اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

بهبود کشف و حذف پوشش گیاهی در ابرنقاط حاصل از تصاویر التراکم XP با استفاده از باند مادون قرمز به منظور تولید مدل رقومی ارتفاعی

مریم ویسی[1*]، فاطمه رحیم‌پور[2] ، مهدی مدیری[3] ،حمید عنایتی[4]

۱- کارشناس ارشد فتوگرامتری، دانشکده نقشه برداری، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
۲- کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده‌ی محیط زیست و انرژی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر
۴-کارشناس ارشد فتوگرامتری، دانشکده نقشه برداری، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

برای ایجاد مدل رقومی ارتفاعی از ابر نقاط متراکم، یکی از عوارض طبیعی مهم که باید حذف شود پوشش گیاهی است. شناسایی و تشخیص کامل پوشش گیاهی از سایر عوارض زمینی در تصاویر رنگی به سادگی امکان پذیر نیست. در تصاویر هوایی التراکم XP، باند مادون قرمز به عنوان یکی از چهار باند اصلی تصویر، برای شناسایی پوشش‌های گیاهی ارائه شده است. این باند می‌تواند برای محاسبه شاخص NDVI استفاده و جایگزین باند قرمز شود. ابر نقاط متراکم از تصاویر پوششی ترکیب شده با باند مادون قرمز نزدیک و نیز تصاویر پوششی ترکیب شده با شاخصNDVI به کمک تکنیک‌های پیشرفته تناظریابی حاصل شد. بافت تصویری ابر نقاط با استفاده از تکنیک قطعه بندی تصویر بر مبنای روش CIE Lab، قطعه بندی شد و نقاط مربوط به پوشش گیاهی از سایر نقاط جدا شد. در نهایت مشاهده شد که در روش ترکیب باندی با شاخص NDVI به دلیل نزدیکی رنگ بافت سایه و پوشش گیاهی، سایه نیز به همراه پوشش گیاهی در یک کلاس قطعه بندی شد که باعث حذف بی دلیل این نقاط می شود در صورتیکه در روش ترکیب باندی با باند مادون قرمز نزدیک، پوشش گیاهی به طور کامل و مجزا در یک کلاس قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از این تصاویر به جای تصاویر رنگی نقش موثری در جداسازی نقاط مربوط به پوشش گیاهی از نقاط سایه و سایر عوارض مشابه و سطح زمین داشته است.

واژه‌های کلیدی : تصاویر التراکم XP ، ابر نقاط، مدل رقومی ارتفاعی،NDVI, پوشش گیاهی

نویسنده مکاتبه کننده : مریم ویسی
آدرس پستی : تهران-خیابان شریعتی-خیابان معلم
تلفن : ۰۹۳۵۵۰۸۹۰۴۱
آدرس پست الکترونیک : v_mary1390@yahoo.com

۱- مقدمه

تغییر شکل زمین ماهیتاً پدیده ای ۳بعدی است. بنابراین مطالعه این پدیده بصورت تغییر شکل ۲ بعدی (تغییر شکل مسطحاتی) و یا ۱بعدی (تغییر شکل ارتفاعی) می‌تواند. مدل رقومی ارتفاعی یکی از مهمترین محصولات فتوگرامتری رقومی است که در کاربردهای بسیاری مانند ایجاد شیب منطقه، مدل هیدرولوژی و کاربردهای محیطی، شهری و منطقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد[۱] . اخیراً با پیشرفت‌های صورت‌گرفته در طراحی دوربین‌های رقومی، عکس‌های هوایی دارای رزولوشن‌های مکانی و رادیومتریک بالایی هستند. همچنین با پیشرفت تکنیک‌های تناظریابی امکان تولید ابر نقاط متراکم از تصاویر پوشش‌دار هوایی با دقت بالایی فراهم شده‌است. یکی از امتیازات این محصولات دقت بالای آنها در نمایش کوچکترین جزئیات سطح زمین و به همراه داشتن اطلاعات بافت تصویر علاوه بر مختصات سه بعدی برای هر نقطه است که می‌تواند برای تولید اتوماتیک مدل رقومی ارتفاعی مورد استفاده قرار گیرد.

