نشریه علمی- ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دوره نهم، شماره ۱، بهمن ماه ۱۳۹۶

کاربرد سنجش از دور و GIS در بررسی پوشش گیاهی

عبدالرضا کاظمی نیا*

مربی دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه صنعتی سیرجان
kazeminia@sirjantech.ac.ir

(تاریخ دریافت خرداد ۱۳۹۶، تاریخ تصویب شهریور ۱۳۹۶)

چکیده

مطالعه میزان تغییرات و تخریب منابع در سال های گذشته و امکان سنجی و پیش بینی این تغییرات در سال های آینده می تواند در برنامه ریزی و استفاده بهینه از منابع، کنترل و مهار تغییرات غیر اصولی در آینده گام مهمی باشد. در چند سال اخیر بعلت تغییرات پوشش گیاهی در مناطق غربی کشور موجب ورود ریزگردها به کشور شده و مشکلات زیادی را برای ساکنین شهرهای غربی و حتی مرکزی کشور بوجود آورده، بر همین اساس، منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در غربی ترین ناحیه کشور انتخاب شده است. در این تحقیق برای پیش بینی تغییرات پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره ای سنجنده ETM ماهواره لندست مربوط به سال های۲۰۰۲ و ۲۰۱۲ استفاده‌گردید. پس از تصحیح هندسی و رادیومتریک تصاویر، براساس تلفیق روش مقایسه طبقه‌بندی تصاویر مربوط به هر دو سال با استفاده از روش ماتریس ضرب کاربری ها و شاخص های گیاهی مناسب، نقشه پهنه بندی تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، تهیه شد. نتایج بدست آمده از این تحقیق، نشان داد از بین شاخص‌های گیاهی، شاخص SAVI، دارای بالاترین ضریب همبستگی بین داده های کمی درصد تاج پوشش و مقادیر عددی آن بوده که برای بررسی پوشش گیاهی منطقه از این شاخص گیاهی استفاده شد. بر این اساس پوشش گیاهی منطقه را می توان در سه کلاس ضعیف، متوسط و خوب طبقه بندی نمود. در بازه زمانی(۲۰۱۲-۲۰۰۲)، مساحت پوشش گیاهی ضعیف و خوب، افزایش و سطح پوشش گیاهی متوسط کاهش یافته است. بیشترین کاهش مساحت در اراضی با پوشش گیاهی متوسط می باشد که از ۳۰۴ کیلومترمربع به ۱۷۳کیلومترمربع رسیده است و علت آن تبدیل اراضی مرتع به اراضی بایر و بیابانی می باشد. نواحی که در کلاس پوشش گیاهی ضعیف قرار گرفتند مناطقی هستند که منشاء پیدایش ریز گردها به کشور بوده و باید عملیات های پیشگیری را در این اراضی متمرکز نمود.

واژگان کلیدی: شاخص گیاهی، طبقه بندی تصاویر، پوشش گیاهی، نقشه پهنه بندی تغییرات، تصویر ماهواره ای

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

شناخت ویژگی های پوشش های گیاهی و روابط موجود در بین گونه های گیاهی و نیز عوامل محیطی همواره مورد توجه بوم شناسان بوده است[۱]. دلیل این توجه، اهمیت زیاد پوشش های گیاهی از نظر زیستگاهی، تولید انرژی و دیگر خصوصیات مهم گیاهان بر روی کره زمین می باشد. پوشش های گیاهی، به علل مختلف و به مرور زمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می دهد[۲]. ارتباط پوشش گیاهی و خشکسالی با وقوع گرد و غبار در هر منطقه نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است[۳]. بنابراین نیازبه آشکار سازی، پیش بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت بسزایی برخوردار است. عدم وجود اطلاعات موقعیت دار دقیق در گذشته از مهمترین مشکلاتی است که در مسئله بررسی تغییرات پوشش گیاهی وجود دارد. تصاویر ماهواره ای و فنآوری سنجش ازدور این امکان را فراهم می کند تا با اتکا به اطلاعات تولیدی از آن به برنامه ریزی بهتری جهت مدیریت محیط زیست دست یافت[۴]. تکراری بودن تصاویر ماهواره ای از جمله مزایایی است که کاربرد داده های ماهواره ای و علم سنجش از دور را وسعت می بخشد[۵]. آگاهی از روند تغییرات پوشش گیاهی عموما" ناشی از عوامل متعددی مانند بحران های زیست محیطی، اقلیمی، انسانی و عوامل بیولوژیکی و غیره می باشد. استفاده از علم سنجش از دور و به کارگیری داده های ماهواره‌ای اغلب موجب کاهش هزینه، افزایش دقت و سرعت می گردد و روز به روز بر اهمیت این فنآوری در راستای توسعه پایدارافزوده می‌شود. در ادامه GIS نیز به کمک آمده و در فرآوری داده های حاصل از سنجش از دور کمک فراوانی می نماید. سیستم ها ی اطلاعات مکانی یا همان GIS، مجموعه ای از ابزارها برای جمع آوری، ذخیره سازی، بازیافت ارادی، تبدیل و نمایش داده های مکانی از جهان واقعی می باشد[۶]. با این اوصاف مطالعه و بررسی تغییرات پوشش گیاهی که خود عامل مهمی در ایجاد مشکلات زیست محیطی می باشد، با کمک گرفتن از علم سنجش از دور و GIS براحتی امکانپذیر بوده، چرا که مدیریت، ساماندهی و نظارت براین تغییرات توسط داده‌های چند زمانه وکلی نگر سنجش ازدور و آنالیزهای GIS بسیار راحت گردیده است.

