

ارزیابی مدل تصحیح جوی لاوريو بر روی تصاویر ماهواره ای لندست تی.ام

عادل سپهری^۱

۱- دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ وصول: ۸۱/۱۱/۱۰

چکیده:

امواج الکترومغناطیسی انعکاس یافته از پدیده های سطح زمین در گذر از جو با ذرات معلق یا مولکولهای تشکیل دهنده گازهای موجود در هوا برخورد می نمایند. این امر منجر به پراکندگی امواج الکترومغناطیسی شده که تاثیر آن در تصاویر ثبت شده توسط ماهواره ها بصورت افزایش "درجه تیرگی تصویر"^۱ خود را نشان میدهد. پدیده پراکنش تابعی از شرایط جوی بوده و شدت تاثیر آن در زمانها و مکانهای مختلف متفاوت است. این تغییرات غیر قابل پیش بینی در فرآیند پراکنش، آنالیزهای کمی را در تصاویر ماهواره ای مشکل می نماید. هنگامیکه از تصاویر ماهواره ای برای مطالعه و تحلیل عوارض و پدیده های زمین استفاده می شود، گاهی لازم است سهم تاثیر جو در مقدار انعکاس پدیده ها در تصویر حذف گردد. در این مقاله مدل تصحیح جوی لاوريو برای تصحیح تصویر ماهواره ای لندست تی.ام در منطقه کوهستانی شمال ایران مورد ارزیابی قرار می گیرد. تصویر تهیه شده منطقه مورد مطالعه تحت تصحیح جوی قرار گرفته و نتیجه تصحیح بر روی روند طبقه بندی پوشش گیاهی منطقه با استفاده از روش حداکثر احتمال با هنگامی که طبقه بندی بر روی تصویر تصحیح نشده انجام گردیده، مقایسه گردیده است. نتایج نشان می دهد که روش مذکور قادر است بطور قابل ملاحظه ای تیرگی تصویر را از بین برده و دقت بالا تری از طبقه بندی پوشش گیاهی را ارائه دهد.

واژه های کلیدی: تصاویر ماهواره ای، تصحیح جوی، مدل لاوريو، لندست تی.ام

مقدمه

خورشید منبع تشعشع الکترومغناطیسی است. تشعشعات ورودی که توسط سطح زمین انعکاس یافته و توسط سنجنده های هوایی یا ماهواره ای ثبت و ضبط می گردد، باید از جو دوبار عبور نماید. یکبار هنگام ساطع شدن از خورشید و بار دیگر هنگام انعکاس یافتن از زمین و رسیدن به سنجنده مورد نظر. امواج الکترومغناطیسی در طول گذر از جو با ذرات معلق در جو با مولکولهای تشکیل دهنده گازهای موجود در هوا برخورد می نمایند. این برخورد و تقابل از دو جهت مورد بررسی قرار می گیرد:

۱- پراکنش

۲- جذب

پراکنش منجر به تفرق تشعشع شده و جذب منجر به تغییر حالت انرژی موجود در امواج الکترومغناطیسی به انرژی داخلی مولکولی می گردد.

هر دو خاصیت پراکنش و جذب در نقاط مختلف الکترومغناطیسی به یک شدت نمی باشند. سنجنش از دور در تقاطعی از طیف که جذب و پراکنش در آن نواحی حداکثر می باشد امکان پذیر نیست. تاثیر روند جذب و پراکنش جو بصورت افزایش "درجه تیرگی تصویر" خود را نشان میدهد. تیرگی تصویر عبارت از کاهش کنتراست تصویر و کاهش مقدار تشعشع انعکاس یافته از زمین به سنجنده ها است.

فرایند پراکنش، نتیجه تعامل بین امواج الکترومغناطیسی و ذرات مولکولی در جو است. این

مولکولها و ذرات دارای اندازه های مختلف بوده و از اندازه های میکروسکوپی شروع (بطوریکه شعاع این ذرات برابر با طول موج اشعه الکترومغناطیسی می باشد) تا ذراتی به اندازه قطرات باران (شعاع $100\mu\text{m}$ و بزرگتر) را در بر می گیرند.

نتیجه فرایند پراکنش تغییر جهت دادن اشعه برخورد کرده به ذرات مورد نظر می باشد. مولکولهای گازی جو دارای شعاعی کمتر از $1\mu\text{m}$ بوده در نتیجه امواج الکترومغناطیسی با موج کوتاهتر از $1\mu\text{m}$ را پراکنده می نمایند.