ابر نقاط حاوی اطلاعاتی مانند پوشش گیاهی، ساختمان و سایر عوارضی است که برای ایجاد مدل رقومی ارتفاعی باید حذف شوند. مطالعات بسیاری برای کشف و حذف عوارض از ابر نقاط صورت گرفته است. Feng و همکاران با استفاده از ترکیب روش شیب‌مبنا و رشد ناحیه‌ای، مناطق شهری را از ابر نقاط لایدار حذف نمودند[۲]. polat و همکاران از الگوریتم شبکه نامنظم مثلثی TIN[1] برای حذف مناطق شهری از ابر نقاط خام استفاده نمودند و تکنیک های انترپولاسیون را برای تولید سطح نهایی به کار بردند[۳]. پوشش‌های گیاهی به خصوص درختان از دیگر عوارضی هستندکه مانع رسیدن به سطح طبیعی زمین می‌شوند. حذف پوشش‌های گیاهی همانند ساختمان‌ها از جمله چالش‌هایی است که در تولید DEM باید مورد توجه قرار گیرد. در مقاله پیشین پوشش گیاهی منطقه، با استفاده از روش قطعه‌بندی بافت تصویری ابر نقاط از سطح زمین تشخیص داده شد. مشکل اساسی در این حالت عدم تمایز سایه از پوشش گیاهی بود. این موضوع باعث شد که برای جداسازی نقاط سایه از پوشش گیاهی، ارتفاع آنها نیز با هم مقایسه و در نهایت در مورد سایه و پوشش گیاهی بودن آنها تصمیم‌گیری شود[۴].

بافت پوشش‌های گیاهی با روش‌های مختلفی قابل تمایز از سایر بافت‌های تصویری است. شاخص گیاهی اختلاف نرمال شده که به اختصار NDVI نامیده می‌شود یکی از مشهورترین شاخص‌ها برای شناسایی بافت پوشش گیاهی در تصاویر است.

مطالعات متعددی در شناسایی عوارض و استخراج آنها از ابر نقاط صورت گرفته که از شاخص NDVI برای شناسایی و حذف پوشش گیاهی استفاده نموده اند. Bandyopadhyay و همکاران در مقاله خود از شاخص NDVI به همراه داده‌های لایدار برای استخراج پوشش گیاهی و ساختمان استفاده نموده‌اند[۵]. Ioannidis و Maltezos از شاخص NDVI برای شناسایی و حذف پوشش گیاهی به منظور استخراج و بازسازی ساختمان‌ها از ابر نقاط لایدار استفاده نموده اند[۶]. با توجه به مطالعات صورت گرفته در این مقاله هدف شناسایی و حذف پوشش گیاهی از ابر نقاط حاصل از تناظریابی متراکم است. برای این منظور دو روش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در روش اول از شاخص گیاهی یا NDVI برای شناسایی محدوده‌های پوشش گیاهی استفاده می‌شود و در روش دوم باند مادون قرمز نزدیک جایگزین باند قرمز شده و تصویر از ترکیب باندی مادون قرمز نزدیک، سبز و آبی بدست می‌آید.

چارچوب مقاله به این صورت دنبال می شود که در فصل دوم مباحث نظری تحقیق بیان می‌گردد. مواد و روش ارائه شده در مورد موضوع مورد مطالعه در فصل سوم توضیح داده خواهد شد و فصل چهارم به بیان نتایج تجربی می‌پردازد و در نهایت نتیجه گیری و پیشنهادات برای مطالعات آینده در فصل پنجم بیان می‌شود.

