

تشخیص و شناسایی مظنونین و محموله‌های قاچاق با استفاده از بالگرد بدون سرنشین

هادی فدایی^۱، حمید پناهی^۲، وحید بارانی پسپانی^۳، محمد اسدی فرد^۴، یحیی میرشکاران^۵

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷/۲۲

چکیده

با توجه به گسترش فناوری در حوزه جغرافیایی، می‌توان از فناوری سنسور از دور (پرنده‌های بدون سرنشین) با سرعت زیاد و هزینه کم، در شناسایی افراد کشته‌شده و شناسایی و کشف محموله‌های قاچاق در مناطق صعب‌العبور و جنگلی استفاده کرد. هدف این تحقیق، بررسی نحوه به‌کارگیری بالگرد بدون سرنشین در شناسایی و برآورد دقت شناسایی مظنونان و محموله‌های قاچاق است. در این تحقیق با استفاده از بالگرد بدون سرنشین جهت شناسایی درختان افتاده کف جنگل اوگاوی ژاپن با شبیه‌سازی به عنوان محموله‌های قاچاق و کشته‌ها و تهیه تصاویر هوایی با دقت بالا در دو ارتفاع پروازی، استفاده شد. بعد از آنالیزهای تصویری از درختان افتاده، از روی تصاویر شمارش‌شده و با آماربرداری زمینی، مقایسه صورت گرفت و از هم‌زدایی همبستگی در تصویر برای ایجاد یک تصویر ترکیبی رنگی بهتر و شفاف و واضح در سه باند (RGB) آنالیزی که در تصاویر گرفته‌شده، استفاده شد. در مجموع، ۲۴ قطعه تصویر با دقت بالا براساس مکان پلات‌های زمینی انتخاب شد و مورد آنالیزهای تصویری قرار گرفت که در مجموع ۷۷۴ درخت افتاده از روی تصاویر آنالیز شده منطبق با مکان‌های آماربرداری شده، شمارش شد. نتایج نشان داد حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد از درختان افتاده کف جنگل، آن‌هایی که قطر بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر و طول بیشتر از ۱۰ متر داشتند، شناسایی شدند.

کلید واژه‌ها: تشخیص و شناسایی، بالگرد بدون سرنشین، تصاویر هوایی دقت بالا، محموله‌های قاچاق.

مقدمه

از پیشرفت‌های اخیر، بهره‌برداری از وسایل نقلیه کوچک هوایی بدون سرنشین^۶ با تسهیل استفاده گسترده در ابعاد فضایی و زمانی در تهیه تصاویر با دقت بالا است. وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین (پهپاد) یا سیستم‌های هواپیمای کنترل از راه دور، سیستم‌عامل‌های جدیدی هستند که به‌طور فزاینده‌ای در دهه گذشته در اروپا جهت جمع‌آوری داده‌ها برای اهداف مطالعاتی استفاده شده است. در عملیات نجات می‌توان قبل از استفاده از بالگردهای امداد و نجات، از وسایل

^۱ استادیار جغرافیای دانشگاه علوم انتظامی امین، نویسنده مسئول: fadaei.hd@gmail.com

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه علوم انتظامی امین، hamidpana@gmail.com

^۳ استادیار جغرافیای دانشگاه علوم انتظامی امین، Barani.vahid@yahoo.com

^۴ عضو هیئت علمی دانشگاه علوم انتظامی امین، M.fard919@gmail.com

^۵ استادیار جغرافیای دانشگاه علوم انتظامی امین، yahyamirshekaran@yahoo.com

^۶ Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

پرنده برای شناسایی و نحوه کنترل عملیات استفاده کرد یا در مأموریت‌های راهنمایی و رانندگی، استفاده از وسایل پرنده جهت مشاهده و کنترل ترافیک و سد معابر توسط وسایل دیگر و انواع تصادفات در خیابان‌ها و جاده‌ها، به صورت برخط (آنلاین) و آبی به واحد مرکز یا به کاربر مستقر در محل مخابره کرد، همچنین با رساندن اطلاعات جاده‌ای و داخل اتوبان به راننده‌ها توسط وسایل پرنده بدون سرنشین، به حمل و نقل جاده‌ای و شهری کمک فراوانی کرد. در عملیات مرزبانی نیز برای دیدبانی از مناطق صعب‌العبور می‌توان از تجهیزات بدون سرنشین استفاده کرد.

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، بهره‌مندی از فناوری سنسجس از دور^۱ شامل مانیتورینگ، طرح‌ریزی، آمار برداری و مراقبت در حال استفاده است. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی، درک سریع نتایج گزارش‌ها و تحلیل اطلاعات به علت نمایش نتایج بر روی نقشه است. درکی که اطلاعات بر روی نقشه به مدیران و فرماندهان نیروهای انتظامی می‌دهد به اندازه مطالعه چندین کتاب و جزوه و گزارش‌های متنی طولانی و کسالت‌آور است. امروزه هواپیماهای بدون سرنشین در زمینه‌های مختلف به عنوان مانیتور جستجو و نجات در مأموریت‌های نظامی استفاده می‌شود (یون، پارک، یم، کیم، یانگ و رابینسون^۲، ۲۰۱۷، ص ۳۹۴). همچنین، استفاده از بالگردهای بدون سرنشین می‌تواند در امر نظارت (مانیتورینگ) بر اهداف عملیاتی موردنظر به کار گرفته شود. تشخیص و مانیتورینگ در نیروی انتظامی به خصوص در پلیس آگاهی و اطلاعات جنایی امری مهم تلقی می‌شود. در حال حاضر، در مناطق صعب‌العبور، استفاده از وسایل پرنده کنترل از راه دور می‌تواند در کشف جرائم کمک شایانی بکند. هزینه‌ای که بالگردهای سرنشین‌دار برای شناسایی برای هر ساعت گشت‌زنی دارند، با بالگردهای بدون سرنشین تا حدود زیادی کاهش می‌یابد و حمل و راه‌اندازی آن نیز آسان و سریع است. همچنین، می‌توان از این وسایل پرنده در ارتفاع پایین استفاده کرد و تصاویری با دقت بالا تهیه کرد. حتی بر روی این وسایل پرنده می‌توان انواع دوربین با عدسی (لنز)های مختلف یا دوربین‌های فیلمبرداری برای اهداف عملیاتی مختلف نصب کرد. در جهت دیجیتالی کردن انواع عملیات، آموزش نحوه به‌کارگیری روش‌های نوین استفاده از سنسجس از دور، داشتن تخصص لازم، استفاده از داده‌های مناسب، توجه به سرعت عمل و دقت و کم کردن هزینه‌ها در تشخیص فعالیت‌های پلیس از الزامات این امر است (اسکندری، علی‌زاده و کاظمی، ۱۳۹۱، ص ۳۶).

