

ارائه یک روش جدید مبتنی بر الگوریتم SMQT

به منظور بارسازی تصاویر هوایی

سیدمهدی یآوری^۱

زهرا عزیزی^۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۰۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۲۴

چکیده

عدم تابش یکنواخت نور بر عوارض، سبب کاهش میزان کنتراست در تصاویر هوایی شده و استخراج ویژگی‌های تصویر را مشکل می‌سازد. عدم نوردهی مناسب باعث کاهش کنتراست تصویر و تشکیل سایه یک عارضه بر عوارض دیگر می‌شود، در نتیجه سبب از بین رفتن اطلاعاتی در مورد رفتار، شکل، اندازه، الگو، بافت و تن عوارض شده و سبب فشردگی هیستوگرام تصویر در یک یا چند ناحیه خاص می‌شود. در این پژوهش از دو تصویر هوایی با تنوع عوارض پوشش گیاهی، خاک و دست‌ساخت بشر استفاده شد. در مرحله اول از روش پیشنهادی تحقیق حاضر، ابتدا الگوریتم SMQT بر تصویر اعمال گردید. این تبدیل با نشان دادن ساختار داده‌ها، ویژگی‌های Gain و Bias داده‌ها را حذف می‌کند. خروجی الگوریتم SMQT تصویر خاکستری می‌باشد. برای حفظ اطلاعات رنگی موجود در تصویر اصلی، تصویر RGB ورودی با تصویر حاصل از الگوریتم SMQT ادغام گردید. در مرحله دوم، تصحیح گاما به میزان ۰/۷ به کل تصویر اعمال شد. تصحیح گاما، فرآیندی است که برای تصحیح پاسخ قانون توان رخ می‌دهد. میزان تصحیح گاما در همه قسمت‌های یک تصویر یکسان نیست اما اعمال این تصحیح به صورت محلی و با استفاده از کرنل به ابعاد مشخص، سبب افزایش محاسبات و زمان می‌شود و در صورت وجود نویز در تصویر، انحراف شدید در میزان تصحیح به وجود می‌آورد. برای حل این مشکل، مجدداً بر روی تصویر به دست آمده از تصحیح گاما، الگوریتم SMQT اعمال شد. این عمل با فشردگی محدودی داینامیک رنج به وسیله کشش هیستوگرام تصویر، در قسمت‌هایی از تصویر که نیاز به تصحیح گاما نداشت، ساختار داده را بدون تغییر باقی گذاشت. خروجی حاصل از الگوریتم SMQT در مرحله دوم با تصویر حاصل از تصحیح گاما، ادغام شد. معیار شباهت ساختاری برای تصاویر ورودی به ترتیب برابر ۰/۴۳۵۲ و ۰/۴۱۶۱ و برای تصاویر پردازش شده برابر ۰/۸۳۷۲ و ۰/۸۴۰۱ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم SMQT، تصحیح گاما، ادغام تصویر، معیار شباهت ساختاری، هیستوگرام

۱- دانشجوی دکتری، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران besrik.yavari@gmail.com

۲- استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران (نویسنده مسئول) zazizi@srbiau.ac.ir

۱- مقدمه

در تصویربرداری هوایی، عواملی نظیر زمان تصویربرداری، دقت سنجنده نصب شده بر روی پهپاد، ارتفاع پرواز و سرعت پهپاد با اختیار کاربر براساس چک لیست‌هایی که از قبل درستی آن‌ها اثبات شده، انجام می‌شود، ولی وجود عوامل غیرقابل کنترل نظیر زاویه تابش خورشید، میزان ابر و مه، سرعت باد، میزان بازتاب رسیده به سنجنده، مکان، ارتفاع متفاوت و سرعت حرکت عوارض می‌تواند بر نوردهی تصویر تأثیر منفی گذاشته و باعث کاهش نسبت سیگنال به نویز شود. از طرف دیگر، برخی عوارض یا پدیده‌ها در تصویربرداری هوایی، نسبت به زمان متغیر می‌باشند و امکان تصویربرداری مجدد برای ثبت چنین عوارض یا پدیده‌هایی فراهم نیست. به همین دلیل با استفاده از تبدیلات ریاضی و آماری در روش‌های پردازش تصویر، سعی بر بهبود نسبت سیگنال به نویز می‌شود تا اطلاعات مناسب برای هر هدف از تصویر با شرایط نوری نامطلوب نیز استخراج شود. بارزسازی در تصاویر هوایی، به معنی ایجاد تغییر در ظاهر یک تصویر است، به نحوی که مفسر بتواند با استفاده از آن، اطلاعات مورد نیاز خود را بیشتر و بهتر از تصویر اصلی استخراج کند (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۳).

به دلیل فاصله‌ی زیاد زمین و خورشید، پرتوهای نور رسیده به عارضه، به صورت موازی فرض می‌شوند اما سایه‌ی عوارض در معرض اعوجاج پرسپکتیو قرار می‌گیرد. بنابراین زمانی که سایه در پس یک عارضه قرار گیرد، به تدریج از نقطه‌ی تماس خود با شیء، به سمت همگرایی میل می‌کند و زمانی که در جلوی شیء باشد، به واگرایی منجر می‌شود. با توجه به موقعیت ناظر، این پرسپکتیو ممکن است تشدید یا جبران شود (Huang and Bu, 2015). با توجه به عوارضی که در یک فریم تصویربرداری ثبت می‌شوند، تشدید یا جبران می‌تواند به صورت ناحیه‌ای یا کلی رخ دهد.

در صورتی که یک ناحیه از تصویر نوردهی مناسبی نداشته باشد، روش‌های محاسباتی پیچیده‌تر خواهد بود زیرا

این روش‌ها نباید در لبه‌ها، بر روی پیکسل‌هایی که نوردهی مناسبی دارند، تأثیر گذاشته یا از آن‌ها تأثیر بگیرند. Wu و Yang (۲۰۱۰) بهبود کنتراست را با یک الگوریتم پیشنهاد دادند که بر روی تصاویر چند قله عملکرد مطلوبی دارد. در مرحله اول، تصویر ورودی توسط یک فیلتر گاوسی با پارامترهای بهینه حل می‌شود. مرحله دوم، هیستوگرام اصلی را می‌توان با مقادیر مینیمم هر قسمت از هیستوگرام تصویر به مناطق مختلف تقسیم کرد. مرحله سوم، استفاده از روش پیشنهادی این پژوهش است.

باباپور و همکاران (۱۳۹۳)، خطای هندسی در دوربین‌های رقومی Ultracam را با استفاده از مدل ریاضی فوریه به کمک الگوریتم ژنتیک بهینه‌سازی نمودند. براساس نتایج حاصل، این مدل قادر است تا اعوجاجات چندگانه را با حداقل وابستگی و بهبود حدود ۳۰ درصد مدل‌سازی نماید.

