



## استخراج نیمه خودکار تک درختان خشکیده بلوط با استفاده از تصاویر پهپاد

محبوبه شمس<sup>۱</sup>، حمیدرضا ریاحی بختیاری<sup>۲\*</sup>، مژگان عباسی<sup>۲</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد  
۲- استادیار گروه علوم جنگل دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

### چکیده:

شناسایی تک درختان خشکیده در توده‌های جنگلی زاگرس، بهدلیلوسعت و تنوع توپوگرافی از طریق پیمایش و عملیات میدانی امکان‌پذیر نیست. در سال‌های اخیر استفاده از هواپیماهای مدایت‌پذیر از دور (پهپاد) در پایش و مدیریت جنگل مطرح و مورد توجه محققین قرار گرفته است. پهپادها بهدلیل فراهم کردن تصاویر با قدرت تفکیک مکانی فوق العاده زیادی توانند در تشخیص تک درختان خشکیده و سالم مورد استفاده قرار گیرند. در پژوهش حاضر قابلیت پهپادها در بازسازی تک درختان خشکیده بلوط ناحیه رویشی زاگرس مورد بررسی قرار گرفته است. عکس‌برداری منطقه توسط پهپاد فانتوم ۳ انجام شد. از فیلترهای پایین گذر مدیان با اندازه  $3 \times 3$  برای هموار کردن تصویر و کاهش اثر پس‌زمینه استفاده شد. روش‌های بازسازی تصویر شامل: نسبت‌گیری‌های طیفی و تبدیل IHS مورد بر روی تصویر اعمال شدند. در ادامه با استفاده از روش تراکمی<sup>۱</sup> پدیده‌های مختلف تصویر تفکیک و درختان خشکیده و سالم استخراج شدند. نتایج نشان داد تصاویر حاصل از پهپاد از قابلیت بسیار خوبی در شناسایی و استخراج درختان خشکیده برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: پهپاد، خشکیدگی، تک درخت، جنگل‌های زاگرس، فانتوم ۳

## ۱- مقدمه

ناحیه رویشی‌آگرس بهدلاي‌اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، منطقه‌ای مهم‌به شمار می‌آید. مسئله‌ای که امروزه گستره جنگل‌های بلوط‌آگرسرا در معرض تهدید جدی قرار داده، بروز پدیده زوال بلوط و به تبع آن رواج برخی آفات و بیماری‌ها در این جنگل‌ها است. اگرچه هنوز دلیل قطعی برای این مسئله به اثبات نرسیده است، برخی پژوهشگران عوامل مستعد کننده همانند تخریب مستمر انسان، عوامل شروع کننده مانند تغییر اقلیم و عوامل شرکت کننده مانند آفات و امراض را سبب خشکیدگی و زوال درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii Lindl.*) می‌دانند [۱].

بر اساس اطلاعات موجود سالیانه صدها هکتار از درختان بلوط در جنگل‌های منطقه زاگرس دچار زوال و نابودی می‌شوند [۲]. به طور معمول اولین نشانه‌های تنش درختان، در تاج آن‌ها ظاهر می‌شود؛ از این‌رو نشانه‌های بروز پدیده خشکیدگی بلوط ایرانی در زاگرس را نیز می‌توان در وضعیت تاج آن بررسی کرد [۳]. بر پایه برآوردها و مشاهدات میدانی در برخی مناطق، به طور متوسط ۲۰ تا ۳۰ درصد از درختان بلوط دچار عارضه خشکیدگی شده‌اند که از علائم آن می‌توان به ریزش برگ‌ها و خشکیدگی کامل تاج اشاره کرد [۴].

شناسایی خشکیدگی در توده‌های جنگلی، موضوع مهمی است که به دلیل گستردگی و تنوع توپوگرافی تعیین آن از طریق پیمایش و عملیات میدانی امکان‌پذیر نیست. از این‌رو استفاده از فنون نوین سنجش از دور که هم‌زمان با قابلیت‌های تشخیص مکانی و طیفی خوبی برخوردارند در تشخیص توده‌های آسیب‌دیده، در خطر و سالم کمک مؤثری به شمار می‌رود. با توجه به لزوم پیشگیری، شناسایی و اقدامات کنترل کننده در حفاظت و مدیریت جنگل‌ها، به کارگیری سنجش از دور می‌تواند تا حد زیادی از دشواری و هزینه‌های تشخیص خشکیدگی درختان به روش میدانی بکاهد [۵].