بحث قاچاق چوب و برداشت غیرقانونی از جنگل‌ها و تهیه زغال چوب در حاشیه جنگل‌ها از مواردی است که در حال انجام است که به گفته مسئولان مربوطه، سالانه حدود ۳۰ هزار مترمکعب چوب قاچاق در کشور کشف می‌شود که احتمال دارد میزان قاچاق کمی بیشتر از این باشد. لذا، بحث شناسایی محموله‌های قاچاق، امری بدیهی و لازم است، همچنین شناسایی سریع و با هزینه کمتر، از الزامات یک عملیات موفق است (بیات، نمیرانیان و زبیری، ۱۳۹۳، ص ۴۳۰). هدف اصلی این مطالعه، بررسی نحوه به‌کارگیری روش‌های نوین و به‌روز (بالگرد بدون سرنشین) در شناسایی و برآورد

¹ Remote sensing (RS)

² Yoon et al

دقت شناسایی مظنونان و محموله‌های قاچاق است تا در امر کاهش هزینه و زمان و افزایش سرعت عمل و دقت مؤثر واقع شود.

در ادامه، به برخی مطالعات پیشین انجام شده در ارتباط با موضوع مقاله اشاره می‌شود. اینوئه، ناگایی، یاماشیتا، فدایی، ایشی، اوکابه و سوزوکی^۱ (۲۰۱۴) به بررسی درختان افتاده کف جنگلی در شرق ژاپن به عنوان جنگل آزمایشی اوگاوا ایباراکی پرداختند. آن‌ها در این تحقیق به آماربرداری درختان با قطرهای مختلف و طول‌های مختلف از روی تصاویر با دقت بالای تهیه شده با بالگرد بدون سرنشین از طریق تفسیر چشمی پرداختند. تصاویر استفاده‌شده در تحقیق، دارای اندازه پیکسل ۵/۰ تا ۱ سانتیمتر بود و نتایج نشان داد که آماربرداری برای درختان دارای قطر بالای ۳۰ سانتیمتر و طول ۱۰ متر به بالا، ۸۰ تا ۹۰ درصد موفقیت‌آمیز بوده است. آن‌ها برای شیوه عکس‌برداری با دوربین مجهز شده در بالگرد، سه جهت عکس‌برداری را پیشنهاد دادند تا دقت آماربرداری بیشتر شود. همچنین، لیو، بای و ژانگ^۲ (۲۰۱۷) به مطالعه بررسی صحنه تصادف جاده‌ای با استفاده از تصاویر موزاییک شده به وسیله پهباد پرداختند. در این مقاله، با تمرکز دقیق فناوری تصاویر متحرک UAV، نتیجه کار به دو بخش تقسیم شد؛ ثبت تصاویر و ادغام تصاویر. در نهایت، با اندازه‌گیری فاصله هوشمند براساس فناوری موزاییک تصویری UAV، فناوری بررسی صحنه تصادف جاده‌ای را معرفی کردند.

نیشر، ریچارد، برین، روبرتسون و برین^۳ (۲۰۱۶) به بررسی تصویربرداری مادون قرمز حرارتی از محیط‌های گرم زمین توسط یک وسیله نقلیه بدون سرنشین (پهباد) در منطقه وایراکی تاهارای نیوزیلند پرداختند. در این مطالعه، فنون پیشرفته در نمونه‌برداری، پردازش و تجزیه و تحلیل تصاویر UAV و برخی از چالش‌ها و محدودیت‌های تحقیق در استفاده از پلتفرم‌ها و حسگر(سنسور)های UAV مشخص شد. قابل ذکر است که استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین برای توصیف و نظارت بر ویژگی‌های گرمایی زمین و محیط‌های دیگر به سرعت در علوم و مدیریت منابع طبیعی در حال توسعه است. ونتورا، برنو، لازینیو، باوسکیو و آردیزون^۴ (۲۰۱۶) نیز به بررسی یک برنامه کاربردی کم هزینه با استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین در نقشه‌برداری و شناسایی مناطق پرورش ماهی پرداختند. این مطالعه، پیشرفت در سنجش از راه دور براساس یک هواپیمای بدون سرنشین (UAVs) توصیف می‌شود که نقشه‌های بسیار دقیقی از مناطق پرورش ماهی را تهیه می‌کند. این فناوری ساده برای استفاده ارزان و به‌موقع در تولید عکس هوایی از مناطق دریایی کاربرد دارد. در این مقاله، هر دو جزء فنی در مورد گرفتن عکس‌های هوایی (تنظیمات هواپیمای بدون سرنشین و دوربین) و گردش کار پس از پردازش، شرح داده شده است.

کراتسینگر، شورت، سلنبرگ^۵ (۲۰۱۶) به بررسی آینده هواپیماهای بدون سرنشین در محیط‌زیست با چشم‌اندازی داخلی از صنعت هواپیماهای بدون سرنشین در دره سیلیکون پرداختند. این مطالعه بیان می‌کند که هزینه هواپیماهای بدون سرنشین تحقیقاتی گران بوده (۲۵ تا ۱۰۰ هزار دلار) و سفارش‌سازی آن‌ها طول می‌کشد و جایگزین‌ها به آسانی در

1 Inoue, Nagai, Yamashita, Fadaei, Ishii, Okabe & Suzuki

2 Liu, Bai & Zhang

3 Nishar, Richards, Breen, Robertson & Breen

4 Ventura, Bruno, Lasinio, Belluscio & Ardizzone

5 Crutsinger, Short & Sollenberger

دسترس نیستند. بنابراین، در حالی که ورود فناوری هواپیماهای بدون سرنشین مقرون به صرفه، فرصتی فوق العاده برای جمع آوری داده‌ها را فراهم می‌آورد، همچنین تقاضای فوری برای آزمون مقایسه‌ای دقیق را افزایش می‌دهد، در تمامی این مطالعات، استفاده از روش‌های نوین و به‌روز باعث کاهش هزینه و صرف وقت و افزایش سرعت عمل و دقت مؤثر در جمع آوری داده‌ها می‌شود.

