بررسی میزان تغییرات کلرفیل اراضی جنگلی با تکیه بر شاخص NDVI

مطالعه موردی: مناطق مرکزی استان گیلان

● عباس علیمحمدی سراب[۱] ، میثم جعفری [۲] ، عباس جعفری،[۳]

mj_eia@yahoo.com

چکیده

افزایش جمعیت و پیشرفت فناوری در دو دهۀ اخیر سبب گردیده است تا بشر جهت رفع نیازهای بی انتهای خود اقدام به تخریب طبیعت و تغییر نوع پوشش طبیعی آن نماید. فناوری دور سنجی از جمله ابزارهای نوینی است که دستیابی و استخراج اطلاعات پایه را برای مدیریت منابع زمین میسر می سازد.در این تحقیق به منظور تعیین تغییرات پوشش گیاهی در مناطق مرکزی استان گیلان از سامانه های اطلاعات جغرافیایی(GIS) و سنجش از دور(RS) استفاده گردید. به منظور تعیین میزان تغییرات پوشش گیاهی بر اساس فاصله از روستاها اقدام به تهیه و استخراج لایه NDVI در چهار دوره زمانی با استفاده از داده های سنجنده های MSS ۱۹۷۵, TM ۱۹۸۹, ETM+ ۲۰۰۰ وIRS ۲۰۰۷ و تهیه لایه حریم در فواصل مختلف از روستاهای موجود در منطقه گردید. سپس میزان تراکم NDVI در فواصل تعیین شده محاسبه شد.. بر طبق نتایج حاصل شده، تراکم پوشش گیاهی در دوره های زمانی مختلف با گستره ای نزدیک به یکدیگر با افزایش فاصله از روستاها، پیوسته افزایش یافته و در فاصله ۷۰۰۰ تا ۸۰۰۰ متری به حداکثر خود رسیده است.

واژه های کلیدی: شاخص پوشش گیاهی، محیط زیست، سنجنده، ماهواره، *GIS، Remote Sensing*.

۱. استادیار دانشکده عمران و نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی

۲. عضو هیئت علمی گروه منابع طبیعی - محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد .

۳. دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

Archive of SID

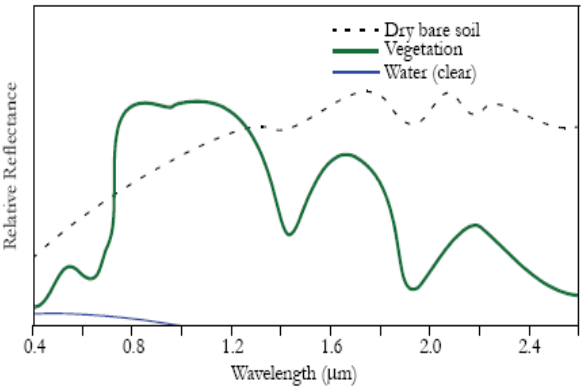
www.SID.ir

مقدمه

تبدیل زمین،بیابان زایی، جنگل زدایی، فرسایش و بسیاری دیگرکه سلامت منابع طبیعی جهان را به خطر می اندازند، در بیشتر موارد به دلیل استفاده غیر منطقی از سرزمین روی مـی دهنـد که این استفاده غیر منطقی نتیجه مدیریت ضعیف و غیر اصولی در اداره سرزمین است [۳و۱۱] .

با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهواره ای نظیر به هنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی و مکانی آنها، می توان از آنها جهت مطالعه و بررسی مراحل مختلف فرایند تغییر کاربری اراضی استفاده نمود. لایه های اطلاعاتی دقیق و مطمئن را می توان توسط تکنیک های *سنجش از دور**(*RS*)[۱] تهیـه نمـود. *سیـستم های اطلاعـات جغرافیایی**(*GIS*)[۲]به عنـوان یک تکنیک رایانـه ای بـا استفاده ازلایه های اطلاعاتی موجود، مدیریت این لایه ها و تلفیق آنها با یکدیگر برای نیل به اهداف مذکور و توسعه و احیاء منابع طبیعی را به عهده دارند[۲و۵] .

