

دوین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

The 2nd National Conference on
Geospatial Information Technology (NCGIT)

K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering

18 January 2017



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی نقشه برداری

۱۳۹۵ دی ۲۹

تشخیص راه‌های سالم و تخریب شده ناشی از زلزله با استفاده از داده لیدار

عماد الدین حسینی زبردو^{۱*}، حیدر راستی ویس^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری، دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران
۲- استادیار دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران

چکیده:

آشکارسازی راه‌های تخریب شده و سالم و ارزیابی درجه‌ی تخریب راه‌ها یکی از اساسی‌ترین قسمت‌های امداد و نجات بعد از وقوع زلزله می‌باشد. آگاهی سریع و دقیق از موقعیت راهها و میزان تخریب راه‌ها اطلاعات ارزشمندی برای امداد و نجات و عملیات بازسازی پس از وقوع زلزله در اختیار ما می‌گذارد. هدف از این تحقیق ارائه و پیاده‌سازی یک روش اتوماتیک به منظور تشخیص جاده‌های سالم از غیر سالم با استفاده از تصویر به دست آمده از ابر نقطه‌ای لیدار بعد از حادثه می‌باشد. در روش پیشنهادی، ناحیه‌ی جاده‌ها به ۲ کلاس طبقه‌بندی، و با استخراج تصویفگرهای بافتی هارالیک و یک باند از تصویر لیدار به دست آمده از ابر نقطه‌ای لیدار فضای توصیف ناحیه‌ی راه‌ها ایجاد شد، و در گام بعدی با استفاده از الگوریتم ماشین بردار فضای توصیف به دو کلاس آوار و سالم طبقه‌بندی شد. در این تحقیق، جهت ارزیابی روش پیشنهادی، از ابر نقطه‌ای لیدار بعد از زلزله سال ۲۰۱۰ هایتی و نقشه قبیل از زلزله استفاده شد. الگوریتم بر روی منطقه‌ای به ابعاد 328×2712 m² به دست آمده از الگوریتم ماشین بردار ۹۳٪ درصد و ضریب کاپا ۸۵٪ درصد گزارش شد. الگوریتم پیشنهادی بر روی ۳۳ جاده اعمال شد، که طبق نقشه مرجع از این تعداد ۱۶ جاده مسدود شده و ۱۷ جاده سالم گزارش شده است که الگوریتم پیشنهادی از این تعداد ۱۷ جاده را سالم و ۱۶ جاده را مسدود شده تشخیص داده است.

واژه‌های کلیدی: نقشه تخریب، جاده سالم، جاده مسدود، زلزله، داده لیدار، طبقه‌بندی.

نویسنده مکاتبه کننده: عmad al-din Hosseini Zibrdoo

آدرس پستی:

تلفن:

آدرس پست الکترونیک: emadhosseini@ut.ac.ir

۱- مقدمه

در طول زندگی بشر بلایای طبیعی همواره موجب تهدید جان، مال و زندگی انسان‌ها بوده است، که در این بین زلزله یکی از این موارد خاص می‌باشد، که وقتی در منطقه‌ای رخ می‌دهد، خسارات جبران ناپذیری از لحاظ مالی، جانی، امنیتی و فرهنگی به آن منطقه زلزله‌زده وارد می‌شود. در هنگام وقوع زمین‌لرزه مهمترین و بیشترین محدوده‌ای از شهر که مورد اصابت زلزله قرار می‌گیرد، ساختمان‌ها می‌باشد، که به تبع آن راه‌ها دچار تخریب و خسارت می‌شوند، به گونه‌ای که هر چقدر تخریب وارد به ساختمان‌ها بیشتر به همان اندازه راه‌ها دچار خسارت می‌شوند، علاوه بر این راه‌ها به طور مستقیم بر اثر زلزله و رانش زمین دچار شکستگی و تخریب می‌شوند، این تخریب می‌تواند ناشی از آوار ساختمان‌ها در سطح راه یا حضوری از درختان شکسته و ماشین‌های از کار افتاده در محدوده راه باشد. به همین خاطر آگاهی سریع و دقیق از موقعیت راه‌های تخریب شده و تعیین و تشخیص میزان خسارت راه‌ها اطلاعات ارزشمندی را در اختیار نیروهای امداد و نجات برای کمک رسانی به آسیب دیدگان قرار می‌دهد. این اطلاعات به صورت نقشه تخریب راه‌ها تولید می‌شود. نقشه تخریب حاوی اطلاعاتی از قبل سالم بودن و ناسالم بودن راه و همچنین درجه تخریب راه را نشان می‌دهد. هدف از این تحقیق ارایه و پیاده‌سازی یک الگوریتم جهت تعیین اتوماتیک میزان تخریب ناشی از راه‌ها با استفاده از تصویر لایدار بعد از حادثه می‌باشد. در ادامه، مقاله در چند بخش ارائه شده که پس از بررسی اجمالی تحقیقات پیشین، روش پیشنهادی در چند بخش توضیح داده شده و در آخر نتایج مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

تحقیقات زیادی در زمینه تهیه نقشه تخریب بعد از زلزله در سه دهه اخیر ارائه شده است. به‌طور کلی، بیشتر این تحقیقات به منظور بهبود امداد رسانی بعد از زلزله بوده است، که در ادامه مرور مختصراً بر روی تحقیقات تهیه نقشه تخریب راه‌ها از نظر خواهد گذشت.