مرتضوی (۱۳۹۴)، در پژوهشی اقدام به بهبود تصویر با روش متعادل‌سازی هیستوگرام زیر تصویر دو جزئی سطح برابر نمود. در ابتدا تصویر به دو زیر تصویر با سطح برابر براساس تابع چگالی احتمال اصلی آن تجزیه می‌شود. سپس دو زیر تصویر به ترتیب متعادل می‌شوند. در نهایت زیر تصویرهای پردازش شده به یک تصویر تبدیل می‌شوند. نتیجه شبیه‌سازی نشان می‌دهد که الگوریتم نه تنها تصویر را به‌طور مؤثر بهبود می‌دهد بلکه روشنایی تصویر اصلی را به اندازه‌ای که برای استفاده مستقیم در سیستم‌های ویدئویی مناسب باشد حفظ می‌کند.

در پژوهش Raju و Nair (۲۰۱۴)، یک الگوریتم منطق فازی جدید و الگوریتم مبتنی بر هیستوگرام برای افزایش تصاویر با کنتراست کم ارائه شد. این روش در مقایسه با روش‌های پیشرفته معمولی و دیگر روش‌های پیشرفته از لحاظ محاسباتی سریع است. براساس تجزیه و تحلیل عملکرد، آن‌ها ادعا نمودند که روش منطق فازی پیشنهادی برای تقویت کنتراست تصاویر رنگی با کنتراست کم مناسب می‌باشد.

حسن‌پور و اسدی (۱۳۹۵) روشی را برای پیش‌پردازش

۵ تا ۱۰ درصدی بودند، به دلیل نازک بودن ضخامت این لایه، نتایج نشان داد که حذف اثرات مه و گرد و غبار بدون وارد کردن نویز موفقیت آمیز بوده است.

Gao و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود، با ارائه الگوریتمی، با استفاده از قطعات مختلف در یک تصویر، اقدام به بازسازی تصاویر پهنای نمودند. مزیت این الگوریتم، عدم نیاز به تصاویر دیگر است و اما نوردی نامناسب کلی در تصویر، عامل محدودکننده آن است.

Olsson و همکاران (۲۰۲۱) تصحیح رادیومتریک تصاویر در یک سیستم UA را با استفاده از سنسورهای چند طیفی مجهز به سنسور آفتاب برای شناسایی اهداف پوشش گیاهی اعمال نمودند. نتایج نشان می‌دهد که تأثیر زیادی در جهت‌گیری سنسور آفتاب وجود دارد و بیشترین میزان همبستگی به میزان ۰/۹۹ مربوط به شاخص NDVI است.

با استفاده از فتوگرامتری برد کوتاه یک مدل سه بعدی از جنگل توسط Zhu و همکاران (۲۰۲۱) شبیه‌سازی شد. تصاویر مورد استفاده در این پژوهش، پوشش‌دار بودند که با حضور فیزیکی در جنگل تهیه شدند. نتیجه بهبود تصاویر در این پژوهش با الگوریتم‌های فیلتراسیون میانه گاوسی، SSR و MSR با هم مقایسه شد و با استفاده از الگوریتم SURF نقاط مبنا در تصاویر شناسایی شدند. نتایج نشان می‌دهد که بهبود تصویر MSR می‌تواند به طور قابل توجهی تعداد جفت‌های نقطه همسان را افزایش دهد. روش بهبود یافته هریس در الگوریتم SURF می‌تواند زمان بازسازی مدل جنگل سه بعدی را کاهش دهد. با جمع‌بندی پیشینه پژوهش می‌توان گفت، با پیشرفت فناوری پهنای، استفاده از تصاویر پهنای به منظور پایش یا مطالعه عوارض، گسترش پیدا کرده است اما بحث مهم نحوه استخراج اطلاعات برای کاربردهای مختلف است. پژوهش‌های صورت گرفته یک نوع برآوردگر را بررسی نمودند که کاربرد الگوریتم‌های ارائه شده را محدود می‌کند. در این پژوهش، فرض می‌شود می‌توان با نسبت دادن مقدار جدید به پیکسل‌ها براساس محدوده طیفی تصویر، عمل بازسازی بر روی تصویر انجام

تصویر برای بهبود عملکرد JPEG پیشنهاد نمودند. در این پژوهش، پیش‌پردازش شبه بی‌اتلافی مبتنی بر عملگر توان ارائه شده است که با کم کردن دامنه تغییرات سطوح خاکستری تصویر، وضوح تصویر را کاهش می‌دهد. در مرحله بازیابی تصویر، با اعمال عملگر توان با معکوس مقدار نما، وضوح اولیه تصویر احصاء می‌شود.

در تحقیق دیگر، آقابابایی و همکاران (۱۳۹۶)، کیفیت تصاویر در ناوبری پهنای با استفاده از روش فراتفکیک‌پذیری مبتنی بر شبکه عصبی کانولوشنی را با نداشت چندلایه بهبود بخشیدند. روش پیشنهادی، میزان کیفیت تصویر را نسبت به روش‌های مطرح، براساس معیار نسبت پیک سیگنال به نویز حدود ۵ درصد افزایش داد.

Singh و همکارانش (۲۰۱۸) یک چارچوب جمع‌بندی وزنی برای انتقال احیاء آنتروپی و تقاضای تقویت براساس تقاضا پیشنهاد دادند. این روش از مزایای تصحیح گاما و همسان‌سازی هیستوگرام استفاده می‌کند و از این رو، بهبود کلی تصویر بدون از بین رفتن ویژگی‌های اصلی تصویر، به ویژه برای تصاویر ماهواره‌ای تاریک، می‌تواند به درستی اعمال شود.

Banik و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله خود بهبود بخشی کنتراست در تصویر با نور کم با استفاده از یکنواخت‌سازی هیستوگرام و تنظیم روشنایی انواع مختلف تصویر را انجام دادند. در ابتدا تصاویر با نور کم، از طریق یکنواخت‌سازی هیستوگرام و تنظیم روشنایی، بهبود یافتند. سپس روشی برای شناسایی انواع مختلف تصاویر با نور کم ارائه شد و HE را بر کانال V تصویر با نور کم ورودی، پس از تبدیل فضای رنگ از RGB به HSV اعمال نمودند. پس از آن، کنتراست V با تنظیم شدت (v) تصویر با نور کم را با انطباق اصلاح گاما، بالا بردند.