روش‌شناسی تحقیق

در این مطالعه تحقیقی که در جنگل‌های شرق ژاپن تحت سرپرستی آژانس جنگلبانی ژاپن در منطقه ایباراکی صورت گرفته، درختان افتاده کف جنگل به اجساد یا کالای قاچاق شبیه‌سازی شده است. موقعیت جغرافیایی مورد مطالعه در این تحقیق، یک پلات آزمایشی 200×300 مترمربع در جنگل اوگاوا در شرق کیتا ایباراکی ژاپن در موقعیت جغرافیایی $36^{\circ}56'10''N, 140^{\circ}35'18''E$ و در ارتفاع $650-700$ متر بالاتر از سطح دریا است. این جنگل شامل درختان پهن‌برگ برگریز مانند بلند مازو^۱ و راش گونه (راش ژاپنی و راش^۲) است (شکل ۱ و جداول ۱ و ۲). با استفاده از بالگرد بدون سرنشین در پلات اصلی به اندازه 300×200 متر اقدام به تهیه تصاویر با دقت بالا و اسکن کردن ارتفاع با استفاده از دستگاه ارتفاع سنج لیزری در محدوده کل پلات شد. از کل تصاویر تهیه شده، تصاویر موردنظر مطابق و همسان با پلات‌های آماربرداری شده استخراج شد. تصاویر موردنظر مورد آنالیز قرار گرفت و با استفاده از نتایج لیزر اسکن (ارتفاع سنج) اقدام به استخراج مدل رقومی ارتفاع و سطح زمین و از اختلاف مدل رقومی زمین و مدل رقومی سطح، ارتفاع تاج پوشش به دست آمد.

از تصاویر با دقت بالای پرنده‌های بدون سرنشین می‌توان چندین ویژگی استخراج کرد که از ویژگی‌های موردنظر بحث سه‌بعدی منطقه است که از طریق ایجاد مدل رقومی سطح زمین^۳ ایجاد شده توسط وسیله بدون سرنشین از ارتفاع مناسب با استفاده از لیزر اسکنینگ^۴ از زمین است. از این ابر نقاط^۵ که از ارتفاع، نقاط زمین با دقت موردنظر تهیه می‌شود، می‌توان مدل رقومی ارتفاعی زمین^۶ را نام برد. از مدل‌های رقومی ارتفاعی اغلب در سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌شود و پایه‌ای برای تهیه نقشه رقومی ناهمواری‌های سطح زمین به شمار می‌رود. در حال حاضر از این مدل رقومی ارتفاعی زمین، در امر تهیه نقشه‌های توپوگرافی با دقت بالا استفاده می‌شود. بر مبنای مدل رقومی ارتفاع منطقه، می‌توان با استفاده از عکس‌های هوایی دقت بالای گرفته شده توسط بالگرد بدون سرنشین، موزاییک عکس‌های هوایی منطقه مورد مطالعه را تهیه کرد. مراحل انجام استخراج درختان افتاده کف جنگل از اوایل فعالیت‌های انجام شده تا مرحله پایانی تشخیص و شناسایی درختان افتاده کف در قسمت یافته‌ها آورده شده است. در این تحقیق، با استفاده از

1 Serrata Quercus

2 Crenata

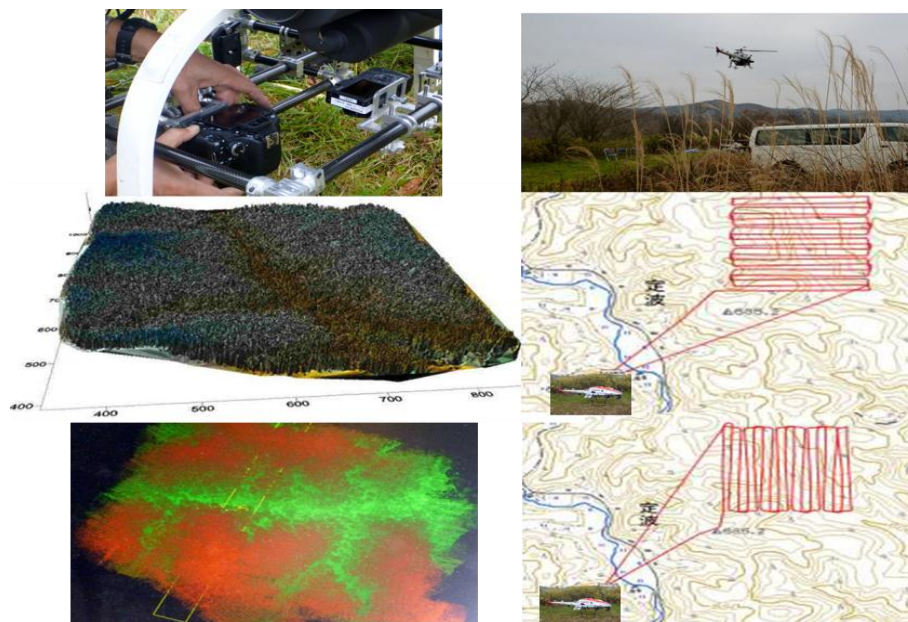
3 Digital surface model

4 Laser scanning

5 Cloud points

6 Digital elevation Model (DEM)

پردازش صورت گرفته روی تصاویر تهیه شده با استفاده از بالگرد بدون سرنشین، اقدام به اورتوموزابیک^۱ کردن تصاویر براساس مدل رقومی ارتفاعی زمین شد که از ابر نقاط ارتفاعی توسط لیزر اسکینینگ به دست آمده بود. سپس از روی تصاویر موزابیک شده با استفاده از تفسیر چشمی، اقدام به شمارش تنه درختان شد که در این تحقیق، به مقتولان و کالای قاچاق شبیه‌سازی شده است (شکل ۱ و جداول ۱ و ۲).



