

معرفی اهمیت و کاربرد ترکیب داده‌ها (Data Fusion)

در پردازش رقومی اطلاعات ماهواره‌ای

● هومن لطیفی - کارشناس ارشد جنگل داری، دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه مازندران - ساری

● جعفر اولادی - استادیار دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه مازندران - ساری

● سعید سارویی - کارشناس ارشد سنجش از دور

چکیده

کاربرد نقشه‌های حاصل از پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای، امروزه تبدیل به یکی از اجزاء جدانشدنی در فرایند تصمیم‌سازی و مدیریت بر منابع طبیعی شده است. توان بالای تفکیک مکانی و طیفی، هزینه‌ی نسبتاً ارزان و نیز پوشش تکراری مناطق در دوره‌های زمانی کوتاه مدت، پتانسیل بالای تصاویر رقومی را در نظارت کیفی و کمی بر عرصه‌های منابع طبیعی نشان می‌دهد. وجود یک باند پانکروماتیک در بسیاری از سنجنده‌ها، امکان تهیه‌ی تصاویر دارای وضوح مکانی بالا را در محدوده‌ی طیفی مرئی تا مادون قرمز فراهم کرده است. در نتیجه، با ترکیب تصاویر پانکروماتیک با تصاویر چند طیفی، قادر به تهیه‌ی تصاویری با تنوع طیفی و توان تفکیک مکانی بهبود یافته، خواهیم بود که کارایی آن در بهبود توان تفسیری تصاویر دورسنجی در مطالعات چندی مشاهده شده است. مقاله‌ی ذیل به بیان اهمیت و برخی کاربردهای این تکنیک‌ها در تفسیر بصری و رقومی اطلاعات ماهواره‌ای می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای - ترکیب داده - باندهای چندطیفی و پانکروماتیک - طبقه بندی جنگل و مرتع

مقدمه

با پیشرفت روزافزون در علوم دورسنجی که پس از پرتاب ماهواره‌های منابع زمینی حاصل شده است، افق جدیدی فراروی محققان علوم زمینی و از آن جمله، متخصصان منابع طبیعی گشوده شده، تا با بهره‌گیری از تکنولوژی سنجش از دور از تصاویر و داده‌های رقومی در مدیریت منابع تجدید شونده، بهره‌گیری نمایند. از زمان پرتاب نخستین ماهواره‌ی منابع زمینی، لندست ۱ (ERTS1) تاکنون همواره یکی از مشکلات و مسایل پیش روی کاربران تصاویر رقومی، کسب حداکثر اطلاعات موجود در تصویر و به عبارتی استفاده از تمامی ظرفیت‌های طیفی و مکانی داده‌های تحت اختیار بوده است. این امر با بهبود در وضوح مکانی و وضوح طیفی تصاویر حاصل از سنجنده‌های مختلف، گام به گام رو به تکامل بوده و این امکان را به کاربران می‌دهد تا نسبت به کسب اطلاعات حداکثر از پدیده‌های موجود در تصویر اقدام نمایند. هم

چنین؛ اضافه شدن یک باند پانکروماتیک با توان تهیه‌ی تصاویر دارای وضوح مکانی بالا (به طور مثال ۵ متر در داده‌های اسپات ۵) در این رابطه، کمک‌های شایان توجهی نموده است (۲). اما داده‌های پانکروماتیک علی‌رغم دارای بودن وضوح مکانی بالا، از تنوع طیفی اندکی برخوردارند. امری که این سؤال را مطرح می‌سازد که چگونه می‌توان از این داده‌ها جهت امر طبقه بندی که به نوعی هدف نهایی در پردازش تصاویر ماهواره‌ای است، بهره جست. این مشکل از جنبه‌ای دیگر برای تصاویر چند طیفی نیز وجود دارد، و آن این است که، به چه نحو می‌توان از وضوح و تنوع طیفی جالب توجه تصاویر چند طیفی جهت حصول حداکثر اطلاعات از تصویر، بهره گرفت. آن چه به عنوان راه حل در چند سال اخیر توجه دانشمندان علوم زمین و متخصصان سنجش از دور را به خود معطوف داشته، استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر ترکیب تصاویر ۲ یا به بیان دیگر بازسازی