Fayaz ali و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی، با استفاده از الگوریتم dark channel و متعادل‌سازی هیستوگرام، تصحیحات رنگ را به منظور کاهش اثر مه و گرد و غبار انجام دادند. در شرایطی که تصاویر دارای مه یا گرد و غبار

پیدا کرده و عوارضی که DN تیره نزدیک به هم دارند، در کشش هیستوگرام تصویر، از هم تمایز داده شوند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

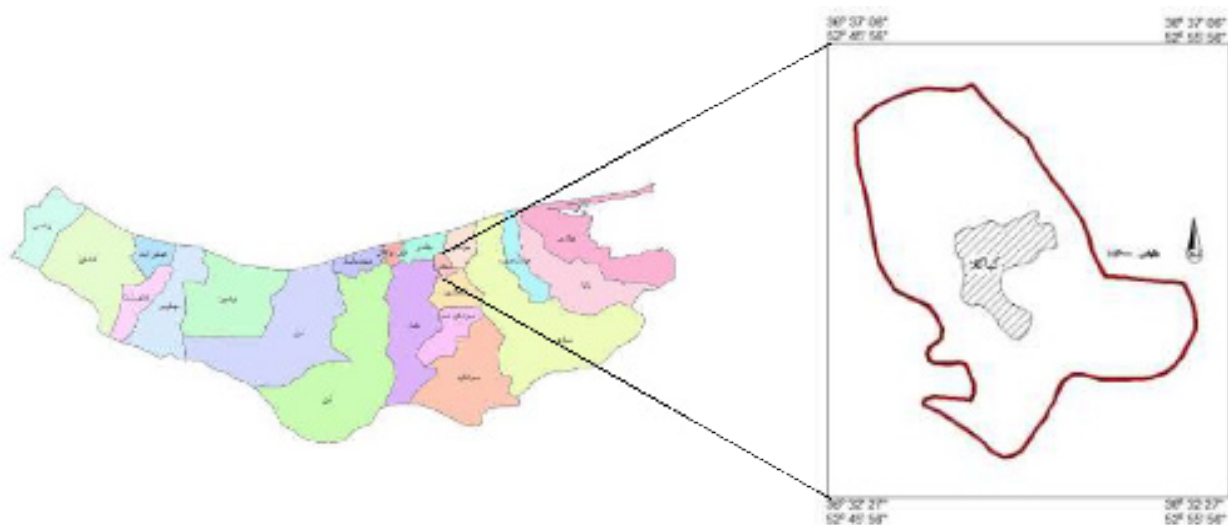
منطقه مورد مطالعه بخشی از شهرستان سیمیرغ (کیاکلا) و در استان مازندران است (نگاره ۱). طول و عرض جغرافیایی محل به ترتیب $۵۲^{\circ}۵۴'۰۱''$ و $۳۶^{\circ}۳۵'۴۹''$ می‌باشد. مشخصات تصاویر اخذ شده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات پهپاد	
نام پهپاد	هگزا کوپتر استورم ۲
تعداد موتور	۶ عدد
ارتفاع پرواز	۱۰۰ متر
نام سنسور	Canon EOS M3 Mirrorless
زمان اخذ داده	تابستان از ساعت ۱۰ تا ۱۴
قدرت تفکیک مکانی سنسور	۲۴ مگاپیکسل
نوع لنز	ثابت ۲۴ میلی‌متری
ماژول RTK-PPK	ندارد

دو تصویر از مجموعه تصاویر اخذ شده در نگاره ۲- الف و ۲- ب نشان داده شده‌اند. دلیل انتخاب این دو تصویر،

داد. محدوده طیفی تصویر به تعداد بیت‌های ثبت شده توسط سنجنده بستگی دارد به گونه‌ای که هرچه تعداد بیت‌ها بالاتر روند، محدوده طیفی بزرگ‌تر خواهد شد. الگوریتم SMQT به تعداد بیت‌های تصویر، تقسیم‌بندی‌هایی براساس میانگین بر روی هر پیکسل انجام می‌دهد و به این صورت، Bias میان داده‌ها کاهش می‌یابد. البته هرچه تعداد بیت‌ها بیشتر شود، میزان Bias به سمت صفر میل می‌کند.

در نهایت با تبدیل باینری به تبدیل دسیمال، اگر در داده‌ها Gain وجود داشته باشد نیز، حذف خواهد شد. برای افزایش سرعت محاسبات، تصویر ورودی تبدیل به تصویر خاکستری می‌شود و خروجی حاصل از الگوریتم SMQT از تصویر خاکستری، با تصویر ورودی اولیه ادغام می‌شود. بر روی تصویر ادغام‌شده تصحیح گاما ی عمومی اعمال شده و مجدد تصویر خاکستری شده و برای بار دوم وارد الگوریتم SMQT می‌شود و در نهایت پس از ادغام کردن، تصویر خروجی نهایی به دست می‌آید. نوآوری این الگوریتم استفاده از دو مرحله الگوریتم SMQT به عنوان یک الگوریتم محلی و یک تصحیح گاما به عنوان تبدیلی عمومی بر کل تصویر است. برآوردگرهای محلی در لبه‌ها کارآمد بوده و برآوردگر عمومی، بهبود تصویر را در زمان کمتری انجام می‌دهد. فرآیندهای ذکر شده باعث می‌شود تا نوردهی بهبود



نگاره ۱: منطقه مورد مطالعه



الف

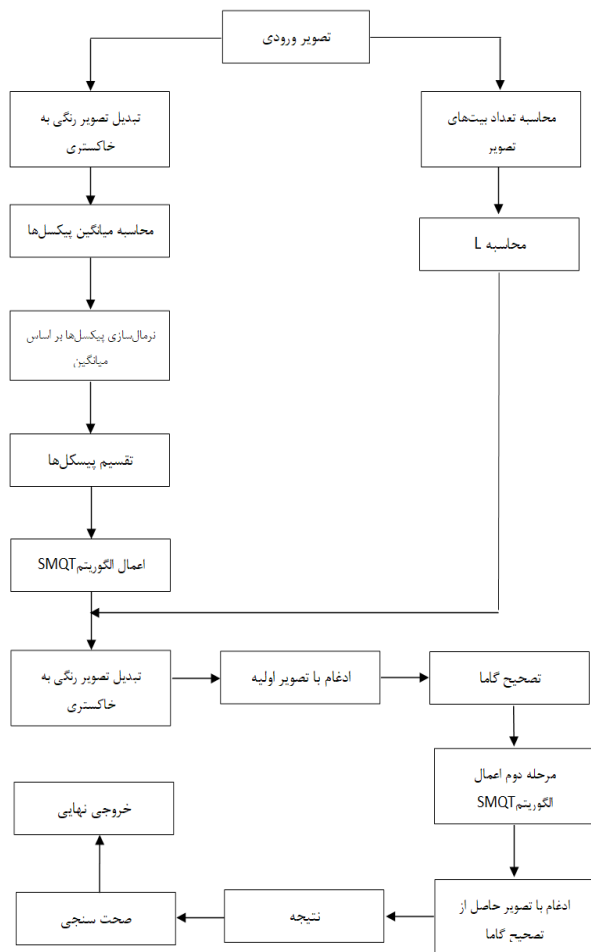


ب

نگاره ۲: الف- تنوع عارضه ب- تراکم بالای یک عارضه خاص

استفاده از شاخص SSIM میزان بهبود تصویر بررسی می شود.

تنوع عارضه در نگاره ۲-الف و تراکم بالای یک عارضه خاص در نگاره ۲-ب است.