[1] Triangular Irregular Network

۲- مباحث نظری

دوربین التراکم XP جانشین التراکم D است که در سال ۲۰۰۸ ارائه شده است و پیشرفته‌ترین دسترسی‌ها به تکنولوژی سنسور را دارد. ابعاد این تصاویر ۱۷۳۱۰ در عرض و ۱۱۳۱۰ در جهت پرواز است که می‌تواند ۳ سانتی‌متر فاصله نمونه زمینی یا به اصطلاح GSD[۲] در ارتفاع ۵۰۰ متری را تهیه نماید. فاصله کانونی این سنسور ۱۰۰ میلی‌متر برای باند پانکروماتیک و ۳۳ میلی‌متر برای باند رنگی است. عملکرد رادیومتریکی سنسورهای جدید ۶ میکرومتر در ۶ میکرومتر پیکسل سایز است. [۷]. نمایش چندبانده یکی از مهمترین امتیازات دوربین‌های دیجیتال در مقایسه با فریم است. دوربین التراکم XP پنج باند طیفی را ارائه می‌دهد که عبارتند از باند پانکروماتیک با رزولوشن بالا و چهار باند طیفی که عبارتند از قرمز، سبز، آبی و مادون قرمز نزدیک. این خاصیت مانند پلی است که فاصله بین فتوگرامتری و سنجش از دور را از بین می‌برد[۸]. خاصیت چند بانده تصاویررقومی در دوربین‌های پیشرفته به کاربر این امکان را می‌دهد تا از قابلیت‌های ترکیب باندی که برای کشف و شناسایی عوارض در تصاویر چند بانده سنجش از دوری مورد استفاده است، در این نوع تصاویر هوایی نیز بکار گیرند.

نوآوری‌های اخیر در الگوریتم‌های تناظریابی بطور قابل‌ملاحظه‌ای کیفیت داده ارتفاعی که به صورت اتوماتیک از تصاویر هوایی تولید می‌شوند را بهبود بخشیده‌اند. تناظریابی سه بعدی مرسوم، که بیشتر از دو دهه قبل معرفی شده‌اند، معمولا از الگوریتم‌های بر مبنای عارضه پیروی می‌کنند. این الگوریتم‌ها ابتدا نقاط عارضه را استخراج و سپس عارضه متناظر را در تصویر پوشش‌دار آن جستجو می‌کند[۹]. محدودیت برای تناظریابی نقاط انتخاب شده درصد اطمینان بالایی را به وجود می‌آورد ولی تناظریابی بر مبنای عارضه برای اجتناب از مشکلاتی که به واسطه منابع محاسباتی محدود ایجاد می‌شوند معرفی شد. در مقابل الگوریتم‌های استریو جدید با هدف متراکم‌سازی، به صورت پیکسل مبنا تناظریابی می‌کنند؛ به این وسیله ابر نقاط سه بعدی و مدل‌های سطح رقومی در یک رزولوشن تولید می‌شوند که متناظر با فاصله نمونه برداری زمینی تصاویر اصلی هستند. ابر نقاط تولید شده با این روش یکی از مناسب ترین منابع برای تولید مدل رقومی ارتفاعی است؛ برای این منظور کافیست پوشش گیاهی و عوارض ساخته دست بشر را که نباید در مدل رقومی ارتفاعی وجود داشته باشد شناسایی و حذف نمود.

یکی از مهم‌ترین روش‌های تشخیص پوشش گیاهی استفاده از باند مادون قرمز نزدیک است زیرا کلروفیل موجود در ساختار گیاهان قادر است نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز را منعکس سازد. برای این منظور شاخص‌های مختلفی نظیر NDVI معرفی شده‌اند. بر روی این شاخص فاکتورهای زیادی نظیر ساختار گیاهی، اثرات متقابل با تاج پوشش گیاهی، ارتفاع گیاه، ترکیب گونه‌ای، سلامتی و شادابی گیاه، توپوگرافی و ارتفاع مؤثر می‌باشند[۱۰]. این شاخص مناسب برای شناسایی انواع گونه‌های گیاهی نیز است. شاخص گیاهی NDVI از فرمول (۱) بدست می‌آید.

$$NDVI = (nIR - R)/(nIR - R) \quad (۱)$$

این شاخص این واقعیت را بیان می‌کند که پوشش گیاهی زیستی بطور مشخص مقادیر زیادی در رنج مادون قرمز نزدیک دارد، در حالی که در رنج طیفی قرمز مقادیر بسیار پایین‌تری را ثبت می‌کند. این خاصیت در هیچ کلاس دیگری از اشیا اتفاق نمی‌افتد و راه مناسبی برای شناسایی پوشش گیاهی است.

