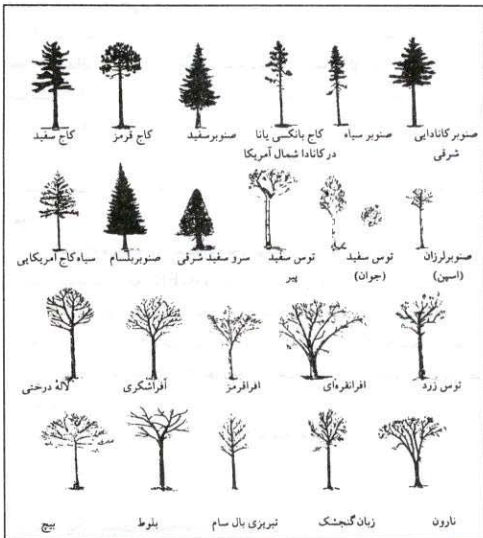


# تعبیر و تفسیر تصاویر هوایی و ماهواره‌ای

## (قسمت ششم)

نوشته : Lilesand. Kiefer  
برگردان : مهندس حمید الممیریان

نمودن اینکه کدام گروه از گونه‌های گیاهی قطعاً در منطقه مورد نظر وجود دارد، می‌باشد.



نگاره (۲-۲۰): نیمرخ درختان جنگلی (انجمن فتوگرامتری آمریکا ۱۹۶۱)

■ آخرین مرحله تشخیص گونه‌های هر درخت با استفاده از اصول مبنایی تفسیر عکس هوایی می‌باشد.  
خصوصیات عکسی، نظیر شکل، اندازه، الگو، سایه، تن و بافت به وسیله

## ۷-۲ کاربردهای جنگلداری

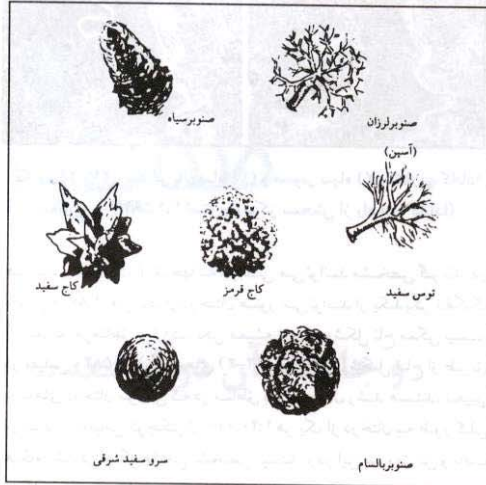
مدیریت جنگلداری، جنگلها را برای چوب، علوفه، آب، حیات وحش و تفریح مدنظر قرار می‌دهد.

از آنجائی که محصول اصلی و خام جنگلها چوب می‌باشد. جنگلداری به ویژه مدیریت اراضی دارای درختان چوب الواری، مرمت و بهبود وضعیت موجود جنگل و کنترل آتش را مدنظر قرار می‌دهد. تقریباً یک سوم مساحت زمین را جنگلهای گوناگون می‌پوشانند. آنها به صورت غیر منظم پخش شده‌اند و ارزش سرمایه‌ای آنها به طور مرتب تغییر می‌کنند. تفسیر عکس هوایی وسیله آسانی را برای بررسی شرایط آنها فراهم می‌نماید.

اصولاً تفسیر عکس هوایی برای تشخیص گونه‌های درختی، برآورد چوب‌های الواری و تعیین میزان صدمات ناشی از امراض و حشرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرآیند تفسیر عکس هوایی برای تشخیص گونه‌های درختی از تشخیص گیاهان کشاورزی پیچیده‌تر می‌باشد. یک منطقه مورد نظر از اراضی جنگلی اغلب به وسیله ترکیب پیچیده‌ای از انواع گونه‌های درختی پوشیده شده است. در حالی که اراضی کشاورزی، مزارع بزرگ یکنواخت می‌باشند. همچنین، جنگل داران ممکن است علاقه‌مند به ترکیب گونه‌های «زیر درختی» که اغلب از دید عکس هوایی به علت وجود پوشش درختان بزرگ در منطقه، پنهان می‌مانند، باشند.  
گونه‌های درختی می‌تواند بروی عکسهای هوایی از طریق فرآیند حذف مشخص گردند.

■ اولین مرحله حذف آن دسته از گونه‌های درختی است که وجود آنها در یک منطقه غیر ممکن است یا احتمال آن به علت موقعیت، فیزیوگرافی یا اقلیمی بسیار کم است.  
■ مرحله دوم براساس دانش مشترک گونه‌ها و نیازمندی آنها، مشخص

مفسرین در تشخیص گونه‌های درختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر یک از گونه‌های درختی دارای خصوصیات شکل، تاج و اندازهٔ مربوط به خود می‌باشد.



**نگاره (۲-۲): نمای هوایی چتردرختان. توجه کنید که اکثر این درختان با چاپجایی شعاعی نشان داده شده‌اند. (انجمن فتوگرامتری آمریکا)**

همان طوری که در نگاره (۲-۲) و (۲۱-۲) نشان داده شده است. بعضی از گونه‌ها دارای چترهای دایره‌شکل، در بعضی مواقع دارای چترهای مخروطی شکل، و بعضی دارای چترهای ستاره‌ای شکل می‌باشند. تغییراتی در اشکال این نوع چترها نیز به وجود می‌آید. در مناطق پرتراکم، ترتیب چترهای درختی، الگویی را ایجاد می‌کند که از بسیاری گونه‌ها قابل تمییز است. هنگامی که درختان جدا شده‌اند، سایه‌ها، اغلب پروفیل تصویر درختان را که برای تشخیص گونه‌ها مفید می‌باشند، فراهم می‌کنند. همچنین نزدیک حاشیهٔ عکس، جابه‌جایی ارتفاعی تا حدی تمامی پروفیل درخت را نشان می‌دهد. تن در عکسهای هوایی بستگی به بسیاری عوامل دارد، و به طور کلی مرتبط ساختن ارزشهای تنی مطلق با هر یک از گونه‌های گیاهی ممکن نیست. تن‌های نسبی روی یک عکس یا نواری از عکسها، ممکن است دارای ارزش بالایی در نشان دادن جنگل‌های مجاور با گونه‌های مختلف باشند.