نگاره ۳: فرآیند اجرای پژوهش

۲-۲- روش انجام کار

در نگاره ۳، فرآیند اجرای پژوهش نشان داده شده است. براساس نگاره ۳، تعداد بیت‌های تصویر ورودی محاسبه شده تا تعداد سطوح انتقال مشخص گردد. سپس با دستور `rgb2gray` تصویر خاکستری از تصویر اصلی ساخته می‌شود. میانگین کلی تصویر محاسبه می‌شود و `DN` هر پیکسل با میانگین مقایسه می‌شود. در صورتی که `DN` از مقدار پیکسل بیشتر باشد، عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر در تصویر ساخته شده دیگری، به پیکسل نسبت داده می‌شود. محاسبه میانگین و تقسیم‌بندی پیکسل‌ها براساس تعداد بیت‌ها ادامه پیدا می‌کند که هر دفعه یک انتقال نامیده می‌شود. سپس با تبدیل داده‌های حاصل از این تقسیم‌بندی‌ها به مقادیر محدوده طیفی تصویر، تصویر جدیدی ساخته می‌شود. این تصویر از نظر قدرت تفکیک رادیومتریکی بالاتر از تصویر ورودی اولیه است اما از نظر قدرت تفکیک طیفی پایین‌تر است. به همین دلیل ادغام کردن تصویر صورت می‌گیرد. بر روی تصویر ادغام شده تصحیح گاما سراسری اعمال شده و مجدداً فرآیندهای مرحله اول اعمال می‌شود و در نهایت با

مجموعه مقادیر کوانتومی در درخت دودویی را می‌توان با تلفیق تابع مقایسه با یک عنصر از داده نقطه‌ای در محور y به دست آورد. بنابراین با استفاده از عمگر \otimes رابطه (۴) را به صورت رابطه (۴) تعریف می‌کنیم:

$$u(x) = \otimes_{y \in D} \xi(V(y), V(x)) \quad (4)$$

تابع $U(x)$ خروجی اصلی از MQU خواهد بود. مرحله سوم ورودی را به دو زیر مجموعه تقسیم می‌کند و به صورت رابطه (۵) بیان می‌شود:

$$\begin{aligned} D_0(x) &= \{x | V(x) \leq \bar{V}(x), \forall x \in D\} \\ D_1(x) &= \{x | V(x) > \bar{V}(x), \forall x \in D\} \end{aligned} \quad (5)$$

MQU واحد محاسباتی اصلی در SMQT است. تبدیل سطح اول که به صورت SMQT-1 نشان می‌دهیم، از خروجی یک MQU تک به دست می‌آید. در MQU تک، u مجموعه خروجی از گره ریشه درخت دودویی است. خروجی‌های باینری را می‌توان با گسترش MQU به صورت $u(l, n)$ نمایش داد که در آن $l = 1, 2, \dots, L$ و $n = 1, 2, \dots, 2^{(l-1)}$ می‌باشد. در نگاره ۴، MQU برای هر مرتبه انتقال به نمایش درآمده است. با توجه به رابطه (۵) و نگاره ۴ در هر مرحله از انتقال، $2n$ داده تولید می‌شود. زمانی که محدوده طیفی تصویر از صفر تا ۲۵۵ بوده و ۲۵۶ عدد برای نسبت دادن به پیکسل‌های تصویر داریم، می‌توان با استفاده از ۸ مرحله تبدیل، این اعداد را بازیابی نمود. ۸ مرحله برابر همان تعداد بیت‌های تصویر است.

می‌توان نتیجه گرفت هرچه تعداد بیت‌های تصویر بیشتر باشد، زمان اجرای الگوریتم نیز بیشتر خواهد بود. $SMQT_L$ نهایی را می‌توان با اضافه کردن نتایج حاصل از وزن‌گذاری مقادیر نقطه داده $u(l, n)$ در مجموعه‌های خروجی به صورت رابطه (۶) محاسبه نمود (Yavari and Amiri, 2019):

$$M(x) = \left\{ x \mid V(x) = \sum_{l=1}^L \sum_{n=1}^{2^{l-1}} V(u(l, n)) \cdot 2^{L-l}, \forall x \in M, \forall u(n, l) \in u(n, l) \right\} \quad (6)$$

فرض کنید x یک داده نقطه‌ای و $D(x)$ یک مجموعه برداری باشد به گونه‌ای که $|D(x)| = D$ و ارزش هر داده نقطه‌ای را با $V(x)$ نشان دهیم، SMQT یک تابع برای انتقال مجموعه D تحت تبدیل L به M است. مجموعه D می‌تواند ماتریس، بردار یا هر نوع پارامتر دیگری باشد و خروجی M از همان نوع D خواهد بود. در این پژوهش، مجموعه D ، یک تصویر سیاه و سفید با ابعاد 6000×4000 بوده و خروجی M نیز یک تصویر با همین ابعاد می‌باشد. روش رویکرد استفاده شده توسط SMQT، تجزیه ساختاری اطلاعات درون تصویر است. از نظر ریاضی این انتقال به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود (Yavari and Amiri, 2019):

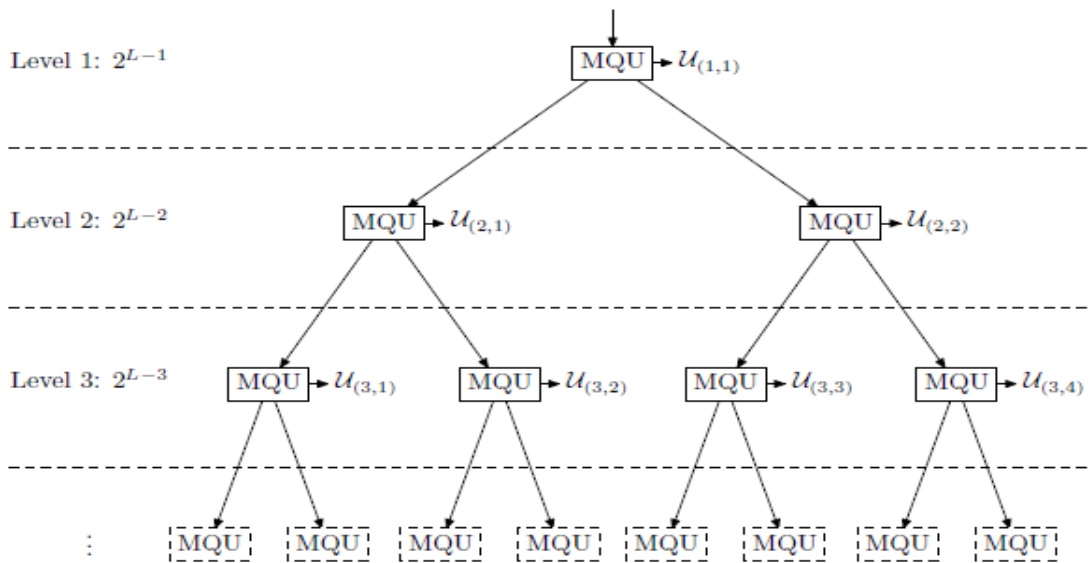
$$SQMT_L = D(x) \rightarrow M(x) \quad (1)$$