مواد دیگری به راههای مختلف تحت فرایندهای طبیعی به جو وارد می شوند مانند ذرات نمک که از تبخیر اقیانوسها به جو وارد می گردند، ذرات گرد و خاک تحت فرایند اتولین^۱، یا در نتیجه فعالیت بشر (گرد و خاک ناشی از فرسایش یا دود ناشی از فعالیتهای صنعتی و خانگی) به جو وارد می شوند. ذرات دیگری تحت فرایند نوری شیمیایی^۲ مانند دی اکسید گوگرد یا سولفید هیدروژن (دی اکسید گوگرد توسط احتراق اتومبیل و احتراق سوخته های فسیلی) وارد جو می گردند. گروه دیگر ذرات موجود در جو شامل بخار آب و ابر می باشند که عموماً اندازه های آنها $10-100$ میکرومتر است. میزان ذرات موجود در جو بسته به زمان و مکان متغیر است. چرا که فعالیتهای بشر مانند فعالیتهای کشاورزی و صنعتی در جهان یکنواخت نبوده و فرایندهای طبیعی مانند

1- Aeolian

2- Photo chemical

روشهای متعددی به منظور برآورد میزان تأثیر عوامل مختلف جوی و موقعیت هندسی استقرار خورشید و غیره در تشعشع ثبت شده، ابداع گردیده است. تصحیح جوی تصویر ماهواره ای در ۳ موقعیت امری ضروری می باشد (میدر^۴ ۱۹۸۷):

۱- هنگامیکه نسبت (کسر) مقدار عددی دو باند مختلف از یک سنجنده مورد نظر باشد. هر چه طول موج کوتاهتر می گردد انکسار آن طول موج بیشتر می شود. به عبارت دیگر شدت انکسار با افزایش طول موج نسبت عکس دارد. بنابراین دو تصویر در باندهای مختلف، به طور متفاوت تحت تأثیر پدیده های جوی قرار می گیرند. لذا نسبت (کسر) دو تصویر، تخمین غیر واقعی از آنچه که در غیر حضور پدیده های جوی ممکن بود بدست آید، خواهد بود.

۲- هنگامیکه تشعشع ثبت شده، به منظور اندازه گیری ویژگی فیزیکی خاصی از پدیده مورد نظر مورد استفاده قرار گیرد. در این صورت سهم تأثیر جو در مقدار تشعشع پدیده مورد نظر می بایست حذف گردد.

۳- هنگامیکه دو تصویر ماهواره ایی برداشت شده در دو زمان متفاوت با هم مقایسه گردند. به دلیل تغییرات جوی در دو تاریخ مورد نظر، تأثیرات جوی نیز متفاوت بوده لذا نیاز به حذف تأثیر جوی می باشد.

جو زمین یک سیستم متغیر و بی نهایت پیچیده بوده و بررسی خصوصیات فیزیکی جو و تأثیرات آن بر روی تشعشعات الکترومغناطیسی فراتر از اهداف مقاله است.

فرسایش بادی و آتشفشان نیز مشمول این شرایط می باشد. فاکتورهای هواشناسی نیز ایجاد تغییر در غبارآلودگی^۳ هوا در زمان و مکان می نماید. لذا پدیده پراکنش تابعی از شرایط جوی بوده و شدت تأثیر آن در زمانها و مکانهای مختلف متفاوت است. این تغییرات غیر قابل پیش بینی در فرآیند پراکنش، آنالیزهای کمی را در تصاویر ماهواره ای مشکل می نماید.

هنگامیکه از تصاویر ماهواره ای برای مطالعه و تحلیل عوارض و پدیده های زمین استفاده می شود، گاهی لازم است سهم تأثیر جو در مقدار انعکاس پدیده ها در تصویر حذف گردد.

بررسی منابع

مقدار عددی ثبت شده به عنوان یک عنصر تصویر، ثبت مقدار واقعی انرژی تشعشعی انعکاس یافته و یا ساطع شده نیست. چرا که انرژی تشعشعی خروجی بر اثر فرایند جذب و انکسار کاهش و یا افزایش می یابد. پیچیدگی تأثیر اتمسفر در میزان تشعشع دریافتی به این مقدار خلاصه نشده و تغییرات ناشی از وضعیت هندسی استقرار خورشید نسبت به شیء مورد نظر (ارتفاع خورشید و زاویه آزیموت خورشید، شیب زمین و پستی و بلندی) را نیز شامل می شود. این پدیده در ماهواره هایی با میدان وسیع و یا با قابلیت چرخش زاویه دید، بیشتر خود را نمایان می سازد (دزکامپز و همکاران ۱۹۸۳).

مدلسازی جوی^۵

مدلسازی جوی هم از لحاظ محاسبه پیچیده بوده و هم نیاز به اندازه گیری و تعیین فرضیاتی درباره اجزای مدخل جوی در زمان کسب تصویر دارد. این مدلها نیاز به وارد کردن اطلاعات مقطع جو (فشار هوا، درجه حرارت، مقدار بخار آب، میزان ازون و ...) و اطلاعاتی مربوط به نوع آئروسولهای موجود، ارتفاع و زاویه زینت خورشید و تعیین زاویه دید سنجنده دارد (سوئیتزر^۶ و همکاران ۱۹۸۱).

در آنالیز و کاربرد مجموعه داده های فراباندی^۷ مدل جوی دقیق ضروری است چرا که دامنه باندهای بکار رفته بسیار باریک و معمولا در حد ۱۰ نانومتر یا کمتر است. تصحیح چنین باندهای باریکی می تواند با یکدیگر ترکیب شده و تصحیح جوی باندهای پهن تر (مانند آنچه در اسپات و تی.ام. موجود است) بدست آید. تاکنون مدلهای جوی زیادی پیشنهاد شده است. به عنوان مثال سوئیتزر و همکاران (۱۹۸۱) روشی را برای تخمین تشعشع جوی با استفاده از روابط آماری برای باندهای لندست ام.اس.اس به طور همزمان ارائه کرده اند. در روش آنها اطلاعات مورد نظر از یک منطقه نمونه با مقادیر عددی یکنواخت در داخل تصویر بدست می آید. لاوربو^۸ (۱۹۹۱) روندی را برای حذف تیرگی جوی پیشنهاد نمود که مبتنی بر کاربرد محور تیرگی کلاه منگوله دار^۹ است (مرآ ۱۹۹۶).