در روش صمدزادگان و همکاران، داده‌های مورد استفاده نقشه قبل از زلزله و تصاویر QuickBird بعد از زلزله بم می‌باشد. در این مقاله، از اطلاعات طیفی و بافتی برای تعیین عوارض سطح راه شامل سایه، اشیاء اضافی، پوشش گیاهی و انسداد با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی بهدست آمدند، که در نهایت بر مبنای میزان وجود این عوارض در سطح راه نسبت به مسدود یا سالم بودن این راه تصمیم‌گیری شده است^[۳]. در روش لی و همکاران، درجات تخریب را براساس ترافیک قابل عبور در سه سطح تعریف کرد. در این مقاله ابتدا با استفاده از اختلاف راه‌های قبل و بعد از زلزله راه‌های آسیب‌دیده شناسایی و قطعه‌بندی شدند، که با استفاده از الگوریتم رشد ناحیه‌ای به قسمت‌های کوچکتری تقسیم شدند. در نهایت با استفاده از پنج شاخص طول، عرض، مساحت بلوک، تعداد بلوک‌های تخریب و تعداد بلوک‌ها با تخریب کامل برای ارزیابی سه سطح تخریب استفاده شد. مزیت این روش در تعیین سطحی از درجه تخریب می‌باشد، که تعداد سطوح تخریب مناسب و باعث کمک به امداد رسانان در سطح منطقه می‌شود^[۴]. در تحقیق Kawamura و همکاران، داده‌های مورد استفاده تصاویر ماهواره spot_5 باشد، که برای تعیین خسارت ناشی از زلزله سال ۲۰۰۴ Niigata-ken Chuetsu با استفاده از شاخص NDVI و آنالیز بافت اقدام به تعیین خسارتی از جاده و راه آهن کرد، همچنین با استفاده از تجزیه و تحلیل جی‌ای‌اس مبتنی بر هزینه (تابع فاصله وزن هزینه) مسیرهای حمل و نقل اضطراری تعیین شد. این رویکرد می‌تواند در تصمیم‌گیری فوری بعد از حادثه و در تشخیص وسعتی از حادثه مفید باشد^[۵].

در روش حقیقت طلب و همکاران، داده‌های مورد استفاده برای ارزیابی شرایان‌های حیاتی تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالای QuickBird، قبل و بعد از زلزله بم، و داده‌های برداری قبل از زلزله می‌باشد. در تحقیق حقیقت طلب، هدف ارائه روشی جدید برای شناسایی خودکار و ارزیابی راه‌های آسیب‌دیده در مناطق شهری بر اساس روش‌های طبقه‌بندی شی‌گرا می‌باشد، که با استفاده از روش تقسیم‌بندی اقدام به استخراج ناحیه تصویر می‌کند.

سپس طبقه‌بندی با استفاده از نزدیک‌ترین همسایگی با استفاده از اطلاعات بافتی انجام می‌گیرد و سپس یک سیستم استنتاج فازی برای ارزیابی خسارت جاده پیشنهاد شده است. در پایان، جاده‌ها به درستی به عنوان جاده‌های مسدود شده و سالم برچسب گذاری شدند، و درنهایت بررسی تصویری ازنتایج بدست آمده نشان می‌دهد، که نتایج بدست آمده موثر است [۶]. در روش گنگ و همکاران، داده مورد استفاده تصاویر ماهواره‌ای سنجش از دور و نقشه قبیل از زلزله می‌باشد، که در ابتدا با استفاده از طبقه‌بندی شیئگرا بر روی تصویر بعد از حادثه، راه‌های مناسب شناسایی و با روی هم انداختن نقشه و تصویر طبقه‌بندی شده پولیگون راه را ایجاد کرده، که این پلیگون به معنای تصویر قبل از حادثه می‌باشد، و درنهایت با تفربیت تصویر و پلیگون‌ها از هم، مناطق تخریب‌شده را مشخص کردند. از معايب این روش می‌توان به این دو مورد اشاره کرد -۱- از سیستم فازی در سطح تصمیم‌گیری استفاده نشده است -۲- این روش تنها در مناطقی که عریض و دارای پیچیدگی نباشد جوابگو است [۷].