توسط داده‌های پانکروماتیک ۳ می‌باشد. این امر در دو دهه‌ی گذشته تبدیل به یکی از جنبه‌های بسیار مهم در فن دورسنجی شده است (۲). به اختصار می‌توان گفت این تکنیک، روشی است که جهت تلفیق جزئیات هندسی تصاویر پانکروماتیک (با وضوح مکانی بالا) و اطلاعات طیفی یک تصویر چند طیفی (با وضوح مکانی پایین) و به منظور ایجاد یک تصویر چند طیفی با وضوح بالای مکانی استفاده می‌شود (۷). کارایی روش‌های ترکیب داده در افزایش توان تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات بسیاری نظیر مطالعه‌ی چنگ و همکاران (۳) و ژانگ (۹ و ۱۰) مورد آزمون قرار گرفته و نتایج مناسبی به دست داده است. تاثیر انجام ترکیب وضوح داده‌ها بر بهبود صحت طبقه بندی نیز در تحقیقات بسیاری نظیر مطالعه‌ی ساراغلو و همکاران (۵) و وانگ و همکاران (۸) مشاهده شده است. در نوشتار فوق سعی بر آن است تا با مفهوم شناسی «ترکیب داده‌های

چند سنجنده‌ای» اقدام به تشریح برخی مزایا، معایب و کاربردهای تکنیک فوق گردیده و نیز با معرفی یکی از راهبردهای جدید در انجام ترکیب داده (۱۰ و ۹) راهنمای مناسبی جهت استفاده این شاخه از پردازش تصاویر رقومی در مدیریت منابع طبیعی فراهم گردد.

مفاهیم کلی و شرح مساله :

مفهوم ترکیب داده :

روی هم گذاری یا ترکیب داده هایی با وضوح طیفی و مکانی متفاوت، که از آن تحت عنوان درهم آمیختن داده‌ها ۴ نیز یاد می شود، در طول دو دهه‌ی گذشته، تبدیل به یک بخش مهم در فن سنجش از دور رقومی شده است. بهبود و بازسازی داده‌های چندطیفی توسط وضوح مکانی بالاتر تصاویر پانکروماتیک، تصاویر رادار و عکس‌های هوایی رقومی شده، قادر است پتانسیل تفسیر تصاویر را هم گام با قابلیت تحلیلی داده‌ها افزایش دهد. در ابتدا لازم است خاطر نشان گردد که در به کارگیری عبارت «ترکیب داده» منظور تنها ترکیب تصاویر از لحاظ وضوح مکانی و طیفی است و این مفهوم با ترکیب باندهای طیفی در یک مجموعه داده جهت ایجاد ترکیبات رنگی ۵ متفاوت است.

والد (۲۰۰۲) ترکیب داده‌ها را به عنوان «یک چارچوب اصلی که در آن ابزارهایی جهت پیوند دادن و الحاق داده‌هایی از منابع مختلف وجود دارد» تعریف نموده است (۷). هدف این کار در درجه‌ی اول کسب محتوای اطلاعاتی با کیفیت بالاتر است. تعریف دقیق از عبارت «کیفیت بالاتر» بستگی

به نوع کاربرد دارد. تلفیق داده‌های دورسنجی از لحاظ طیفی و مکانی، می‌تواند تفسیر بصری ۶ یا رقومی داده‌ها را مقدور سازد (۴). با توجه به اهمیت مفهوم طیفی و مکانی تعریف آن ضرورت می‌یابد.

وضوح مکانی و طیفی

وضوح مکانی ۷ در اصطلاح به شفافیت اطلاعات با فراوانی بالا در یک تصویر، اطلاق می‌گردد. این مفهوم با مقیاس در همبستگی می‌باشد (۲). از وضوح مکانی اغلب به عنوان وسعت یک نقطه‌ی دید لحظه‌ای ۸ که سطحی از زمین است که توسط یک سنجنده در یک مقطع زمانی مورد سنجش قرار می‌گیرد، یاد می‌شود. بدیهی است هرچه این نقطه‌ی دید کوچک‌تر باشد، وضوح مکانی بالاتر خواهد بود. وضوح طیفی ۹ تحت عنوان پهنای یک طیف الکترومغناطیسی که می‌تواند توسط یک باند از سنجنده، مورد شناسایی قرار گیرد، تعریف می‌گردد. هرچه پهنای باند طیفی باریک‌تر باشد وضوح طیفی بالاتر خواهد بود.