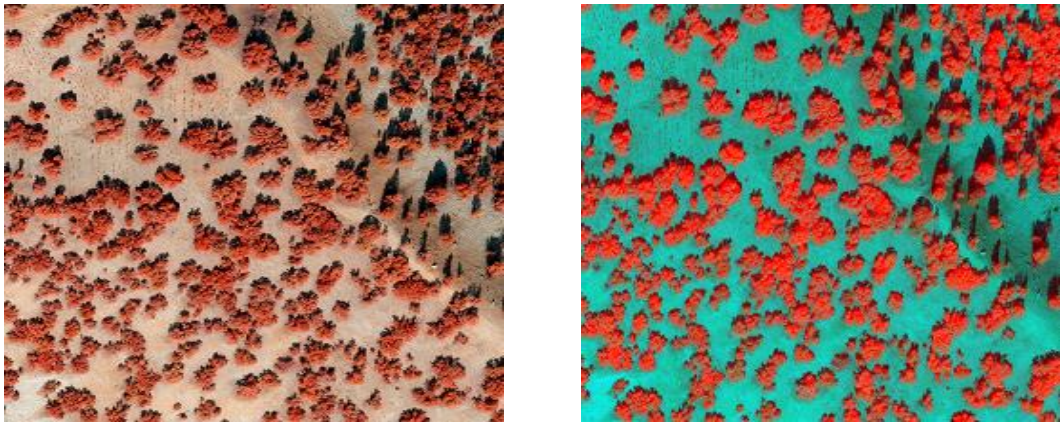
۳- مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده شهر یاسوج قرار دارد که دارای پوشش گیاهی پراکنده است. به طور کلی برای مشخص کردن پوشش گیاهی در تصاویر به صورت بارز از سایر پدیده‌ها دو روش مورد بررسی قرار گرفت. در روش اول بنابر

[2] Ground sample distance

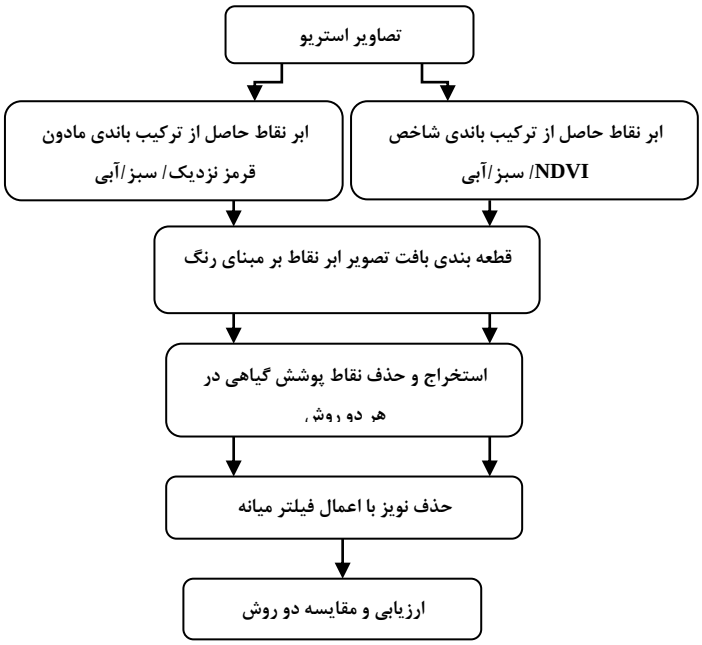
خاصیت انعکاسی متمایز پوشش گیاهی در باند مادون قرمز نزدیک، یکی از باندها با باند مادون قرمز نزدیک جایگزین شد. در این حالت باند قرمز با این باند جایگزین شد و تصویر ترکیب باندی به صورت مادون قرمز نزدیک، سبز و آبی بدست آمد.

در روش دوم برای تشخیص و تمایز بافت پوشش گیاهی نسبت به سایر عوارض از شاخص NDVI استفاده شد و تصویر بدست آمده از این شاخص با باند قرمز جایگزین شد و تصویر ترکیب باندی به صورت باند NDVI، سبز و آبی تهیه گردید. شکل (۱) تصاویر حاصل از ترکیب باندی‌های نام‌برده را نمایش می‌دهد و شکل (۲) فلوچارت روند مراحل انجام کار را بیان می‌کند.