تاکنون استفاده از تصاویر ماهواره‌ای رایج با تفکیک مکانی و طیفی متوسط مانند تصاویر Aster به تنهایی در تشخیص خشکیدگی تک درختان در مقایسه با خشکیدگی در سطح توده‌های جنگلی نتایج رضایت‌بخشی را نشان نداده است. قابلیت‌های مکانی تصاویر سنجنده جدید Rapideye در کنار سنجنده چندطیفی Aster-L1B در تشخیص خشکیدگی تک درختان بلوط مورد بررسی قرار گرفته است [۵]. شبانی پور و همکاران (۱۳۹۳) طی مطالعه‌ای به بررسی قابلیت تصاویر UltraCam-D در تشخیص گونه‌های درختی پرداختند [۶].

با توجه به اینکه تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد<sup>۱</sup> (VHR) علاوه بر گرانی بودن برای بعضی از کشورها نظری ایران برداشت این نوع داده‌های توأم با محدودیت‌های خواهد بود. همچنین استفاده از تصاویر ماهواره‌ای رایج با تفکیک مکانی و طیفی متوسط مانند تصاویر Aster نیز به تنهایی در تشخیص خشکیدگی نتایج رضایت‌بخشی را ارائه نداده است. لزوم توجه به فنون جدید سنجش از دور از قبیل پهپادها و بومی‌سازی دانش پردازش تصاویر آن ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به قدرت تفکیک مکانی فوق العاده زیاد<sup>۲</sup> (UHR) پهپاد می‌توان از آن به عنوان یک سامانه کارآمد، سریع و ارزان به عنوان جایگزین تصاویر برداری ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد در مدیریت منابع طبیعی مطرح و مورد استفاده قرار گیرد.

به دلیل پرواز پهپاد در ارتفاعات پایین، عکاسی توسط پهپاد به ندرت تحت تأثیر عوامل مزاحم مانند پوشش ابر قرار می‌گیرد و همچنین با انعطاف بیشتری قابل برنامه‌ریزی و اجرا است [۷]. از این‌رو، برنامه‌های کاربردی زیادی بر اساس تصویربرداری پهپادها، در زمینه‌های متعدد، از جمله برای مطالعه ساختارهای زمین‌شناسی [۸]، جنگل [۹]، مرتع [۷] و کشاورزی [۱۰] اجرا شده است. پهپاد دارای پتانسیل جمع‌آوری اطلاعات مکانی دقیق در زمان واقعی با هزینه نسبتاً

<sup>1</sup>Very High Resolution

<sup>2</sup>Ultra High Resolution

کم است. پهپادها همچنین می‌توانند یک روش مؤثر نظارت در شرایط بیش از حد خطرناک یا پرهزینه برای بررسی هوایی مانند آتش‌سوزی جنگل‌ها و نقشه‌برداری یخ‌های شناور در قطب شمال مورد استفاده قرار گیرند.

با استفاده از هوایی‌ماهی‌های هدایت‌پذیر از دور (پهپاد)، بسیاری از محدودیت‌های مرتبط با داده‌های ماهواره‌ای کاسته شده است. به عنوان مثال مدت زمان تکرار طولانی، پوشش ابر و قدرت تفکیک مکانی کم، از بین خواهد رفت. ئی لینا و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از تصویربرداری مورب پهپاد، شناسایی تک درختان در محیط‌های مسکونی را مورد بررسی قرار دادند [۱۱]، ونجیان و همکاران (۲۰۱۵) سامانه آماربرداری جنگل بر مبنای تصاویر پهپاد را توسعه دادند [۱۲] و همچنین رانگوا و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای به تشخیص تاج درخت بر اساس سایه و خوارزمی‌های طبقه‌بندی، با استفاده از پهپاد پرداختند [۱۳].