بر این اساس تحقیق پیشرو برای پهنه بندی و تهیه نقشه تغییرات پوشش گیاهی جهت مدیریت مناطق پرداخته است. آشکار سازی تغییرات، شامل کاربرد مجموعه داده های چند زمانه به منظور مشخص کردن مناطقی است که کاربری و پوشش زمینی آنها در تاریخ های مختلف تصویر برداری تغییراتی داشته است. این تغییرات ناشی از تغییرات در پوشش کوتاه مدت مانند سیلاب و یا تغییرات کاربری مانند تبدیل اراضی کشاورزی به کاربری های مسکونی و غیره می باشد. انتخاب روش و الگوریتم کار جهت بازیابی و کشف این تغییرات اقدامی مهم و اساسی است. تا کنون روش های متعددی برای تشخیص تغییرات توسط داده های رقومی ماهواره ای ارائه شده است و می توان این روشها را به دو روش کلی، تشخیص تغییرات چشمی و تشخیص تغییرات رقومی تقسیم کرد. با روش چشمی امکان استخراج اطلاعات به طور ساده فراهم است و کاربرد این روش برای هر سطح از مدیریت منابع و تصمیم گیری سودمند است.

۲- مبانی نظری

بطور کلی مهمترین روشهای بارزسازی تغییرات پوشش گیاهی اراضی با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و GIS عبارتند از:

۲-۱- تفریق تصاویر[۱]

در این روش، درجه خاکستری (DN) مربوط به تصویر یک تاریخ از درجه خاکستری مربوط به تصویر تاریخ دیگر تفریق می شود و مقادیر حاصل به صورت مثبت و منفی و صفر است، اگر مقادیر مثبت و منفی باشند نشانه تغییرات می باشد. در تفریق تصاویر ارزش رقومی تصویر یک تاریخ پس از هم مختصات سازی دقیق دو تصویر، از ارزشهای رقومی تصویر تاریخ دیگر کسر می شود(رابطه۱):

$$\mathrm{DN(T2) = DN(T1) + CL + CS + CA + E} \qquad (۱)$$

$$DN\mathrm{new} = m\left(\frac{\mathrm{DNA} \pm \mathrm{K1}}{\mathrm{DNB} \pm \mathrm{K2}}\right) + n \qquad (۳)$$

۱ Image Subtraction

در رابطه فوق:

DN(T1): ارزش روشنائی تصویر در زمان اول

DN(T2): ارزش روشنائی تصویر در زمان دوم

CL: تغییرات ناشی از پوشش زمین

CS: تغییرات مربوط به سنجنده

CA: تغییرات ناشی از اثرات اتمسفری

E: خطاهایی که به صورت غیر سیستماتیک به وجود می‌آیند

چنانچه اثرات CA وCs در هنگام پیش پرداخت تصویر لحاظ شود میانگین E به علت تصادفی بودن صفر فرض می شود. در این صورت تغییرات DN ناشی از تغییرات پوشش زمین بصورت رابطه۲ خواهد بود:

$$CL = DN(T2) - DN(T1) \qquad (۲)$$

۲-۲- تصاویر نسبتی[۱] یا نسبتهای باندی[۲]

این روش، یکی از ساده ترین و سریعترین روش های تشخیص تغییرات است. در واقع تقسیم تصاویر با نسبت گیری از باندهای متناظر می باشد. در این روش نسبت داده های مربوط به تصاویر دو تاریخ متفاوت محاسبه می‌شود و هر جا که نسبت نزدیک به یک (یا یک) باشد می توان گفت تغییری رخ نداده است و کلیه پیکسل هایی که در نتیجه تغییرات در درجه روشنایی آنها تغییراتی حاصل شده باشد مقادیر عددی آنها بزرگتر یا کوچکتر از عدد یک خواهند بود[۷]. تصاویر نسبتی از شیوه های بینهایت مفید جهت بارزسازی پدیده ها در تصاویر چند باندی محسوب می شوند. مهمترین مزیت کاربرد نسبتهای باندی، تهیه تصویری است که کاملاً از شرایط روشنایی مستقل است.

DN_A، DN_B، DN های تصاویر ورودی A وB هستند. K1وk2 فاکتورهایی برای حفظ و نگهداری مسیر تابش موجود در دو تصویر ورودی، m وn فاکتورهای مقیاس برای دامنه خاکستری هستند.

۲-۳- ماتریس ضرب کاربری ها[۳]

پس از طبقه بندی تصاویر مربوط به دو زمان و اطمینان از دقت طبقه بندی در روش ماتریس ضرب کاربری ها، رابطه (۴) بر روی تصاویر اعمال می شود. حاصل این عمل تصویری به شکل ماتریس n×n است که n تعداد کلاس های تعیین شده در طبقه بندی تصاویر مورد استفاده است و هر یک از مولفه های(عناصر) این ماتریس بیان کننده تغییر و تبدیل هر کلاس به کلاس دیگر می‌باشد و تغییرات کیفی آنها را مشخص می‌سازد[۸]. عناصری از این ماتریس که در روی قطر آن واقع شدند، معرف کلاس هایی هستند که طی بازه زمانی، تغییری در آنها، صورت نگرفته است.

$$LMM = (CT1 \times 10) + CT2 \qquad (۴)$$

LMM: ماتریس ضرب کاربری ها

CT_1: تصویر طبقه بندی شده تاریخ اول

CT_2: تصویر طبقه بندی شده تاریخ دوم

۲-۴- شاخص های گیاهی

کسب اطلاعات درباره پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آنها، از اهمیت زیادی برخوردار است. به منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته روی اطلاعات پوشش گیاهی و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی، می توان در تصاویر ماهواره ای حداقل دو باند را ترکیب کرده و شاخص مرکبی به نام شاخص پوشش گیاهی ایجاد نمود. یکی از اهداف ایجاد شاخص های پوشش گیاهی، آن است که درصد پوشش گیاهی پیش بینی و بررسی شود. شاخص های پوشش گیاهی به طور گسترده به عنوان معیارهایی برای تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش اراضی از جمله پوشش گیاهی و فاکتورهای دیگر مورد استفاده قرار میگیرند. شاخص‌های مختلفی مانند RVI، NDVI، SAVI، EVI و غیره برای تعیین پوشش گیاهی اراضی معرفی شده است[۹]. شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI[۴]) یکی از پرکاربردترین شاخص ها برای پایش تغییرات پوشش گیاهی است که از طریق نسبت گیری باندهای قرمز و مادون قرمزِ نزدیک به دست می آید[۱۰]. شاخص پوشش گیاهی NDVI محلهای احتمالی پوشش گیاهی را با تغییرات عددی بین ۱+ تا ۱ - نشان می دهد. مناطقی که دارای پوشش گیاهی متراکم باشند این شاخص بسمت