(ب) (الف)

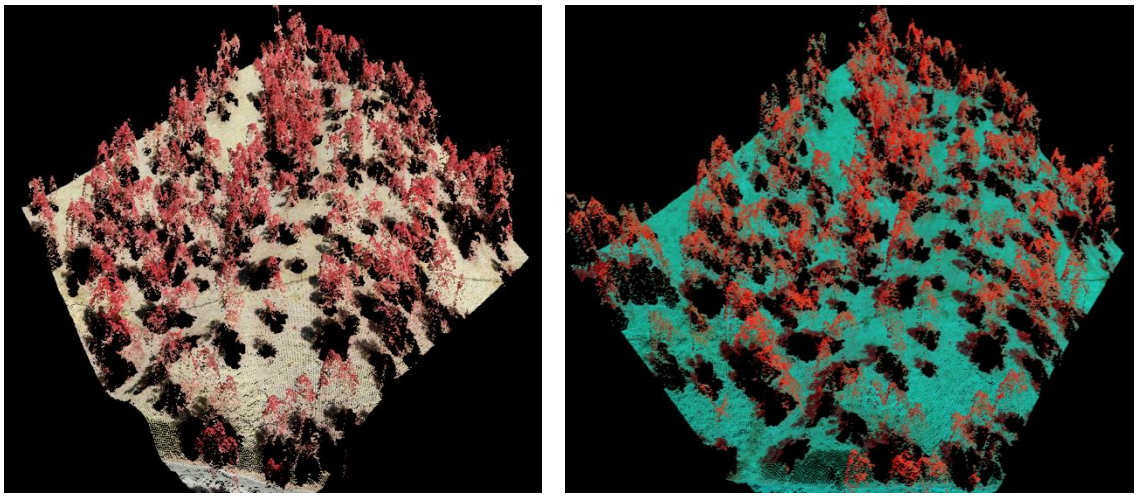
شکل۱: الف- تصویر حاصل از ترکیب باندی با شاخص NDVI، ب- تصویر حاصل از ترکیب باندی مادون قرمز نزدیک



شکل۲: فلوچارت روند اجرای کار

همان‌طورکه در فلوچارت ارائه شده در شکل(۲) دیده می‌شود، مرحله دوم تولید ابر نقاط با استفاده از این تصاویر است. ابر نقاط حاصل از تناظریابی متراکم از تصاویر پوشش‌دار با فاصله نقاط ۲۰ سانتی‌متری و به کمک نرم‌افزار MATCH-T تهیه گردید. یکی از مهمترین خصوصیات ابر نقاط در این حالت همراه داشتن بافت تصویری علاوه بر مختصات است.

با توجه به این خاصیت، ابرهای نقاط حاصل از دو نوع تصویر پوشش‌دار ذکر شده دارای دو نوع بافت مختلف هستند. شکل (۳) ابر نقاط حاصل را نمایش می‌دهد.



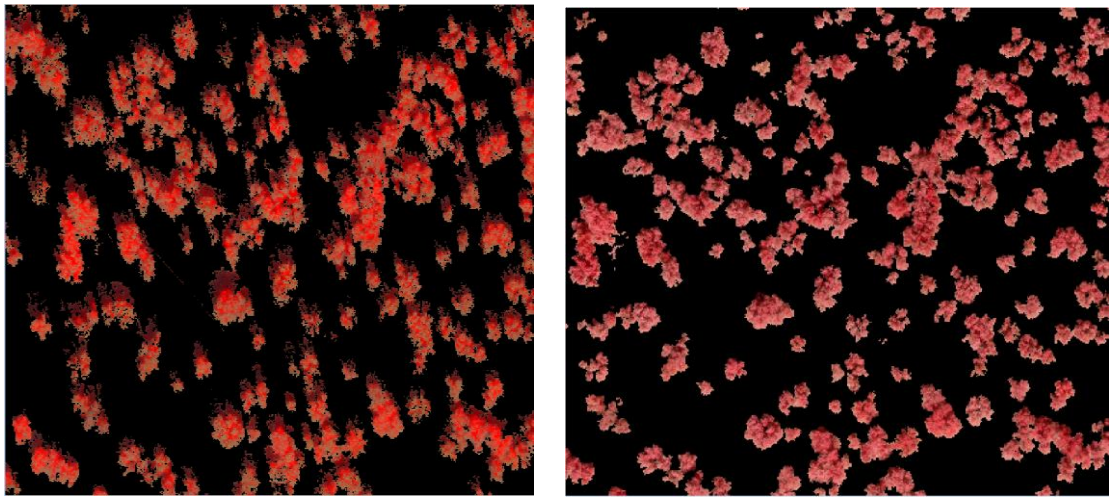
(ب) (الف)