تبدیل کلاه منگوله دار (تبدیل کاوت- توماس): ساختار داده های ماهواره ای را می توان بصورت بیضوی چند وجهی^{۱۰} در نظر گرفت که محورهای اصلی ساختار داده ها در این فضا ضرورتا با محورهای داده های اولیه منطبق نیست. این محورها مستقیما با طیف جذبی^{۱۱} رابطه دارند. به منظور نمایش بهتر اطلاعات موجود در تصاویر ماهواره ای گاهی اوقات از روشهایی استفاده می شود که توسط آن روشها، فضای چند بعدی داده ها طوری چرخانده می شود که یک یا دو محور مورد نظر از فضای داده ها با ژنومتری (محور X و Y) دید شخص همخوان می شود. بطور مشخص، فرد می تواند محورهای را رویت کند که ویژگیهای پیک (حداکثر) جذبی یک پدیده را برای کاربردی خاص منعکس می نمایند. مثلا یک زمین شناس یا یک گیاه شناس مایل به دیدن ویژگیهای جذبی پدیده های متفاوتی هستند. در نتیجه مایلند ساختار متفاوتی از داده های ماهواره ای که تامین کننده هدف آنهاست را رویت نمایند. در نتیجه محورهای دید مورد علاقه آنها با یکدیگر متفاوت است. بدیهی است روشی که بتواند از یک مجموعه داده، اطلاعات مشخصی را استخراج نموده و به رویت برساند مفید خواهد بود. تبدیل کلاه منگوله دار^{۱۲} روشی است که توسط آن نحوه دید بهینه^{۱۳} داده های ماهواره ای را برای

5- Atmospheric Modeling

6- Switzer

7- Hyperspectral data

8 - Lavreau

9- Tasseled Cap

10- Hyperellipsoid

11- Absorption spectra

12-Tasseled Cap Transformation

13- Data viewing optimization

فضای داده ها شده بطوریکه محور مورد نظر در معرض دید کاربر قرار گیرد.

چرخش فضای داده ها مستقل از سنجنده بوده و هنگامی که یکبار برای یک سنجنده تعریف شود برای کلیه داده ها که توسط آن سنجنده دریافت میگردد، برای کلیه صحنه ها یکسان خواهد بود. افزایش باندهای لندست ت.ام (نسبت به ام.اس.اس.ر)، کریست (۱۹۸۳) و کریست و سیکون (۱۹۸۴) را قادر ساخت تا سه محور جدید را بنامهای محور گرفتگی جوی^{۱۹}، محور پنجم و ششم، معرفی نمایند.

جدول ۱ ضرایب مربوط به چهار محور کلاه منگوله دار که برای ماهواره لندست تی.ام محاسبه شده است را نشان می دهد. کریست و همکاران (۱۹۸۶) و جنسن (۱۹۸۶).

مقاصد متفاوت فراهم می سازد. کریست^{۱۴} و همکاران (۱۹۸۶) کریست و کاوث (۱۹۸۶) سه محور از داده های ماهواره ای را برای مقاصد متفاوت تعریف نمودند که عبارتند از:

محور روشنایی^{۱۵} که عبارت است از جمع وزنی محور کلیه باندها که برای رویت حداکثر انعکاس خاک چرخانده شده است.

محور سبزینه^{۱۶} محوریست عمود بر محور روشنایی و از تقابل محور مادون قرمز نزدیک و باندهای مرئی بدست می آید. این محور شدیداً به مقدار سبزینه گیاهان در صحنه وابسته است.

محور تری^{۱۷} این محور به میزان آب میان بافتی برگها و رطوبت خاک مربوط می شود لیل ساند و کایفر^{۱۸} (۱۹۸۷).

انجام یک محاسبه خطی ساده منجر به چرخش

جدول ۱ - ضرایب مربوط به چهار محور کلاه منگوله دار برای ماهواره لندست تی.ام:

باندهای تی.ام	۱	۲	۳	۴	۵	۷
محور روشنایی	0.3037	0.2793	0.4343	0.5585	0.5082	0.1863
محور سبز	-0.2848	-0.2435	-0.5436	0.7243	0.0840	-0.1800
محور تری	0.1509	0.1793	0.3299	0.3406	-0.7112	-0.4572
محور تیرگی	0.8832	-0.04819	-0.4580	-0.0032	-0.0563	0.0130

14- Crist
15- Brightness
16- Greenness

17- Wetness
18- Lillesand and Kiefer
19- Haze

مشخصات (۱۶۳-۳۴ و ۱۶۳-۳۵) از مرکز سنجش از دور ایران خریداری و مورد استفاده قرار گرفتند. تصاویر حاصل پیش پردازش شده و با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور با مدل خطی درجه اول به روش نزدیکترین همسایه^{۲۰} و با خطای^{۲۱} RMS ۰/۹۸ (کمتر از یک پیکسل) تصحیح هندسی گردیدند.