Liu و همکاران، از تصاویر ماهواره‌ای spot و تصاویر هوایی بدون سرنشین از شهر لوشان چین اقدام به تشخیص جاده و تعیین خسارت جاده‌ای کردند. در این مطالعه روشی شیگرا برای تشخیص جاده و تعیین خسارت جاده‌ای ناشی از زلزله با استفاده از ویژگی مصنوعی تصاویر و ترکیب با اطلاعات برداری قبل از زلزله استفاده شده است. روش با بهره‌گیری از شکل‌های موثر، بافت، شاخص فضایی، برای از بین بردن اشیاء غیرجاده‌ای می‌پردازد، و پس از آن اطلاعات هندسی و توصیفی مانند: طول، عرض، مساحت، نسبت خسارت، موقعیت خسارتی از جاده خسارت دیده، محاسبه می‌شود. با ثبت جاده برداری قبل از حادثه و نتایج طبقه‌بندی، سرانجام تکنیک‌ها در استخراج بخش جاده‌ای خسارت دیده برای منطقه wenchuan به کار گرفته می‌شود. نتیجه نشان می‌دهد، که این روش می‌تواند به بهبود سرعت و بهره‌وری از تشخیص آسیب جاده کمک کند [۸]. Wang و همکاران، برای تعیین و ارزیابی خسارت ناشی از زلزله از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا استفاده کردند. در این روش ابتدا خط مرکزی جاده‌ها با استفاده از سید پوینت‌های (seed point) از قبل تعیین شده استخراج می‌شوند. پس از آن ویژگی‌هایی از قبیل روشتایی جاده، انحراف استاندارد، مستطیلی و نسبت، به شکل یک مدل اگاهی انتخاب می‌شود. درنهایت، تحت هدایت مرکزی جاده، جاده‌ها پس از فاجعه استخراج شده و جاده‌های آسیب دیده با استفاده از مدل دانشی که تعیین شد، شناسایی می‌شوند. در این تحقیق از تصاویر بعد از حادثه world view¹ از شهر حادثه دیده wenchuan_chin که در تاریخ ۱۵ می ۲۰۰۸ مورد اصابت زلزله قرار گرفت، استفاده شده است. در این تحقیق، (۹۰% a¹p²) و (۸۵% a³p⁴) موفقیت این روش را در تشخیص و ارزیابی جاده‌های خسارت دیده نشان می‌دهد. یکی از مزیت‌های این روش این است، که به طور قابل توجهی نیاز به داده‌های سنجش از دور قبل از حادثه را کاهش می‌دهد [۹].

در تحقیق Sghaier و همکاران، داده‌های مورد استفاده تصاویر ماهواره‌ای 1 GeoEyes قبل و بعد از زلزله از شهر Port-Prince می‌باشد. در تحقیق Sghaier، هدف ارائه روشی جدید برای شناسایی استخراج سریع جاده‌های آسیب دیده بر اساس روش‌های تقسیم‌بندی شیگرا می‌باشد. آقای Sghaier در ایتدای کار شبکه جاده‌ها را از تصاویر قبل و بعد از زلزله استخراج کرد. سپس یک تقسیم‌بندی چند مقیاس بر اساس wavelate و watershade بر روی سطح جاده‌ها بعد از حادثه را انجام داد، و نتیجه را با اطلاعات بافتی تلفیق کرد، و در گام بعدی با استفاده از الگوریتم KLD اقدام به مقایسه و تشخیص تغییرات می‌کند. سرانجام از تئوریه دمپستر شافر برای درجه عضویت هر شی به کلاس مورد نظر در سطح تصمیم گیری استفاده می‌کند. مزیت این روش ۱- استفاده از الگوریتم موجک در کنار الگوریتم حوضه بندی می‌باشد، که ضعف الگوریتم حوضه بندی را در محاسبات مربوط به شبیه که نسبت به نویز حساس است را می‌پوشاند. ۲- استفاده از طبقه بندی DST در بالا بردن دقت طبقه بندی، از جمله معايب این روش می‌توان به ارائه ندادن یک نقش تخریب جامع اشاره کرد [۱۰].