در تشخیص گونه‌ها، تغییرات بافت‌های چترها مهم هستند. بعضی از گونه‌ها دارای ظاهری منگوله‌ای بوده و گونه‌های دیگر نرم و هموار و بعضی نیز به نظر موج می‌رسند.

نگاره‌های (۲-۲) و (۲۳-۲) نشان می‌دهد که خصوصیات عکسهای

توصیف شده فوق چگونه برای تشخیص گونه‌های درختی به کار می‌روند. در نگاره (۲-۲) یک جنگل یک دست از کاج سیاه (black spruce) (منطقهٔ مشخص شده) که به وسیلهٔ نوعی کاج موسوم به Aspen احاطه شده، نشان داده شده است. کاجهای سیاه درختان سوزنی برگ با چترهای بسیار استوانه‌ای شکل که به سوی آسمان سربرافراشته‌اند می‌باشند. نگاره‌های (۲-۲) و (۲۱-۲). در جنگلهای یک دست، چتر درختی در الگو به صورت منظم و ارتفاع درخت یکنواخت می‌باشد یا به صورت تدریجی بر اساس کیفیت محل تغییر می‌کند. بافت چتر (تاج) جنگل‌های پرتراکم «کاجهای سیاه» ظاهری مانند فرش دارند. در مقایسه، گونه‌های Aspen از نوع برگ پهن (برگ‌ریز) و دارای تاج گرد می‌باشند. (نگاره‌های (۲-۲) و (۲۱-۲)) که به طور گسترده‌تری پراکنده بوده و در اندازه و تراکم تغییرات بیشتری نسبت به درختان کاج دارند. اختلاف عجیبی در بافت عکسی بین کاج سیاه و aspen وجود دارد که در نگاره (۲-۲) مشخص می‌باشد.

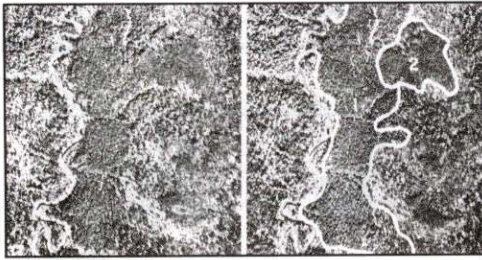
جنگلهای صنوبر بالسام (۱) و کاج سیاه در نگاره (۲-۲) نشان داده شده‌اند. درختان نوع صنوبر بالسام از نوع درختان سوزنی برگ متقارن بوده که به صورت تیز و باریکی سر به فلک کشیده‌اند (نگاره‌های (۲-۲) و (۲۱-۲)). از آنجایی که تاج به سرعت به سوی پایه با تراکم شاخ برگ گسترده می‌شود، صنوبر بالسام ضمیمه‌تر از درخت کاج سیاه استوانه‌ای به نظر می‌رسد. ناحیهٔ ۲ صرفاً جنگل کاج سیاه می‌باشد. ناحیهٔ ۱ مخلوطی از ۶۰ درصد صنوبر بالسام و ۴۰ درصد کاج سیاه است. جنگل صنوبر بالسام اغلب دارای تغییرات نامنظم در اندازه می‌باشند و در نتیجه تشکیل پروفیل و الگوی نامنظمی از درختان را می‌دهند. به کنتراست بین الگوهای بافت ریز و هموار کاج سیاه و بافت درشت‌تر و الگوی نامنظم جنگل صنوبر بالسام در نگاره (۲-۲) توجه کنید. فرآیند مشخص نمودن گونه‌های درختی با استفاده از تفسیر عکس هوایی به سادگی مثال آورده شده در این نگاره‌ها نیست. طبیعتاً انجام فرآیند هنگامی آسان‌تر خواهد بود که با جنگل‌های یک دست و به لحاظ سنی یکنواخت مواجه شویم. تحت شرایط دیگر، تشخیص گونه‌ها در واقع بیشتر به یک هنر شبیه است تا یک علم. به هر صورت هنگامی که تشخیص گونه‌های درختی به وسیلهٔ مفسرین مجرب و ماهر انجام شود بسیار موفقیت‌آمیز خواهد بود.

مفسرین برای کمک در فرآیند تکمیل نوع نقشه همیشه از بازدید میدانی استفاده می‌نمایند. میزان تشخیص گونه‌های درختی از طریق عکس‌های هوایی به صورت قابل ملاحظه‌ای بستگی به مقیاس و کیفیت عکسها دارد.

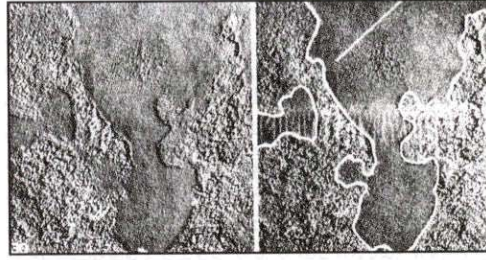
خصوصیات شکل درخت، نظیر شکل تاج و وضع شاخه‌ها، برای تشخیص در عکسهای بزرگ مقیاس به کار می‌روند. هنگامی که مقیاس کوچک می‌شود، قابلیت تفسیر این خصوصیات به شدت کاهش می‌یابد.

در نهایت خصوصیات هر درخت آنقدر غیر قابل تمییز می‌شود که با سایر خصوصیات کلی جنگل به لحاظ تن، بافت و الگوی سایه جابه‌جا می‌گردند.