شکل ۱ - فضای مجازی ایجاد شده از بالای جنگل، عکس‌برداری توسط بالگرد بدون سرنشین، دوربین استفاده شده برای عکس‌برداری و آماده‌سازی بالگرد بدون سرنشین برای پرواز به منطقه مورد مطالعه

جدول ۱ - خصوصیات دوربین‌های دیجیتال

دوربین	پوشش (متر)	روی هم گذاری - همپوشانی (درصد)	دقت مکانی
Canon EOS	۰/۳۷cm/px	۰ درصد	۱۹ × ۱۳
Richo GRD3	۱/۰۴cm/px	۴۵ درصد	۳۸ × ۲۹

جدول ۲ - خصوصیات خروجی از دوربین‌های دیجیتال

دوربین	تعداد پیکسل	فاصله کانونی	نوع فایل	حجم فایل	نقطه اصلی آفست (تمرکز کانونی)
Canon EOS	۵۱۸۴ × ۳۴۵۶	۳۵mm	JPEG	۷/۹MB	Y=۱۸۲۴۰
Richo GRD3	۳۶۴۸ × ۲۷۳۶	۵/۱mm	JPEG	۳/۷MB	Y=۴۵۸۶

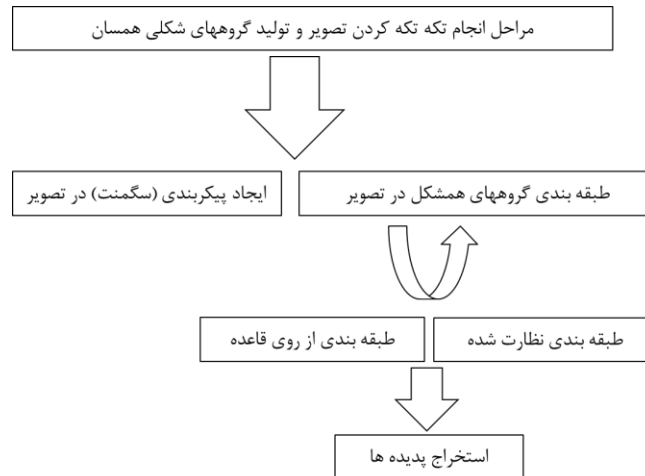
دو روش استخراج داده وجود دارد: یکی روش، استخراج عارضه^۲ (مشخصه) اطلاعات از روی تصاویر با وضوح پانکروماتیک^۳ (PAN) یا چند طیفی^۱ براساس ویژگی‌های بافت تصویر و فنون مبتنی بر طبقه‌بندی سنتی سنجش از دور

^۱ به لحاظ دقت موقعیت جغرافیایی، تصاویر یکپارچه و یک دست شدند که به اصطلاح اورتوموزابیک گفته می‌شود.

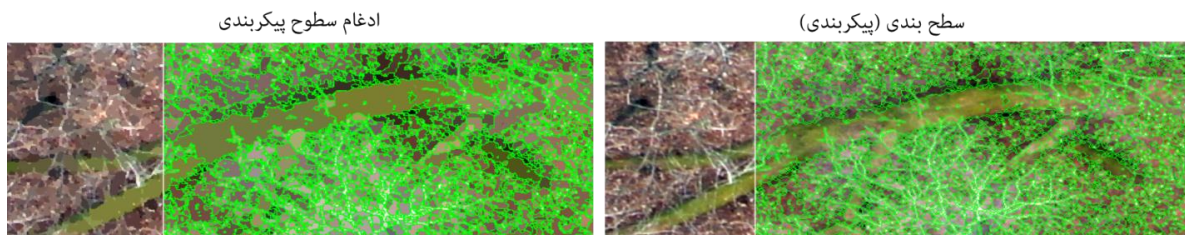
^۲ Feature extraction (FE)

^۳ Panchromatic

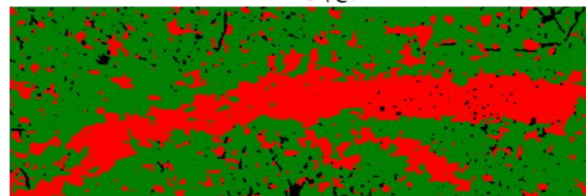
براساس پیکسل پایه^۲ است؛ به این معنی که اطلاعات طیفی در هر پیکسل طبقه‌بندی شده است (فدایی، ساکایی و توری^۳، ۲۰۱۱). یک روش دیگر که مبتنی بر شیء‌گرا^۴ (گروه‌های هم‌جنس پیکسل‌ها از نظر بافت و رنگ) است، برای استخراج عوارض (مشخصه‌ها) از روی تصویر انعطاف‌پذیری بیشتر کاربرد دارد. براساس استخراج خودکار از روی تصاویر با دقت بالا با روش مبتنی بر شیء‌گرا، طبقه‌بندی به دو صورت نظارت‌شده یا طبقه‌بندی به روش قاعده‌مند انجام می‌شود. در این مطالعه، استخراج ویژگی‌ها با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده انجام شد (فدایی، ساکایی و توری، ۲۰۱۱، ص ۳۹۶)، (اشکال ۳ و ۴).



شکل ۳ - مراحل استخراج پدیده‌ها از روی تصویر



استخراج پدیده‌ها (درختان افتاده)



شکل ۴ - مراحل استخراج درختان افتاده کف جنگل از روی تصاویر موزاییک شده

¹ Multispectral (MS)