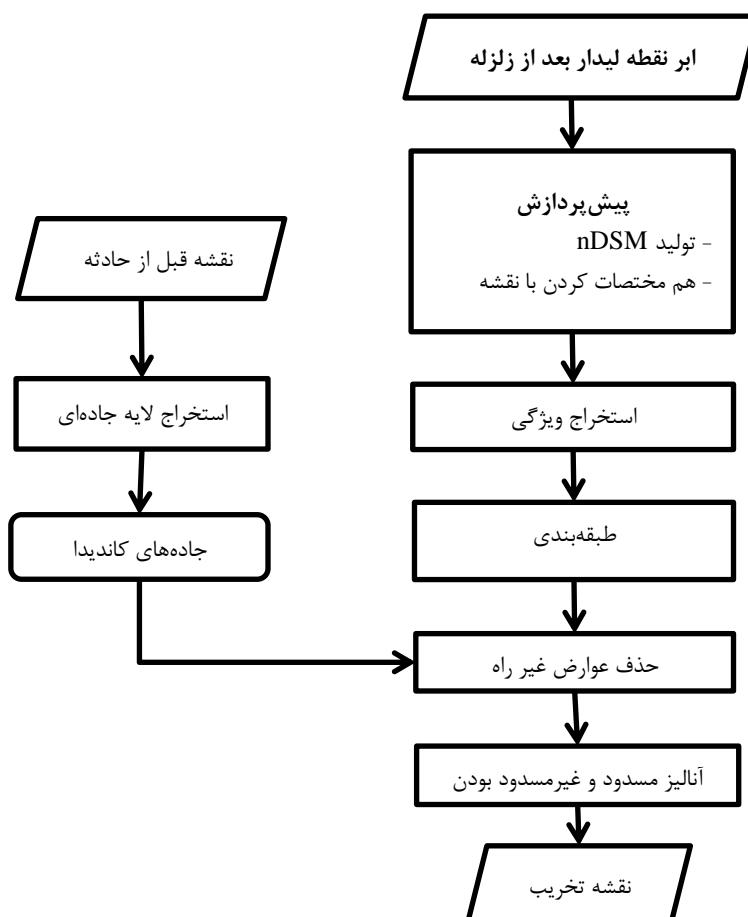
¹ producer's accuracy
² user's accuracy

۳- تعیین راههای تخریب شده ناشی از زلزله

روش‌های تعیین راههای تخریب شده ناشی از زلزله را می‌توان در سه دسته آنالیز بافت و آنالیز آشکارسازی تغییرات دسته‌بندی کرد که در رابطه با وجود سایه در تصاویر ماهواره‌ای بعد از حادثه می‌توان گفت که اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با تخریب راهها در اختیار ما می‌گذارد، به گونه‌ای که وجود سایه در سطح راه نشان‌دهنده‌ی میزان سالمی راه می‌باشد. در مورد دوم می‌توان گفت بافت یکی از مولفه‌های قوی در تشخیص مناطق آسیب‌دیده از سالم می‌باشد، به گونه‌ای که مناطق آسیب‌دیده بافت خشن‌تر و نامنظم‌تر نسبت به مناطق سالم دارند. در مورد آخر می‌توان به آنالیز آشکارسازی تغییرات اشاره کرد که یکی از آنالیزهای مهم در تشخیص راههای سالم از آسیب‌دیده می‌باشد، که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای قبل و بعد از حادثه اختلافات موجود در یک شی یا عارضه مشخص می‌شود.

۴- روش پیشنهادی

در این مقاله روشی جدید برای ارائه‌ی نقشه‌ی تخریب بر اساس داده لیدار بعد از زلزله ارائه شده است. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌کنید، ابتدا در مرحله پیش‌پردازش بهبود کیفیت تصویر و هم‌مختصات نمودن تصویر و نقشه انجام می‌شود. در مرحله بعد، پس از استخراج توصیفگرها باقی از تصویر بعد از زلزله و طبقه‌بندی با روش ماشین بردار عوارض مختلف در تصویر تشخیص داده می‌شوند. در گام بعدی با حذف بلوک ساختمان‌ها از تصویر بعد از زلزله و استخراج راههای کاندیدا از خروجی طبقه‌بندی وضعیت راهها از نظر سالم و یا مسدود بودن ارزیابی شده و در نهایت نقشه‌تخریب راهها تهیه می‌گردد. در ادامه جزئیات هر کدام از مراحل از نظر خواهد گذشت.



شکل ۱: فلوچارت روش پیشنهادی برای تعیین جاده‌های سالم از غیر سالم

۱-۴- پیش‌پردازش

در مرحله‌ی پیش‌پردازش اولین مرحله ساخت DSM از ابر نقطه‌ای لیدار است که در این مرحله یک تصویر گردید از ابر نقاط لیدار ساخته می‌شود. در گام دوم DSM منطقه را از DTM منطقه کم کرده و به nDSM مورد مطالعه رسید. همچنین در این مرحله تصویر لیدار بعد از حادثه و نقشه قبل از حادثه با هم، هم مختصات می‌شوند.

۲-۴- استخراج توصیفگرهای

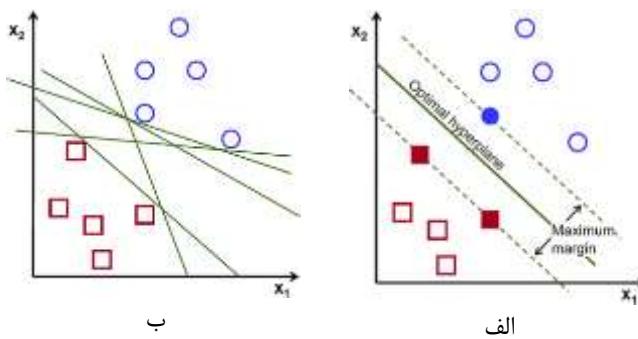
در این تحقیق از توصیفگرهای بافتی جهت تشخیص راههای سالم از غیر سالم و میزان تخریب راهها استفاده شده است. توصیفگرهای بافتی در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل توصیفگرهای بافتی هارالیک می‌باشد. روش‌های مختلفی برای آشکارسازی بافت در تصاویر ماهواره‌ای وجود دارد، که می‌توان از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های ساختاری، روش‌های آماری، روش‌های مبتنی بر مدل و روش‌های تبدیل اشاره کرد. یکی از روش‌هایی که به طور مکرر از آن برای آشکارسازی ویژگی‌های بافتی استفاده می‌شود Co- occurrence matrices می‌باشد، از این نظر که توانایی بالایی در نشان دادن وابستگی مکانی درجات خاکستری تصویر دارد. در این مقاله تعدادی از ویژگی‌های بافت از ماتریس GLCM استخراج شده است، از این بین هشت توصیفگر هارالیک از تصویر لیدار بعد از حادثه توسط ماتریس GLCM بدست آمده است. ماتریس هم اتفاق برای اولین بار در سال ۱۹۷۳ توسط هارالیک پیشنهاد شد [۱].