در عکس‌هایی که دارای مقیاس بسیار بزرگی می‌باشند (نظیر مقیاس ۱:۶۰۰)



نگاره (۲-۲۳): صنوبر بال سام (۱) و صنوبر سیاه (۲)، انتاریو، کانادا  
مقیاس ۱:۱۵۸۴۴۰ استریو (مرکز سنجش از راه دور کانادا)



نگاره (۲-۲۲): صنوبر سیاه (منطقه مشخص شده) و صنوبر لرزان (آسپن)، انتاریو، کانادا مقیاس ۱:۱۵۸۴۴۰، استریو (مرکز سنجش از راه دور کانادا)

### جدول (۲-۱۰): کلید تعبیر و تفسیر عکس هوایی برای تشخیص چوب درختان در تابستان

۱ - چترهای متراکم، فشرده، بزرگ	۱ - چترهای متراکم، فشرده، بزرگ
۲ - چترها بسیار متناوب و هموار، کشیده یا بیضی؛ درختان بخش کوچک جنگل را تشکیل می دهند	۲ - چترها بطور نامنظم پیچ خورده اند (گاهی اوقات متناوب)
۳ - سطح چتر غیر هموار، اما موج	۳ - چترهای گرد شده، گاهی اوقات متناوب، سطح هموار
۴ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و یا چندگانه	۴ - چترها بطور غیر منظم گرد شده اند یا خوشه ای هستند
۵ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت	۵ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت
۶ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت	۶ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت
۷ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت	۷ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت
۸ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت	۸ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت
۹ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت	۹ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت
۱۰ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت	۱۰ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت
۱۱ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت	۱۱ - چترها کوچک یا، اگر بزرگ، باز و غیر منظم، مشخص کننده بدنه رنگ روشن درخت

منبع: انجمن فتوگرامتری آمریکا

اکثر گونه ها تقریباً به طور کامل به وسیله خصوصیات مورفولوژیکی آنها قابل تشخیص هستند. در این مقیاس، ساختار شاخه های کوچک، ترتیب و آرایش برگها و شکل تاج معیارهای مهمی برای تشخیص گونه ها می باشند. در مقیاس ۱:۲۴۰۰ تا ۱:۳۰۰۰ شاخه های کوچک و متوسط هنوز قابل رؤیت

هستند و هر یک از تاجها به روشنی می توانند مشخص گردند. در مقیاس ۱:۸۰۰۰، هر یک از درختان هنوز می توانند از یکدیگر تفکیک گردند، به جز مناطق پرتراکم، لکن همیشه توصیف شکل تاج ممکن نیست. در مقیاس ۱:۱۵۸۴۰ (نگاره های (۲-۲۲) و (۲-۲۳)) شکل تاج از طریق سایه های درختان بزرگی که در مناطق باز در حال رشد هستند، تعیین می شود. در مقیاس کوچکتر از ۱:۲۰۰،۰۰۰ هر یک از درختان به طور کلی هنگام رشد در جنگل ها قابل تشخیص نیستند و در این صورت تن و بافت جنگل، معیار مهم تشخیص هستند.

قابلی که اکثراً برای تشخیص گونه های درختی به کار برده می شود چاپ عکس سیاه و سفید در مقیاس ۱:۱۵۸۴۰ تا ۱:۲۴۰۰۰ می باشد. چاپ عکس سیاه و سفید مادون قرمز به ویژه در جداسازی انواع گیاهانی که در سراسر سال سبز هستند.

از درختان برگریز، مناسب تر می باشد. به هر صورت، فیلم های رنگی و رنگی مادون قرمز به صورت فزاینده ای به ویژه در مقیاس های کوچک مورد استفاده قرار می گیرند.

بهبود بخشیدن کلیدهای تفسیر عکس هوایی برای تشخیص گونه های درختی به علت آنکه هر یک از جنگل ها به صورت قابل ملاحظه ای به لحاظ اختلاف در سن، شرایط مکانی، موقعیت جغرافیایی، تنظیم ژئومورفیک و سایر عوامل، ظاهری متفاوت دارند مشکل است.

در هر صورت تعدادی کلیدهای حذفی تهیه و اثبات شده که ابزار ارزشمندی جهت تفسیر در دست مفسرین مجرب عکس می باشند. جدولهای (۲-۱۰) و (۲-۱۱) مثالهایی از چنین کلیدهایی می باشند.

روابط پدیده شناسی در تشخیص گونه های گیاهی مفید می باشد. تغییرات ظاهری درختان در فصول مختلف سال گاهی اوقات تمیز بین گونه هایی را که در یک زمان خاص غیر قابل تشخیص هستند ممکن می سازد. بهترین مثال، تفکیک بین درختان همیشه سبز از سایر درختان می باشد که به راحتی بروی عکسهای اخذ شده در هنگامی که برگ سایر درختان ریخته است، مشخص می باشند. این تشخیص می تواند در عکسهای بهاری اخذ شده کمی بعد از جوانه زدن برگها یا در عکسهای

معمول از یک مجموعه درختان حاصل شود. به منظور موفق شدن، «بررسی جنگل و برآورد چوب الواری آن از طریق عکس هوایی» نیاز به یک مفسر بسیار ماهر جهت کار با داده‌های هوایی و زمینی دارد.

اندازه‌گیری تک تک درختان یا جنگل‌ها بر روی عکسها به لحاظ آماری مرتبط با اندازه‌گیری زمینی حجم درختان در اراضی انتخابی شده می‌باشد. سپس نتایج حاصله بر روی مساحت‌های بزرگ تعمیم داده می‌شود. اندازه‌گیری‌های عکسی که اکثر اوقات مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت هستند از: (۱) ارتفاع درخت (۲) قطر تاج درخت (۳) میزان موجودی و (۴) سطح منطقه‌ای که از درخت پوشیده شده است.