رابطه (۳) یک درخت باینری را می‌سازد که در آن هر ورتکس، یک مقدار از واحد کوانتومی متوسط می‌باشد و با عنوان MQU شناخته می‌شود. واحد کوانتومی متوسط شامل سه مرحله اساسی است. مرحله اول، محاسبه متوسط، مرحله دوم کوانتیزه نمودن داده‌های ورودی براساس مقدار میانگین و مرحله سوم، تقسیم مجموعه به دست آمده از مرحله دوم براساس یک سری شروط است. مرحله اول از MQU به صورت رابطه (۲) بیان می‌شود:

$$\bar{V}(x) = \frac{1}{|D|} \sum_{x \in D} V(x) \quad (2)$$

حال داده‌ها نسبت به میانگین سنجیده می‌شوند تا مقادیر یک تصویر جدید براساس این مقایسه با دو عدد ۰ یا ۱ ساخته شود. سپس یک تابع برای مقایسه مقادیر داده‌ها در محور y با مقادیر میانگین داده‌ها در محور x در درخت دودویی تولید می‌شود. رابطه (۳) به صورت ریاضی مفهوم کوانتیزه نمودن برای هر دو محور y و x را نشان می‌دهد:

$$\xi(V(y), \bar{V}(x)) = \begin{cases} 1, & \text{if } V(y) > \bar{V}(x) \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$



نگاره ۴: نحوه رفتار MQU با مجموعه داده D(x)

پس از این مرحله، تصاویر خروجی از الگوریتم SMQT ۲-الف و ۲-ب ساخته شده‌اند. تحت یک تبدیل HSI به تصاویر رنگی تبدیل می‌شوند. رابطه (۷) اساس این تبدیل را بیان می‌کند:

$$S = \begin{cases} \frac{V - \min(r, g, b)}{V} & V \neq 0 \\ 0 & V = 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$S = T(r) \quad (8)$$

که در آن، S تصحیح گاما با استفاده از تابع انتقال، T(r) داده‌های تصویر اصلی است. بنابراین تصحیح گاما یافتن

در رابطه (۷)، V ماکزیمم مقدار r، g و b برای یک پیکسل است (صمدزادگان و همکاران، ۱۳۹۲). نگاره‌های ۵-الف و ۵-ب تصاویر ادغام شده‌ای هستند که به ترتیب از نگاره‌های



ب

الف

نگاره ۵: تصاویر ادغام شده

گاما است. هرچه میزان گاما به صفر نزدیک تر باشد، روشنی تصویر بیشتر شده و هرچه به سمت یک میل کند، روشنی آن کاهش می یابد.

۳- نتایج

لحظه ای که شاتر دوربین باز می شود و تصویربرداری صورت می گیرد، میزان انرژی منعکس شده از عوارض، در همان لحظه، با عبور از لنز، بر روی صفحه ای ثبت می شود. میزان انرژی رسیده، به سرعت شاتر و اندازه دیافراگم دوربین، عوارضی که بین عارضه تا سنجنده قرار می گیرد (مانند مه و ابر) و به شدت و زاویه منبع نور با عوارض بستگی دارد. در عکس برداری هوایی، با استفاده از پهپادها، معمولاً نورخوشید منعکس می شود. به عنوان مثال، نسبت بازتاب ۲۰:۱ (در سطح زمین) بین اشیاء زمینی روشن و تاریک ممکن است در روزهای آفتابی برای مقاصد هوایی به ۱۰:۱ کاهش یافته و در شرایط جوی سنگین هنگام پرواز بیش از ۱۵،۰۰۰ پا به ۳:۱ برسد (Paine and Kiser, 2012). برای حل چنین مشکلاتی، روش های پردازش تصویر به کار گرفته می شود. تصویر با نور کم به صورت یک یا چند منطقه دارای فشردگی در محدوده طیفی تصویر است که می توان با استفاده از هیستوگرام به صورت آماری نشان داد. از طرف دیگر، جابه جایی DN پیکسل ها در محدوده طیفی،

عملکرد انتقال T مناسب است. تصحیح گاما یک روش معمول برای تقویت نور است و به صورت رابطه (۹) تعریف می شود (Yu et al., 2021):

$$I' = I_{MAX} \left(\frac{I}{I_{MAX}} \right)^{\gamma} \quad (9)$$

در رابطه (۹)، I' تصویر تصحیح شده و I_{MAX} بیشترین میزان روشنایی در تصویر ورودی اولیه، I تصویر ورودی و γ یک عدد بین صفر و یک است که بسیاری از دستگاه هایی که برای گرفتن تصویر، چاپ یا نمایش آن به کار می روند به علت وجود محدودیت های فنی تبدیلی معروف به قانون توانی را بر روی مقدار روشنایی پیکسل های تصویر اعمال می کنند. اگر تصویر بدون اعمال مرحله اول الگوریتم SMQT وارد رابطه (۹) شود، به دلیل کم بودن میزان I_{MAX} روشنایی تصویر تصحیح شده کاهش می یابد. از آنجایی که در بسیاری از موارد، گامای اعمال شده به تصویر مشخص نمی باشد و به این سادگی نمی توان تنها با معکوس کردن گاما و اعمال آن، به تصویر اولیه برسیم. از طرف دیگر، یافتن گاما در تصویر و به ویژه گامای محلی، زمانبر بوده و پیچیدگی برنامه نویسی و محاسباتی دارد، به همین دلیل برای افزایش سرعت محاسبات، یک گامای محلی به میزان ۰/۷ بر کل تصویر اعمال شد. دلیل استفاده از عملگر عمومی، وجود دو عملگر الگوریتم SMQT قبل و بعد از تصحیح



ب

ا

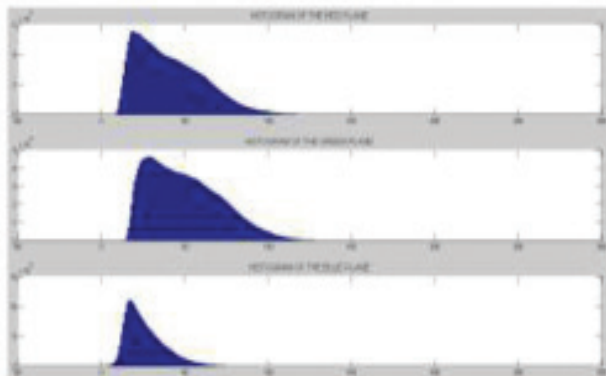
نگاره ۶: تصاویر خروجی نهایی

تصویر مورد توجه قرار گیرند. افزایش کنتراست منجر به روشنایی برای دیدن تصویر بهتر خواهد شد و نسبت سینگال به نویز را افزایش خواهد داد. نگاره ۷-الف و ۷-ب نشان‌دهنده هیستوگرام تصاویر ورودی و نگاره ۸-الف و ۸-ب نشان‌دهنده هیستوگرام همان تصاویر بعد از پردازش می‌باشد. وجود نقاط با ارزش پیکسل پایین در نزدیکی صفر، سبب افزایش فشردگی در آن محدوده شده است. در ابتدا با استفاده از الگوریتم SMQT، تفاوت میان قسمت‌های تیره که به علت تن یا بافت عوارض است با سایه‌ها بیشتر شد که سپس با تصحیح گاما در نوردهی در تصویر بهبود می‌یابد. در نتیجه فشردگی در هیستوگرام تصویر پس از پردازش SMQT تکرار نشده و از تراکم عوارض با DN نزدیک به صفر کاسته شده است. همین تفاوت می‌تواند