تصویر کاذب منطقه با ترکیب باندهای ۴،۵،۳ (RGB) تهیه و با تفسیر چشمی و کنترل هیستوگرام باندهای مختلف، مورد ارزیابی قرار گرفت. مناطق آموزشی و مناطق شاهد برای سه طبقه جنگل، مرتع و اراضی بدون پوشش (شامل خاک و برون زدگیهای سنگی) با پیمایش زمینی با استفاده از دستگاه مکان یاب (GPS) در عملیات صحرایی مشخص شدند.

پس از اطمینان از صحت مکانی و شاخص بودن مناطق آموزشی و شاهد، اقدام به انجام تصحیح جوی با استفاده از معادله - ۱ بر روی کلیه باندها (به غیر از باند ۶) گردید.

روندی که برای حذف تیرگی جوی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است مبتنی بر روش ارائه شده توسط لاورو (۱۹۹۱) می باشد (مرآ ۱۹۹۶).

$$\text{معادله - ۱: } (TM_{x,i})^c = TM_{x,i} - (TC_i - TC_{4_0})A_x$$

که در آن:

X = هر یک از باندهای انعکاسی لندست تی.ام

$$(X=1,2,3,4,5,7)$$

$$i = \text{هر پیکسل}$$

لائورین (۱۹۸۶) با استفاده از محور گرفتگی جوی معرفی شده به ابداع روشی برای حذف تیرگی جوی دست یافت. برای مطالعه بیشتر به ازرا و همکاران (۱۹۸۵)، هیلمن و بوید (۱۹۸۶) و هیوت و همکاران (۱۹۸۴) و (۱۹۸۵) مراجعه شود.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در مراتع شمالی منطقه حفاظت شده جهان نما در ارتفاعات جنوب گرگان و جنوب شرقی کردکوی در رشته کوههای البرز واقع شده است. جهان نما به وسعت حدود ۱۶۰۰۰ هکتار در محدوده ۵' - ۵۴' تا ۳۵' - ۵۴' طول شرقی و ۳۲' - ۳۶' تا ۴۵' - ۳۶' عرض شمالی قرار گرفته است. حداقل ارتفاع منطقه ۶۰۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۰۸۶ متر از سطح دریا می باشد. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۴۴۰/۶ میلیمتر و اقلیم منطقه با روش آمبرژه، سرد کوهستانی است. بخشی از اراضی منطقه تحت پوشش جنگل انبوه شامل ترکیب متفاوتی از گونه های راش و ملچ، ممرز و سایر گونه ها بوده و بخش دیگر شامل پوشش مرتعی می باشد. برون زدگیهای سنگهای آهکی نیز بعضاً دیده می شود (شکل ۱).

مواد و روشها

تصاویر رقومی سنجنده تی.ام لندست-۵ منطقه مورد مطالعه مربوط به تاریخ ۱۵ ژوئن (۱۹۹۸) با

با بدست آوردن اجزای معادله ۱-، تصحیح جوی بر روی کلیه باندهای انعکاسی با استفاده از معادله مذکور صورت پذیرفت.

پس از انجام تصحیح جوی بر روی کلیه باندهای انعکاسی، نسبت به انجام طبقه بندی با استفاده از باندهای تصحیح شده و باندهای اولیه از طریق روش حداکثر احتمال^{۲۲} (MLC) با استفاده از کلیه باندهای انعکاسی اقدام شد. برای انجام این امر، میزان افتراق^{۲۳} مناطق آموزشی کنترل گردید. پس از آن، طبقه بندی برای سه کلاس جنگل، مرتع و مناطق بدون پوشش انجام شد. برای بررسی صحت طبقه بندی انجام شده از جدول خطا^{۲۴} و شاخص توانی کاپا^{۲۵} استفاده شد (کونگالتون^{۲۶} ۱۹۹۱). سپس جدول خطا و شاخص کاپای بدست آمده برای تصویر طبقه بندی شده حاصل از باندهای تصحیح شده جوی و تصویر تصحیح نشده با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند.

$TC4_i =$ چهارمین محور کلاه منگوله دار برای i امین پیکسل

$TC4_0 =$ میانگین استخراج شده $TC4$ برای مناطق بدون گرفتگی در تصویر

$A_x =$ شیب خط رگرسیون بین $TC4$ و هر یک از باندهای انعکاسی

با استفاده از ضرائب محور تیرگی جدول - ۱، تصویر ترکیبی تیرگی جوی طبق معادله - ۲ بدست آمد.