ارتفاع هر درخت یا متوسط ارتفاع درختان یک جنگل، معمولاً به وسیله اندازه‌گیری جابه‌جایی ارتفاعی یا پارالاکس تصویر تعیین می‌شود. وظیفه اندازه‌گیری اقطار تاج درختان هیچ تفاوتی با به دست آوردن سایر اندازه‌گیری فواصل بر روی عکسها ندارد. فواصل زمینی از فواصل عکسی توسط رابطه مقیاس حاصل می‌شوند. فرآیند به وسیله کاربرد اوری‌های اهداف خاص شبیه به شبکه‌های نقطه‌ای فراهم می‌شود.

اوری‌ها همچنین برای اندازه‌گیری میزان تراکم درختان در یک منطقه یا درصد مساحت زمین پوشیده شده از تاج درختان به کار می‌رود. متناوباً مقدار اندازه‌گیری از هر یک یا تعدادی از تاجها در واحد سطح انجام می‌شود. دقت این اندازه‌گیری‌ها تحت تأثیر عواملی همچون ترکیب فیلم و فیلتر به کار رفته برای عکس‌برداری، فصل عکس‌برداری و میزان سایه در عکسها قرار می‌گیرد.

به محض آنکه داده‌های هر یک از درختان یا مجموعه‌ای از درختان از عکسها استخراج می‌شوند، آنها به صورت آماری (با استفاده از رگرسیون چندگانه) به داده‌های زمینی حجم الوار، برای تهیه جداول عکسی مرتبط می‌گردند. حجم آحاد درختان معمولاً به عنوان تابعی از گونه‌ها، قطر تاج، و ارتفاع به صورتی که در جدول (۲-۱) نشان داده شده، تعیین می‌گردند.

این روش تخمین حجم چوب به طور عملی تنها بر روی عکسهای بزرگ مقیاس عملی می‌باشد و برای اندازه‌گیری حجم درختان پراکنده در فضای باز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. اغلب اوقات حجم جنگل مورد علاقه می‌باشد.

جداول حجم جنگل معمولاً براساس ترکیب گونه‌ها، ارتفاع، قطر تاج و درصد مساحت زمینی که به وسیله تاج درختان پوشیده شده است، جدول (۲-۱) می‌باشد. در بسیاری از موارد، تفسیر عکس هوایی برای بررسی جنگل و خسارات ناشی از امراض و حشرات و سایر موارد دیگر بر روی درختان واقع در جنگل و حاشیه شهر مورد استفاده قرار می‌گیرد. انواع گوناگون فیلمها و مقیاسها برای بررسی خسارات مورد استفاده قرار گرفته است. اگرچه عکسهای پانکروماتیک اغلب مورد استفاده قرار گرفته است، لیکن موفق‌ترین بررسیهای عکسهای متوسط مقیاس و بزرگ مقیاس رنگی و مادون قرمز استفاده نموده‌اند.

بعضی از انواع خسارات ناشی از امراض ارضی به علت، باکتری، امراض قارچی، ویروس و سایر عوامل که هنگام استفاده از تفسیر

پاییزی بعد از آنکه رنگ برگ درختان تغییر پیدا نموده، انجام شود. در تابستان، عکسهای پانکروماتیک و رنگی اختلاف کمی در تن بین درختان همیشه سبز و برگ ریز نشان می‌دهند نگاره (۱-۹). به هر صورت در عکسهای رنگی مادون قرمز و سیاه و سفید مادون قرمز اخذ شده در تابستان اختلافهای گونه‌های درختی از طریق تن قابل بررسی است.

### جدول (۲-۱): کلید تعبیر و تفسیر عکس هوایی برای تشخیص گیاهان مخروطی (سوزنی)

۱- چترهای کوچک، اگر بزرگ، سپس قطعاً دارای شکل مخروطی چترها به طور گسترده‌ای مخروطی، معمولاً گرد شده	سرو
چترها باریک، اغلب استوانه‌ای، درختان اغلب در بانلاق می‌رویند. نوع صنوبر سیاه در بانلاق	سیاه کاج آمریکایی
معمولاً همراه با صنوبر سیاه	صنوبر بالسام
چترهای باریک مخروطی، بسیار متفرد، نوک باریک، کمترین جسته از صنوبر سفید	صنوبر سفید، صنوبر سیاه
چترهای مخروطی باریک اغلب نوک بر روی عکس بازنده‌ظاهر می‌شود (به جز صنوبر سفید) شاخه‌ها برجسته‌تر در صنوبر بال سام	(بجز نوع بانلاقی کاج بانکسی‌بانا)
چترها غیرمنظم، گاهی اوقات با نوک باریک، دارای پوشش نازکتر و بافت هموارتر از صنوبر و صنوبر بال سام	
۱- چترهای بزرگ و گسترده، نه مخروطی باریک نوک اغلب بعبوی تعریف نشده	کاج سفید
۲- چترها بسیار متراکم، غیر منظم یا به طور گسترده مخروطی شاخه‌های تکی بندرت خیلی برجسته، چتر معمولاً غیر منظم شاخه‌های تکی بندرت خیلی برجسته، چتر معمولاً مخروطی	صنوبر کانادایی شرقی
۲- چترهای باز، بیضی شکل (دایره‌ای در نمای افقی)	کاج قرمز

منبع: انجمن فنوگرامتری آمریکا

در عکس‌برداری بهاری، اختلاف زمان در باز شدن برگ گونه‌های درختی شرایط مفیدی را برای تشخیص گونه‌ها فراهم می‌نماید. برای مثال می‌توان به تکان خوردن پیوسته درخت «صنوبر لرزان» و توس سفید (۱۲) در بین اولین درختانی که جوانه می‌زنند، اشاره کرد در صورتی که درختان بلوط، «زبان گنجشک» (۱۳) و صنوبر لرزان بزرگ دندانه در بین آخرین درختانی هستند که جوانه می‌زنند. این دو گروه کمی بعد از تکان خوردن درختان «صنوبر لرزان» و جوانه زدن توس سفید می‌توانند بر روی عکسها مشخص شوند. اختلافهای ناشی از تن، بین درختان سخت چوب که در طول تابستان کم است، در طول پاییز، هنگامی که بعضی از گونه‌ها به زردی و تعدادی به قرمز و قهوه‌ای می‌گیرند، مشخص می‌گردد.