² Pixel base

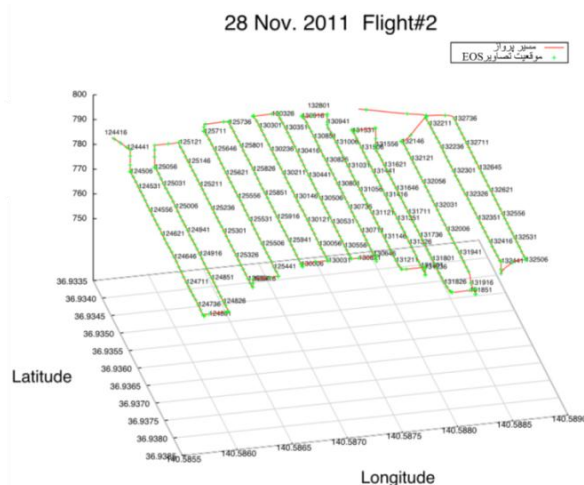
³ Fadaei et al

⁴ Object base

درختان افتاده کف جنگل با استفاده از تصاویر تهیه شده شمارش شد و تصاویر موردنظر با پلات‌های آماربرداری شده مورد آنالیز قرار گرفت و برای پیدا کردن خودکار پدیده‌ها از روی تصاویر موردنظر، طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از الگوریتم ماشین وکتور (برداری) انجام شد. نکته قابل ذکر این است که در این روش می‌توان از یک نوع طبقه‌بندی نظارت‌شده خیلی دقیق استفاده کرد و مرحله به مرحله، جزئیات طبقه‌بندی را مشاهده کرد و در مراحل که نیاز به بازبینی پیکربندی (سگمنت سازی) وجود داشته باشد، می‌تواند مجدد مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین، در این روش هم‌زمان می‌توان از انواع الگوریتم‌های خاص نظارت‌شده و طبقه‌بندی روی تصاویر استفاده کرد.

یافته‌های تحقیق

مجموعه عکس‌های هوایی در دو ارتفاع مختلف شامل ۳۰ تا ۷۰ متر بالاتر از سطح زمین، در ۲۹ نوامبر سال ۲۰۱۱، زمانی که درختان لخت (بدون سبزی‌نگی) بودند، توسط بالگرد بدون سرنشین RMAX-G1 یاهاها گرفته شد. همچنین، برای تهیه ابر نقاط توسط دستگاه لیزر ارتفاع‌سنج^۱ که در بالگرد بدون سرنشین تعبیه شده بود، در مسیرهای افقی و عمودی پلات در ارتفاع ۹۰-۱۳۰ متر از زمین اندازه‌گیری شد. از این ابر نقاط لیزر اسکیننگ، مدل رقومی زمین (DEM) تهیه شد که توسط این مدل، عکس‌های تهیه شده به لحاظ دقت موقعیت جغرافیایی، یکپارچه و یک‌دست شدند که به اصطلاح ارتوموزایک گفته می‌شود. همچنین، از روی ابر نقاط، مدل تاج پوشش جنگل تهیه شد. برای بحث ارتفاع تاج درختان برای تشخیص درختان افتاده از درختان سرپا، تصاویر دوربین‌های Canon مدل EOS و ریکو مدل GRD3 در محدوده پلات موردنظر با استفاده از بالگرد RMAX-G1 در حدود ۷۷۴ فرم (قطعه) عکس تهیه شد (شکل ۲).

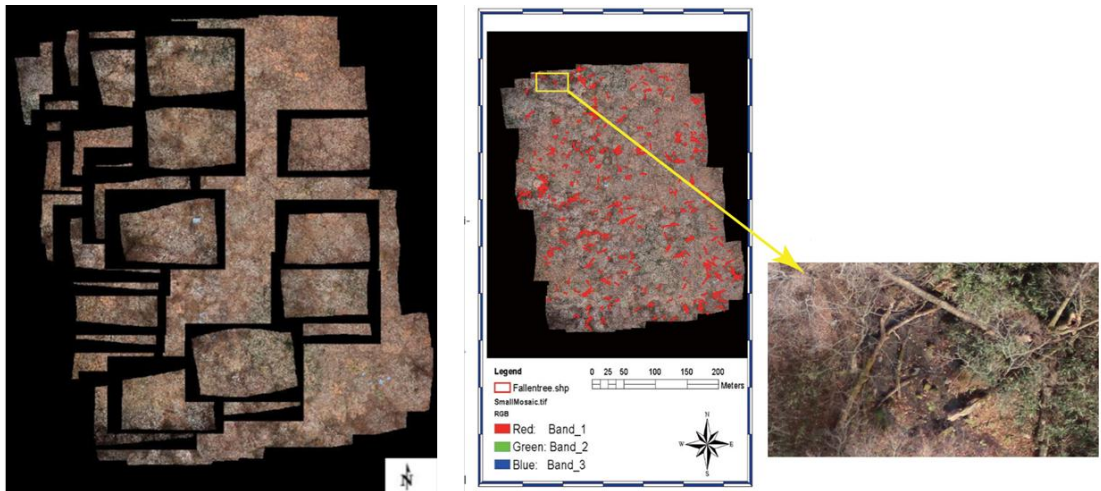


شکل ۲ - موقعیت تصاویر EOS و مسیر پرواز بالگرد بدون سرنشین

در این تحقیق، ۲۵ زیر پلات ۱۰×۱۰ متر برای به دست آوردن شمارش درختان آماربرداری زمینی تهیه شد که طبق مختصات جغرافیایی هر پلات آماربرداری شده، کل تصاویر موردنظر که تک‌تک پلات‌ها را پوشش بدهد، شامل ۲۴ قطعه

¹ laser rangefinders (LRF)

تصویر است. این تصاویر انتخاب شده، برای تجزیه و تحلیل بیشتر استفاده شدند. مختصات مرکز هر قطعه (فرم) تصویر به شرح اشکال ۵ و ۶ است.



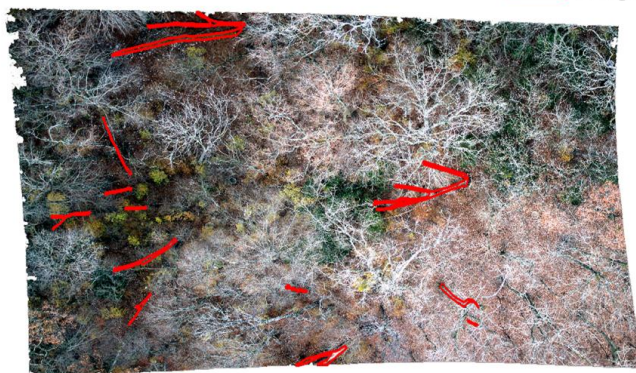
شکل ۵ - سمت راست: بزرگنمایی تصویر دقت بالا از منطقه علامت گذاری شده (مربع زرد رنگ) سمت چپ: تصاویر انتخاب شده بر اساس پلات های آمار برداری شده زمینی