اهمیت و لزوم انجام عملیات ترکیب داده :

این پرسش همواره ممکن است پیش آید که «چرا عمل ترکیب و وضوح تصاویر اهمیت دارد»؟

اکثر ماهواره‌های منابع زمینی نظیر آیکنوس - اسپات و لندست ۷ قادر به تهیه‌ی دو فرم از تصویر شامل تصاویر پانکروماتیک با وضوح مکانی بالا و نیز تصاویر چند طیفی

مناسب می‌باشند. بدیهی است یک پردازشگر یا مفسر داده‌های رقومی جهت انجام بسیاری از عملیات مبتنی بر سنجش از دور و نیز سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی ۱۰ نیاز به شکلی از داده با تنوع طیفی بالا و وضوح مکانی مناسب خواهد داشت. هم چنین باید به این سؤال نیز پاسخ داد که «چرا اکثر ماهواره‌ها تصاویر چند طیفی دارای وضوح مکانی بالا را به طور مستقیم جهت تأمین نیاز به وضوح مکانی و طیفی مناسب تهیه نمی‌کنند؟»

می‌توان گفت دو محدودیت تکنیکی عمده در این راه وجود دارد:

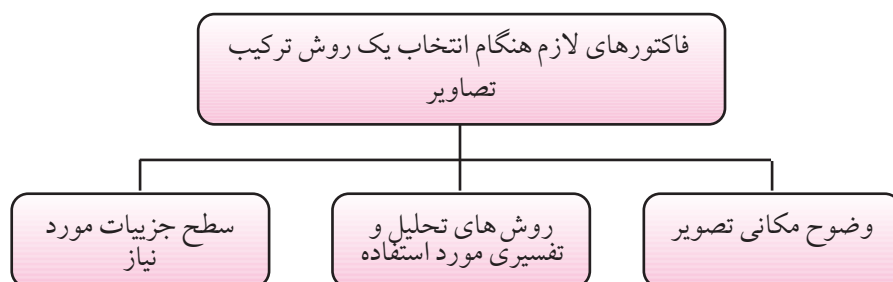
- ۱- انرژی تابشی ورودی به سنجنده
- ۲- حجم داده‌های تهیه شده توسط سنجنده

عموماً یک تصویر پانکروماتیک دامنه‌ی وسیع‌تری از طول موج را پوشش می‌دهد، در حالی که یک باند چند طیفی بازه‌ی باریک‌تری از طیف الکترومغناطیسی را می‌پوشاند. پس جهت دریافت میزان مساوی انرژی ورودی، اندازه‌ی آشکار ساز پانکروماتیک می‌تواند کوچک‌تر از اندازه‌ی آشکار ساز چند طیفی باشد.

بنابراین، بر روی یک سکوی هوایی یا ماهواره، وضوح مکانی تصاویر سنجنده‌ی پانکروماتیک می‌تواند بیشتر از وضوح مکانی سنجنده‌ی چند طیفی اختیار گردد. در مجموع، حجم داده‌های تصویر چند طیفی با وضوح مکانی بالا، به طور معنی داری بیش از حجم تصویر پانکروماتیک با همان وضوح مکانی می‌باشد (۱۱).

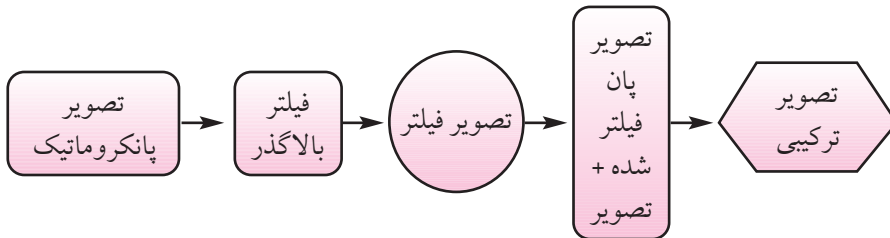
با عطف به این محدودیت‌ها، روشن است که مؤثرترین راه حل جهت فراهم کردن تصاویر دورسنجی با وضوح مکانی و طیفی مناسب، گسترش روش‌ها و تکنیک‌های مؤثر ترکیب داده‌های چند سنجنده‌ای می‌باشد. در مجموع فاکتورهای اصلی که باید در هنگام انتخاب یک مقیاس مناسب، و در نتیجه در تعیین روش مناسب ترکیب تصاویر مورد توجه قرار گیرند را می‌توان به