بهترین تشخیص گونه‌های گیاهی از روی عکسهای هوایی اخذ شده در پاییز، هنگامی که تغییر رنگ پاییزی در حداکثر مقدار خود می‌باشد، حاصل می‌شود. در صورتی که چنین نتیجه‌ای از روی عکسهای اخذ شده هنگامی که بعضی از درختان برگ‌هایشان را از دست داده‌اند، حاصل نمی‌گردد. (۹۷). تفسیر عکس هوایی به صورت گسترده‌ای برای «بررسی جنگل و برآورد چوب الواری آن» مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف اولیه از چنین عملیاتی تعیین حجم الواری است که ممکن است از هر درخت یا به طور



جدول (۲-۱۲): حجم تخمین زده شده دومین مرحله رشد هر یک از درختان کاج جنوبی

قطر چتر (متر)	حجم تخمین زده شده (مترمکعب) در ارتفاعات درختی انتخاب شده				
	۱۵ متر	۲۰ متر	۲۵ متر	۳۰ متر	۳۵ متر
۳	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۴۳	۰/۵۵	-
۴	۰/۳۹	۰/۴۹	۰/۶۱	۰/۷۴	۰/۸۸
۵	۰/۵۰	۰/۶۴	۰/۷۹	۰/۹۶	۱/۱۲
۶	-	۰/۸۸	۱/۰۵	۱/۰۲۵	۱/۴۸
۷	-	۱/۰۸	۱/۳۰	۱/۵۵	۱/۸۳
۸	-	۱/۲۸	۱/۵۶	۱/۸۷	۲/۲۱
۹	-	-	۱/۹۸	۲/۳۷	۲/۷۹

جدول (۲-۱۳): حجم چوب جنگل‌های کنتاکی تخمین زده شده

میانگین ارتفاع چتر (متر)	میانگین قطر درختان جنگل (متر)	حجم تخمین زده شده (مترمکعب درهکتار) در چترهای انتخابی									
		درصد ۱۵	درصد ۲۵	درصد ۳۵	درصد ۴۵	درصد ۵۵	درصد ۶۵	درصد ۷۵	درصد ۸۵	درصد ۹۵	
۹	۳-۴	۲۱	۲۶	۳۰	۳۳	۳۶	۴۰	۴۴	۴۹	۵۲	
۱۲	۳-۴	۲۵	۳۰	۳۵	۳۹	۴۲	۴۶	۴۹	۵۳	۵۶	
۱۵	۳-۴	۲۸	۳۳	۳۹	۴۴	۴۹	۵۴	۵۸	۶۳	۶۸	
۱۸	۳-۴	۳۹	۴۷	۵۵	۶۱	۶۷	۷۲	۷۸	۸۴	۹۰	
۲۱	۳-۴	۶۳	۷۵	۸۵	۹۳	۹۸	۱۰۳	۱۰۷	۱۱۲	۱۱۷	
۹	۵-۶	۲۴	۲۸	۳۱	۳۵	۳۸	۴۳	۴۸	۵۲	۵۷	
۱۲	۵-۶	۲۸	۳۱	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۵۹	۶۴	
۱۵	۵-۶	۳۱	۳۷	۴۲	۴۷	۵۲	۵۸	۶۴	۷۰	۷۶	
۱۸	۵-۶	۴۲	۵۱	۵۹	۶۶	۷۳	۷۷	۸۰	۸۴	۸۷	
۲۱	۵-۶	۷۰	۸۰	۹۱	۹۸	۱۰۵	۱۰۸	۱۱۲	۱۱۵	۱۱۹	
۲۴	۵-۶	۱۰۵	۱۱۴	۱۲۲	۱۲۸	۱۳۳	۱۳۸	۱۴۲	۱۴۷	۱۵۲	
۱۲	۷-۸	۳۵	۴۴	۵۲	۵۹	۶۶	۷۲	۷۸	۸۴	۹۰	
۱۵	۷-۸	۴۲	۵۲	۶۳	۷۰	۷۷	۸۳	۸۹	۹۴	۱۰۰	
۱۸	۷-۸	۶۳	۷۳	۸۴	۸۹	۹۴	۹۹	۱۰۴	۱۰۸	۱۱۳	
۲۱	۷-۸	۹۴	۱۰۳	۱۱۲	۱۱۷	۱۲۲	۱۲۷	۱۳۲	۱۳۶	۱۴۱	
۲۴	۷-۸	۱۲۲	۱۳۳	۱۴۳	۱۴۹	۱۵۴	۱۵۹	۱۶۳	۱۶۸	۱۷۳	
۲۷	۷-۸	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۸۵	۱۹۰	۱۹۵	۱۹۹	۲۰۴	
۳۰	۷-۸	۱۹۰	۲۰۰	۲۱۰	۲۱۵	۲۲۰	۲۲۴	۲۲۷	۲۳۱	۲۳۴	
۱۲	۹+	۵۹	۷۲	۸۴	۸۹	۹۴	۹۹	۱۰۴	۱۰۸	۱۱۳	
۱۵	۹+	۷۳	۸۴	۹۴	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰	۱۱۴	۱۱۹	۱۲۳	
۱۸	۹+	۹۱	۱۰۱	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۵	۱۴۰	
۲۱	۹+	۱۱۹	۱۲۹	۱۳۸	۱۴۵	۱۵۰	۱۵۵	۱۶۰	۱۶۵	۱۷۰	
۲۴	۹+	۱۵۰	۱۵۹	۱۶۸	۱۷۵	۱۸۲	۱۸۶	۱۹۰	۱۹۵	۲۰۰	
۲۷	۹+	۱۸۲	۱۹۰	۲۰۰	۲۰۵	۲۱۰	۲۱۵	۲۲۰	۲۲۵	۲۳۰	
۳۰	۹+	۲۱۳	۲۲۲	۲۳۱	۲۳۶	۲۴۱	۲۴۵	۲۴۸	۲۵۲	۲۵۵	
۳۳	۹+	۲۵۲	۲۵۹	۲۶۶	۲۷۱	۲۷۶	۲۸۱	۲۸۶	۲۹۰	۲۹۵	