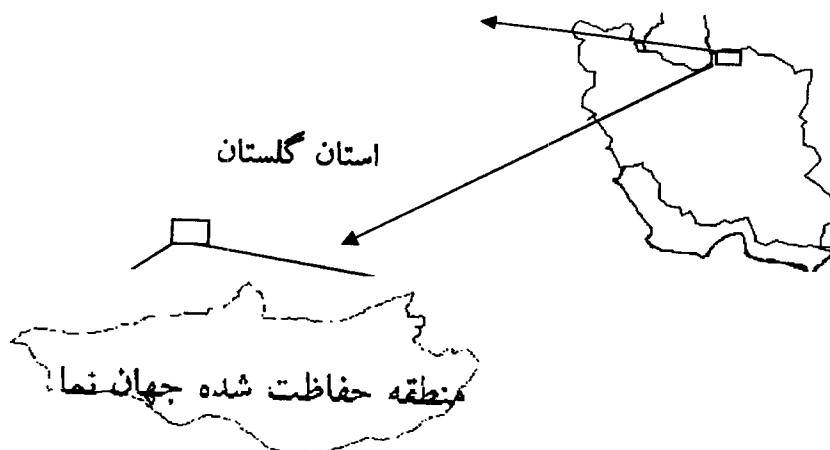
معادله - ۲:

$$TC4_i = 0.8832TM1 - 0.0819TM2 - 0.580TM3 -$$

$$0.0032TM4 - 0.0563TM5 + 0.0130TM7$$

سپس میانگین استخراج شده ($TC4$) برای مناطق بدون گرفتگی در تصویر بدست آمد.

با استفاده از قابلیت نرم افزار GIS، نسبت به انجام رگرسیون بین تصویر $TC4$ و هر یک از باندهای انعکاسی اقدام گردید. شیب خط رگرسیون بین $TC4$ و هر یک از باندهای انعکاسی استخراج شد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه جهان نما

22- Maximum Likelihood Classification

23- Separability

24- Error matrix

25- Kappa Index of Agreement

26- Congalton

نتایج

تصویر ۱ حاصل اعمال تصحیح جوی به روش فوق بر روی باندهای یک لندست تی.ام است که از منطقه دارای پوشش ابر جدا گردیده است. در حالیکه تصویر ۲ متعلق به همان منطقه قبل از تصحیح است. مقایسه دو تصویر حذف اثر گرفتگی تصویر ناشی از اعمال روش فوق را بر روی باندهای تی.ام به خوبی نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه باندهای تی.ام محدوده باندهای آبی از طیف مرئی را شامل شده و این محدوده از طیف مرئی بیش از سایر محدوده‌های طیف الکترو مغناطیس تحت تاثیر پراکنش جوی قرار گرفته و میزان تیرگی جوی در این باندها بیشتر از سایر باندهای تی.ام می‌باشد، جدول ۲ تغییرات ایجاد شده در مختصات آماری تصویر پس از تصحیح جوی بر روی این باندها را نشان می‌دهد.

با توجه به تاثیر شدید گرفتگی جوی در باندهای تی.ام، مختصات آماری دو تصویر تصحیح شده جوی

و تصحیح نشده مربوط به باندهای تی.ام در جدول ۲ آورده شده است.

جدول-۲: مقایسه مختصات آماری بین دو تصویر تصحیح شده جوی و تصحیح نشده باندهای تی.ام

مختصات آماری	تصویر		اختلاف
	تصویر تصحیح شده	تصویر تصحیح نشده	
مقدار عددی حداقل	۴۸	۲۳	۲۵
مقدار عددی حد اکثر	۲۵۵	۲۱۸	۲۷
میانگین	۷۶.۹۶	۷۳	۳.۹۶
انحراف از معیار	۲۲	۱۵.۵	۶.۵
دامنه	۲۰۷	۱۹۵	۱۲

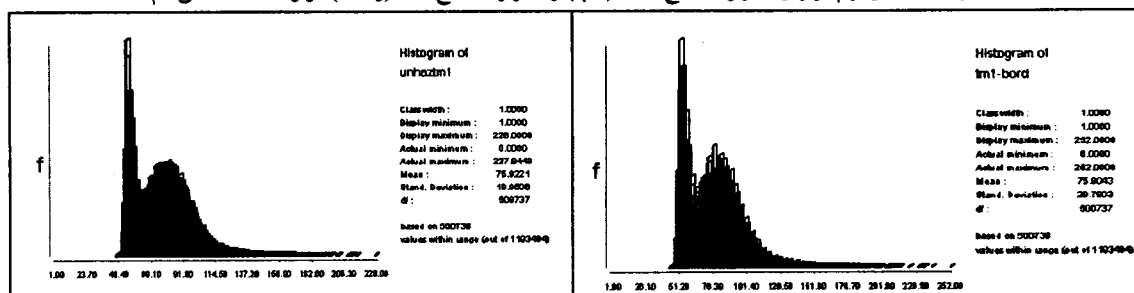
هیستوگرام فراوانی تصویر تصحیح نشده و تصویر تصحیح شده مربوط به باندهای تی.ام محاسبه و در نمودار-۱ نشان داده شده است.

آزمون آماری t جهت مقایسه بین تصویر تصحیح نشده و تصویر تصحیح شده در سطح اعتماد ۹۵٪ و ۹۹٪ (جدول-۳) نشان داد اختلاف میانگین بین دو متغیر معنی دار نیست.

