Area, Karnataka State, INDIA. Journal of Aquatic Procedia, 4: 1413-1420.
9. Ghaderi, S., M.A. Zare Chahouki, H. Azarnivand, A. Tavili & B. Raygani, 2019. Land use Change Predictionusing CA-Markov model (Case study: Eshtehard). Rangeland, 14(1): 147-160. (In Persian)
10. Gross, J.W. & B.W. Heumann., 2016. A Statistical Examination of Image Stitching Software Packages for Use with Unmanned Aerial Systems. Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 82 (6): 419-425.
11. Hadian, F., R. Jafari, H. Bashari & S. Soltani, 2011. Analysing different groups of remote sensing vegetationindices for studying rangeland vegetation types (Case study: Semirom- Isfahan). Rangeland, 5(4): 420-429.
12. Hasanpour, M.M., 2013. Mapping Land Use of Urmia Ghushchi Watershed Using Google earth imagery and GIS. Third International Conference on Environmental Planning and Management, December, University of Tehran, Tehran.
13. Hurskainen, P., H. Adhikari, M. Siljander, K.E. Pellikka & A. Hemp, 2019. Auxiliary datasets improve accuracy of object-based land use/land cover classification in heterogeneous savanna landscapes. Journal of Remote Sensing of Environment, 11: 233- 354.
14. Heiskanen, B.N., A. Maki, A. Allard & H. Olsson, 2008. Aerial photo interpretation for change detection of treeline ecotones in the Swedish mountains. Australian Journal of Botany, 55: 457–463.
15. Jafari, sh., KH. Rahimi & y. Arazzdeh, 2012. Mapping Land Use Using Google earth Data (Case Study: Karaj). 6th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, November and December, Iranian Society of Environmental Engineering, Tehran. (In Persian)
16. Jensen, J. R., 2015, Introductory Digital Image Processing_ A Remote Sensing Perspective, 4ed Edition, University of South Carolina, 659 p.
17. Johnson, M.R. & R.B. Zelt., 2005. Protocols for Mapping and Characterizing Land Use/Land Cover in RiparianZones: U.S. Geological Survey Open-File Report, 1302: 22 p.
18. Karl, J.W., J.K. Gillan, N.N. Barger, J.E. Herrick & M.C. Duniway, 2014. Interpretation of high-resolution imagery for detecting vegetation cover composition change after fuels reduction treatments in woodlands. Journal of Ecological indicators, 45: 570-578.
19. Lattin, P.D., P.J. Wigington, T.J. Moser, J.r. Peniston, B.E. Lindeman & D.R. Oetter, 2004. Influence of remote sensing imagery source on quantification of riparian land cover/land use: Journal of the American Water Resources Association, 40: 215–227.
20. Liang, J., J. Gong & W. Li, 2018. Applications and impacts of Google Earth: A decadal review (2006–2016). ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 146: 91-107.
21. Lima, T.A., 2019. Comparing Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI Imagery for Monitoring Selective Logging in the Brazilian Amazon. Journal of Remote Sensing, 11(8): 961-982.
22. Lucieer, A.E., K.G. Scarth & G. D. Cook, 2016. Obtaining biophysical measurements of woody vegetation from high resolution digital aerial photography in tropical and arid environments: Northern Territory, Australia. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 52: 204-220.
23. Ludwig, A., H. Meyer & T. Nauss, 2016. Automatic classification of Google Earth images for a larger scale monitoring of bush encroachment in South Africa. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 50: 89-94.
24. Malarvizhi, K., S.V. Kumar & P. Porchelvan, 2016. Use of High Resolution Google Earth Satellite Imagery in Landuse Map Preparation for Urban Related Applications. Journal of Procedia Technology, 24: 1835-1842.
25. Morgan, J.L., S. Gergel, E.C. Ankerson, S.A. Tomscha & I.J. Sutherland, 2017. Historical Aerial Photography for Landscape Analysis. University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada, Chapter 2: 21-40.
26. Pedrotti, F., 2013. Plant and Vegetation Mapping. Geobotany Studies.University of Camerino via Italy, 309 p.
27. Shaheed, KH., A. Tawili & A. Javadi, 1400. The vegetation changes Monitoring using RS and GIS in Chaharbagh rangelands of Golestan province during 30 years period. Rangeland, 15(2): 180-194. (In Persian)
28. Taylor, J.R. & S.T. Lovell., 2012. Mapping public and private spaces of urban agriculture in Chicago through the analysis of high-resolution aerial images in Google Earth. Journal of Landscape and Urban Planning, 108: 57-70.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]

29. Thakkar, A.K., V. Desai, R.A. Patel & M.B. Potdar, 2017. Post-classification corrections in improving the classification of Land Use/Land Cover of arid region using RS and GIS: The case of Arjuni watershed, Gujarat, India. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 20: 79-89.
30. Weijia, L., D. Runmin, F. Haohuan, W. Jie & G. Peng, 2020. Integrating Google Earth imagery with Landsat data to improve 30-m resolution land cover mapping. Remote Sensing of Environment, 237: 111563.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.2.1.5]