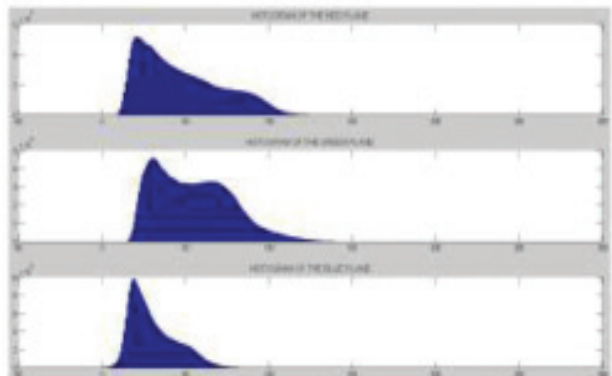
اگر براساس یک ترند کلی باشد، در لبه‌ها یا در عوارضی که تغییر رنگ دارند، محاسبات خطا خواهد داشت. در نگاره ۶-الف و ۶-ب تصویر خروجی نهایی برای تصاویر ورودی شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است.

۳-۱- بررسی نموداری نتایج

در هر تصویر، مقادیر پیکسل‌ها بیانگر خصوصیات آن تصویر (مانند میزان روشنایی تصویر و وضوح آن) می‌باشد. هیستوگرام تصویر بیان گرافیکی میزان روشنایی تصویر می‌باشد (Gonzalez et al., 2009). مقادیر روشنایی (برای مثال ۰-۲۵۵) در طول محور X بیان شده و میزان فراوانی هر مقدار در محور Y بیان می‌شود. الگوریتم SMQT و تصحیح گاما، جزئیاتی را ارائه می‌دهند تا ویژگی‌های خاصی در

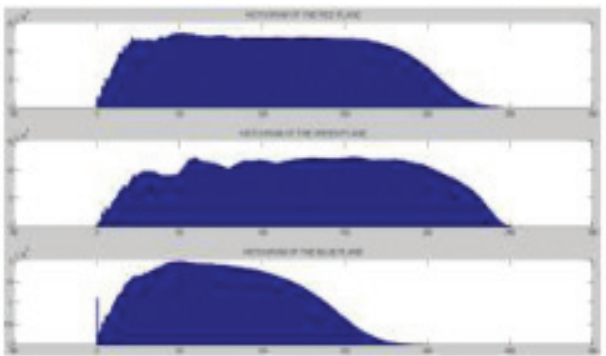


ب- هیستوگرام تصویر ورودی شماره ۲

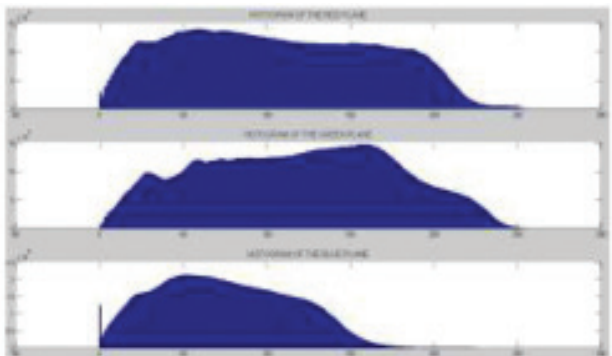


الف- هیستوگرام تصویر ورودی شماره ۱

نگاره ۷: هیستوگرام تصاویر ورودی



ب- هیستوگرام تصویر خروجی شماره ۲



الف- هیستوگرام تصویر خروجی شماره ۱

نگاره ۸: هیستوگرام تصاویر خروجی

توجه، این است که ساختار نمودار در هر تصویر ثابت است و این نشان می‌دهد الگوریتم ارائه شده، Gain و Bias میان داده‌ها را بدون تغییر روابط میان داده‌ها انجام می‌دهد.

۳-۲- ارزیابی کیفیت تصویر خروجی

معیار ارزیابی کیفیت تصویر، برای نشان دادن بهبود کیفیت تصویر ضروری است. هدف تشخیص کیفیت به صورت کمی، طراحی روش‌های محاسباتی است که بتوانند کیفیت تصویر را به صورت دقیق و خودکار بیان کنند. در این معیارها تمامی پیکسل‌ها نقش یکسانی دارند. یکی از روش‌های سنجش کیفیت، معیار شباهت ساختاری یا SSIM می‌باشد (Wang, 2004). این شاخص یک مفهوم ادراکی است که ضریب کیفیت تصویر را که توسط پردازش مانند فشرده‌سازی داده‌ها یا تلفات در انتقال داده ایجاد می‌شود، کم می‌کند. این معیار ترکیبی از سه معیار مختلف می‌باشد. اگر x و y به ترتیب تصویر اصلی و تصویر محاسبه شده باشد، این معیار به صورت رابطه (۱۰) تعریف می‌شود:

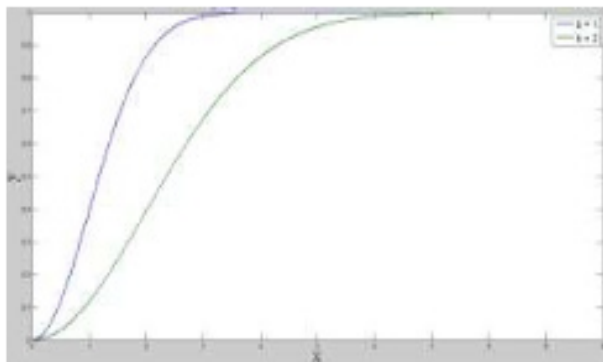
$$SSIM = \frac{\sigma_y}{\sigma_x \sigma_y} \times \frac{2xy}{(\bar{X})^2 + (\bar{Y})^2} \times \frac{2\sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} = s(x, y) \times l(x, y) \times C(x, y) \quad (10)$$

در رابطه ۱۰، \bar{X} میانگین تصویر اصلی، σ_x انحراف معیار تصویر اصلی، \bar{Y} میانگین تصویر محاسبه شده و σ_y انحراف

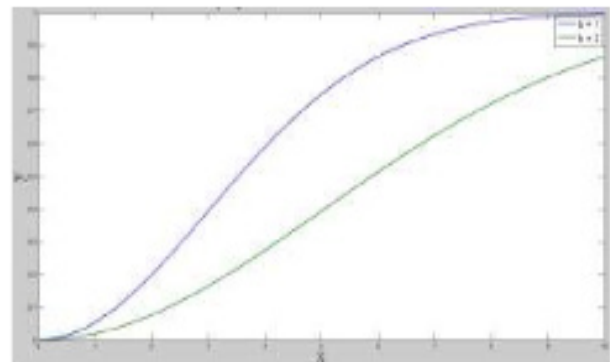
سبب تفکیک بهتر اشیاء با خصوصیات طیفی متفاوت شود، در نتیجه شکل هندسی عارضه بهتر نمایان می‌گردد.