انواع مختلفی از شاخص های پوشش گیاهی به منظور پایش و نظارت پیوسته پوشش گیاهی توسعه یافته اند. بیشتر ایـن شـاخص هـا بـر اسـاس وجـود تفـاوت در بازتـاب طیـف الکترومغناطیسی پوشش گیاهی در طول موج هـای قرمـز و مادون قرمز نزدیک طراحـی گردیـده انـد. همانگونـه کـه در تصویر ۱ نمایش داده شده است، انعکاس در محـدوده طـول موج قرمز (حـدود ۰/۷ – ۰/۶ میکرومتـر) بـه دلیـل جـذب توسط رنگیزه های موجود در برگ گیاهان(عمدتا کلرفیل*I*) ، بسیار کم است . از طرفی میزان انعکـاس در محـدوده طـول موج مادون قرمز نزدیک (حدود ۰/۹ – ۰/۸ میکـرومتر)، به علـت جـــذب کـم توسـط بـــرگ هـــای گیاهـــان، بـسیـــار زیـــاد اســـت[۹]



تصویر ۱ : انعکاس امواج الکترومغناطیس در طول موج های مختلف توسط عوارض مختلف

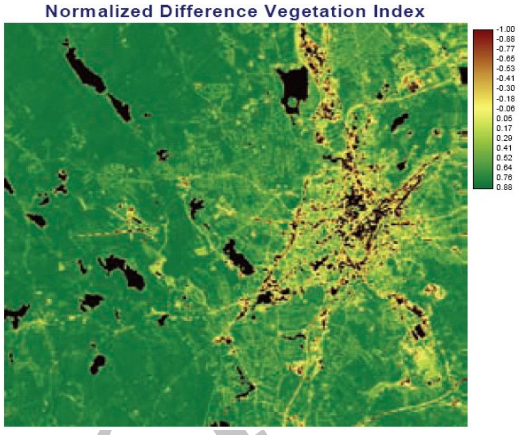
یکی از ساده ترین انواع شاخص های موجود در این زمینـــه شاخـــص پـــوشـــش گیـــاهـــی (*Vegetation Index*)است که از تفریق باند مادون قرمز نزدیک از باند قرمز به دست می آید.همچنین تعداد متعددی از شاخـص های دیگر نیز در این زمینه توسعه یافته اند که یکـی از آنها توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این شاخص *NDVI* یا شاخص نرمالایز شده پوشش گیاهی نام دارد و از طریق رابطه ذیل محاسبه می گردد:

$$NDVI = [\ NIR - R] / [\ NIR + R]$$

قرمز $R =$ مادون قرمز نزدیک $NIR =$

Archive of SID

www.SID.ir



تصویر ۲ : نمایش رفتار عوارض زمینی مختلف در لایه***NDVI***

شدت تغییرات کاربری اراضی در پاسخ به رشد جهانی جمعیت و به دنبال آن تعهدات زیست محیطی دولت ها، منجر به تشکیل و ساماندهی مراکز پژوهشی جهت انجام مطالعات تغییرات زمین نظیر: تغییرات پوشش زمین و تغییرات اقلیمی در دو دههٔ گذشته شده است. از این میان می توان به پروژهٔ بین المللی زیست کره – زمین کره[1](***۱۹۸۸***) و برنامه تغییرات کاربری و پوشش زمین[2] (۱۹۹۷) اشاره نمود[۷] .

پدیده توسعه شهری یکی از مهم ترین عوامل ایجاد تغییر در کاربری اراضی است، بر طبق مطالعات انجام شده در ایالات متحده[۶] گستره اراضی شهری حدود ***٪ ۳۴*** بین سالهای ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۷ افزایش نشان می دهد که این افزایش عمدتا" ناشی از تغییر اراضی کشاورزی و جنگلی است.