هدف از این مطالعه بررسی قابلیت تصاویر پهپاد در شناسایی تک درختان خشکیده است. شناسایی این درختان با استفاده از نمونه‌برداری مستقیم و عملیات میدانی معمولاً مستلزم صرف زمان و هزینه‌های زیادی است. علاوه بر این گستردگی سطح جنگل‌ها، کوهستانی بودن عرصه‌ها، محدودیت منابع مالی و انسانی عملاً بررسی‌های میدانی را با مشکلات قابل توجهی رو برو می‌سازد. استفاده از پهپاد می‌تواند امکان پایش خشکیدگی درختان بلوط را با هزینه کمتر و دقت قابل قبول فراهم کند. همچنین به دلیل برخورداری از مزایایی همچون ثبت تصاویر دقیق‌تر، قابلیت تکرار و بهنگام شدن سریع، پهپاد‌ها می‌توانند در این زمینه نقش مؤثری ایفا نمایند و به عنوان یک گزینه در جمع‌آوری اطلاعات مطرح شوند. همچنین قدرت تفکیک مکانی فوق العاده زیاد تصاویر، جهت مدیریت مؤثر و مناسب سلامتی جنگل مفید واقع شود. تاکنون قابلیت پهپادها در شناسایی تک درختان خشکیده مورد بررسی قرار نگرفته، اجرای این مطالعه، به منظور جلوگیری از هزینه‌های هنگفت ضروری است تا در عمل قابلیت این داده‌ها در تشخیص درختان خشکیده مورد بررسی دقیق علمی قرار گیرد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (دشت برم) در محدوده جغرافیایی "۵۹°۴۹'۵۰" تا "۵۱°۵۱'۵" طول شرقی و "۳۳°۴۱'۰" تا "۲۹°۳۵'۰" عرض شمالی در استان فارس واقع شده است. راه‌های دسترسی به این منطقه شامل راه خاکی انشعابی از منطقه‌ی دشت ارزن به محدوده‌ی معروف به کتل دختر و مسیر جاده‌ی جدید دشت ارزن-کازرون است. حداقل ارتفاع در این منطقه ۱۲۰۰ متر و حداکثر آن ۲۹۰۰ متر بالاتر از سطح دریا است. جهت جغرافیایی غالب منطقه جنوب و جنوب غربی است. میانگین بارندگی سالیانه ۶۹۶ میلی‌متر بوده و بیشتر نزولات به صورت باران در زمستان اتفاق می‌افتد.

### داده‌های تحقیق

با فرض اینکه سایه درختان می‌تواند در شناسایی درختان خشک مورد استفاده قرار گیرد، عملیات تصویربرداری ساعت ۹ صبح از ارتفاع ۵۰ متری، توسط گروه تصویربرداری با استفاده از پهپاد فانتوم<sup>۱</sup> در شهریورماه ۱۳۹۵ انجام شد. این پرنده بدون سرنوشت مدل به روز شده‌ای از پهپادهای سری فانتوم است که یک دوربین ۴K روی محور اصلی پره‌های آن تعییه شده است. در وضعیت 4K تصاویر دریافتی دوربین این دستگاه نرخی برابر با ۳۰، ۲۴، ۲۰ یا ۱۶ فریم بر ثانیه دارند. این دوربین همچنین می‌تواند تصاویر RGB را با قدرت تکیک ۱۰۸۰p و نرخ ۳۰، ۲۴، ۲۰ یا ۱۶ فریم بر ثانیه ضبط کند. حداکثر سرعت این مدل برابر با ۳۵ مایل بر ساعت است. دوربین این پهپاد دارای یک حسگر، ۱/۳

<sup>۱</sup>Phantom 3Professional

اینچی سونی است. دوربین در نظر گرفته شده قادر به برداشت عکس‌های متعدد از پدیده مورد نظر با تنظیم زاویه دید است. با تری ۴۴۸۰ میلی‌آمپر این دستگاه می‌تواند انرژی موردنیاز آن را برای پرواز به مدت ۲۳ دقیقه تأمین کند.