جدول-۳: آزمون آماری مقایسه میانگین بین تصویر تصحیح نشده و تصویر تصحیح شده در سطح اعتماد ۹۵٪ و ۹۹٪

T جدول (دو دنباله)	سطح احتمال (دو)	t جدول (یک دنباله)	سطح احتمال (یک دنباله)	t محاسباتی	درجه آزادی	همبستگی	انحراف از معیار	میانگین
۳/۱۸	۰/۰۱	۲/۳۵	۰/۰۳	۱/۳۷	۵۰۰۷۳۷	۹۸/۵	۱۹/۹۵	۷۵/۹۲

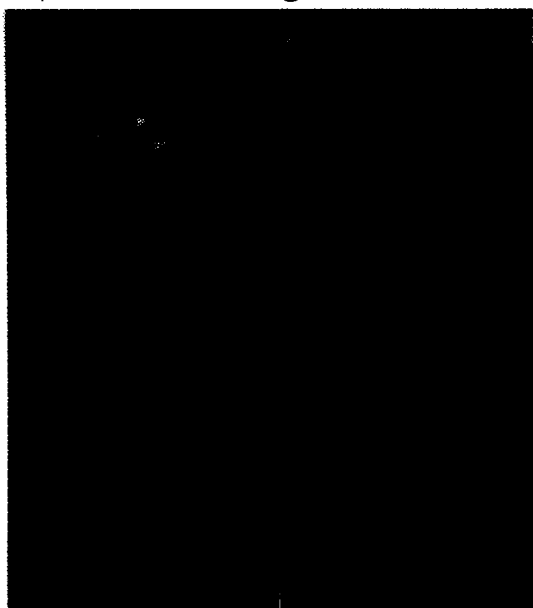
نمودار-۱: هیستوگرام فراوانی تصویر تصحیح نشده (چپ) و تصویر تصحیح شده (راست) مربوط به باندهای تی.ام



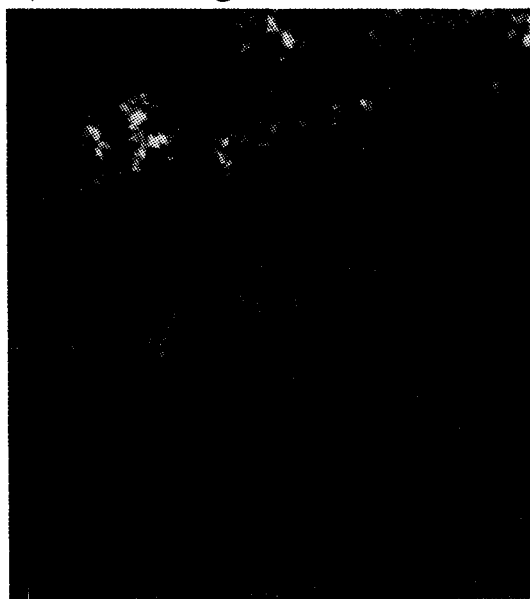
حذف و تداخل و همچنین شاخص توافق کاپا^{۲۷} برای دو حالت فوق در جداول ۳ و ۴ آورده شده است.

بمنظور مقایسه تاثیر اعمال روش فوق در نتیجه حاصل از طبقه بندی بر روی باندهای تی.ام قبل و بعد از تصحیح جوی، ماتریس توافق و درصد خطای

تصویر ۱: تصویر تصحیح شده جوی (باند ۱ تی.ام)



تصویر ۲: تصویر قبل از تصحیح جوی (باند ۱ تی.ام)



جدول-۴: جدول توافق، درصد خطا و شاخص کاپا برای تصویر تصحیح نشده

مناطق شاهد

		مناطق شاهد			خطای تداخل جمع		KIA
		جنگل	بدون پوشش مرتع	جنگل	بدون پوشش مرتع	جمع	
تصویر	جنگل	۱۳۱۳	۱۱۱	۰	۱۴۲۴	۰/۰۷۹۹	۰/۷۵۲۸
	مرتع	۱	۲۲۹	۰	۲۳۰	۰/۰۰۴۳	۰/۹۹۴۷
	بدون پوشش	۰	۲	۲۶۳	۲۶۵	۰/۰۰۷۵	۰/۹۹۱۳
	جمع	۱۳۱۴	۳۴۲	۲۶۳	۱۹۱۹	-	-
	خطای حذف	۰/۰۰۰۸	۰/۳۳۰۴	۰	-	۰/۰۵۹۴	-
	KIA	۰/۹۹۷	۰/۶۲۴۶	۱	-	-	۰/۸۶۸۵

KIA = شاخص توافق کاپا

جدول-۵: جدول توافق، درصد خطا و شاخص کاپا برای تصویر تصحیح شده

		مناطق شاهد				خطای داخل	KIA
		جنگل	مرتع	بدون پوشش	جمع		
تصویر	جنگل	۱۳۱۲	۹۰	۰	۱۴۰۲	۰/۰۶۶۲	۰/۷۹۶۴
	مرتع	۲	۲۵۰	۰	۲۵۲	۰/۰۰۷۹	۰/۹۹۰۳
	بدون پوشش	۰	۲	۲۶۳	۲۶۵	۰/۰۰۷۵	۰/۹۹۱۳
	جمع	۱۳۱۴	۳۴۲	۲۶۳	۱۹۱۹	-	-
	خطای حذف	۰/۰۰۱۵	۰/۲۶۹	۰	-	۰/۰۴۹	-
	KIA	۰/۹۹۴۴	۰/۶۹۰۳	۱	-	-	۰/۸۹۲۹

جدول-۶: آزمون مربع کای برای جدول توافق بین طبقات مناطق شاهد و طبقات تصویر برای تصویر تصحیح نشده و

تصویر تصحیح شده

	کای محاسباتی	کای جدول	درجه آزادی	سطح اعتماد٪
تصویر تصحیح نشده	۳۰۸۱/۵۸۴	۰/۷۱۱	۴	۹۹
تصویر تصحیح شده	۳۰۰۲/۷۶۶	۰/۷۱۱	۴	۹۹

بحث و نتیجه گیری

مقادیر عددی حقیقی کسر نموده است. همانطور که در نمودار ۱ دیده میشود اعمال تصحیح جوی در باند ۱ منجر به از بین رفتن نوفه (نویز) در تصویر شده بدون اینکه در مختصات آماری تصویر خللی ایجاد نماید.