در پژوهشی مشابه[۲] ، نحوهٔ استفاده از سرزمین در زیر حوضهٔ دروغ زن در استان فارس در دو مقطع زمانی ۱۹۹۰ و ۱۹۹۸با استفاده از داده های سنجندهٔ *TM*ماهواره لندست مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش حاکی از ناپایدار بودن وضعیت استفاده از سرزمین در ۵۹درصد سطح منطقه مورد مطالعه است . بر اساس نتایج پژوهشی که در رابطه با میزان تغییرات اراضی جنگلی در حوضه آبخیز سینده در کشور پاکستان انجام شده است[۱۰] ، با بکارگیری تصاویر ماهواره ای مربوط به سالهای ۱۹۷۸، ۱۹۹۰و ۱۹۹۸میزان سطح اراضی جنگلی در منطقه مورد مطالعه مساحتی معادل با ۲۱۹۹۰هکتار کاهش را نشان می دهد.

در پژوهشی دیگر در ایالت مونتانا در کشور امریکا [۸] تغییرات کاربری اراضی در این منطقه در طی سالهای ۲۰۰۰- ۱۸۶۰ به صورت خطی مدل سازی گردید، پایگاه دادهٔ ایجاد شده جهت این مدل سازی شامل پارامترهای محیط زیستی، اقتصادی اجتماعی و اطلاعات تغییرات مکانی بود که تلفیق این مجموعهٔ عظیم داده ها ، تغییرات پیوستهٔ اراضی کشاورزی و جنگلی به کاربری های شهری و یا سایر انواع کاربری های کشاورزی را نشان می داد .

در پژوهشی دیگر توسعه فیزیکی شهر تبریز با استفاده از تصاویر سنجنده های *TM* و *ETM +* *مربوط به* سالهای ۱۹۸۹ و ۲۰۰۱و به کارگیری نقشه های رقومی مدل سازی گردید [۲] . نتایج این تحقیق حاکی از کاهش ۴۹,۳۷ درصدی (***۱۲۸۰,۹*** هکتار) فضای سبز سطح شهر تبریز به دلیل توسعه شهری و صنعتی بوده است. همچنین با به کارگیری شاخص *NDVI* و رده بندی تراکمی این شاخص در دورهٔ ۱۲سالهٔ مورد بررسی نقش تخریبی ساخت و سازهای غیر اصولی در کاهش سطح فضای سبز شهری تعیین گردید. به این صورت که سطح این اراضی ۲۵۳۰هکتار در سال ۱۹۸۹به ***۱۲۴۹,۱*** هکتار در سال ۲۰۰۱ کاهش یافته اند. همچنین سطح اراضی شهری از ۶۷۴۳هکتار در سال ۱۹۸۹به ۹۷۵۲هکتار در سال ۲۰۰۱افزایش را نشان می دهد.

در مطالعات مربوط به تغییر کاربری اراضی، تغییر جنگل به زمین های کشاورزی و خصوصاً تغییرات اراضی کشاورزی به مناطق شهری، دارای اهمیت بیشتری می باشد[۱۰] .

استفاده از فناوریهای مناسب، نظیر سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی بای مدیریت، بازسازی، بهسازی و

Archive of SID

www.SID.ir

مدلسازی تغییرات کاربری اراضی ضروری به نظر مـی رسد بر طبق نتایج مطالعهٔ مشابهی در کشور چین، الگوهای کاربری اراضی در این کشور تغییرات شدیدی را از سال های دههٔ ۱۹۸۰داشته است. به ویژه تغییرات مربوط به افزایش سطح اراضی شهری و ساخته شده و نیز کاهش اراضی کشاورزی و جنگلی است [۱۲] .