شکل ۱: عوامل تاثیر گذار بر انتخاب یک روش ترکیب وضوح تصاویر

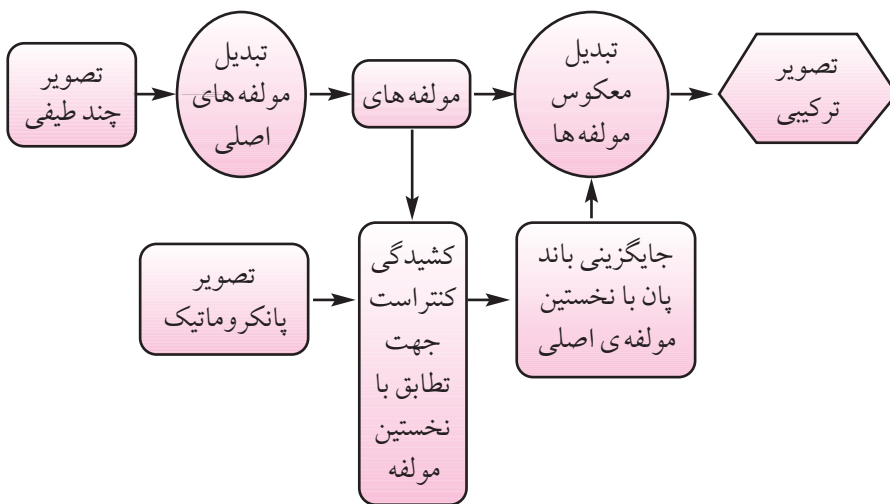


شکل (۱) تقسیم بندی نمود:

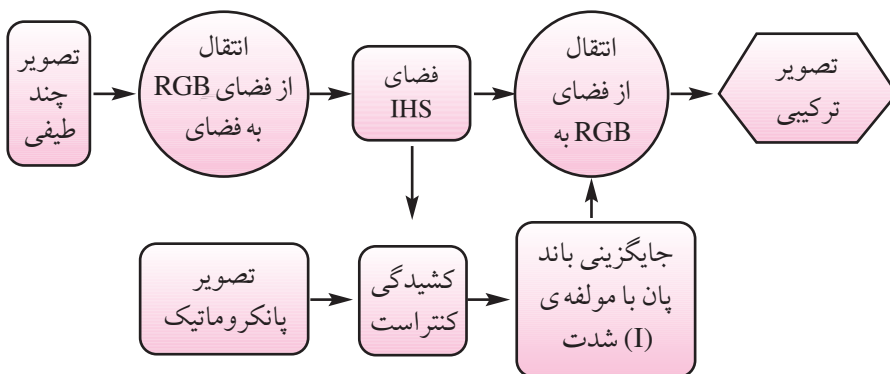
شکل ۲: مدل فیلتر بالاگذر (High Pass Filter)



شکل ۳: مدل تبدیل مولفه های اصلی (Principal Component transform)



شکل ۴: مدل شدت - جلا - (Intensity- Hue-Saturation)



برخی مدل های موجود ترکیب تصاویر چندسنگنده ای

روش های بسیاری مبتنی بر تبدیلات طیفی و مکانی جهت انجام فرایند ترکیب داده ها پیشنهاد و اجرا شده است. برخی روش ها نیز از روابط ریاضی برای ترکیب استفاده می کنند. که از جمله ی آنها می توان روش های ضربی^{۱۱} را نام برد. در شکل های ۲ و ۳ و ۴ مراحل انجام برخی از این مدل ها به اختصار نشان داده شده است (۲).

کاربردها و مزایای تکنیک های ترکیب داده در مدیریت منابع طبیعی:

تکنیک ترکیب داده ها، امتیازاتی به همراه دارد: حفظ فضای ذخیره و پردازش اطلاعات بر روی رایانه، بهبود کیفیت زیباشناختی و بصری تصویر، بهبود وضوح مکانی تصویر و نیز بهبود در امر تحلیل داده ها برخی از این مزایا می باشند.

با ابداع نسل جدید ماهواره ها و سنجنده های دارای وضوح بالای مکانی و هم چنین از لحاظ اقتصادی به صرفه بودن آنها، ترکیب داده های پانکروماتیک و چند طیفی به طور معنی داری وضوح و شفافیت تصویر را به همراه کاهش فضای ذخیره ای مورد نیاز، بر روی سیستم ماهواره، ایستگاه های زمینی و نیز تجهیزات رایانه ای، بهبود می بخشد. تکنیک «ترکیب داده» کاربردهای علمی از داده های دورسنجی را نیز افزایش بخشیده است که نقش اصلی آن در افزایش پتانسیل های کارتوگرافیکی تصاویر ترکیبی بوده است.