شمارش عکسها	تعداد درختان التهده	مختصات جغرافیایی (مرکز)	شمارش عکسها	تعداد درختان التهده	مختصات جغرافیایی (مرکز)
۱(۰۰۶۵)	۱۴	۳۶۵۶۱۹,۲۷°N, ۱۴۰۳۵۱۸,۶۰°E	۱۴(۰۳۰۲)	۲۹	۳۶۵۶۱۵,۸۱°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۸۸°E
۲(۰۰۶۶)	۹	۳۶۵۶۱۹,۷۵°N, ۱۴۰۳۵۱۸,۶۰°E	۱۵(۰۳۰۳)	۳۴	۳۶۵۶۱۵,۳۶°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۸۴°E
۳(۰۰۶۹)	۲۱	۳۶۵۶۱۱,۱۳°N, ۱۴۰۳۵۱۸,۷۴°E	۱۶(۰۳۰۹)	۳۴	۳۶۵۶۱۲,۵۰°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۰۲°E
۴(۰۰۷۴)	۷۱	۳۶۵۶۱۳,۵۰°N, ۱۴۰۳۵۱۸,۷۸°E	۱۷(۰۳۱۰)	۳۲	۳۶۵۶۱۲,۰۰°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۹۵°E
۵(۰۲۳۳)	۲۷	۳۶۵۶۱۳,۹۱°N, ۱۴۰۳۵۱۹,۶۵°E	۱۸(۰۳۲۱)	۲۶	۳۶۵۶۱۶,۶۲°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۸۸°E
۶(۰۲۳۴)	۱۲	۳۶۵۶۱۳,۵۰°N, ۱۴۰۳۵۱۱,۴۴°E	۱۹(۰۳۴۴)	۱۹	۳۶۵۶۱۷,۰۱°N, ۱۴۰۳۵۱۳,۷۰°E
۷(۰۲۷۲)	۱۴	۳۶۵۶۱۷,۹۹°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۲۶°E	۲۰(۰۳۵۳)	۵۵	۳۶۵۶۱۱,۳۹°N, ۱۴۰۳۵۱۳,۶۳°E
۸(۰۲۷۴)	۱۷	۳۶۵۶۱۸,۹۳°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۳۰°E	۲۱(۰۳۷۷)	۵۰	۳۶۵۶۱۵,۶۲°N, ۱۴۰۳۵۱۴,۵۳°E
۹(۰۲۷۵)	۱۳	۳۶۵۶۱۹,۴۳°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۳۰°E	۲۲(۰۳۸۱)	۵۷	۳۶۵۶۱۳,۷۰°N, ۱۴۰۳۵۱۴,۴۶°E
۱۰(۰۲۷۷)	۲۹	۳۶۵۶۱۰,۶۲°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۱۲°E	۲۳(۰۴۷۱)	۵۷	۳۶۵۶۱۷,۸۶°N, ۱۴۰۳۵۱۶,۰۴°E
۱۱(۰۲۷۸)	۳۹	۳۶۵۶۱۰,۹۹°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۰۸°E	۲۴(۰۴۷۲)	۴۵	۳۶۵۶۱۷,۴۰°N, ۱۴۰۳۵۱۶,۰۴°E
۱۲(۰۲۸۳)	۱۷	۳۶۵۶۱۳,۲۹°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۳۰°E	جمع کل	۷۷۴	
۱۳(۰۲۸۸)	۴۳	۳۶۵۶۱۵,۹۳°N, ۱۴۰۳۵۱۲,۰۸°E			

شکل ۶ - تصاویر انتخاب شده بر اساس ریز پلات های آمار برداری شده

با روش پردازش (تجزیه و تحلیل) تصویر^۱، تصاویر را از لحاظ کنتراست (روشنی) و رنگ بهبود داده تا برای مراحل بعدی استخراج آماده شود و بتوان به صورت واضح، مشخصه های مورد نظر (تارگت ها) را روی تصویر مشخص کرد (شکل ۷).

¹ Image processing

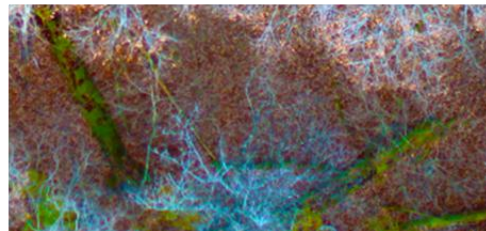
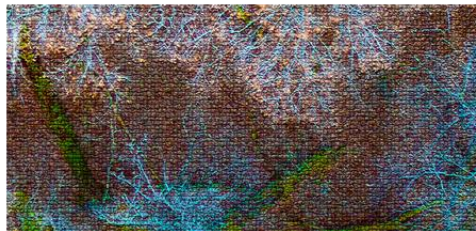


شکل ۷ - شناسایی درختان افتاده کف جنگل بعد از تجزیه و تحلیل با استفاده از مدل کشش استفاده از مدل کشش^۱ (استرچ)، به حذف همبستگی بالا در تصویر و تولید یک تصویر ترکیبی رنگی بهتر کمک می‌کند. لازم به ذکر است که در استفاده از مدل کشش (استرچ)، نیاز به سه باند رنگ سبز، قرمز و آبی (RGB) تصویر برای استفاده از این مدل است که نتایج به دست آمده در شکل ۸ قابل رؤیت است.