برطبق مطالعات انجام شده در شهر گرگان [۵] با استفاده از تصاویـر سنجنـده های *TM* و *ETM +* مربـوط به سالهای ۱۹۸۱ و ۲۰۰۰ سطح شهر گرگان حدود هفت درصد در طی ۱۰ سال گسترش یافته است. همچنین سطح اراضی جنگلی از ۴۲/۳ درصد به ۳۷/۷ درصد و سطح اراضی کشاورزی از ۳۹ درصد به ۳۷ درصد کاهش یافته است.در مطالعه دیگری [۱۲] با شناسایی انواع کاربریها در محدوده جنگلهای کوهستانی بالادست شمال کشور، تغییرات مرز فوقانی این جنگلها در یک دوره ۱۵ ساله بررسی گردید. به این منظور از هشت فریم داده‌های سنجنده *ETM*ماهواره*Landsat*مربوط به بهار و تابستان سال [۱۱] .

۱۳۸۳ و داده‌های ماهواره *Landsat ٥ TM*مربوط به تابستان سال ۱۳۶۸ استفاده گردید. براساس اطلاعات استخراج شده از نقشه‌ها طی این مدت ۱۲۱۵۲۸ هکتار از جنگلهای کوهستانی حاشیـه بالادسـت شمـال تخریب شده‌است.

مواد و روشها

هدف مورد انتظار در این بخش از پژوهش، تعیین میزان تخریب پوشش طبیعی در اطراف روستاها، در فواصل مختـلف و در دوره های زمـانی مورد بررسـی از روی شاخص نرمالایز شده پوشش گیاهی(*NDVI*) مـی باشد. بنابراین مراحل زیر جهت اثبات آماری این ادعا اجرا گردیدند.

به منظور استخراج *NDVI*، باندهای قرمز و مادون قرمز در فرمـول مربوطه قـرار گـرفته و لایه *NDVI* برای هر تصویر استخراج گردید.

جدول شماره ۱ : فرمول استخراج *NDVI* مربوط به هر سنجنده

سنجنده	فرمول استخراج
MSS	*[MSS ٤ – MSS ٢] / [MSS ٤ + MSS ٢]*
TM	*[TM ٤ – TM ٣] / [TM ٤ + TM ٣]*
ETM+	*[ETM ٤ – ETM ٣] / [ETM ٤ + ETM ٣]*
IRS	*[IRS ٣ – IRS ٢] / [IRS ٣ +IRS ٢]*

به منظور کاهش اثرات اتمسفر در محاسبه *NDVI*، ابتدا حداقل ارزش هر باند از خود آن باند کسر شده ، سپس اقدام به تولید و استخراج *NDVI* گردید. بنابراین فرمول کلی *NDVI*به صورت زیر تغییر نمود:

$$NDVI = (Red - Red\ Min) - (NIR - NIR\ Min) / (Red - Red\ Min) + (NIR - NIR\ Min)$$

نتیجه فرمـول بالا، لایه ای با دامنه ارزشی ۱+ ، ۰ ، ۱- است، این در حالی که در تحلیل مربوطه نیازمند به طیف ارزشی ۱+ تا ۰ بودیم. بنابراین از طریق فرمول ذیل لایه های *NDVI* تولید شده، استاندارد گردیدند. به این صورت که حداقل و حداکثر ارزش موجود در هر لایه *NDVI* تعییـن شـد و در فرمـول مربوطـه جـایگذاری گردیدند.

Archive of SID

www.SID.ir

$$NDVI\ Normalize = (NDVI - NDVI\ Min) / (NDVI\ Max - NDVI\ Min)$$

تصویر ماهواره ای به دو بخش جلگه ای و کوهپایه ای تقسیم گردید. سپس برای هر منطقه اقدام به تهیه لایه حریم جهت اجرای تحلیل های *Zonal Statistics* در فواصل مختلف تا سقف ۱۰ *Km* گردید.