حساس بودن الگوریتم SMQT به هیستوگرام منجر به بهبود بافت در تصویر شده است. بافت که ساختارهای کوچک در تصویر از طریق اختلاف بین مقادیر سطوح خاکستری را در فواصل کوچک بیان می‌کند، به وسیله هیستوگرام تصویر قابل تشخیص است. چنانچه شیء به وسیله الگوهای تکراری از مقادیر خاکستری تشکیل شده باشد، ویژگی باید این الگو را مشخص کند. به منظور ارائه نتایج عددی، تابع چگالی احتمال با استفاده از دستور CDF بر روی تصاویر ورودی و پردازش شده محاسبه می‌شود. تابع چگالی احتمال از خانواده توزیع یکنواخت پیوسته بوده که توزیع آماری را به شکل انتگرالی نشان می‌دهد و مقدار تابع غیرمنفی است (رنجبران، ۱۳۹۳). مقدار غیرمنفی بودن تابع برای تصاویر منطقی است زیرا کمترین مقداری که یک پیکسل اخذ می‌کند صفر می‌باشد. احتمال نسبی یک متغیر تصادفی با این تابع تعیین می‌شود. در نگاره ۹، توابع چگالی احتمال برای تصاویر شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است. نمودار سبز مربوط به تصاویر ورودی و نمودار آبی مربوط به تصاویر خروجی است.

با توجه به نگاره ۹-الف، شیب نمودار کمتر است و دلیل این موضوع عارضه خاک است که نسبت به عارضه درختان در نگاره ۹-ب با DN بالاتری ثبت شده است. نکته قابل



ب- تابع چگالی تصویر شماره ۲



الف- تابع چگالی تصویر شماره ۱

نگاره ۹: توابع چگالی

۴- بحث و نتیجه گیری

کاربرد پهپادها برای اهداف مختلف از سالیان پیش گسترش پیدا کرده است (Turner et al., 2012). در تصاویر پهپاد، نوردهی مناسب، سبب افزایش کنتراست تصویر و کاهش اثر سایه‌ها می‌شود و این موضوع در مناطق دارای درخت کاربرد ویژه دارد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵). از آنجایی که سایه‌ها یکی از عوامل کاهش کنتراست تصویر است، برای بهبود تصویر، باید توجه ویژه‌ای به سایه‌ها و نیم‌سایه‌ها شود. اثراتی نظیر اشباع‌شدگی در تصاویر بهبود یافته SMQT رخ نمی‌دهد و یا بسیار محدود است. همچنین دارای پیچیدگی محاسباتی کمتر و تنظیمات کمتر است. چنانچه تصویری از یک عارضه نورانی در یک زمینه کاملاً تاریک (مانند تصویربرداری در هنگام شب) تشکیل شده باشد، این الگوریتم در پیکسل‌های زمینه کارایی ندارد. با بررسی روی نمونه‌های تصویر تهیه شده از یک عارضه در شب، مشخص شد پیکسل‌های سیاه، بعد از ادغام کردن به سمت بنفش تغییر رنگ دادند. به منظور بهینه کردن الگوریتم، پیشنهاد می‌شود با بررسی رفتار طیفی عوارض مختلف در فضاها رنگی مختلف و ادغام مؤلفه‌های مؤثر آنها در بازسازی تصویر و یا عوارض و یا استفاده از شاخص‌های گیاهی و یا خاک کارایی الگوریتم افزایش یابد. همچنین می‌توان برای مناطق نیم‌سایه از روش فازی استفاده نمود. این بهبودها باید با افزایش کارایی، مانع از پیچیده شدن محاسبات نیز بشود.

منابع و مآخذ

- ۱- آقابابایی، موسوی، خزائی پول، خویشه؛ مجید، سید محمدرضا، پیمان، محمد، ۱۳۹۶. "بهبود کیفیت تصاویر در ناوبری پهپاد با استفاده از روش فراتفکیک‌پذیری مبتنی بر شبکه عصبی کانولوشنی با نگاهت چندلایه". فصلنامه علمی - پژوهشی دریافنون. شماره ۱. شماره پیاپی ۷. دوره ۴. صفحه ۱ تا ۱۱.
- ۲- باباپور، مختارزاده، ولدان زوج، مدیری؛ هادی، مهدی،

معیار تصویر محاسبه شده می‌باشد. ترکیب اول ضریب همبستگی بین دو تصویر x, y است که وابستگی خطی بین دو تصویر را نشان می‌دهد. ترکیب دوم تابع روشنایی می‌باشد، که متوسط روشنایی بین دو تصویر را اندازه‌گیری می‌کند. ترکیب سوم تابع شدت نور نامیده می‌شود که چگونگی شباهت بین تصاویر را نمایش می‌دهد. رابطه ۱۱ برای این پارامترها به صورت روابط شماره ۱۱ تعریف می‌شود (Ghilani, 2010):

(۱۱):

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \text{(الف)}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \quad \text{(ب)}$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{(ج)}$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad \text{(د)}$$

$$\sigma_{xy}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad \text{(ه)}$$

محدوده‌ی SSIM بین (۰+ و ۰) می‌باشد. هر چه مقدار اندازه‌گیری شده برای یک تصویر به یک نزدیک‌تر باشد، تصویر دارای کیفیت بهتری است. مقدار SSIM به دست آمده از نگاره ۶-الف، برابر ۰/۸۳۷۲ و برای نگاره ۶-ب برابر ۰/۸۴۰۱ است، در حالی که این مقدار برای نگاره ۲-الف، به میزان ۰/۴۳۵۲ و برای نگاره ۲-ب به میزان ۰/۴۱۶۱ بوده است. اگر دو تصویر کاملاً هم وابستگی خطی داشته باشند جزء دوم رابطه (۱۰) در این مورد استفاده می‌شود. جزء دوم این الگوریتم با مقداری در بازه [۰, ۱] نشان می‌دهد چه میزان متوسط روشنایی دو تصویر به هم نزدیک است و زمانی ۱ خواهد شد که $x=y$ شود.

and Communication (ICEIC), Honolulu, HI, USA, <https://doi.org/10.23919/ELINFOCOM.2018.8330564>

10. Fayaz Ali Dharejo, Zhou Yuanchun, Deeba Farah, Munsif Ali Jatoi, Yi Du. Wang Xuezhi. 2020. "A remote-sensing image enhancement algorithm based on patch-wise dark channel prior and histogram equalisation with colour correction". IET Image Processing, Volume 15, Issue 1, Pages 47-56, <https://doi.org/10.1049/ipr2.1200411>.