پوشیده شده، سوسک کوچکی که زیر پوست درخت همیشه بهار در غرب آمریکا تولیدمثل می‌کند، کرم جوانه سرسیاه، سوسک کوچکی که زیر پوست درخت صنوبر کوهستانی تولیدمثل می‌کند، پروانه صنوبر، کرم ابریشم ناچور که آفت بسیاری از درختان است، شپشه درخت صنوبر سفید، سوسک کوچکی که زیر پوست درخت صنوبر کوهستانی تولیدمثل می‌کند، کرم نوعی صنوبر غرب کانادا، کرم جوانه انواع کاج و سایر انواع خسارات جنگلی که آشکار شده شامل آنها می‌شوند که ناشی از آلودگی هوا (مانند آزن، دی‌اکسید سولفور، دود) حیوانات (نظیر سگ آبی، آهو، جوجه تیغی)، آتش، یخبندان، تنش رطوبت، شوری خاک، عدم تعادل مواد غذایی و طوفانها می‌گردند.

یک مثال نمایشی از یک عکس هوایی که خسارت جنگلی را نشان می‌دهد (ریزش برگ درختان ناشی از آفت کرم ابریشم)، در تصویر (۱) ارائه شده است. تصویر (۱) بخش مرکزی کوچکی (دایره سیاه مرکز دقیق تصویر است) از یک عکس رنگی مادون قرمز اخذ شده توسط دوربین را نشان می‌دهد.

این تصویر به عنوان بخشی از برنامه USFS (۱۵) به منظور بررسی و تعیین ریزش برگ درختان در آفت کرم ابریشم در جنگلهای دارای چوب سخت واقع در شمال شرقی و تعیین میزان اثر کنترل مستقیم ریزش برگ درختان ناشی از آفت کرم ابریشم به وسیله حشره کشتهای شیمیایی و میکروبی اخذ گردید. به علت آنکه مفسرین دریافتند کنتراست زیادی بین رنگ خاکستری مناطق برگ‌ریز و درختان سالم به رنگ قرمز روشن بر روی فیلم مادون قرمز رنگی نسبت به فیلم سیاه و سفید و رنگی معمولی وجود دارد، فیلم مادون قرمز رنگی انتخاب شد. منطقه نشان داده شده در تصویر (۱)، سلسله جبال مرکزی پنسیلوانیا موسوم به آپالاش می‌باشد. خط نازک با تن روشن که در امتداد چپ بالایی به سمت راست پایین (شمال شرقی) دیده می‌شود. عبارت است از: یک جاده عبوری از خط الرأس و درختانی که بر روی شیبها قرار گرفته‌اند و تقریباً به طور انحصاری از

نوع درختان چوب سخت می‌باشند که از چندین گونه از درختان بلوط، گردو، افرا، تیریزی زرد، تشکیل یافته‌اند. بعضی از درختان همیشه سبز (اکثراً صنوبر زرد و سفید) در بخش سمت چپ دیده می‌شوند، رنگ قرمز تیره آنها در کنتراست خوبی با رنگ قرمز روشن درختان سخت چوب می‌باشد. مزارع کشاورزی در بخش سمت راست بالا می‌تواند دیده شود. برگ‌ریزان سنگین و گسترده (بیش از ۶۰ درصد) در بیشتر مناطق شیبدار جنوب شرقی به چشم می‌خورد و برگ‌ریزان متوسط و گسترده (۳۰ تا ۶۰ درصد) در بیشتر شیبهای مناطق شمال غربی وجود دارد.

در این بحث ما کاربرد تفسیر عکس هوایی را برای تشخیص گونه‌های

عکس هوایی آشکار شده‌اند عبارتند از: امراض ناشی از، از بین رفتن غشاء خارجی درخت در اثر انگل گیاهی شبیه به پیچ که آفت درخت راش می‌باشد، امراض یوسیدگی ریشه در اثر مرض گیاهی نوعی گیاه بلند همیشه بهار که در غرب امریکا می‌روید، نوعی آفت درخت نارون که در اثر قارچی بنام *Ceratostomella Ulmi* و گیاهی شبیه به پیچ که آفت درخت افرا می‌باشد، مرضی که موجب آماس بافت برگ و رشته‌های بلوط می‌گردد،



**تصویر ۱ - عکس بانکروماتیک مادون قرمز رنگی درختان برگ ریز با برگهای یهن که از آنها چوبهای سخت تولید می‌شود در ناحیه مرکزی ایالت پنسیلوانیا را نشان می‌دهد که بر اثر هجوم آفت کرم ابریشم برگهایشان ریخته است.**

نوعی بیماری قارچی گیاه (درخت کاج سفید (۱۴)) که به وسیله قارچی به نام *Cronartium* ایجاد و سبب برجستگی در سطح خارجی گیاه می‌شود. بعضی از انواع خسارات ناشی از حشرات که آشکار شده‌اند عبارتند از: آنها می‌کند که به وسیله شته درخت گل حنا که بدنش از رشته‌های سفیدی

درختی، بررسی جنگل و برآورد میزان چوب الوار آن، بررسی خسارات جنگل ناشی از یخ‌زدگی را مدنظر قرار داده‌ایم.