در مرحله بعد تحلیل های *Zonal* بر اساس لایه های حریم و *NDVI*های تهیه شده اجرا گردیدند. نتایج اولیه جمعیتی، مناسب جهت این تحلیل نبودند. لذا تعداد ۳۵ روستا در بخش کوهپایه ای شناسایی شد که نتایج معنی داری را نمایش می دادند. بنابراین میانگین *NDVI* های تولید شده در محدوده های زمانی مختلف، در فواصل مختلف از این روستا ها محاسبه شده و وارد محیط نرم افزار آماری *Excel* گردید.

از آن جایی که محدوده اعداد به دست آمده بسیار نزدیک به یکدیگر بود، به جهت سهولت در نمایش این اعداد به شکل نمودار، اقدام به استاندارد کردن این اعداد به روش زیر گردید :

$$New\ Number = ((Number - Min) / (Min - Max)) * ۱۰۰$$

نتایج

پس از طی مراحل استخراج لایهٔ شاخص نرمالایز شدهٔ پوشش گیاهی برای هر تصویر، اقدام به اجرای تحلیل های *Zonal Statistics* در حریم های متفاوت فاصله از روستاها گردید.

این تحلیل ها در ناحیه جلگه ای منطقه مورد مطالعه بیان گر نتایج معنی داری نبود. از عمده ترین دلایل عدم معنی دار بودن تحلیل های فوق می توان به موارد ذیل اشاره نمود : *[۱]*

- وجود تراکم بسیار زیاد روستاها در ناحیه جلگه ای استان گیلان

سپس به منظور تحلیل درست میزان تغییرات، ابتدا لایه ی روستاهای موجود در منطقه به صورت چشمی از روی

بیان گر این واقعیت بود که روستاهای بخش جلگه ای نتایج معنی داری از خود نشان نمی دهند. همچنین در بخش کوهپایه ای نیز بسیاری از روستاها به دلیل نزدیک بودن به یکدیگر و یا نزدیکی به جاده ها و مراکز

- نزدیک بودن روستاها به یکدیگر(گاها" این فاصله به کمتر از ۳۰۰ متر هم می رسد.)
- نزدیک بودن روستاها به مراکز جمعیتی
- وجود شبکه راههای ارتباطی در فواصل بسیار نزدیک در اطراف روستاهای با تراکم بالا.

این در حالی بود که بر اساس نتایج به دست آمده روستاهای موجود در بخش کوهپایه ای نتایج معنی داری را نمایش می دادند. از مهمترین دلایل معنی دار بودن روستاهای منطقه کوهستانی، دور بودن از مراکز جمعیتی، دور بودن از شبکه راه های ارتباطی و مهم تر از همه دور بودن نسبت به یکدیگر می باشند.*[۱]*

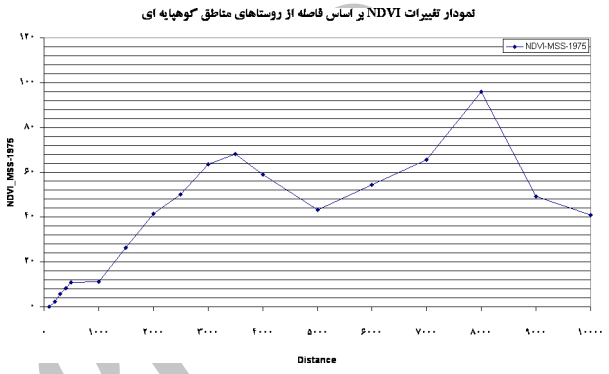
نتایج حاصل از شاخص پوشش گیاهی استخراج شده از تصویر *MSS ۱۹۷۵*

با توجه به بکر بودن منطقه و وجود پوشش گیاهی با تراکم بسیار بالا در دوره مورد نظر، تراکم پوشش گیاهی با افزایش فاصله از مرکز روستاهای مورد نظر، یک افزایش پیوسته را نشان می دهد(نمودار **شماره** ۱). به این صورت که از فاصله ۵۰ متر تا فاصله ۵۰۰ متر، این افزایش تراکم بسیار محسوس است. این در حالی است که از فاصله ۵۰۰ متر تا ۱۰۰۰ متر میزان افزایش تراکم پوشش گیاهی تقریبا" ثابت بوده است. به دنبال آن میزان تراکم پوشش گیاهی تا فاصله ۳۵۰۰ متری به طور چشم گیری افزایش داشته اما، از این