جدول ۱: استخراج توصیفگرهای با استفاده از ماتریس هم اتفاق [۱]

روابط ریاضی	توصیفگرهای
$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1 + (i - j)^2}$	هموچنیتی
$\mu = \frac{\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}}{N^2}$	میانگین
$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (-\ln P_{i,j})$	انتروپی
$\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (j - \mu_j)^2 * P_{i,j}$	واریانس
$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} i - j $	بی‌شباهتی
$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (i - j)^2$	کانتراست
$\sum_i^{N_g-1} \sum_j^{N_g-1} \frac{(i - \mu)(j - \mu) P[i, j]}{\sigma^2}$	کورولیشن
$\mu_2 = \frac{\sum_{i,j=0}^{N_g-1} (I(i, j) - \mu)^2}{n-1}$	مرتبه دوم

۴-۳- طبقه‌بندی به روش ماشین بردار

الگوریتم SVM در سال ۱۹۶۳ که توسط Vladimir Vapnik و Corinna Cortes ابداع شد [۲] و توسط برای حالت غیرخطی تعمیم داده شد [۲]. SVM برای تفکیک دو کلاس از هم از یک ابر صفحه‌ای جداکننده استفاده می‌کند. به گونه‌ای که فاصله این ابر صفحه‌ای از دو کلاس از هر طرف بیشترین فاصله باشد. به این صفحه، ابر صفحه‌ای جداکننده بهینه گویند. در شکل ۲ تصویر خط جدا کننده بین دو کلاس فرضی نشان داده است.



شکل ۲- ابر صفحه جداکننده بین دو کلاس. الف: ابر صفحه‌ای جداکننده بهینه. ب: ابر صفحه‌های جداکننده

فرض کنید n نمونه آموزشی و دو کلاس داریم به گونه‌ای که برای هر نمونه می‌توان رابطه $x_i \in \mathbb{R}^p$, $y_i \in \{-1, 1\}_{i=1}^n$ را نوشت. که در این رابطه x_i یک بردار حقیقی و y_i خروجی هر کلاس برای نمونه آموزشی i است. و هدف پیدا کردن ابر صفحه‌ای جداکننده بهینه‌ای است، که دو کلاس مورد نظر را از هم جدا می‌کند. به گونه‌ای که معادله ابر صفحه‌ای جداکننده بهینه را می‌توان به شکل $w \cdot x - b = 0$ نوشت. و برای دو کلاس مورد نظر روابط زیر می‌باشد.

$$w \cdot x - b = 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$w \cdot x - b = 0 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$w \cdot x - b = -1 \quad \text{رابطه (۳)}$$

در رابطه‌های بالا اگر y برابر یک باشد. نمونه مورد نظر به کلاس اول تعلق می‌گیرد. و اگر y برابر -۱ باشد، نمونه مورد نظر به کلاس دوم تعلق می‌گیرد. برای اینکه از ورود نقاط به حاشیه جلوگیری شود رابطه‌های (۱)، (۲) و (۳) را به شکل زیر می‌نویسند

$$w \cdot x - b \geq 1 \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$w \cdot x - b \leq -1 \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در نهایت دو رابطه (۴) و (۵) را می‌توان بصورت زیر نوشت

$$y_i (w \cdot x_i - b) - 1 \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$y_i (w \cdot x_i - b) \geq 1 - \xi_i \quad \text{رابطه (۷)}$$

با تبدیل رابطه‌های (۶) و (۷) در نهایت مسئله تعیین ابر صفحه به مسئله کمینه‌سازی رابطه $\min[\frac{|w|^2}{2} + C \sum_{i=1}^r \xi_i]$ تبدیل می‌شود.

در این رابطه پارامتر C پارامتر تنظیم در بهینه‌سازی نام دارد، و آن میزان نادرست بودن طبقه‌بندی را مشخص می‌کند. همچنین آن با مینیمم کردن $\text{w}^T \text{w}$ واستفاده از ضرایب لاغرانژ تعیین می‌شود [۲].

۴- حذف عوارض غیر راه

با توجه به اینکه در مرحله پیش‌پردازش داده‌ها، تصویر لیدار بعد از زلزله با نقشه هم مختصات شده است، لذا، امکان انتقال هر مختصات از نقشه به تصویر و بر عکس وجود دارد. پس از انجام این مرحله، نقاط ابتدا و انتهای هر کدام از راه‌ها از نقشه استخراج شده و با استفاده از اطلاعات زمین‌مرجع شدن تصویر و نقشه، موقعیت این نقاط بر روی تصویر تشخیص داده می‌شود. سپس با در نظر گرفتن فضای بافر به اندازه عرض راه، محدوده راه از تصویر طبقه‌بندی شده استخراج می‌شود.

۵- آنالیز مسدود و غیرمسدود بودن راه

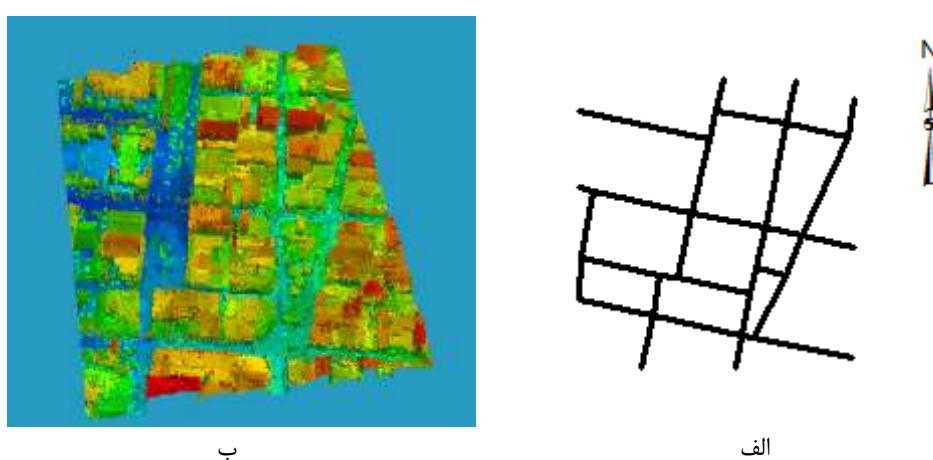
بعد از مرحله طبقه‌بندی تصویر با استفاده از الگوریتم SVM و حذف عوارض غیر راه اقدام به آنالیز مسدود و غیرمسدود بودن راه می‌کنیم. در این قسمت سطح راه به دو کلاس طبقه‌بندی شده است که کلاس اول شامل راه سالم و کلاس دوم شامل راه مسدود شده می‌باشد. در این تحقیق قسمتی از راه را که ماشین پوشانده است نشان‌دهنده سالم بودن آن قسمت از جاده می‌باشد، و در قسمتهایی از جاده که به کلاس‌های ساختمان، درخت و آوار تعلق دارد نشان‌دهنده انسداد جاده می‌باشد، و آنالیز مسدود بودن راه بر اساس میزان نسبت آوار موجود در سطح راه به کل مساحت راه به عنوان پارامتر مشخص کننده مسدود بودن راه در نظر گرفته شده است. بطوری‌که، اگر این درصد از مقدار مشخصی بیشتر باشد، راه به عنوان مسدود در نظر گرفته شده و در غیر این صورت راه سالم می‌باشد.