به هر صورت، دورنمای کاربریهای مدیریتی جنگل از طریق تفسیر عکس هوایی از فعالیت‌های سه‌گانه ذکر شده، فراتر می‌رود. کاربریهای اضافی شامل وظایفی نظیر تعیین قیمت اراضی جنگلی، برنامه‌ریزی قطع درختان، بررسی پاک‌سازی و احیای جنگل، تعیین عواملی که موجب از بین رفتن علفها و گیاهان می‌شود و عوامل تولید‌کود، تعیین قدرت گیاهان و سلامتی قلمستانها و درختان جنگلی، تهیه نقشه «سوخت‌های جنگلی» برای تعیین میزان آتش‌سوزی، برنامه‌ریزی فعالیتهای اطفای حریق، بررسی قابلیتهای شکست شیب و فرسایش خاک، برنامه‌ریزی جاده‌های جنگلی، تهیه مراکز تفریحی جنگل، سرشماری حیات‌وحش و بررسی سرگرمیهای حیات وحش، رشد مجدد رویش گیاهی در مناطق آتش‌گرفته و خطوط عبور انتقال نیرو می‌باشد. موقعیت ظاهری همه کاربریها همان طور که قبلاً گفته شد براساس وجود داده‌های مرجع با کیفیت بالا به منظور کمک به تفسیر می‌باشد. کاربرد عکسهای هوایی و روشهای مشاهدات زمینی متعارف و اندازه‌گیری نوعاً به صورت نزدیکی مرتبط با هم می‌باشند. برای مثال، فهرست حجم چوب الوار به طوری که قبلاً شرح داده شد براساس اندازه گریه‌های بسیار گسترده در اراضی نمونه کوچک (از احجام درختی) صورت می‌گیرد، لکن عکسهای هوایی برای طبقه‌بندی منطقی‌ای که لازم است از آن فهرست تهیه شود و به منظور ایجاد موقعیت این اراضی کوچک (نوعاً براساس نوع درختان تفسیر شده، ناحیه جنگلی، و اطلاعات میزان موجودی) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بنابراین فرآیند تفسیر، عامل تکمیل‌کننده فعالیتهای میدانی می‌باشد نه جایگزین فعالیتهای میدانی. کارهایی که در فهرست انتخابی تنظیم شده‌اند، شامل اطلاعات اضافی روی کاربردهای تفسیر عکس هوایی در جنگلداری می‌باشند.

[۱۳۰،۱۲۱،۱۰۳،۹۷،۸۹،۸۶،۸۰،۷۱،۵۰،۴۶،۳۹،۲۴،۲۳،۱۴،۸،۵]

## ۸-۲) کاربردهای مرتع (۱۶)

همان طوری که قبلاً ذکر شد در طول تاریخ، «مرتع» به زمینی اطلاق می‌شده است که رویش طبیعی بالقوه آن را علف گیاهان شبه‌علف، علفهای هرزه یا بوته‌زارها به طور گسترده تشکیل داده و چراگاه طبیعی عامل مهم و مؤثری در وضعیت قبل از متمدن شدن آن سرزمین بوده است.

مرتع نه تنها برای حیوانات اهلی و وحشی علف فراهم می‌کنند، بلکه نمایانگر مناطقی هستند که قابلیت کاربری‌های گوناگون از کشاورزی گرفته تا خانه‌سازی و شهرسازی را دارا می‌باشند. با توجه به دوری و گستردگی اراضی مرتع و وجود تنوع و تراکم فشار روی آنها، تفسیر عکس هوایی نشان داده است که یک وسیله ارزشمندی برای مدیریت مرتع می‌باشد.

به طور اساسی، تفسیر عکس هوایی کاربرد وسیعی را در کشف و بررسی هر یک از اجزاء اصلی مرتع نظیر رویش، خاک و حیوانات ایفا نموده است. مدیران مرتع همانند جنگلداران با توجه به تغییرات رویش

نسبت به زمان، از عکس هوایی استفاده می‌کنند، مانند جنگلدارانی که توجه خود را به تخمین حجم الوار معطوف نمایند. ممکن است مدیر مرتع بروی تخمین میزان علوفه در واحد سطح تمرکز نماید (به عنوان کمک در تعیین ظرفیت چرای حیوانات). به همین صورت امکان دارد مدیر مرتع بروی عواملی نظیر ترکیبات رویش، قدرت نسبی، مشکلات ناشی از حشرات و امراض، استفاده از اراضی کشاورزی خاص، اثرات آتش‌سوزی، اثرات انسانی و بهبود اراضی کشاورزی خاص و تلاش در مورد اصلاح چمنزار تمرکز نماید. کارهایی که در فهرست انتخابی آمده است شامل اطلاعات اضافی کاربریهای مدیریتی مرتع با استفاده از تفسیر عکس هوایی می‌باشد [۳۳،۶،۴-۳۵،۹۱،۱۱۵].

## ۹-۲) کاربرد منابع آب

آب یکی از حیاتی‌ترین منابع بشری برای آبیاری اراضی، تولید برق، شرب، ساخت و ساز و با تفرجگاه به شمار می‌رود. تفسیر عکس هوایی به طرق مختلف در بررسی کیفیت، کمیت و توزیع جغرافیایی این منبع کمک می‌نماید.