۱ Band Ratios
۲ Band Ratios
۳ Landuse Multiplication Matrix
٤ Normalized Difference Vegetation Index

۱+ و نواحی که از لحاظ تراکم گیاهی ضعیف باشد بسمت ۱- میل می نماید. با استفاده از رابطهٔ ۵ شاخص پوشش گیاهی NDVI قابل محاسبه است.

$$NDVI = NIR - R/NIR + R \qquad (۵)$$

NIR = میزان انعکاس تصویر در باند مادون قرمز نزدیک

R = میزان انعکاس تصویر در باند قرمز

شاخص NDVI از معروفترین، ساده ترین و کاربردی ترین شاخص هایی است که در زمینه ی مطالعات پوشش گیاهی شناخته شده است. فرآیند محاسباتی ساده دارد و در مقایسه با دیگر شاخص ها دارای بهترین توان دینامیکی می باشد. این شاخص بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینه ی خاک، به جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کمتری دارد[۱۱]. از شاخص های گیاهی مطرح شده، شاخص SAVI[۱]، واریانس بازتاب طیفی ناشی از تغییرات خاک زمینه را به حداقل کاهش می دهد و بر اساس رابطه ۶ قابل محاسبه است[۱۲].

$$SAVI = NIR - R/(NIR + R + L)(1 + L) \qquad (۶)$$

L- فاکتور تصحیح برای تراکم های مختلف پوشش گیاهی

بعد از محاسبه شاخص های گیاهی تصاویر ماهواره ای در دو تاریخ مختلف، می توان با مقایسه آنها نقشه تغییرات پوشش گیاهی مناطق را در محیط GIS تهیه نمود.

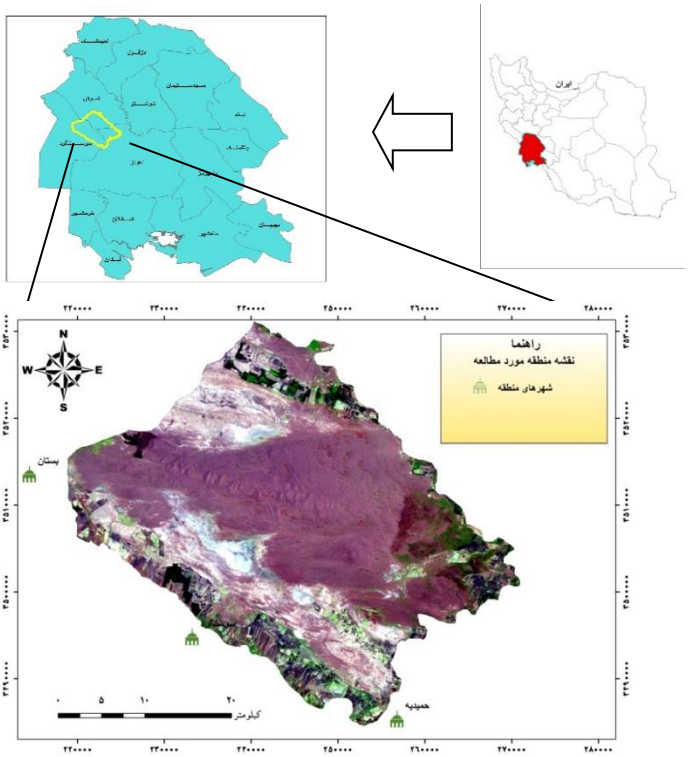
برخی مطالعات پیشین که در زمینه بررسی پوشش گیاهی اراضی انجام گرفته است، به این شرح می باشد:

داروبش و دیگران[۱۳] در سال ۲۰۰۸ در تحقیق خود علل تخریب مراتع در لبنان را با شاخص NDVI مورد بررسی قرار دادند. هانگ و دیگران[۱۴] در سال ۲۰۱۳ با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه و استفاده از شاخص NDVI در ناحیه ای از کشور چین تغییرات پوشش گیاهی را برآورد نمودند. شفیعی و حسینی [۱۵] در سال ۱۳۹۲ بررسی پوشش گیاهی به کمک داده های ماهواره ای در منطقه سیستان را مورد مطالعه قرار دادند و روند تغییرات پوشش گیاهی منطقه را در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ بررسی کردند. محمد یاری و دیگران [۲] در سال ۱۳۹۳با استفاده شاخص های گیاهی نقشه تغییرات پوشش گیاهی در منطقه ای در استان خوزستان را تهیه نمودند. بنابراین در این راستا تحقیق حاضر با انگیزه ی یافتن روشی سریع با دقتی قابل قبول برای بررسی پهنه بندی تغییرات پوشش گیاهی و متفاوت با سایر مطالعاتی که در این زمینه تا کنون انجام گرفته و با تلفیق شاخص پوشش گیاهیSAVI و روش ماتریس ضرب کاربری ها اقدام به تهیه نقشه پهنه بندی تغییرات پوشش گیاهی در منطقه انتخابی نموده است.

۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه

با توجه به مشکل زیست محیطی ورود ریز گردها از این ناحیه به کشور و بروز مشکلات و ارتباط پوشش گیاهی در مهار آنها بنابراین منطقه مورد مطالعه در غرب استان خوزستان و شمال غرب و غرب شهرستان اهواز به مختصات (N "۶ ، ' ۲۸ ، ° ۳۱ _ N "۸ ، ' ۵۳ ، ° ۳۱) - (E "۱۸ ، '۱۵، ° ۴۸ _ E "۵۵، '۲۳، ° ۴۸) و به مساحت تقریبی ۱۲۵۵ کیلومتر مربع انتخاب گردید. (شکل۱). منطقه در سیستم طبقه بندی دومارتن دارای اقلیم خشک تا نیمه خشک است. متوسط بارندگی سالیانه آن در حدود ۲۳۵ میلی متر و میانگین دمای سالیانه آن در حدود ۲۵درجه سانتیگراد است.