شکل۳: الف- ابرنقاط حاصل از ترکیب باندی با شاخص NDVI، ب- ابر نقاط حاصل از ترکیب باندی مادون قرمز نزدیک

همان‌طورکه در شکل(۳) مشاهده می‌شود، پوشش گیاهی در این ابر نقاط به صورت نقاط ارتفاع‌دار مشخص شده‌اند و سایه‌ها ارتفاعی برابر با ارتفاع سطح زمین دارند. این موضوع نشان می‌دهد که بافت تصویری به خوبی می‌تواند پوشش گیاهی را در ابر نقاط شناسایی نماید و در صورتی‌که بتوان این ناحیه‌ها را از روی بافت متمایز نمود، می‌توان نقاط ارتفاعی مربوط به آنها را از ابر نقاط حذف و به سطح طبیعی زمین دست یافت. برای این منظور بعد از بازسازی بافت تصویری از روی ابر نقاط، با روش قطعه‌بندی بر مبنای رنگ CIE Lab ، محدوده پوشش گیاهی از سایر عوارض موجود در منطقه جداسازی می‌شود.

قطعه‌بندی بر مبنای رنگ CIE Lab رنگ‌ها را به فضای رنگی L*a*b می برد، که در این حالت L معرف روشنایی، a معرف لایه رده‌بندی طیفی که رنگ‌هایی که در فضای قرمز-سبز قرار می‌گیرند را مشخص می‌کند و b معرف لایه رده‌بندی طیفی است که رنگ‌هایی که در فضای آبی-زرد قرار می‌گیرد را مشخص می‌کند. بعد از وارد شدن به این فضا هر پیکسل با استفاده از قانون نزدیک‌ترین همسایگی کلاسه‌بندی می‌شود و در نهایت به هر پیکسل بر چسب مربوط به کلاس رنگی مخصوص به خود را برازش می دهد[۱۱].

شکل(۴) تصاویر حاصل از قطعه‌بندی هر دو بافت تصویری را نشان می‌دهد. همان‌طورکه در شکل مشاهده می‌شود، تصویر حاصل از قطعه‌بندی بافت ابر نقاط در حالتی که از ترکیب باندی مادون قرمز نزدیک استفاده شده است، تنها خود پوشش گیاهی را نشان می دهد درصورتی‌که تصویر (ب) که حاصل از قطعه‌بندی بافت ابر نقاط با ترکیب باندی NDVI است، به دلیل نزدیکی کنتراست بین بافت سایه و بافت پوشش گیاهی نه تنها پوشش گیاهی را جدا نموده بلکه در قسمت‌هایی سایه‌ها را نیز به همراه آن در یک کلاس قرار داده است.