Archive of SID

www.SID.ir

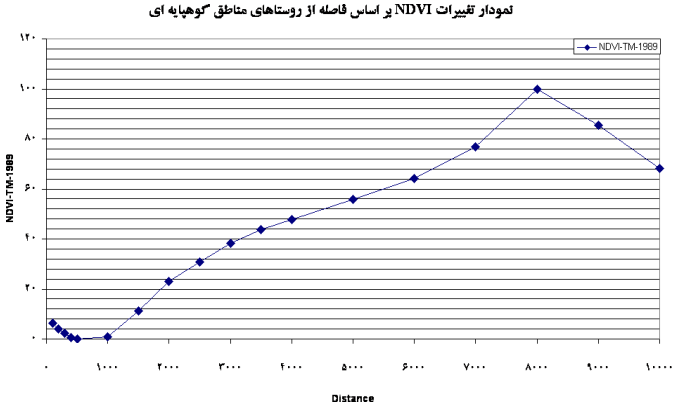
فاصله تا فاصله ۵۰۰۰ متری کاهش میزان تراکم پوشش گیاهی مشاهده مـی شود، که از عمـده ترین دلایل آن مـی تواند وجود برخی کاربری های دیگر نظیر کاربری کشاورزی، اراضی بایر و اراضی ساخته شده نظیر جاده ها و لکه های روستایی پراکنـده و یا وجود خطای احتمالی در تصویر این سنجنده باشد. به دنبال آن مجددا" میزان تراکم پوشش گیاهی تا فاصله ۸۰۰۰ متری افزایش یافته و بـه بیشتـرین میـزان خود می رسد و پس از این فاصله دوباره روند نزولی در میزان پوشش گیاهی مشاهده می شود.



نمودار شماره ۱:پراکنش تغییرات ***NDVI*** مربوط به سال ۱۹۷۵ بر اساس فاصله از روستاهـای مناطق کوهپایـه ای

نتایج حاصل از شاخص پوشش گیاهی استخراج شده از تصویر *TM* ۱۹۸۹

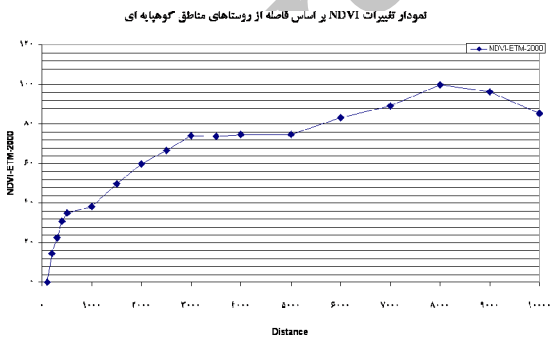
تراکم پوشش گیاهی در این دوره با افزایش فاصله از مرکز روستاهای مورد نظر، یک افزایش پیوسته را نشان می دهـد(نمودار **شماره** ۲). این در حالـی است که در فاصله ۵۰ تا ۵۰۰ متر اولیه کاهش میزان پوشش گیاهی دیده می شود که عمده ترین دلیل آن متفاوت بودن تاریخ اخذ این تصویر نسبت به سایر تصاویر مورد بررسی است. از فاصله ۵۰۰ متر به بعد، به طور پیوسته میزان تراکم *NDVI* افزایش یافته و در فاصله ۸۰۰۰ متری این میزان به بیشترین حـد خـود می رسد. این افزایش پیوسته در تراکم تاج پوشش در ازای دور شدن از مناطق مسکونی، بیان گر کاهش تاثیر جوامع روستانشین در روند تخریب پوشش گیاهی منطقـه مـورد نظر می باشد. در فاصله بعد از ۸۰۰۰ متر، میزان تراکم تاج پوشش دوباره روند نزولی را از خود نشان می دهد.