[۱] Soil adjusted vegetation index



شکل۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۴- روش تحقیق

مراحل انجام این تحقیق در شکل۲ ارایه گردیده است. ابتدا تصاویر ماهواره لندست در یک بازه ده ساله (۲۰۰۲-۲۰۱۲) که تقریبا در یک زمان از سال می باشند انتخاب شدند. این تصاویر از آرشیو داده های ماهواره لندست سازمان زمین شناسی آمریکا تهیه گردیده اند. داده های مورد استفاده عبارتند از تصاویر لندست که شامل سنجنده ETM با مسیرهای ۱۶۵،۱۶۶و ردیف های ۳۸، ۳۹ بترتیب مربوط به سالهای ۲۰۰۲/۱/۱۵ و ۲۰۱۲/۱/۱۷ می باشند. بعد از تصحیحات مورد نظر برروی تصاویر ماهواره ای، بررسی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه با استفاده از شاخص های گیاهی مناسب و طبقه بندی تصاویر ماهواره ای همراه با روش ماتریس ضرب کاربری ها تغییرات پوشش گیاهی انجام شد.

تصحیحاتی که بر روی تصاویر منطقه مورد مطالعه صورت گرفت بدین شرح بودند:

۴-۱- نرمال سازی رادیومتریک

با توجه به اختلاف زمان تصویر برداری و زاویه تابش خورشید، قبل از انجام مراحل استفاده از تصاویر، نیاز است پیکسلهای تصاویر از نظر ارزش عددی نرمال شوند[۱۶]. از این رو نرمال سازی رادیومتریک تصاویر، طبق رابطه ۷ انجام شد:

$$DN_{norm} = (DN.d^2) / (\cos\theta)$$
$$d = ۱/\{1- 0/01674 \cos[0/9856(J_D -4)]\} \quad (۷)$$

J_D = تعداد روزهای گذشته از اول ژانویه

θ = زاویه Zenith بر حسب درجه

DN = مقدار عددی هر پیکسل

برای نرمال سازی تصویر اول، با استفاده از Header file آن، زاویه ارتفاع خورشید برابر با ۴۸ درجه استخراج گردید. همچنین زاویه Zenith نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

زاویه ارتفاع خورشید Zenith = ۹۰

Zenith = ۹۰ – ۴۸ = ۵۲

باتوجه به این که تصاویر اول مربوط به تاریخ ۲۰۰۲/۱/۱۵ ، J_D (تعداد روزهای گذشته از اول ژانویه) برابر با ۹۷ می باشد، بنابراین : d = 1/005

اکنون با جایگذاری d و θ در رابطه (۷)، پیکسلهای هر دو تصویر، نرمال می گردد. همین مراحل، برای تصویر دوم مربوط به تاریخ ۲۰۱۲/۱/۱۷ نیز اعمال گردید که در ادامه ذکر شده است:

Zenith = ۹۰– ۴۶= ۵۴

J_D = ۲۹۵

d = ۱/۰۰۱

شکل۲- مراحل انجام تحقیق

۴-۲- نرمال سازی رادیومتریک یا تبدیل ارزش رقومی هر پیکسل (DN) به ارزش انعکاسی در تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

در این تحقیق برای تبدیل کردن DN تصاویر سنجنده‌های ETM+ و TM ماهواره لندست به ارزش‌های انعکاسی، براساس ضرایب ثابت ارائه شده در جداول مربوطه و همچنین پارامتر های مختلف بدست آمده اقدام گردیدکه مراحل آن به صورت زیر می باشد:

ابتدا برای تبدیل DN به Radiance از رابطه (۸) استفاده گردید.

$$L_\lambda = \left(\frac{L_{MAX} - L_{MIN}}{Q_{CALMAX} - Q_{CALMIN}}\right) * (Q_{CAL} - Q_{CALMIN}) + L_{MIN} \qquad (۸)$$

Lλ: تابش طیفی (radiance) در واحد (w/(m2.sr.µm))

Qcal: ارزش پیکسلی (DN)

Qcalmax: بیشترین میزان DN که با توجه به مقدار Lmax بدست می آید که در تصاویر۸ بیتی برابر۲۵۵ می‌باشد.

Qcalmin: کمترین میزان DN که با توجه به مقدارLmin بدست می آید که در تصاویر ۸ بیتی برابر ۰ می باشد.

Lmax: حداکثر میزان تابش طیفی که با توجه به Qcalmax مقیاس بندی شده و واحد آن (w/(m2.sr.µm)) است.

Lmin: حداقل میزان تابش طیفی که با توجه به Qcalmin مقیاس بندی شده و واحد آن (w/(m2.sr.µm)) است.

این رابطه برای تمام تصاویر لندست ثابت است ولی برای هر سنجنده‌ای ضرایب Lmax و Lmin فرق میکند. این مقادیراز جداول مربوطه استخراج گردیدند.

مرحله تبدیل تابش طیفی[۱] به ارزش انعکاسی (بدون تاثیر جو)

۱ radiance

برای انجام این مرحله از رابطه (۹) استفاده شد.

$$\rho_p = \frac{\pi \times L\lambda \times d^2}{ESUN\lambda \times \cos\theta s} \quad (۹)$$

pρ: ارزش انعکاسی یا ضریب انعکاس باند که بدون واحد است.

Lλ: تابش طیفی(radiance) در واحد((w/(m2.sr.µm)).

d: فاصله زمین تا خورشید به واحد نجومی

ESUNλ: متوسط تابش خورشیدی در بالای جو در واحد w/m2. µm

Θ: زاویه سرسو(zenith) خورشیدی در واحد درجه

پارامترهای ESUNλ و d از جداول مربوطه که در هر سنجنده ماهواره لندست متفاوت است، بدست آمدند. همچنین مقدار d برای تمام تصاویر ماهواره ها ثابت است زیرا فاصله زمین تا خورشید می باشد.