آزمون مقایسه معنی دار بودن اختلاف بین میانگینهای دو تصویر نشان می دهد که اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵٪ و ۰/۰۱٪ بین دو تصویر تصحیح شده و تصویر تصحیح نشده وجود ندارد. این امر برای کلیه باندهای مرئی صادق است. از آنجائیکه تاثیر پراکنش جوی در باند یک تی.ام از سایر باندها بیشتر است،

همانطور که در جدول ۲ دیده میشود، مقدار عددی حداقل باند ۱ تی.ام از ۴۸ به ۲۳ در تصویر تصحیح شده کاهش می یابد. این کاهش در مقدار حداکثر (از ۲۵۵ به ۲۱۸) نیز دیده می شود. مقدار میانگین در مقایسه با مقادیر حداقل و حداکثر تغییر قابل ملاحظه ای نداشته اما کاهش مقدار انحراف معیار پس از تصحیح چشمگیر است. در واقع مقادیر کاسته شده مربوط به بخشی از طول موج آبی می شود که در نتیجه وجود بخار آب موجود در منطقه بصورت پراکنده به سنجنده ماهواره رسیده است و تصحیح جوی انجام شده این بخش از پراکنش را از

مقایسه شاخص کاپای کل برای دو تصویر تصحیح شده و تصحیح نشده (جدول ۴ و ۵) نشان می دهد که شاخص کاپای کل در تصویر تصحیح نشده ۸۶٪ و برای تصویر تصحیح شده برابر با ۸۹٪ است.

در صد خطای حذف در تصویر تصحیح نشده برای طبقه جنگل کمتر از مقدار فوق برای تصویر تصحیح شده میباشد. در حالیکه در صد خطای تداخل در تصویر تصحیح نشده برای طبقه جنگل بیشتر از مقدار فوق برای تصویر تصحیح شده است. مقادیر فوق برای طبقه بدون پوشش در هر دو تصویر یکسان و عملاً برابر صفر است. در طبقه مرتع در صد خطای حذف در تصویر تصحیح نشده بیشتر از مقدار فوق برای تصویر تصحیح شده میباشد. اما در صد خطای تداخل در تصویر تصحیح نشده برای طبقه مرتع کمتر از مقدار فوق برای تصویر تصحیح شده است. همانطور که ملاحظه می شود. مقدار شاخص کاپا مربوط به جنگل برای هنگامی که تصویر به عنوان مرجع قلمداد شود در تصویر تصحیح شده، برابر ۷۹٪ بوده که در مقایسه با این مقدار در تصویر تصحیح نشده که حدوداً ۷۵٪ است، افزایش قابل ملاحظه ای را نسبت به کلاسهای دیگر نشان می دهد.

این امر از آن جهت اهمیت دارد که میزان تبخیر و تعرق در منطقه پوشیده از جنگل بیش از سایر مناطق در تصویر است. در نتیجه اعمال تصحیح جوی، بخشی از تیرگی تصویر در منطقه ای که بطور طبیعی بیشترین پراکنش جوی را ایجاد می نماید، بطرز صحیحی حذف گردیده است.

محاسبات آماری انجام شده بر روی این باند آورده شده است (جدول-۳).

تصویر شماره ۱ و ۲ بخشی از تصویر باند ۱ تی.ام منطقه است که حاوی لکه های ابر بوده و بمنظور درک بهتر تاثیر تصحیح جوی بر روی افزایش کیفیت تصویر مورد تصحیح جوی قرار گرفته است.

همانطور که دیده می شود تصویر تصحیح شده از وضوح بیشتری برخوردار بوده و از میزان ابرها به مقدار قابل ملاحظه ای کاسته شده است. بدیهی است روشی که بتواند پوشش ابر را بطور کامل از تصویر حذف نماید تا کنون ارائه نشده است.

وضوح تصویر پس از تصحیح، حاصل کاهش گرفتگی تصویر ناشی از تاثیر پراکنش جوی است.