تکه تکه کردن و
خرد کردن تصویر

موزائیک تصویر

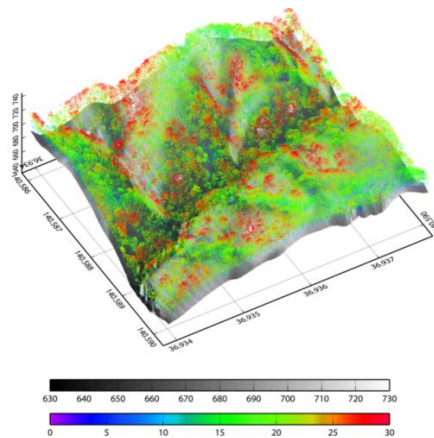
کنتراست، بافت، تن رنگ خودکار



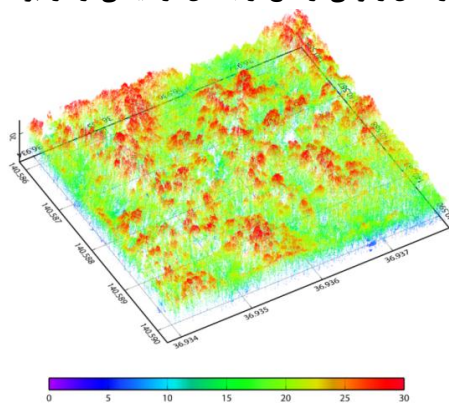
شکل ۸ - روش آنالیز تصاویر

مدل رقومی ارتفاعی و مدل سطح زمین از داده‌های ارتفاع سنج توسط دستگاه ارتفاع سنج (لیزر اسکینینگ) از تولید ابر نقاط ارتفاعی با دقت ۱ متر به دست آمد و مدل تاج پوشش درختان از اختلاف مدل رقومی ارتفاعی و مدل رقومی سطحی زمین به دست آمد که نشان‌دهنده ارتفاع درختان است (اشکال ۹ و ۱۰).

¹ De-correlation



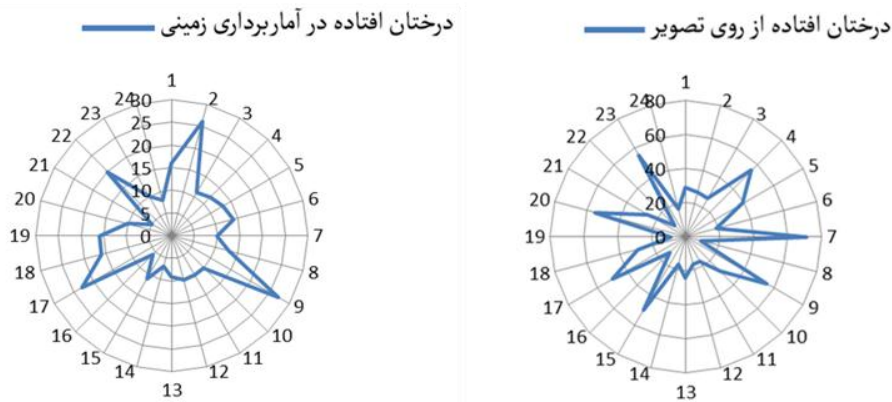
شکل ۹ - تاج پوشش جنگل (بالای ۵ متر) و مدل رقومی ارتفاع از جنگل آزمایشی اوگاوا براساس اندازه‌گیری LRF در ۲۸ نوامبر ۲۰۱۱



شکل ۱۰ - تاج پوشش جنگل (بالای ۵ متر) از جنگل آزمایشی اوگاوا براساس اندازه‌گیری LRF در ۲۸ نوامبر ۲۰۱۱

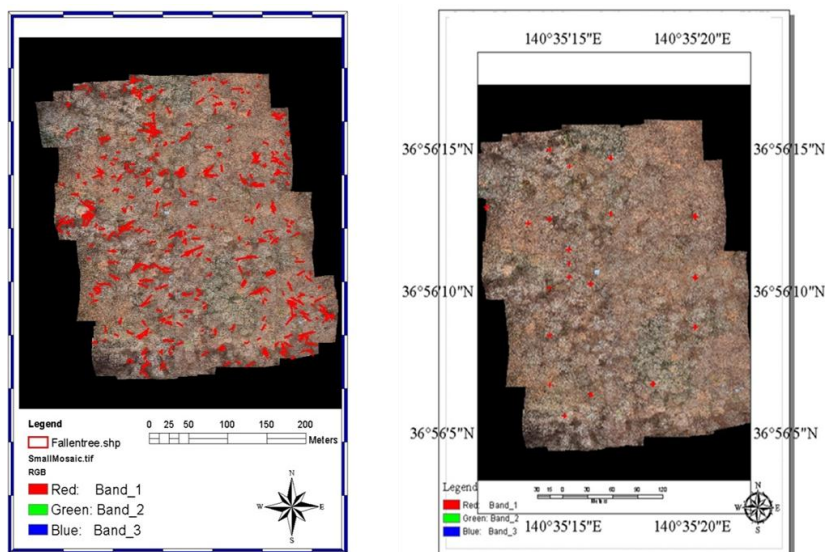
بحث و نتیجه‌گیری

شمارش درختان افتاده در روی زمین و شمارش درختان شناسایی شده از روی تصاویر تجزیه و تحلیل شده نشان داد که تصاویر تهیه شده توسط UAV، از دقت قابل قبولی برخوردارند و همان‌طور که در نمودار ۱ مشهود است تا حدودی مطابقت بین آماربرداری زمینی و آماربرداری از روی تصاویر تجزیه و تحلیل شده وجود دارد. این نتایج در راستای نتایج ونتورا و همکاران (۲۰۱۶) است.