۴-۳- تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه با استفاده از شاخص های گیاهی

برای تهیه نقشه پوشش گیاهی بر اساس درصد تاج پوشش، شاخص های گیاهی مختلفی برای هر دو تصویر تهیه گردید. برای انتخاب مناسبترین شاخص گیاهی منطقه مورد مطالعه با توجه به بازدید های میدانی، همبستگی بین پارامترهای کمی و شاخص ها بررسی شد. داده های میدانی در این تحقیق شامل اندازه گیری تاج پوشش گیاهی با پلات های مربعی و نمونه های آموزشی بودند که با مراجعه به منطقه بهمراه سیستم موقعیت یاب مکانی (GPS تک فرکانسه) بصورت پراکنده در نقاطی از منطقه اندازه گیری شدند.

نتایج نشان داد رابطه معنی داری بین پارامترهای گیاهی و شاخص‌های گیاهی وجود دارد. دو شاخص NDVI و SAVI نسبت به بقیه شاخص‌های گیاهی بالاترین ضریب همبستگی را دارا بودند (جدول۱).

جدول۱- ضریب همبستگی بین شاخص های گیاهی و دادهای میدانی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

شاخص گیاهی	ضریب همبستگی
RVI	۰/۴۷
EVI	۰/۳۴
SAVI	۰/۸۲
ARVI	۰/۳۹
NDVI	۰/۵۴

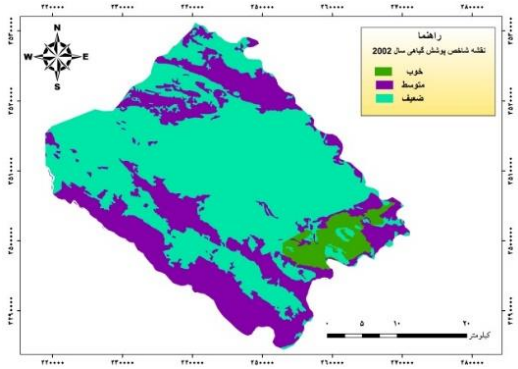
با توجه به خشک بودن منطقه و ضعیف بودن پوشش گیاهی، خاک زمینه انعکاس پوشش گیاهی را می پوشاند و مانع از انعکاس پوشش گیاهی در تصویر می شود و در نتیجه NDVI کم می شود و یا مناطق مختلف دارای مقادیر NDVI مشابهی می باشند. شاخص NDVI شاخص مناسبی برای مناطق خشک نیست، زیرا پوشش گیاهی ضعیف به طور معنی داری روی کاهش بازتاب نور مادون قرمز تأثیر میگذارد[۱۷]. این مشکل از کمبود بارندگی و بالا بودن میزان تبخیر و تعرق ناشی می شود که باعث کاهش سبزینه و به تبع آن کاهش فتوسنتز می گردد[۱۸]. بنابراین در این تحقیق با توجه به جدول۱ شاخص گیاهی SAVI که دارای بالاترین ضریب همبستگی است، برای تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی منطقه انتخاب گردید. جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه، ابتدا رابطه ۶ بر روی تصاویر ۲۰۰۲ و ۲۰۱۲ اعمال و سپس نقشه پوشش گیاهی در دو زمان مذکور در محیط GIS ترسیم شد. منطقه مورد مطالعه بر اساس میانگین درصد پوشش گیاهی، به سه کلاس پوشش گیاهی (خوب، متوسط و ضعیف) طبقه بندی گردید (اشکال۳و۴). برای همبستگی بین تصاویر ماهواره ای و درصد پوشش گیاهی در مطالعات صحرایی از پلات های ۱*۱ متر مربعی جهت تعیین درصد پوشش گیاهی استفاده گردید. نقشه طبقات درصد تاج پوشش گیاهی با انجام رگرسیون ساده خطی بین داده های درصد تاج پوشش گیاهی هر پلات و مقادیر عددی آنها در شاخص گیاهی SAVI در سه طبقه (جدول۲) تهیه شد. پس از انجام آنالیز رگرسیون ساده خطی بین نمونه های برداشت شده از درصد تاج پوشش گیاهی و شاخص SAVI مدل درصد تاج پوشش با ضریب توصیف ۰/۸۲ به صورت زیر بدست آمد:

$$Y = 402/9x + 75/34$$

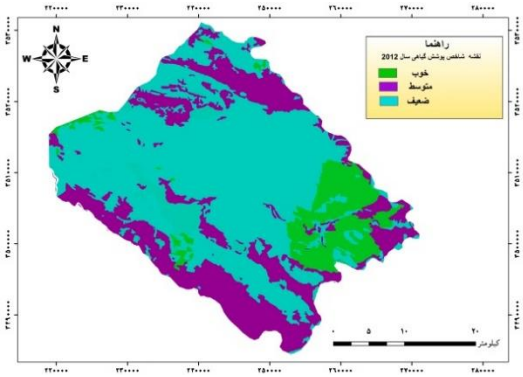
در نهایت طبق مدل فوق و جدول۲ نقشه درصد پوشش گیاهی تهیه شد (شکل‌های ۳و۴).

جدول۲- طبقه بندی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

کد	درصد پوشش گیاهی	طبقه
۱	کمتر از ۱۰ درصد	ضعیف
۲	۴۰ —۱۰ درصد	متوسط
۳	بیش از ۴۰ درصد	خوب



شکل۳- نقشه حاصل از شاخص گیاهی سال ۲۰۰۲منطقه مورد مطالعه



شکل۴- نقشه حاصل از شاخص گیاهی سال ۲۰۱۲منطقه مورد مطالعه

با مقایسه دو نقشه پوشش گیاهی منطقه حاصل از شاخص گیاهی در هر دو زمان ۲۰۰۲و ۲۰۱۲ در محیط GIS، مساحت های تغییر یافته کلاس‌های پوشش گیاهی به شرح جدول۳ برآورد گردید.