نمودار شماره ۲: پراکنش تغییرات ***NDVI*** مربوط به سال ۱۹۸۹ بر اساس فاصله از روستاهای مناطق کوهپایه ای

نتایج حاصل از شاخص پوشش گیاهی استخراج شده از تصویر *ETM+* ۲۰۰۰

میزان تراکم پوشش گیاهی در فاصله ۵۰ تا ۵۰۰ متر با سرعت زیادی افزایش یافته و از این فاصله تا فاصله ۳۰۰۰ متر سرعت افزایش تا حدودی کمتر شده اما، همچنان افزایش تراکم *NDVI* وجود داشته است. در فاصله ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر تراکم تاج پوشش تقریبا" ثابت بوده است، این در حالی است که از فاصله ۵۰۰۰ متر به بالا تراکم *NDVI* یک روند رو به افزایش را نشان می دهد، به طوری که در فاصله ۸۰۰۰ متر به حداکثر میزان خـود می رسد(نمودار **شماره** ۳).

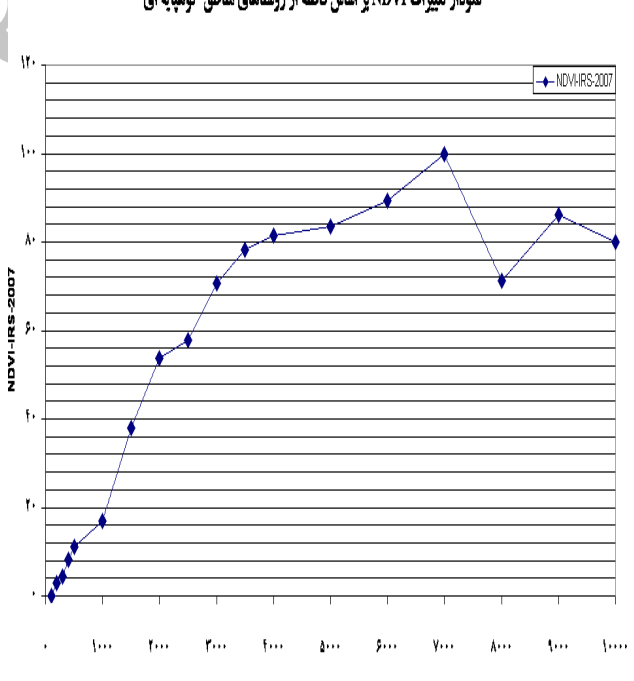


نمودار شماره ۳:پراکنش تغییرات ***NDVI*** مربوط به سال ۲۰۰۰ بر اساس فاصله از روستاهـای مناطق کوهپایـه ای

www.SID.ir

نتایج حاصل از شاخص پوشش گیاهی استخراج شده از تصویر *IRS ۲۰۰۷*

تراکم پوشش گیاهی در این دوره با افزایش فاصله یک روند افزایشی پیوسته را نشان می دهد(نمودار **شماره ۴**). اما نکته حائز اهمیت در این دوره این است که بیشترین میزان تراکم پوشش گیاهی در فاصله ۷۰۰۰ متر و پس از این فاصله، کاهش تراکم *NDVI* مشاهده می شود. به دلیل حاکم بودن شرایط خاص اقلیمی در جنگل های هیرکانی حوضه دریای خزر، حتی فواصل زمانی چند روز در اخذ تصاویر ماهواره ای بر نتایج تحلیل فوق متاثر بوده است. به همین دلیل میزان پراکنش تراکم پوشش گیاهی در دوره های زمانی مختلف مورد بررسی، از یک نظم خاصی تبعیت نمی کند. به این صورت که تراکم *NDVI* در فواصل خاص در یک دوره افزایش و یا در دوره دیگر کاهش را نشان می دهد.