### روش

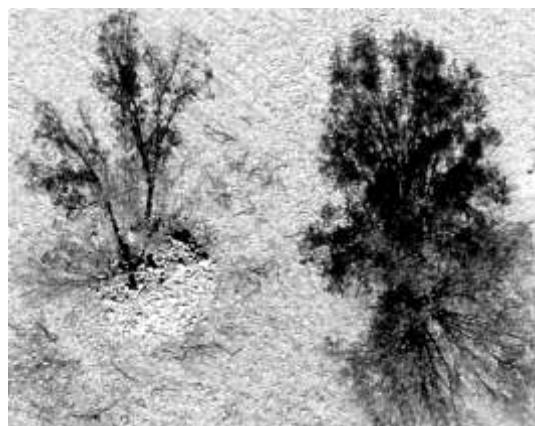
به طور کلی در تصاویر برداشت شده از منطقه موردمطالعه چهار پدیده مختلف شامل تاج پوشش، شاخه‌های خشکیده، سایه و پس زمینه به صورت چشمی قابل تفکیک و شناسایی بودند. در جنگل‌های تنک بلوط ناحیه رویشی زاگرس، به دلیل فاصله زیاد درختان تداخل طیفی بازتاب پس زمینه ناشی از زیرآشکوب، خاک لخت، پوشش گیاهی، سنگ و غیره به عنوان مانع اصلی در بازرسازی خودکار تک درختان خشکیده به شمار می‌رود. در اولین گام برای کاهش اثر پس زمینه از فیلتر پایین گذر مديان با اندازه  $3 \times 3$  استفاده شد. به دلیل کم بودن قدرت تفکیک طیفی و رادیومتری تصاویر و ماهیت RGB آن‌هاز انواع نسبت‌های طیفی و تبدیل IHS به منظور ایجاد باندهای مصنوعی استفاده شد. بر روی این تصاویر عملاً اختلاف فاحشی بین بازتاب تاج خصوصاً شاخه‌های خشکیده و بازتاب خاک پس زمینه مشاهده نمی‌شود لذا در ادامه پردازش‌ها بر روی سایه درختان که تباين بيشتری از سایر پدیده‌ها دارد متمرکز شد شکل (۱). ارزش رقومی پدیده‌های مختلف در باندهای R,G,B از تصویر استخراج و با استفاده از روش برش تراکمی پدیده‌های مختلف به صورت خودکار تفکیک شدند. طی این فرایند ارزش رقومی پیکسل‌های تصویر به چند سری از فاصله‌ها، برش‌های داده شد که هر یک متناظر با یک محدوده تنی خاص یا یک پدیده خاص بر روی تصویر خواهد بود. در مرحله آخر تفکیک سایر پدیده‌های جز سایه در یکدیگر ادغام و تشکیل یک طبقه را دادند بدین ترتیب درخت سالم و خشکیده با استفاده از تصویر طبقه‌بندی شده از تصویر استخراج شدند.

### ۳- نتایج و بحث

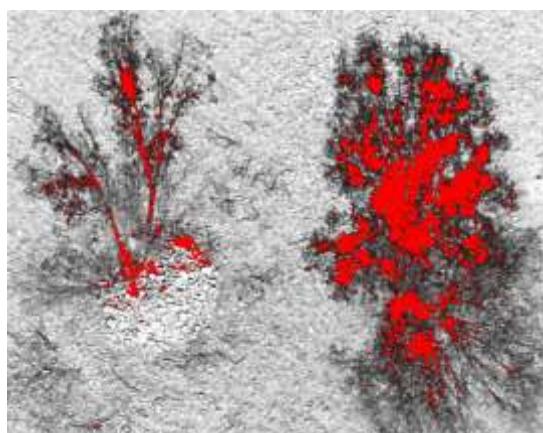
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد تصاویر حاصل از پهپاد از قدرت تفکیک مکانی مناسبی برای شناسایی و تفکیک شاخه‌های خشکیده درختان برخوردارند. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود حتی شاخه‌های خشکیده که به صورت افقی بر روی زمین قرار دارند نیز در تصویر قابل شناسایی هستند. تصویربرداری پهپاد در مقایسه با تصاویر ماهواره‌ای انعطاف‌بیشتری دارد به طوری که می‌توان زمان تصویربرداری را به دلخواه تنظیم نمود، به علاوه امکان تصویربرداری از ارتفاعات مختلف در نتیجه قدرت تفکیک مکانی متفاوت وجود دارد. همچنین می‌توان زاویه دید دوربین را به دلخواه تنظیم و تصاویر قائم و مورب از منطقه تهیه نمود. نتایج نشان داد با استفاده از فیلتر پایین گذر مديان می‌توان اثرات بازتاب پس زمینه را تا حدود زیادی کاهش داد (شکل (۲)). نتایج این تحقیق نشان داد با استفاده از سایه درختان و استفاده از روش برش تراکمی می‌توان با دقت قابل قبولی ای درختان خشکیده و سالم را از تصویر استخراج کرد (شکل (۴)).