نمودار ۱ - آماربرداری از روی تصاویر آنالیز شده و آمار زمینی

در مطالعه حاضر، حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد از درختان افتاده کف جنگل، آنهایی که قطر بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر و طول بیشتر از ۱۰ متر داشتند، شناسایی شدند. اینگونه، ناگایی، یاماشیتا، فدایی، ایشی و اوکابه (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که آماربرداری برای درختان دارای قطر بالای ۳۰ سانتیمتر و طول ۱۰ متر به بالا، ۸۰ تا ۹۰ درصد موفقیت‌آمیز بوده است. لیو، بای و ژانگ^۱ (۲۰۱۷) براساس فناوری موزاییک تصویری UAV، به بررسی صحنه تصادف جاده‌ای پرداخت و توانست با مانیتورینگ منطقه صعب‌العبور به شناسایی افراد کشته‌شده کمک کند. نتایج مطالعه حاضر نیز استفاده از پرنده‌های بدون سرنشین را در اجرای عملیات پلیسی سریع و شناسایی مظنونان و محموله‌های قاچاق مورد تأیید قرار می‌دهد. به طور کلی، روش طبقه‌بندی شیء‌گرا، یک روش جدید در عرصه پردازش تصاویر رقومی و عکس‌های هوایی با دقت بالا است (فدایی و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به مطالعه نیشر و همکاران (۲۰۱۶) نیز، تصویربرداری مادون قرمز حرارتی با وسیله نقلیه بدون سرنشین (پهپاد) در شناسایی افراد کشته‌شده و مظنونان پیشنهاد می‌شود. اشتباه در شمارش درختان افتاده به دلایل مختلف اتفاق می‌افتد؛ ممکن است سایه درختان به عنوان درخت افتاده، شمارش شده تلقی شود یا در بعضی موارد، درختان در زیر سایه درختان دیگر یا در زیر تاج درختان همیشه‌سبز که غیرقابل تشخیص هستند، پنهان شده باشد که آنالیزهای فنی تصاویر برای بهتر دیدن هم نتوانسته است کمک شایانی به بهتر شدن روند تشخیص بکند. با توجه به تجربه‌هایی که در حین انجام آنالیزها روی تصاویر به دست آمد، پیشنهاد می‌شود تصویربرداری از جهات مختلف (دید عمود، عقب و پیش رو) به صورت سه‌گانه و هم‌زمان تهیه شود تا هر چه بهتر تشخیص درختان افتاده کف جنگل انجام گیرد. شکل ۱۲، تصاویر اورتوموزاییک شده از کل پلات‌های آماربرداری شده که موقعیتشان در روی کل تصویر موزاییک شده نمایان است را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲- سمت راست: موزاییک شده کل پلات جنگل با نقاط آماربرداری شده زمینی
سمت چپ: تصویر موزاییک شده کل پلات جنگل همراه با درختان افتاده شناسایی شده

امید است با نتایج به دست آمده از این تحقیق، گامی در جهت مجهز کردن پرنده‌های بدون سرنشین به جای استفاده کردن از پرنده‌های با سرنشین در امر کاهش هزینه و زمان و افزایش سرعت عمل و دقت نیروهای پلیس برداشته شود.

منابع

- اسکندری، حمیدرضا؛ علی‌زاده، سمیه و کاظمی، پروانه (زمستان ۱۳۹۱). کاربرد داده کاوی در شناسایی و کشف الگوهای پنهان جرم سرقت، فصلنامه نظم و امنیت انتظامی. ۴(۴)، صص ۳۵-۵۶. بازیابی از: <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=177722>
- بیات، محمود؛ نمیرانیان، منوچهر و زبیری، محمود (پاییز ۱۳۹۳). ارائه مدل‌های حجم، ارتفاع و تولید چوب در گونه راش براساس تغییرات حجمی و تعداد در یک دوره نه‌ساله (مطالعه موردی؛ بخش گرازبن جنگل خیرود). نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب. ۶۷(۳)، صص ۴۲۳-۴۳۵. قابل بازیابی از: https://journals.ut.ac.ir/article_52088.html
- Crutsinger, G. M., Short, J., & Sollenberger, R. (2016). the future of UAVs in ecology: an insider perspective from the Silicon Valley drone industry. Retrieved from: DOI: <https://doi.org/10.1139/juvs-2016-0008>
- Fadaei, H., Sakai, T., & Torii, K. (2011). Investigation on pistachio distribution in the mountain regions of northeast Iran by ALOS. *Frontiers of Agriculture in China*, 5(3), 393-399. Retrieved from: DOI: <https://doi.org/10.1007/s11703-011-1108-0>
- Fadaei, H., Sakai, T., Torii, K., & Tada, A. (2010). Landscape structure of mountain forest in northeast of Iran by prism with RPC file. The 4th Joint PI Symposium of ALOS Data Nodes for ALOS Science Program, Tokyo: 74. Retrieved from: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/guide/topics.htm>
- Inoue, T., Nagai, S., Yamashita, S., Fadaei, H., Ishii, R., Okabe, K., & Suzuki, R. (2014). Unmanned aerial survey of fallen trees in a deciduous broadleaved forest in eastern Japan. *PLoS one*, 9(10), e109881. Retrieved from: DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109881>
- Liu, Y., Bai, B., & Zhang, C. (2017). UAV image mosaic for road traffic accident scene. In *Automation (YAC), 2017 32nd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of* (pp. 1048-1052). IEEE. Retrieved from: DOI: <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8iS10/85406>
- Masaki, T., Suzuki, W., Niiyama, K., Iida, S., & Tanaka, H. (1992). Community structure of a species-rich temperate forest, Ogawa Forest Reserve, central Japan. *Vegetatio* 98: 97-111. Retrieved from: DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00045549>
- Nakashizuka, T., Iida, S., Tanaka, H., Shibata, M., & Abe, S. (1992). Community dynamics of Ogawa Forest Reserve, a species rich deciduous forest, central Japan. *Vegetatio* 103: 105-112. Retrieved from: Doi: [10.1007/BF00047696](https://doi.org/10.1007/BF00047696)

Archive of SID

- Nishar, A., Richards, S., Breen, D., Robertson, J., & Breen, B. (2016). Thermal infrared imaging of geothermal environments and by an unmanned aerial vehicle (UAV): A case study of the Wairakei–Tauhara geothermal field, Taupo, New Zealand. *Renewable Energy*, 86, 1256-1264. Retrieved from: [DOI: 10.1016/j.renene.2015.09.042](https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.09.042)
- Urakawa, Rieko., Nobuhito, Ohte., Hideaki, Shibata., Kazuo, Isobe., Ryunosuke, Tateno., Tomoki, Oda., & Takuo, Hishi (2016). Factors contributing to soil nitrogen mineralization and nitrification rates of forest soils in the Japanese archipelago." *Forest Ecology and Management* 361: 382-396. Retrieved from: [DOI: 10.1016/j.foreco.2015.11.033](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.033)
- Ventura, D., Bruno, M., Lasinio, G. J., Belluscio, A., & Ardizzone, G. (2016). A low-cost drone based application for identifying and mapping of coastal fish nursery grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 171, 85-98. Retrieved from: [DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.030](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.030)
- Yoon, K., Park, D., Yim, Y., Kim, K., Yang, S. K., & Robinson, M. (2017). Security Authentication System Using Encrypted Channel on UAV Network. In *Robotic Computing (IRC)*, IEEE International Conference on (pp. 393-398). IEEE. Retrieved from: [DOI: https://doi.org/10.1109/IRC.2017.56](https://doi.org/10.1109/IRC.2017.56)