۶- تست و ارزیابی نتایج

در این تحقیق، الگوریتم پیشنهادی بر روی تصویر لیدار بعد از حادثه و نقشه قبل از حادثه از شهر port-au-prince اعمال شد، که در ادامه پس از معرفی منطقه مورد مطالعه نتایج بدست آمده بیان می‌شود.

۷- منطقه مطالعاتی

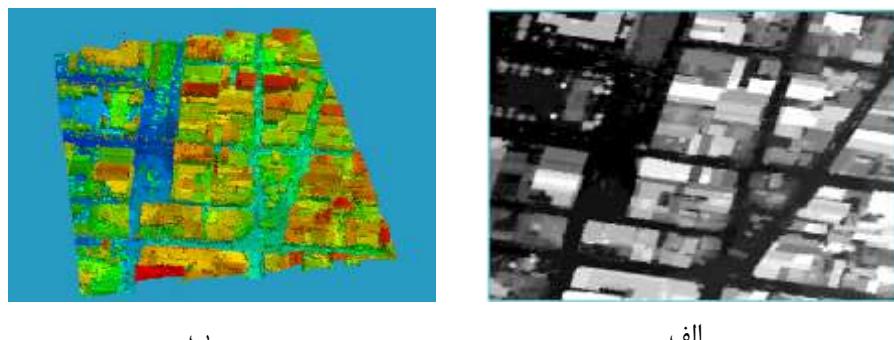
در این تحقیق، به منظور شناسایی راه‌های سالم از غیر سالم الگوریتم پیشنهادی بر روی داده لیدار بعد از حادثه پیاده‌سازی شد. قسمتی از داده لیدار به وسعت $328m \times 271m$ از شهر port_au_prince هایتی که در سال ۲۰۱۰ زلزله‌ای به قدرت ۷ ریشتر این شهر را لرزاند، ارزیابی و بررسی شد. در آخر ۳۳ جاده مورد بررسی قرار گرفت که نتایج در ادامه به اختصار بیان می‌شود.



شکل ۳. منطقه مطالعاتی الف: نقشه قبل از حادثه، ب: داده لیدار بعد از حادثه

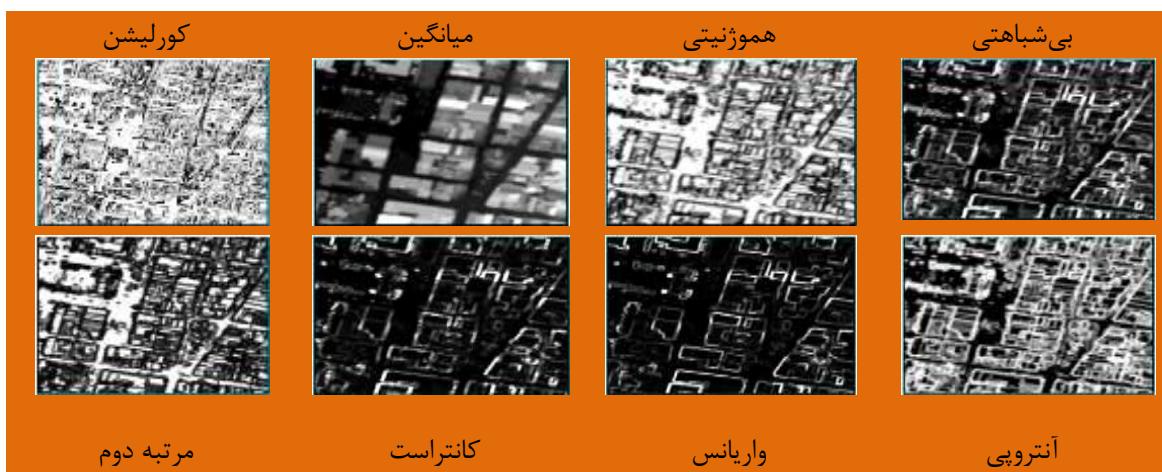
۱-۵- نتایج بدست آمده

در مرحله پیش‌پردازش اقدام به ساخت گرید تصویر از ابر نقطه‌ای لیدار کردیم که گرید بدست آمده در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل ۴. ساخت گرید تصویر الف: گرید تصویر از ابر نقطه‌ای، ب:داده لایدار بعد از حادثه

در گام بعد ویژگی‌های بهینه از تصویر لیدار بعد از حادثه استخراج شد که در این تحقیق، ۸ توصیفگر بافتی به همراه یک توصیفگر ارتفاعی لیدار استخراج شد، که در شکل ۵ توصیفگرهای بافتی نشان داده شده است.