شکل ۱. تصویر پهپاد مربوط به منطقه موردمطالعه



شکل ۲- فیلتر low pass



شکل ۳- پردازش تصویر برش تراکمی



شکل ۴- استخراج درختان سالم و خشکیده

## مراجع

[۱] حمزه‌پور م. کیادلیری ه. و بردبار ک. ۱۳۹۱. خشکیدگی درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii Lindl.*) ضایعه‌ای جبران‌نایاب در جنگلهای فارس. انجمن جنگل‌بانی ایران. نخستین همایش ملی جنگلهای زاگرس (چالش‌ها تهدیدها و فرصت‌ها). شیراز

[۲] توکلی م. محمدی نژاد م. و پیروزی ف. ۱۳۹۱. بررسی وضعیت پدیده زوال و خشکیدگی درختان بلوط در عرصه‌های جنگلی استان لرستان. نخستین همایش ملی حقوق محیط‌زیست و منابع طبیعی زاگرس، ۲۵ آبان‌ماه، اداره کل مدیریت بحران استانداری لرستان.

- [۳] حسین زاده ج. و پورهاشمی م. ۱۳۹۴. بررسی شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در رابطه با پدیده خشکیدگی در جنگلهای ایلام. مجله جنگل ایران انجمن جنگل‌بانی ایران، جلد ۱ (شماره ۱)، صفحات ۵۷ تا ۶۶.
- [۴] پیرزادیان ا. ۱۳۹۱. ضرورت اجرای طرح پیشگیری و کنترل خشکیدگی جنگلهای بلوط در غرب کشور. انجمن جنگل‌بانی ایران، نخستین همایش ملی جنگلهای زاگرس (چالش‌ها تهدیدها و فرصت‌ها)، شیراز.
- [۵] انارکی س. و شمسی ر. ۱۳۹۲. بررسی امکان تهیه نقشه خشکیدگی تک درختان بلوط ایرانی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Aster-L1B و Rapideye. مجله جنگل ایران انجمن جنگل‌بانی ایران، (شماره ۴)، صفحات ۴۴۳ تا ۴۵۶.
- [۶] شبانی‌پور م. درویش‌صفت ع. رفیعیان ا. و اعتماد و. ۱۳۹۳. بررسی امکان تشخیص گونه‌های درختی در تصاویر هوایی رقومی به روش طبقه‌بندی شی‌پایه. مجله جنگل و فرآورده‌های چوب دانشکده منابع طبیعی، جلد ۶۷ (شماره ۱)، صفحات ۲۱ تا ۳۲.
- [7] Rango, A., Laliberte, A., Herrick, J.E., Winters, C., Havstad, K., Steele, C. and Browning, D., 2009. Unmanned aerial vehicle-based remote sensing for rangeland assessment, monitoring, and management. *Journal of Applied Remote Sensing*, 3(1), pp.033542-033542.
- [8] Vasuki Y. Holden E.J. Kovesi P. and Micklethwaite S. 2014. Semi-automatic map-ping of geological structures using UAV-based photogrammetric data: an imageanalysis approach. *Comp. Geosci* 69:22–32.
- [9] Getzin S. Wiegand K and Schoning I. 2012. Assessing Biodiversity in Forests Using very Highresolution Images and Unmanned Aerial Vehicles. *Methods in Ecology and Evolution* 3: 397–404.
- [10] Torres-Sánchez J. Pena J.M. de Castro A.I. and López-Granados F. 2014. Multi-temporal mapping of the vegetation fraction in early-season wheat fields usingimages from UAV. *Comp. Electron. Agric* 103:104–113.
- [11] Lina Y. Jiangb M. Yaoc Y. Zhangd L. and LineaInstitute J. 2015. Use of UAV oblique imaging for the detection of individual trees inresidential environments. *Urban Forestry & Urban Greening* 14:404–412.
- [12] Wenjian N.L. Jalili Z. Zhiyu S. Guoqing Y. Aqiang. 2015. Evaluation of UAV-based forest inventory system vompsoned with lidar data. *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. 2015. IEEE Interbational Data 26-31.
- [13] Rango A. Laliberteb A. Herrickc J.E. Wintersb C. Havstada K. Steeleb C. and Browninga D. 2009. Unmanned Aerial Vehicle-based Remote Sensing for Rangeland Assessment, Monitoring, and Management. *Journal of Applied Remote Sensing* 3: 033542.