تکنیک «ترکیب داده» می تواند جهت افزایش کیفی داده های دورسنجی جهت استفاده در مطالعات گسترده ی زیست محیطی، منابع زمینی و برنامه ریزی در سطوح مختلف، مورد استفاده قرار گیرد. در زمینه ی محیط زیست، این تکنیک می تواند در برآورد اثرات زیست محیطی که به نوعی

چالش‌ها و محدودیت‌های روش‌های موجود ترکیب:

بسیاری از مقالات پژوهشی به محدودیت‌های موجود در تکنیک‌های «ترکیب داده» اشاره نموده‌اند. مهم‌ترین مشکل قابل ذکر در این زمینه، ایجاد خطاهای موسوم به اختلاط رنگی ۱۲ می‌باشد. دیگر مسأله‌ی معمول در این خصوص این است که کیفیت عملیات ترکیب، اغلب بستگی به تجربه‌ی کاربر (پردازشگر) دارد. هم‌چنین کیفیت تا حدی وابسته به داده‌های مورد استفاده نیز می‌باشد. هنوز هیچ راه حل مؤثری جهت انجام

تصاویر طبقه بندی شده، افزایش حدود ۱۰ درصد در معیار صحت کلی تصاویر ترکیبی در مقایسه با هر یک از تصاویر اصلی مشاهده شد.

این تکنیک هم‌چنین قابل کاربرد برای مطالعات مربوط به منابع تجدیدناپذیر نظیر زمین‌شناسی و خاک‌شناسی است، جایی که هم دید کلی و هم دید جزئی پدیده‌ها، لازم و ضروری است.

به عنوان مثال؛ در مطالعه‌ای که ساراغلو و همکاران بر روی داده‌های چند طیفی III LISS، داده‌ی راداری ERS و داده‌ی پانکروماتیک IRSID-PAN انجام دادند،

نیاز به داده‌های دورسنجی دارند، مؤثر واقع گردد. مطالعاتی نظیر نظارت بر مناطق ساحلی، ژئومورفولوژی رودخانه‌ها و تهیه نقشه‌های بستر سیل از جمله آن‌هاست. در امر برنامه ریزی، با استفاده از بهره‌گیری از بارزسازی طیفی و مکانی که از طریق ترکیب داده فراهم می‌گردد کارآیی مطالعاتی نظیر تهیه‌ی کاربری اراضی و پوشش زمین افزایش می‌یابد.

مطالعات مربوط به منابع زمینی، شامل بررسی منابع تجدید شونده و غیر تجدید شونده می‌گردد. منابع تجدیدپذیر نظیر کشاورزی و جنگل داری، پیش از این به

جدول ۱: برخی کاربردهای تصاویر دورسنجی و نیازهای آن جهت ایجاد تصاویر ترکیبی

کاربردها	نیازها و خصوصیات داده‌ی مورد نیاز
نظارت زیست محیطی	وضوح بالای مکانی - تمامیت طیفی - داده‌های چند زمانی و پوشش تکراری مناطق
طراحی و برنامه ریزی	وضوح مکانی بالا و پوشش وسیع
کشاورزی	وضوح مکانی بالا - تمامیت طیفی - داده‌های چند زمانی و پوشش تکراری
جنگل داری	وضوح مکانی بالا - حفظ تمامیت طیفی - داده‌ها چند زمانی و پوشش تکراری
زمین شناسی	وضوح بالای مکانی - تنوع طیفی باندهای طیفی بین ۱،۶ تا ۲،۲ میکرومتر (مادون قرمز میانی)
کارتوگرافی (تهیه‌ی نقشه)	وضوح بالای مکانی و تنوع طیفی بالا

فرایند ترکیب برای داده‌های سنجنده‌های مختلف به دست نیامده که عاری از مشکل باشد. جهت کاهش اختلاط رنگی و بهبود کیفیت ترکیب، استراتژی‌های متنوعی ایجاد شده است که هر کدام مختص به یک روش ترکیب خاص یا قابل کاربرد برای یک مجموعه داده‌ی بخصوص است.