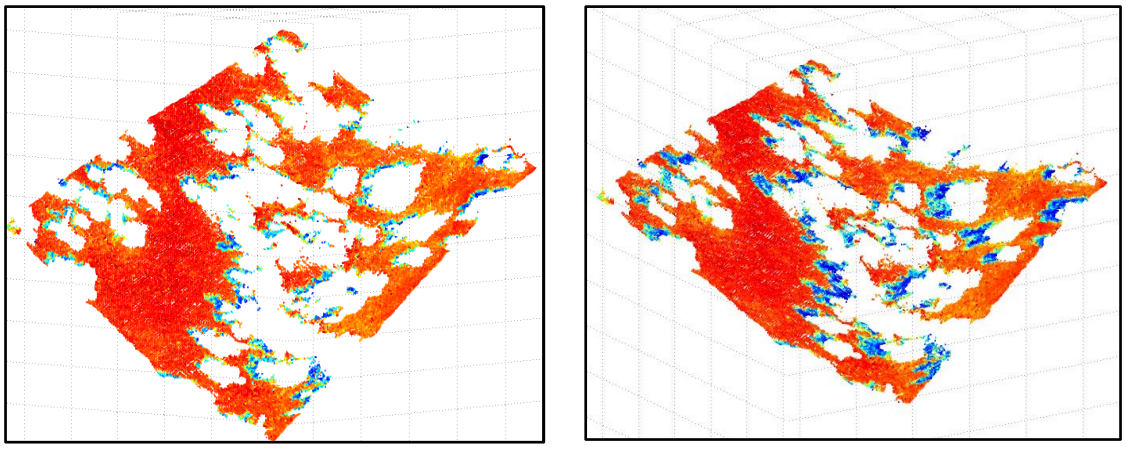
(ب) (الف)

شکل۴: الف- تصویر قطعه بندی شده پوشش گیاهی از ترکیب باندی مادون قرمز نزدیک. ب- تصویر قطعه بندی شده پوشش گیاهی از ترکیب باندی NDVI

در مرحله بعد نقاط مربوط به کلاس پوشش‌های گیاهی که با کمک روش قطعه‌بندی تشخیص داده شدند، حذف می‌گردد و در انتها به منظور اصلاح ارتفاع نقاطی که در اطراف محدوده‌های پوشش گیاهی وجود دارد و ممکن است به دلیل عدم تشخیص الگوریتم تناظریابی به عنوان نقطه ارتفاع‌دار شناسایی شود از فیلتر میانه استفاده می‌شود. فیلتر میانه این نقاط را که بعد از حذف پوشش گیاهی همانند نویز در اطراف محدوده نقاط حذف شده وجود دارند به ارتفاع نقاط سطح زمین می‌رساند.

۴- ارزیابی عملی نتایج

در بخش قبل با استفاده از بافت تصویری و جداسازی و قطعه‌بندی پوشش گیاهی ابر نقاط مربوط به درختان شناسایی و از زمین بدون عارضه حذف شد. شکل(۵) ابر نقاط را بعد از حذف پوشش گیاهی نشان می‌دهد.



(ب) (الف)

شکل۵: الف- ابر نقاط بعد از حذف پوشش گیاهی با استفاده از قطعه بندی مادون قرمز نزدیک. ب- ابر نقاط بعد از حذف پوشش گیاهی با استفاده از قطعه بندی NDVI.

در شکل (۵) نتایج بدست‌آمده نشان داده شده است. قسمت‌های قرمز در هر دو تصویر نشان دهنده نقاط موجود در سطح زمین و قسمت‌های آبی نشان‌دهنده نقاط مربوط به بافت سایه درختان بر روی سطح زمین است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود نقاط مربوط به سایه درختان دارای ارتفاع صحیح زمینی است. در شناسایی وحذف پوشش گیاهی

یکی از مهمترین مسائل، حفظ نقاط صحیحی است که در قسمت‌های اطراف پوشش گیاهی و از جمله سایه ها وجود دارد. مشکلی که در تصاویر رنگی با سه باند قرمز و آبی و سبز وجود داشت عدم تمایز صحیح بین سایه و پوشش گیاهی بود که منجر به حذف نقاط صحیح سایه‌ها از ابر نقاط می‌شد. همان‌طورکه در شکل(۵) نشان داده شده است نیز ابر نقاط حاصل از حذف پوشش گیاهی با ترکیب باندی مادون قرمز به خوبی نقاط صحیح سایه ها را حفظ نموده است. این در حالتی است که ابر نقاط حاصل از حذف پوشش گیاهی با ترکیب باندی NDVI تا حدودی نقاط صحیح سایه‌ها را نیز از بین برده است. این موضوع نشان می‌دهد جایگزینی باند مادون قرمز با یکی ازباندهای مرئی نتایج بهتری در تفکیک پوشش گیاهی و نیز حذف نقاط مربوط به آنها در ابر نقاط ارائه می‌دهد.