11. Gao Tao, Li Kun, Chen Ting, Liu Mengni, Mei Shaohui, Xing Ke, Li Yong Hui, 2020, "A Novel UAV Sensing Image Defogging Method", Volume 13, Pages 2610 -2625, <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.2998517>

12. Ghilani Charles D., 2010, "Adjustment Computations: Spatial Data Analysis", 5th Edition, John wiley, 672 Pages, ISBN: 978-1-119-38598-1

13. Gonzalez Rafael C., Woods Richard E., Eddins Steven L., 2009 "Digital Image Processing Using MATLAB, Gatesmark Publishing", 826 Pages, ISBN-10: 0982085400

14. Huang Wei, Bu min, 2015, "Detecting shadows in high-resolution remote-sensing images of urban areas using spectral and spatial features", International Journal of Remote Sensing , Volume 36, - Issue 24, Pages 6224-6442, <https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1113329>

15. Olsson Per-Ola, Vivekar Ashish, Adler Karl, Millan Virginia Garcia, Koc Alexander, Alamrani Marwan, Eklundh Lars, 2018, "Radiometric Correction of Multispectral UAS Images: Evaluating the Accuracy of the Parrot Sequoia Camera and Sunshine Sensor", Journal of Computers & Electrical Engineering, Volume 13, Issue 4, Pages 577-595, <https://doi.org/10.3390/rs13040577>

16. Paine David P, Kiser James D., 2012, "Aerial Photography and Image Interpretation", 3th Edition, John wiley, 637 Pages, ISBN 978-1-118-11102-4

17. Raju G., Nair Madhu S., 2014, "A fast and efficient color image enhancement method based on fuzzy-

محمدجواد، مهدی، ۱۳۹۳. "بهینه‌سازی مدل ریاضی فوریه به کمک الگوریتم ژنتیک جهت مدل‌سازی رفتار خطای هندسی در دوربین‌های رقومی هوایی مطالعه موردی: دوربین رقومی UltraCam". فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، شماره ۹۲، دوره ۲۳، صفحه ۹۵ تا ۱۰۹.

۳- حسن‌پور، اسدی‌امیری؛ حمید، سکینه، ۱۳۹۵. "ارائه روشی برای پیش‌پردازش تصویر جهت بهبود عملکرد JPEG". فصلنامه علمی پژوهشی پردازش علایم و داده‌ها. شماره ۲، دوره ۲۸، صفحه ۱۰۵ تا ۱۲۰.

۴، رنجبران، هادی، ۱۳۹۳. "آمار و احتمال کاربرد آن در مدیریت و حسابداری". انتشارات اثبات. چاپ سیام.

۵. صالحی، گمرکی، عزیزی، صادقیان؛ علیرضا، معصومه، زهرا، حامد، ۱۳۹۵. "تعیین و تشخیص خودکار تاج درخت در تصویر دیجیتال UltraCam-D". فصلنامه علمی پژوهش و توسعه جنگل. شماره ۳، دوره ۲، صفحه ۲۴۱ تا ۲۵۶.

۶. صمدزادگان، طیب محمودی، بیگدلی؛ فرهاد، فاطمه، بهناز، ۱۳۹۲. "ادغام داده‌ها در سنجش از دور مفاهیم و روش‌ها". انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم.

۷. مرتضوی؛ سیدعلی، ۱۳۹۴. "بهبود تصویر بر پایه متد متعادل‌سازی هیستوگرام زیر تصویر دو جزئی سطح برابر". اولین کنفرانس سالانه تحقیقات کاربردی در مهندسی برق، کامپیوتر. مؤسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی. شیراز. مقاله پوستری. تعداد صفحه: ۶.

۸. نوحه‌گر، عبداللهی کاکرودی، امیری، سرسنگی؛ احمد، عطااله، ونوس، علیرضا، ۱۳۹۳. "ارزیابی تکنیک‌های بارزسازی در شناسایی سایت باستانی با استفاده از تصویر سنجنده ASTER منطقه بشاگرد استان هرمزگان". همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین. دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد. مقاله پوستری. تعداد صفحه: ۱۰.

9. Banik, Partha Partim. Saha, Rappy. Kim, Ki-doo. 2018. "Contrast enhancement of low-light image using histogram equalization and illumination adjustment". International Conference on Electronics, Information,

- Hui, 2021, "GLAGC: Adaptive Dual-Gamma Function for Image Illumination Perception and Correction in theWavelet Domain", Sensors, Volume 21, Issue 845, doi.org/10.3390/s21030845
25. Zhu Ruoning, Guo Zhengqi, Zhang Xiaoli, 2021, "Forest 3D Reconstruction and Individual Tree Parameter Extraction Combining Close-Range Photo Enhancement and Feature Matching", Remote Sensing, Volume 13, Issue 9, https://doi.org/10.3390/rs13091633
- logic and histogram", AEU - International Journal of Electronics and Communications, Volume 68 ,Issue 3, Pages 236-243, https://doi.org/10.1016/j.aeue.2013.08.015
18. Seema Rani, Manoj Kumar, 2014, "Contrast Enhancement using Improved Adaptive Gamma Correction with Weighting Distribution Technique" , International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 101, Issue 11, Pages 16-31, http://dx.doi.org/10.5120/17735-8849
- 19.Singh Himanshu, Kumar Alil, Balyan L.K, Singh G.K, 2018, "Swarm intelligence optimized piecewise gamma corrected histogram equalization for dark image enhancement", Journal of Computers & Electrical Engineering, Volume 70, Pages 462-475, https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.06.029
20. Turner Darren, Lucieer Arko, Watson Christopher, 2012, "An Automated Technique for Generating Georectified Mosaics from Ultra-High Resolution Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery, Based on Structure from Motion (SfM) Point Clouds", Remote Sensing, Volume 4, Issue 5, Pages 1392-1410 , https://doi.org/10.3390/rs4051392
21. Wang, Zhou, Bovik, A.C., Sheikh, H. R., Simoncelli, E. P., 2004. "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity", IEEE Transactios on Image Processing, volume 13, Issue 4, Pages 600-612. https://doi.org/10.1109/TIP.2003.819861
22. Wu Xiaolin , Yong Zhao, 2010, "A New Algorithmic Approach for Contrast Enhancement", European Conference on Computer Vision, Berlin, Volume 6316, Pages 351-363, https://doi.org/10.1007/978-3-642-15567-3_26
23. Yavari Seyed Mehdi, Amiri Hamid, 2019, "Effect of shadow removal by gamma correction in SMQT algorithm in environmental application", Environment, Development and Sustainability, Volume 22, https://doi.org/10.1007/s10668-019-00528-9
24. Yu Wenyong, Yao Haiming, Li Dan, Li Gangyan, Shi