دلایل اختلاط رنگی

در تصاویر ماهواره‌ای جدید- به طور عمده سنجنده‌هایی که پس از ۱۹۹۹ در مدار قرار گرفته‌اند- یک دلیل اصلی برای اختلاف معنی دار رنگ در طی انجام عملیات ترکیب وسعت دامنه‌ی طول موج در تصاویر این سنجنده هاست (۹). برخلاف تصاویر

اقدام به ترکیب داده‌ها با الگوریتم‌های معمول نظیر تبدیل Brovey، مدل ضریبی، مدل شدت، جلا، اشباع و تبدیل مولفه‌های اصلی گردید. آن‌گاه اقدام به انتخاب نمونه‌های تعلیمی با طبقات شهری، مراتع، اراضی بایر، آب و بزرگراه شده و عمل طبقه بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال بر روی تصاویر ترکیبی انجام گرفت. پس از بررسی ماتریس، خطا و معیار صحت کلی و ضریب کاپا، ترکیب تصاویر LISS III و IRSID-PAN بیشترین صحت کلی برابر ۸۳/۲ درصد و کاپا برابر ۷۷/۶ درصد را با به کارگیری روش ترکیب شدت، جلا، اشباع حاصل نمود (۵).

طور گسترده‌ای از عکس‌های هوایی استفاده نموده‌اند و نیز می‌توانند از داده‌های ترکیبی دارای وضوح مکانی بالا و نیز حافظ تمامیت طیفی کامل، سود ببرند. محققانی نظیر وانگ و همکاران (۱۹۹۸) جهت بهبود و افزایش دقت طبقه بندی در تهیه‌ی نقشه‌ی تیپ جنگل از این تکنیک استفاده نموده‌اند (۸). در این مطالعه با به کارگیری یکی از الگوریتم‌های معمول ترکیب (تبدیل Brovey) باندهای چندطیفی سنجنده + ETM با باند پانکروماتیک سنجنده IRS ترکیب شده و سپس اقدام به طبقه بندی جنگل با کلاسه‌های تراکم و تیپ غالب گردید. پس از مقایسه‌ی ماتریس، خطای

جدول ۲: دامنه‌ی طیفی برخی سنجنده‌های پانکروماتیک

سنجنده‌ی ماهواره‌ای	بازه‌ی طیفی (میکرومتر)
SPOT 1,2,3 (HRV)	۰/۵۱-۰/۷۳
SPOT 5 (HRG)	۰/۵۱-۰/۷۳
IRS IC-ID (PAN)	۰/۵-۰/۷۵
LANDSAT 7 (ETM+)	۰/۵۲-۰/۹۰
IKONOS	۰/۴۵-۰/۹۰
QUICKBIRD	۰/۴۵-۰/۹۰

بحث و نتیجه‌گیری

تصاویر چند طیفی و پانکروماتیک به عنوان یک منبع مهم جهت کسب اطلاعات مکانی در مقیاس وسیع تلقی می‌شوند. کاربرد جهت تفسیر بصری، طبقه‌بندی رقومی و ایجاد ترکیبات رنگی سه هدف عمده از ایجاد تصاویر ترکیبی به شمار می‌روند. بسته به هدف و کاربرد، کاربران ممکن است هر یک از این سه هدف را دنبال نمایند. هم‌اکنون تکنیک‌های ترکیبی داده، ابزارهای موثری جهت تهیه‌ی اطلاعات تصویری مورد نیاز، جهت هر یک از این کاربردها فراهم نموده و روش آماری جدید هم نتیجه‌ی مناسبی در به حداقل رساندن اختلاط رنگی، حداکثرسازی جزئیات و نمایش رنگ‌ها در حالت طبیعی از خود نشان داده است (۹).

علاوه بر این، در تحقیقاتی نظیر مطالعه‌ی سان و همکاران (۶) و چنگ و همکاران (۳) با استفاده از مدل‌های مبتنی بر بارز سازی لبه‌ها ۱۵ اقدام به ترکیب داده‌های چند طیفی با داده‌های پانکروماتیک که دارای تجلی بارزتری از لبه‌ی پدیده‌ها می‌باشند، نموده‌اند. این کار منجر به بالا رفتن توان تفسیر بصری تصاویر ترکیبی و نیز افزایش در معیارهای بیان صحت طبقه‌بندی شد به نحوی که در مطالعه‌ی سان و همکاران افزایش میزان ضریب کاپا از ۰/۵۲ در طبقه‌بندی داده اصلی IRS-IC به ۰/۷۵ در

تصاویر رقومی حل می‌کند. روش جدید به دو دلیل با روش‌های معمول ترکیب تصاویر متفاوت است:

۱- این روش حداقل مربعات ۱۳ را جهت مکان‌یابی ارزش‌های خاکستری ۱۴ پیکسل‌های باندهای طیفی تحت ترکیب و هم‌چنین برای اختصاص تک‌تک باندها به نتایج ترکیب جهت کاهش اختلاط رنگی به کار می‌گیرد.