اگر چه وضوح تصویر پس از تصحیح نمایان است، اما لازم است تا تاثیر تصحیح انجام شده در سایر فرایندهای استخراج اطلاعات از تصویر نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. از آنجائیکه طبقه بندی تصاویر و تفکیک طبقات موجود در تصویر از روشهای رایج در استخراج اطلاعات محسوب میگردد، منطقه مورد مطالعه با توجه به پدیده های موجود در منطقه (جنگل، مرتع و بدون پوشش) به سه طبقه قابل تفکیک بر اساس طبقات استاندارد سطح I آندرسون که به عنوان سیستم استاندارد USGS مورد پذیرش است، در هر دو تصویر تصحیح شده و تصحیح نشده طبقه بندی گردید. میزان توافق طبقات با مناطق شاهد زمینی بر مبنای شاخص توافق کاپا مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مطلوب آن است که شاهد کاهش معنی دار صحت طبقه بندی تصویر تصحیح شده در مقایسه با تصویر تصحیح نشده باشیم که این امر محقق گردیده است. این روش بر خلاف سایر مدل‌های تصحیح جوی که نیاز به پارامترهای هوا شناسی مقاطع مختلف جو دارند، ساده بوده و پارامترهای مورد نیاز در این مدل، از تصویر موجود استخراج شده در نتیجه می‌تواند برای کاربران تصاویر ماهواره ای لندست تی.ام در ایران که دسترسی به اطلاعات هواشناسی پیچیده و بهنگام ندارند بسیار کارساز و مفید باشد.

مقایسه مربع کای برای هر دو تصویر تصحیح شده و تصحیح نشده (جدول ۶) صحت نتایج جدول توافق را با قاطعیت تایید می نماید. آنچه مورد توجه است آنست که تصحیح انجام شده نه تنها منجر به از دست رفتن اطلاعات تصویر نگردیده است (آنچه معمولاً در اثر اعمال روشهای تصحیح جوی روی میدهد) بلکه منجر به افزایش جزئی در میزان توافق طبقات با مناطق شاهد زمینی بر مبنای شاخص توافق کاپای کل گردیده و شاخص توافق کاپای جزئی طبقات خصوصاً جنگل و مرتع افزایش نشان میدهد. لازم به ذکر است که هدف

منابع

- Congalton, R. (1991). "A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data." *Remote Sensing of Environment*, Vol. 37: 35-46.
- Crist, E. P. (1983). The TM tasseled cap- a preliminary formulation. *Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely-Sensed Data 1983*, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 357-364.
- Crist, E. P. and Cicone, R. C. (1984a). A physically-based transformation of Thematic Mapper data- the TM Tasseled Cap. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, GE-22, 256-263.
- Crist, E. P. and Cicone, R. C. (1984b). Comparison of the dimensionality and features of simulated Landsat-4 MSS and TM data. *Remote Sensing of Environment*. 14. 235 246.
- Crist, E. P. and Kauth, R. J. (1986). The Tasseled Cap de-mystified. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 52, 81-86.
- Crist, E. P. and Cicone, R. C. (1984c) Application of the Tasseled Cap concept to simulated Thematic Mapper data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50, 343-352.
- Deschamps, P. Y., Herman, M. and Tanre, D. (1983). Definitions of atmospheric radiance and transmittances in remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 13, 89 92.
- Ezra, E. C., Tinney, L. R. and Jackson, R. (1985). Effect of soil background on vegetation discrimination using Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 16, 233-242.
- Heilman, J. L. and Boyd, W. E. (1986). Soil background effects on the spectral response of a three-component rangeland scene. *Remote Sensing of Environment*, 19, 127-137.
- Huete, A. R., Jackson, R. D. and Post, D. F. (1985). Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds. *Remote sensing of environment*, 17, 37-53.
- Huete, A. R., Post, D. F. and Jackson, R. D. (1984). Soil spectral effects on 4-space vegetation discrimination. *Remote Sensing of Environment*, 15, 155-165.
- Lavreau, J. (1991). De-Hazing Landsat Thematic Mapper Images. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 57, No. 10: 1297-1302.
- Lillesand, T. and Kiefer, R. W. (1987) *Remote Sensing and Image Interpretation*. Chapter 8. Microwave Sensing. John Wiley and Sons, New York. pp. 472-524.
- Mather P. M., 1987. *Computer Processing of Remotely Sensed Images, An Introduction*. John Wiley and Sons. New York.
- MERA, (1996). MARS and Environment Related Applications, PHARE program, Forest Ecosystem Mapping. Final Report. FOMI Remote Sensing Center, Budapest Hungary.
- Switzer, P., Kowalik, W. S. and Lyon, R. J. P. (1981). Estimation of atmospheric path radiance by the covariance matrix method. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 47, 1469-1476.

Assessing the atmospheric correction model of Lavreau on Landsat TM imagery

Adel Sepehry
College of Range and Watershed management,
Gorgan University of Agricultural and Natural Resource Sciences,

Received : 30.1.2003

ABSTRACT

Electromagnetic radiation reflected from ground features is scattered by atmospheric particles and molecules in its way to satellite sensors. This causes some degree of haze in satellite imagery produced. Scattering and its consequent produced haze in imageries vary with time and weather condition. Consequently, image analysis becomes difficult. It is sometimes necessary to omit or at least reduce atmospheric effects on images in hand. This article studies application of an atmospheric correction model on Landsat TM imagery of an area in north mountainous part of Iran. The result of atmospheric correction was evaluated via comparing the product of maximum likelihood classification on corrected and on non corrected images. The results show that applying this method considerably reduces the haze effect on corrected image and produces higher classification accuracy.

Keywords: Atmospheric correction, Landsat TM, Scattering, Lavreau model