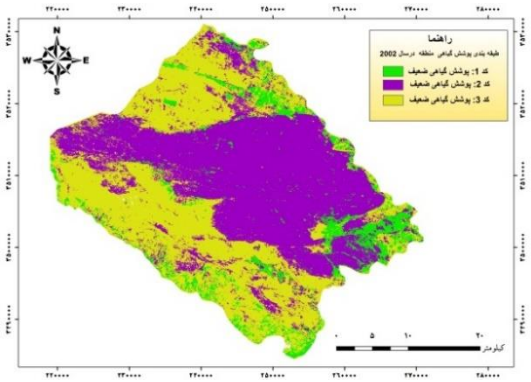
جدول۳- مساحت پوشش گیاهی در دو تصویر بر اساس شاخص NDVI

کلاس	مساحت در سال ۲۰۰۲ (کیلومترمربع)	مساحت در سال ۲۰۱۲ (کیلومترمربع)
ضعیف	۸۲۶	۹۸۴
متوسط	۳۰۴	۹۸
خوب	۱۲۵	۱۷۳

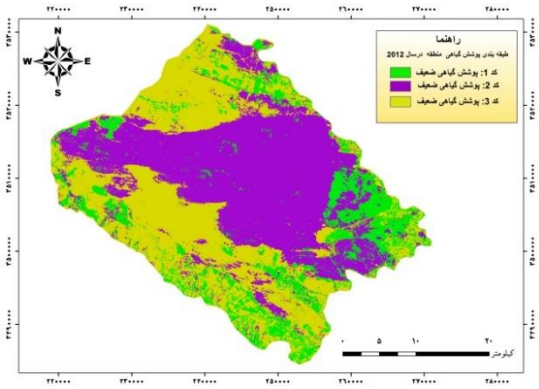
در نهایت برای تعیین تغییرات کیفی و تهیه نقشه پهنه بندی تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه از روش ماتریس ضرب کاربری‌ها استفاده گردید. روش ماتریس ضرب کاربری‌ها براساس تبدیل کلاس‌ها به یکدیگر در طول بازه زمانی ، مقدار تغییرات در هر منطقه را، مشخص می نماید. برای محاسبه این تغییرات در منطقه مورد مطالعه، نیاز است که ابتدا تصویر هر دو سال منطقه، بر اساس کلاس های مختلف موجود در آن طبقه بندی گردد. برای طبقه بندی تصاویر، ابتدا باید نمونه های آموزشی (تعلیمی) مشخص شوند. بنابراین برای این کار، از هر دو تصویر مربوط به سال ۲۰۰۲و ۲۰۱۲، تصویررنگی کاذب با ترکیب (B:۲ ، G:۳ ، R:۴) تهیه شده در ادامه با استفاده از نقشه بدست آمده و بازدید های میدانی نمونه‌های آموزشی تعیین گردیدند. سپس تصاویر با استفاده از نواحی آموزشی به روش ماشین بردار طبقه بندی گردیدند (اشکال۵و۶). ماشین بردار را می توان الگوریتمی دانست که طی آن دو کلاس بوسیله یک صفحه جدا کننده که روی داده های آموزشی تعریف می‌شود، از هم جدا و مشخص می گردند. در این تحقیق بدلیل توزیع آماری نامشخص و تعداد داده های آموزشی محدود، روش ماشین بردار جهت طبقه بندی انتخاب شده زیرا در این حالت این روش نسبت به دیگر روشها مناسب می باشد[۱۹]. از آنجا که نواحی آموزشی انتخابی با توجه به پوشش زمین انتخاب شده اند و هدف نهایی این تحقیق بررسی تغییرات پوشش گیاهی اراضی منطقه است، در این مرحله به تبدیل پوشش های مختلف، به کلاس های همسان، اقدام شد (ادغام کلاس‌ها). به طور کلی ادغام کلاس‌های طیفی (زیرکلاس‌ها) به کلاس‌های اطلاعاتی، موجب کاهش اطلاعات اضافی می شود. در جدول(۴) سه کلاس کلی در نظر گرفته شده برای منطقه مورد مطالعه، ارایه شده است.

جدول۴- کلاس ها بهمراه کد های مربوطه جهت استفاده روش ماتریس ضرب کاربری‌ها

کلاس(طبقه)	کد در تصویر ۲۰۰۲	کد در تصویر ۲۰۱۲
پوشش گیاهی ضعیف	۱	۱
پوشش گیاهی متوسط	۲	۲
پوشش گیاهی خوب	۳	۳



شکل۵- طبقه بندی تصویر سال ۲۰۰۲ منطقه مورد مطالعه



شکل۶- طبقه بندی تصویر سال ۲۰۱۲ منطقه مورد مطالعه

برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی انجام شده از ماتریس خطا استفاده گردیده است. ماتریس خطا از جدولی تشکیل شده که شماره کلاس ها در تصویر طبقه بندی شده با داده های واقعی زمین در تناظر قرار دارند که اساس ارزیابی دقت می باشد. در واقع با استفاده از ماتریس خطا می توان هم دقت طبقه بندی را توصیف نمود و هم خطاها را سازماندهی کرد که برای بهبود طبقه بندی تصاویر موثر می باشد. نتایج ماتریس خطا در این تحقیق در جداول (۵ و۶) بیان شده اند.

جدول۵- ماتریس خطا طبقه بندی با نمونه های همگن شده سال ۲۰۰۲

کلاس	تعداد پیکسل	۱	۲	۳
پوشش گیاهی ضعیف	۲۰۱۳۳	۸۹/۱۵	۳/۰۷	۴/۸۱
پوشش گیاهی متوسط	۸۱۲۷	۳/۸۹	۸۸/۸۴	۳/۲۷
پوشش گیاهی خوب	۲۴۵۸	۴/۵۷	۴/۰۳	۸۸/۹۱

Overall accuracy: 88.79 Average accuracy: 88.87

جدول۶- ماتریس خطا طبقه بندی با نمونه های همگن شده سال ۲۰۱۲

کلاس	تعداد پیکسل	۱	۲	۳
پوشش گیاهی ضعیف	۲۴۶۰۲	۸۹/۰۲	۲/۶۷	۵/۵۷
پوشش گیاهی متوسط	۶۲۴۵	۳/۶۱	۸۹/۳۲	۱/۹۹
پوشش گیاهی خوب	۳۰۷۸	۵/۳۵	۴/۶۹	۸۹/۳۹