شکل ۵. توصیفگرهای استخراج شده از تصویر لیدار بعد از حادثه

بعد از استخراج توصیفگرهای بافتی و طیفی از تصویر لیدار بعد از حادثه با استفاده از داده‌های آموزشی جمع‌آوری شده از تصویر لیدار بعد از حادثه اقدام به طبقه‌بندی تصویر با استفاده از ماشین بردار کردیم، که در این طبقه‌بندی عوارض موجود بر روی سطح راه به ۲ کلاس نواحی مسدود شده راه و نواحی سالم راه طبقه‌بندی شد. در اینجا، عوارضی مانند ساختمان، آوار و درخت به عنوان نواحی مسدود شده راه و سطح جاده و ماشین نیز به عنوان نواحی سالم راه در نظر گرفته شدند. که در این بین عوارض ماشین و جاده با همیگه ادغام و همچنین عوارضی مثل درخت و ساختمان و آوار نیز با همیگه ادغام شدند که در نهایت به دو کلاس آوار و جاده تبدیل شدند، در ادامه تصویر طبقه‌بندی شده و نتایجی از این طبقه‌بندی در شکل (۶) و جدول (۳) نشان داده شده است.



شکل ۶: تصویر طبقه‌بندی شده بعد از حادثه

جدول ۲: نتایج ماتریس خطا از طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم ماشین بردار

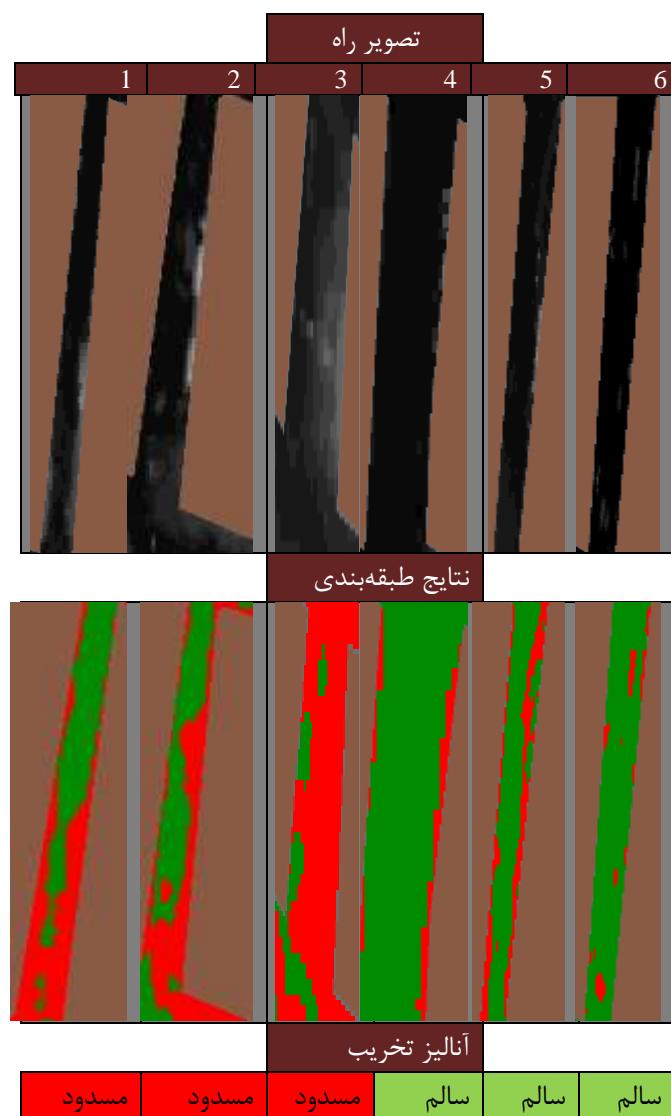
Confusion Matrix	Commission	Omission	Producer Accuracy	User Accuracy
آوار	۴/۰۷	۴/۷۴	۹۵/۲۶	۹۵/۹۳
جاده	۱۱/۵۹	۱۰/۰۵	۸۹/۹۵	۸۸/۴۱

پس از طبقه‌بندی تصویر لیدار به روش ماشین بردار و با توجه به زمین مرجع کردن تصویر و نقشه در مرحله پیش پردازش می‌توان قطعه راه از تصویر بعد از حادثه را استخراج کرد و میزان تخریب برای هر قطعه راه از تصویر را انجام داد. در شکل ۷ نتایج برای چند قطعه راه سالم و مسدود شده نمایش داده شده است.

در نهایت با اجرای الگوریتم پیشنهادی بر روی تصویر لیدار از ۳۳ راه موجود ۱۷ راه سالم و ۱۶ راه مسدود شده تشخیص داده شده است که در شکل ۹ به وضوح قابل مشاهده است.