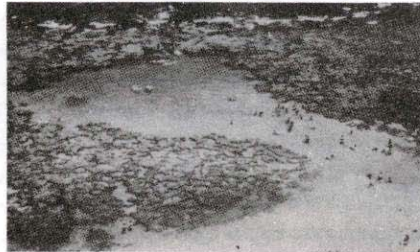
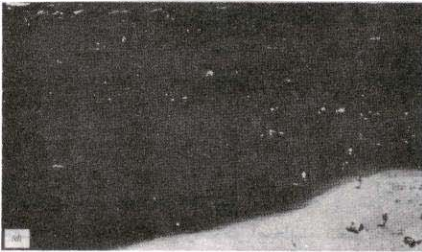
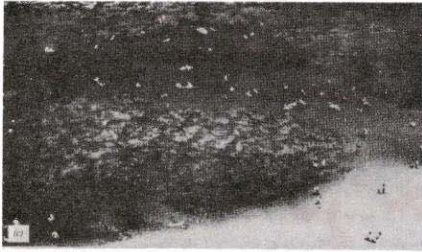
در این بخش، با استفاده از تفسیر عکس هوایی مواردی همچون آشکارسازی وضعیت آلودگی آب، بررسی میزان مواد غذایی دریاچه و خسارات ناشی از سیل مدنظر قرار می‌گیرد. قبل از تشریح هر یک از این کاربری‌ها، اجازه بدهید بعضی از فعل و انفعالات خورشید و آب صاف را مورد باز بینی قرار دهیم.

به طور کلی، اکثر نورخورشید که وارد یک حوزه آبی صاف می‌گردد در عمق ۲ متر از سطح آب جذب می‌شود. میزان جذب بستگی زیادی به طول موج نور دارد. طول موج‌های مادون قرمز نزدیک تنها در چند دسی‌متری آب جذب می‌شوند و منجر به یک تصویر با ثبات تیره حتی در مناطق کم عمق آب، بروی عکسهای مادون قرمز می‌گردند.

جذب در بخش مرئی طیف به طور عیبی با خصوصیات آب مورد مطالعه تغییر می‌کند. از نقطه نظر عکاسی مشخصات کف آب صاف، بهترین نفوذ امواج الکترومغناطیسی بین طول موج ۰/۴۸ تا ۰/۶۰ میکرومتر حاصل می‌شود. نفوذ بین ۱۵ تا ۲۰ متر در آب صاف و آرام اقیانوس در این باند طول موج گزارش شده است. اگر چه طول موج آبی به خوبی نفوذ می‌کند، لیکن به طور گسترده‌ای پخش گردیده، که منجر به ایجاد هاله در زیر آب می‌شود. طول موج‌های قرمز تنها چند متر نفوذ می‌کنند. تجزیه و تحلیل عوارض زیر آب اغلب با استفاده از فیلم‌هایی که حداقل نسبت به طول موجهای بین ۰/۴۸ تا ۰/۶۰ میکرومتر حساس هستند، حاصل می‌شود.

بهترین تصاویر جزئیات کف اقیانوسها در آبهای صاف اقیانوسی با استفاده از فیلم رنگی مادون قرمز و رنگی معمولی حاصل می‌شود. کفهایی که دارای ماسه‌های سفید در زیر سطح آب صاف اقیانوس می‌باشند در صورت استفاده از فیلم رنگی معمولی به صورت آبی مایل به سبز مشاهده می‌شوند و چنانچه از فیلم رنگی مادون قرمز استفاده شود به نظر آبی می‌آیند. (با یک فیلتر زرد)

نگاره (۲-۲۴):



کپی سیاه و سفید  
از عکسهای رنگی  
مادون قرمز. خلیج  
هاناما، جزیره اوهو،  
هاوایی: (a) فیلم  
رنگی نرمال (۴/۰)  
تا (۷/۰ میکرومتر):  
(b) فیلم رنگی  
مادون قرمز با  
فیلتر شماره ۱۵  
کدک (۵/۰)  
تا (۹/۰ میکرومتر):  
(c) فیلم مادون  
قرمز رنگی با فیلتر  
شماره ۲۹ کدک  
(۶/۰ تا ۹۹/۰  
میکرومتر): (d)

فیلتر شماره ۸۷ کدک (۴/۰ تا ۹۰/۰ میکرومتر)

فیلتر شماره ۸۷ کدک (۴/۰ تا ۹۰/۰ میکرومتر)

### پاورقی

- 1) Balsam fir
- 2) Bass wood
- 3a) یک کلید - تن محلی نشان دهنده: سطوح ۴ و ۵ معمولاً برای تشخیص این گونه‌هاه لازم است
- 4a) sugar maple , bech
- 5) Yellow birch
- 6) White birch
- 7) Red maple
- 8) Balsam Poplar
- 9) Ash
- 10) Elm
- 11) silver maple
- 12) White brich
- 13) asher
- 14) White Pine
- 15) United State Forest Survey
- 16) Rangeland

می آیند. (با یک فیلتر زرد)

جزئیات کف آب در صورت استفاده از فیلم مادون قرمز رنگی دارای وضوح بهتری می باشند زیرا طول موجهای آبی جذب فیلتر می گردند و بنابراین اثر «هاله زیر آبی» به حداقل می رسد.

با چنین روش عکاسی، فیلم مادون قرمز رنگی به صورت یک فیلم دولایه درمی آید زیرا تقریباً هیچ انعکاس مادون قرمزی از آب وجود ندارد و ظاهراً هیچ تصویری بر روی لایه حساس مادون قرمز فیلم ثبت نمی گردد. نگاره (۲-۲۴) نفوذ طول موجهای گوناگون نور خورشید را در داخل آب صاف آبیانوس نشان می دهد. بخش بالایی عکسها یک تپه دریایی مرجانی را نشان می دهد.

(به علت عمل موج، مقادیر مختلف در قالبهای مختلف نمایان شده اند).

انعکاس زیاد مادون قرمز از مرجانهای نور دیده، ناشی از وجود جلبکهایی است که هر یک در شرایط همزیستی دوگانه با مرجان زندگی می کنند. اغلب تپه های دریایی زیر آب از مرجان هایی تشکیل می شوند که بلندترین سطوح آنها به ۳۰ سانتیمتری سطح آب می رسد.

منطقه ای که به شکل کلید در مرکز عکس نمایان است. دارای عمق آب بسیار کم تا نزدیکی شن های سفید خشک ساحلی در بخش پایینی سمت راست بوده و تا عمق دو متری در نزدیکی مرکز بخش پیرامونی کلید در قسمت بالایی سمت چپ عکس ادامه دارد.