Average accuracy: 89.24 Overall accuracy: 88.12

در مرحله بعد با استفاده از دو تصویر طبقه‌بندی شده بر اساس کلاس‌های همگن مربوط به دو زمان یاد شده و کدهای معرفی شده برای هر یک از کلاس ها، در محیط GIS طبق رابطه (۱)، روش ماتریس ضرب کاربری ها بکار گرفته می‌شود. حاصل این عمل تصویری به شکل ماتریس (n×n) است که n تعداد کلاس های تعیین شده در طبقه بندی تصاویر مورد استفاده است و هر یک از مولفه های(عناصر) این ماتریس بیان کننده تغییر و تبدیل هر کلاس به کلاس دیگرمی باشد و تغییرات کیفی آنها را مشخص می‌سازد. عناصری از این ماتریس که در روی قطر آن واقع شدند، معرف کلاس‌هایی هستند که طی بازه زمانی، تغییری در آنها، صورت نگرفته است. بنابراین همان طور که بیان شد، دو تصویر مورد استفاده در این تحقیق به سه کلاس (طبقه) تفکیک شده‌اند. برای معلوم نمودن تبدیل کاربریهای مختلف به یکدیگر از کدهایی که در مرحله قبل به کلاس های معرفی شده، داده شده بود ، استفاده گردیده و با استفاده از رابطه(۱) و با در نظر گرفتن این مطلب که تصاویر طبقه بندی شده هر کدام دارای ۳ کلاس می باشند، تصویری به شکل ماتریس (۳×۳) تشکیل گردیدکه هر یک از مولفه‌های این ماتریس، بیان کننده تغییر و تبدیل هر کلاس به کلاس دیگر است (جدول۷). برای مثال، مولفه‌ی ۱۳ [(کلاس پوشش گیاهی ضعیف×۱۰) + کلاس پوشش گیاهی خوب] در این ماتریس، بیان کننده مناطقی است که در سال ۲۰۰۲ دارای پوشش گیاهی ضعیف بوده ولی در سال ۲۰۱۲تبدیل به مناطقی شده‌اند که در آنجا طرح های بیابانزدایی بیولوژیکی اجرا شده و دارای پوشش گیاهی خوب شده است. مولفه های ۱۱، ۲۲ و ۳۳ نیز معرف کلاس هایی هستند که طی بازه زمانی (۲۰۱۲-۲۰۰۲)، هیچ تغییری در کلاس آنها صورت نگرفته است. جدول(۷) ماتریس ضرب کاربری ها با ۳ کلاس ذکر شده در این تحقیق را نشان می دهد.

جدول۷- ماتریس ضرب کاربری ها با ۳ کلاس

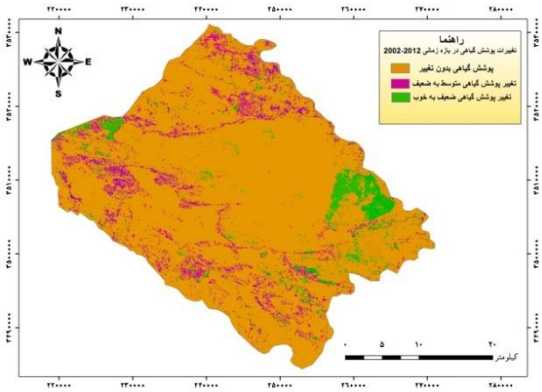
۱۱	۱۲	۱۳
۲۱	۲۲	۲۳
۳۱	۳۲	۳۳

چون در این تحقیق، هدف، برآورد تغییرات سطح کاربری های مختلف است، بنابراین مولفه‌هایی از این ماتریس، که در روی قطر آن قرار دارند و شامل کلاس‌هایی هستندکه در هر دوسال هیچ تغییری درآنها،

بوجود نیامده است، در نظر گرفته نشده و در محیط GIS حذف گردیدند. در نهایت نقشه تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه تهیه گردید (شکل ۷). همچنین در جدول۸ ، میزان تغییرات پوشش گیاهی در دوره زمانی (۲۰۰۲-۲۰۱۲) ارایه گردیده است. با توجه به جدول ۸، تغییرات پوشش گیاهی متوسط به ضعیف و ضعیف به خوب مهمترند زیرا میزان فعالیت های پیشروی و مهار ریز گردها را در منطقه نشان می دهد. در نهایت نقشه پهنه بندی تغییرات پوشش گیاهی تهیه گردید که در شکل۷ ارایه شده است.

جدول۸- میزان بعضی تغییرات مهم ایجاد شده در منطقه مورد مطالعه

تغییرات	کد	مساحت(کیلومترمربع)
پوشش گیاهی ضعیف به متوسط	۱۲	۳/۲
پوشش گیاهی ضعیف به خوب	۱۳	۵۱/۴
پوشش گیاهی متوسط به ضعیف	۲۱	۲۰۵/۲
پوشش گیاهی متوسط به خوب	۲۳	۲/۸
پوشش گیاهی خوب به ضعیف	۳۱	۱/۴
پوشش گیاهی خوب به متوسط	۳۲	۰/۷



شکل۷- نقشه تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، طی بازه زمانی (۲۰۰۲-۲۰۱۲)