۵- نتایج و پیشنهادات

در این مقاله هدف شناسایی و حذف پوشش گیاهی در ابر نقاط حاصل از تصاویر هوایی پوشش‌دار در منطقه‌ای با پوشش گیاهی پراکنده است. در این حالت برای جداسازی پوشش گیاهی از سایر عوارض در روش اول از باند مادون قرمز نزدیک به عنوان یکی از باندهای اصلی و در روش دوم از تفاوت نرمال شده شاخص پوشش گیاهی به عنوان یکی از باندهای اصلی استفاده شد. در مرحله بعد ابر نقاط با استفاده از این تصاویر تهیه گردید و بافت تصویری الحاق شده به نقاط ارتفاعی قطعه‌بندی گردید. ارزیابی این دو روش نشان داد که استفاده از روش جایگزینی باند مادون قرمز نزدیک با یکی از باندهای اصلی به دلیل حفظ نقاط صحیح سایه‌ها نتایج بهتری نسبت به حالت جایگزینی شاخص NDVI با یکی از باندهای اصلی ارائه می‌دهد. همچنین این روش از حالت استفاده از تصویر با سه باند اصلی نیز نتایج بهتری دارد. این نتایج انگیزه‌ای برای استفاده از این روش در جداسازی و کشف ابر نقاط پوشش گیاهی در سایر مناطق مانند مناطق شهری و نیز مناطق با بافت متراکم تر می‌گردد که می‌تواند چهارچوب مطالعات آینده را تشکیل دهد.

مراجع

[1] G. T. Rober, J. R. Steven, S. R. Schill, S. R. Schuckman, “Creation of Digital Terrain Models Using an Adaptive Lidar Vegetation Point Removal Process” , Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vo68, pp.1307-1315, 2002.

[2] Y. Feng,Z. Ji-xian, Z. Li, “Urban Dem Generation From Airborn LiDAR Data”, Urban Remote Sensing Joint Event, 2009.

[3] N. Polat, M. Uysal, A. S. Toprak,“An Investigation Of DEM Generation Process Based On LiDAR Data Filtering, Decimation, and Interpolation Methods For An Urban Area ”, Measurement, Vo75, pp.50-56, 2015.

[4] H. Enayati, M. Veissy, F. Rahimpour, “Design a filter to detect and remove vegetation from Ultra-cam-x aerial images’ point cloud to produce automatically digital elevation model”, presented at the SMPR, Kish Island, 2015.

[5] M. Bandyopadhyay, J. A. N. Van Aardt, K. C. Nikelson. “Classification and Extraction of Trees and Buildings From Urban Scenes Using Discrete Return LiDAR and Aerial Color Imagery”, Laser Radar Technology and Application, Vo18731, pp. 51-59, 2013.

[6] E. Maitezos, C. Loannidis, “Automatic Detection of Building Points From LiDAR and Dense Matching Point Clouds”, ISPRS Annals of the Photogrammetry,Remote Sensing and Spatial Information Sciences , Vo11-3/W5, 2015.

[7] F. Leberl, M. Gruber, M. Ponticelli, A Wiechert, “The Ultracam Story”, LIDAR, SAR and Optical Sensors for Airborne and Spaceborne Platforms, Melbourne, Australia, 2012.

[8] N Haala, ”The Landscape of Dence Image Matching Algorithms”, Stuttgart, 2013.

[9] F. Mohamad Yari, , “Assessment crop yield estimation methods by using satellite images and ground observation”, Science-Research Quartery of Geographical Data(SEPEHR), Vo23,No92, pp. 23-34, 2015.

[10] C. Heipke, “ Performance and State of the art of Stereo Processing”, Proceeding of the 44rd

Photogrammetric Week, Stuttgart, 1993.

[11] S. Bansal, D. Aggarwal, “Color Image Segmentation Using CIE Lab Color Space Using Colony Optimization”, International Journal of Computer Applications, Vo29, NO.9, pp.415-420, 2011.