۲- این روش مجموعه‌ای از روابط آماری را جهت برآورد رابطه، بین ارزش‌های خاکستری تمامی باندهای ورودی جهت حذف مشکل وابستگی به مجموعه‌ی داده و نیز جهت تمام خودکار نمودن فرایند ترکیب به کار می‌برد. با این عمل تاثیر تنوع داده‌ی تحت ترکیب از جهت اختلاف در وضوح مکانی به حداقل خواهد رسید و داده‌هایی از سنجنده‌های متفاوت بدون ایجاد مشکلات مربوط به اختلاط رنگی، قابلیت ترکیب با یک‌دیگر را دارا خواهند بود.

در مقایسه با رنگ تصویر اصلی چند طیفی؛ رنگ تصویر ترکیبی برای تمام پدیده‌ها ثابت و بدون تغییر باقی می‌ماند. در خصوص جزئیات مکانی، تمامی ویژگی‌های مکانی تصویر پانکروماتیک به طور کامل به تصویر ترکیبی انتقال می‌یابد و نیز به دلیل وجود باندهای طیفی متنوع، پدیده‌ها در تصویر ترکیبی واضح‌تر از تصویر اصلی آشکار می‌گرداند (۹ و ۱۰).

پانکروماتیک سنجنده‌های SPOT و IRS دامنه‌ی طول موج استفاده شده در ماهواره‌های جدید از محدوده‌ی مرئی تا مادون قرمز را در بر گرفته است. این تفاوت در طول موج به نحو چشم‌گیری ارزش‌های خاکستری تصاویر جدید را تغییر داده است. بنابراین تکنیک‌های معمول ترکیب که در ترکیب داده‌های پانکروماتیک قدیمی با سایر تصاویر چند طیفی موفق بوده‌اند در ترکیب داده‌های جدید با مشکلاتی روبرو می‌شوند. در نتیجه‌ی توجه به حل مشکلات حاصل از ترکیب داده‌های جدید جهت بهبود برخی تکنیک‌ها نظیر IHS و PCT گام‌های مؤثری برداشته شده است ولی به هر ترتیب، این مشکل هنوز در بسیاری موارد آشکار بوده و کیفیت ترکیب تصاویر چند سنجنده‌ای را تا حدی منوط به مجموعه‌ی داده‌ی مورد استفاده یا تجربه‌ی مفسر می‌نماید.^۸

روش جدید ترکیب تصاویر (ژانگ ۲۰۰۴):

یک روش جدید ترکیب تصاویر، روشی مبتنی بر روابط آماری، هم‌اکنون تحت الحاقیه PANSARP از نرم‌افزار PCI ارایه و اعمال می‌شود (۹ و ۱۰). این روش نتایج امیدوار کننده‌ای برای ترکیب تصاویر سنجنده‌های جدید نظیر ETM+ و ONOS-IK ارایه داده است. در این الحاقیه، ترکیب، تحت یک فرایند یک مرحله‌ای انجام می‌گیرد. در صورتی که تصاویر چند طیفی و پانکروماتیک با هم زمین مرجع و منطبق گردند، تحت این الحاقیه می‌توان عملیات نمونه برداری مجدد و ترکیب تصاویر را در یک گام به انجام رساند. در این تکنیک تمامی باندهای چند طیفی را می‌توان در یک زمان تحت ترکیب قرار داد. هم‌چنین می‌توان ترکیب را به تنهایی بر روی باندهای انتخابی کاربر انجام داد.

این روش دو مساله اصلی شامل اختلاط رنگی ایجاد شده و وابستگی به مفسر و مجموعه‌ی داده‌ی مورد استفاده را در ترکیب

Fusion of Multisensor Remote Sensing Data: Assessing the Quality of Resulting Image. Proceedings of ISPRS XXth. 5p.