۵- نتایج

نتایج این مطالعه نشان می دهد با توجه به خشک بودن منطقه، برای تعیین نقشه پوشش گیاهی، شاخص SAVI مناسبترین شاخص گیاهی است و شاخص گیاهی NDVI که بطور معمول برای تعیین درصد پوشش گیاهی در نواحی مختلف استفاده می شود هنگامی که پوشش گیاهی تنک و پراکنده است به خواص خاک زمینه حساس بوده و برای کاهش تاثیر بازتاب های خاک، باید از شاخص‌هایی که کمتر تحت تاثیر این بازتاب ها قرار می گیرند استفاده نمود. همچنین مقایسه ها نشان داد اراضی با پوشش خوب و ضعیف افزایش مساحت و اراضی با پوشش متوسط کاهش مساحت را داشته است. بیشترین افزایش مساحت در اراضی با پوشش گیاهی ضعیف صورت گرفته، به طوری که از ۸۲۶ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۲ به ۹۸۴ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۲ افزایش یافته است. همچنین بیشترین کاهش مساحت در اراضی با پوشش متوسط می‌باشد که از ۳۰۴ کیلومترمربع به ۱۷۳ کیلومترمربع رسیده است. با بازدید های میدانی مشخص شد، پوشش گیاهی ضعیف مربوط به مناطق پوشیده از تپه های ماسه‌ای انباشته شده بوده که از کشور عراق به این ناحیه حمل شده‌اند و منشاء ریزگردهای غرب کشور می باشند. همچنین مناطق مالچ پاشی که برای مهار تپه‌های ماسه‌ای استفاده شده اند نیز در کلاس ضعیف قرار دارند. پوشش گیاهی متوسط که بیشترین کاهش مساحت را داشته است اراضی مرتعی و زمین های کشاورزی را شامل می شود که تخریب این اراضی عواقب زیست محیطی و اقتصادی بسیاری را به دنبال خواهد داشت. پوشش گیاهی خوب مناطقی را شامل شده که برای مهار ریز گرد ها در منطقه، درختکاری شده اند و بعبارتی منطقه قرق می‌باشد (بیابانزدایی بیولوژیکی). در مطالعات قبلی برای مشخص نمودن تغییرات پوشش گیاهی اراضی فقط از روش شاخص های گیاهی استفاده نموده اند در حالی که در این تحقیق نشان داده شد که شاخص گیاهی SAVI بهمراه روش ماتریس ضرب کاربری ها دقت پهنه بندی تغییرات را با دقت بالاتری مشخص می کند. بنابراین آگاهی از تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در طول مدت زمان (۲۰۰۲-۲۰۱۲)، که به دلیل تغییرات زیست محیطی و اقلیمی که در منطقه رخ داده است می تواند برنامه‌ریزان را در زمینه های متفاوت یاری رساند. در تحقیقات آتی می توان با بکاربردن تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک بالاتر، دقت پهنه بندی تغییرات پوشش گیاهی را بهبود بخشید. شاخص‌های گیاهی همراه با روش ماتریس ضرب کاربری‌ها از پرکاربردترین نمونه های محاسبات باندی می باشند که

به منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش گیاهی و وضعیت سبزینگی یک منطقه طی دوران‌های مختلف بکار می روند. در حال حاضر با توجه مسئله زیست محیطی گرد و خاک استان‌های غربی و تا حدی مرکزی کشور و مشکلات بوجود آمده و همچنین ارتباط گرد و خاک با وضعیت پوشش گیاهی دراین مناطق، می توان با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و GIS این مشکل را کنترل و برطرف نمود.

مراجع

[1] Mabee, T.K,P.L. Ringold, and M. A. Bollman. (2012). “Alien species importance in native vegetation along wadeable streams. John Day River basin, Oregon” , USA. Plant Ecol. 195: 287-307.

[2] Yari,M., Porkhabbaz,F.,Tavakkoli,M and Aghdar,H.(2014). “Vegetation mapping and monitoring of its change using remote sensing and GIS techniques (Case Study: Behbahan Township” Journal of Geographic Information, Vol. 23, No. 92, PP.23-34.

[3] Xuakai K. ZOU, (2013), Panmao M. Zhai. “Reationship Between Vegetation Coverage and Spring Dust Storms Over Northern China”, Journal of Geophysical Research,109.

[4] Malmiran,H.(2004). “Directory of thematic maps from satellite images.” University Tehran press.Tehran.

[5] Adamchulk, V,Perk.R and Schepers.J. (2010). “Application of remote sensing in sitespecific management”. Institute of agriculture and natural resources. University of Nebraska Cooperative Extension Precision Agriculture.

[6] Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., (1994). “Remote Sensing and Image Interpretation”, 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc.. 230 pp.

[7] Ingram. K. Knapp, E.and Robinson, J. W. (2015), “ Change detection Technique development for improved urbanized area delineation”, Technical memorandum CSC/TM-81/6087, Computer sciences corporations, silver spring, Maryland, USA.

[8] Kundu, A. and Dutta, D. (2010). Monitoring desertification risk through climate change and human interference using Remote sensing and GIS techniques. Int. J. of Geomatics and Geosciences, 2(1): 21-33.

[9] Koh, C.N; Lee, P.F; Lin, R.S. (2016). “Bird species richness patterns of northern Taiwan: primary productivity”, human population density, and habitat heterogeneity. Diversity & Distributions12 (5), 546–554.

[10] Binh, T.N.K.D; Vromant, N; Hung, N.T; Hens, L; Boon, E.K. (2015). “Land cover changes between 1968 and 2003 in Cai Nuoc, Ca Mau Peninsula”, ietnam.Environment, Development and Sustainability7,519-536.

[11] Rondeaux, Geneviève, Steven, Michael, Baret, Frédéric(2013). “ Optimization of soil-adjusted vegetation indices”, Remote Sensing of Environment, No 2, pp.98-107.

[12] Pettorelli, N,Vik, O, Mysterud. A, Gaillard. J.M,. Tucker.C.J and Stenseth.N.C. (2015). “Using the satellite – derived NDVI to assess ecological responses to environmental change”.J.Trends in ecology and evolution. Vol. 9 No 20.

[13] Darwish, T. and G. Faour. (2008). “Rangeland degradation in two watersheds of Lebnon”. Lebanese Sci. J. 9: 71-80.

[14] Huang, C. and G.P. Asner. (2013). “Applications of remote sensing to alien invasive plant Studies”. Sensors, , 9: 4869- 4889.

[15] Chavez, P.S., Berlin, G.L. and Sowers, L. B., (1982). “Statistical methods for selecting Landsat- MSS RATIO”. Journal of applied photogrametric Engineering, 8(1), 23-30.

[16] Khajedin, Seyed Jamaledin., (1995). “A survey of the plant communities of the Jazmorian IRAN”, using landsat Mss data. PhD. Thesis, Univ. of Reading,UK.

[17] Losvich, M.H., (2014), “ Hay meadow communities in western Norway and relations between vegetation and environmental factors”, Nord Bot 13: pp.206-195.

[18] Noble,W.S.(2011), “What is a Support Vector Machin? ”, Nature Biotechnology, 24(12),pp.1564-1567.

[19] Cristiani,n. and Taylor,j.(2012), “An Introduction to Support Vector Machines”,Cambridhe University press, Cambridge.