۲-۵- بحث و ارزیابی

در این تحقیق پس از طبقه‌بندی به روش ماشین بردار و تشخیص راههای سالم از غیر سالم برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از ماتریس خطا استفاده کردیم در بالا در جدول (۲) ماتریس خطا بدست آمده از طبقه‌بندی تصویر لیدار بعد از حادثه نشان داده شده است. صحت کلی بدست آمده از الگوریتم ماشین بردار ۹۳/۷۴ درصد و ضریب کاپا ۸۵ درصد گزارش شد. الگوریتم پیشنهادی بر روی ۳۳ جاده اعمال شد، که طبق نقشه مرجع از این تعداد ۱۶ جاده مسدود شده و ۱۷ جاده سالم گزارش شده است که الگوریتم پیشنهادی از این تعداد ۱۷ جاده را سالم و ۱۶ جاده را مسدود شده تشخیص داده است. این موفقیت الگوریتم ماشین بردار را در تشخیص جاده‌های سالم از غیر سالم نشان می‌دهد. در آخر با مقایسه نتایج طبقه‌بندی با ارزیابی چشمی در مرحله تشخیص راهها، تمامی راهها در مرحله تست به درستی تشخیص داده شدند، که این نشان دهنده توانایی بالای الگوریتم ماشین بردار در ارزیابی و تشخیص راههای سالم از غیر سالم می‌باشد.



شکل ۷: تشخیص راه‌های مسدود شده و سالم توسط الگوریتم پیشنهادی



شکل ۹: نقشه تخریب بدست آمده با استفاده از الگوریتم پیشنهادی

۳-۵-نتیجه گیری و پیشنهادات

در این تحقیق الگوریتم پیشنهادی ماشین بردار بر روی تصویر لیدار بعد از حادثه که شامل ۳۳ جاده می‌شد اعمال شد از این تعداد جاده‌های سالم و غیرسالم به درستی تشخیص داده شدند این امر موفقیت الگوریتم ماشین بردار را در تشخیص جاده‌های سالم از غیر سالم بر روی تصویر لیدار بعد از حادثه نشان می‌دهد. در آخر صحت و دقت به دست آمده از طبقه‌بندی به جمع‌آوری داده‌های آموزشی توسط کاربر و به رزویشن تصویر و ویژگی‌های بهینه استخراج شده از تصویر بر می‌گردد، به همین دلیل هر چقدر این چند مقوله دارای کیفیت بالاتری باشند، صحت و دقت نیز افزایش می‌یابد. در ادامه دو مشکل اساسی در کار با تصویر لیدار با استفاده از الگوریتم پیشنهادی وارد بود که به تشریح بیان می‌شود.

در قسمت‌هایی که جاده شیبدار است، در این قسمت به دلیل اختلاف ارتفاع یک مانع ارتفاعی ایجاد می‌شود که این قسمت به عنوان آوار توسط الگوریتم تشخیص داده می‌شود، در نتیجه پیشنهاد می‌شود در کنار یک تصویر لیدار از یک تصویر طیفی به منظور رفع این مشکل استفاده شود.

در بعضی از قسمت‌های جاده، ماشین به دلیل ارتفاعی که دارد به عنوان آوار تشخیص داده می‌شود و به دلیل رزویشن تصویر در بعضی از این قسمت‌ها تفاوت آوار و ماشین مشخص نیست.

در آخر می‌توان به دو مورد از مزایای بسیار مهم لیدار نسبت به تصویر اشاره کرد

۱- اولین مورد می‌توان به حذف سایه در تصویر اشاره کرد به دلیل اینکه در این قسمت در بعضی موارد ابهام وجود داشت.

۲- دومین مورد می‌توان به اشتباه گرفتن سقف ساختمان‌های سالم با سطح جاده اشاره کرد که این مشکل در تصویر لیدار وجود ندارد.

مراجع

- [1] Gonzalez, Rafael C. Digital image processing. Pearson Education India, 2009.
- [2] Gunn, S. R. (1998). "Support vector machines for classification and regression." ISIS technical report 14.
- [3] Samadzadegan, F., and N. Zarrinpanjeh. "Earthquake destruction assessment of urban roads network using satellite imagery and fuzzy inference systems." The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences 37.B8 (2008): 409-414.
- [4] Li, Jun, et al. "Study on road damage assessment based on RS and GIS." Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2010 IEEE International. IEEE, 2010.
- [5] M. Kawamura, et al. "DISASTER DAMAGE DETECTION AND ITS RECOVERY SUPPORT SYSTEM OF ROAD AND RAILROAD USING SATELLITE IMAGES." International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science. Part 8(2010).
- [6] Haghatalab, A., et al. "Post-earthquake road damage assessment using region-based algorithms from high-resolution satellite images." Remote Sensing. International Society for Optics and Photonics, 2010.
- [7] Gong, Lixia, et al. "Road damage detection from high-resolution RS image." 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2012.
- [8] Xiaoli, Liu, et al. "Object-Oriented Remote Sensing Image Classification and Road Damage Adaptive Extraction." 2013 the International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering (RSETE 2013). Atlantis Press, 2013.

- [9] Wang, Jianhua, et al. "Knowledge-Based Detection and Assessment of Damaged Roads Using Post-Disaster High-Resolution Remote Sensing Image." *Remote Sensing* 7.4 (2015): 4948-4967.
- [10] Sghaier, Moslem Ouled, and Richard Lepage. "Road damage detection from VHR remote sensing images based on multiscale texture analysis and Dempster Shafer theory." *2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. IEEE, 2015.