6- Sun, W., Heidt, V., Gong, P., and Xu, G. (2003) Information Fusion for Rural Land- Use Classification With High Resolution Satellite Imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 8 p.

7- Wald, L. (2002). Data Fusion: Definitions and Architectures. Less Presses de l' Ecole des Mines, Paris.

8- Wang, G., Halopainen, M., Lakkarienen, E. (1998). Data Fusion of Landsat TM and IRS Images in Forest Classification. Proceedings of Integrated Tools in Forest inventory. Idaho, USA, 10p.

9- Zhang, Y. (2002). A New Automatic Approach for Effectively Fusing Landsat 7 as Well as IKONOS Images. Proceedings of IEEE/IGARSS. Toronto, Canada, 3p

10- Zhang, Y. (2004). Understanding Image Fusion. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. June 2004, 5p.

11- Zhou, J., Civco, D.L., and Silander, J.A. (1998). A Wavelet Transform Method to Merge Landsat TM and SPOT Panchromatic Data. International Journal of Remote Sensing, 19 (4), 743-757pp.

پاورقی

- 1- Remote Sensing Technology
- 2- Data Fusion
- 3- Pan Sharpening
- 4- Data Merging
- 5- Color Composite
- 6- visual Interpretation
- 7- Spatial Resolution
- 8- Instantaneous Field of View
- 9- Spectral Resolution
- 10- Geographical Information Systems
- 11- Multiplicative Models
- 12- Color Distortion
- 13- Minimum square
- 14- Gray Values
- 15- Edge Enhancement

منابع

۱- لطیفی، ۱۳۸۳. معرفی تکنیک‌های Data fusion و کاربرد آن در مطالعات دورسنجی. سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران. ۴۹ صفحه.

2- Carter, D.B. (1998). Analysis of Multiresolution Data Fusion Techniques. Thesis Submitted for MS.c in Geography. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 54p.

3- Cheng, P., Toutin, T. and Tom, V. (2002). Orthorectification and Data Fusion of Landsat 7 Data. 7p.

4- Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W. (1987). Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley and Sons. New York.

5- Saroglu, E., Bektas, F., Musaoglu, N., and Goksel, C.

داده‌ی ترکیبی مشاهده شد (۶).

با توجه به آن چه گذشت، می‌توان گفت که با عطف به هزینه‌های بالای دسترسی به اطلاعات و تصاویر با وضوح مکانی بالا و نیز محدودیت‌های طیفی این تصاویر که در متن به آن اشاره شد، یکی از کاراترین و با صرفه‌ترین راه‌های فراروی کاربران و مفسران، استفاده از پتانسیل مکانی بالای داده‌های پانکروماتیک و توان طیفی بالای داده‌های چند طیفی است. این امر بخصوص در مطالعات مربوط به مدیریت منابع طبیعی نظیر جنگل‌ها و مراتع رخ می‌نماید؛ جایی که استفاده از تکنیک‌های ترکیب تصاویر با وضوح مکانی متفاوت و ایجاد تصاویر رقومی با توان تفکیک طیفی و مکانی بالا به مفسران اجازه می‌دهد با دقت و اطمینان بهتری اقدام به تهیه نقشه‌های حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای نموده و نظارت بر گسترده‌ی منابع طبیعی را در دوره‌های زمانی مختلف بهبود بخشند. به یقین ایجاد نقشه‌های تپ جنگل یا نقشه‌های حاکی از تغییرات سطوح جنگل و مرتع در دوره‌های زمانی گوناگون با در اختیار داشتن تصاویر با پتانسیل و توان تفسیری بالا با دقت بهتری میسر خواهد بود.

پیشنهادها

با توجه به پیشرفت روزافزون و رویکرد استفاده از این تکنیک در مطالعات دورسنجی، امید می‌رود در مراکز تحقیقاتی و اجرایی کشور کاربرد داده‌های چند سنجنده‌ای و ترکیب آن تبدیل به جزیی جدانشدنی از عملیات پردازش تصاویر ماهواره‌ای گردد. در مواردی نیز اقدام به تهیه و کاربرد مدل‌های منطقه‌ای - محلی ترکیب داده، می‌تواند نتایج رضایت بخشی در برداشته باشد، مساله‌ای که در گام اول نیازمند کسب اطلاعات تئوریک در مورد اساس تشکیل الگوریتم‌های ترکیب تصاویر می‌باشد.