نمودار شماره ۴:پراکنش تغییرات ***NDVI*** مربوط به سال ۲۰۰۷ بر اساس فاصله از روستاهای مناطق کوهپایه ای

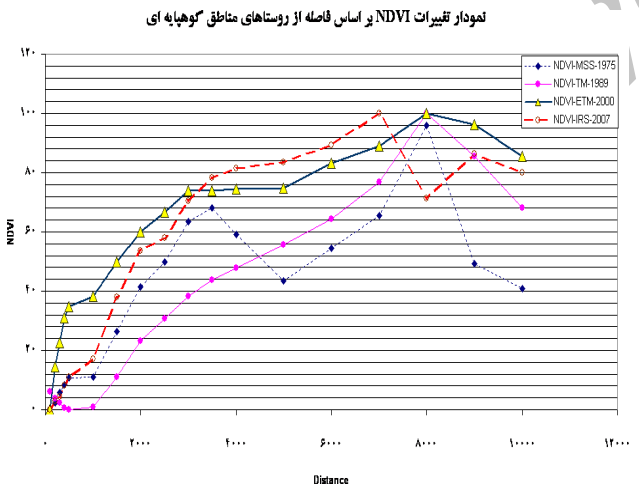
MSS ۱۹۷۵
TM *۱۹۸۹*
ETM+ ۲۰۰۰
IRS ۲۰۰۷

تهیه لایه های حریم از روستاها
اجرای تصحیحات رادیومتریک و هندسی
اجرای تحلیلهای Zonal
تعیین و مدلسازی تغییرات پوشش گیاهی

استخراج رگرسیون خطی
ورود به محیط Excel
استخراج لایه های NDVI

شناسایی و تعیین تصاویرماهـــواره ای مناسب
استاندارد سازی لایه هایNDVI
امکان سنجی و بررسی تجربیات جهانی و تعیین الگوریتم های مربوطه

نمودار شماره ۵: کلیت مراحل اجرای پژوهش



نمودار**شماره ۶**: پراکنش تغییرات *NDVI* بر اساس فاصله از روستاهای مناطق کوهپایه ای

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل شده از بررسی تغییرات شاخص *NDVI* بر اساس فاصله از مناطق روستایی، تراکم پوشش گیاهی در دوره های زمانی مختلف با گستره ای نزدیک به

www.SID.ir

یکدیگر با افزایش فاصله از روستاها، پیوسته افزایش یافته و در فاصله ۷۰۰۰ تا ۸۰۰۰ متری به حداکثر خود می رسد. به طور کلی از دلایل حداکثر بودن تراکم پوشش گیاهی در فاصله بین۷۰۰۰تا ۸۰۰۰ متر، می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- بکر بودن این محدوده از پوشش گیاهی خالص و دست نخورده .
- دور بودن از سایر کاربری های رایج در منطقه
- دور بودن از جاده ها و مناطق مسکونی که امکان تخریب اراضی جنگلی در این محدوده را به حداقل می رساند.

به طور کلی با توجه به این اطلاعات می توان چنین نتیجه گیری نمود که علت پایین بودن تراکم *NDVI*در سالهای ۱۹۸۹ و ۱۹۷۵ وقوع پدیده خشکسالی و تاثیر عوامل اقلیمی نظیر پایین بودن رطوبت و علت بالا بودن نسبی تراکم *NDVI*در سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷ نیز ترسالی بودن این دو دوره و بالا بودن رطوبت نسبی محیط در این سالها بوده است. البته وجود تفاوت چند روزه در تاریخ ثبت تصاویر مورد بررسی نیز می تواند از دیگر عوامل ایجاد بی نظمی در تراکم *NDVI* های استخراجی باشد.

پیشنهادهای تحقیق

- توسعه اراضی شهری و کشاورزی در اراضی مستعد جهت این کاربری ها به منظور کاهش و به حداقل رساندن خسارات زیست محیطی مرتبط با تنوع زیستی و آلودگی های محیط زیست ناشی از تغییر و تبدیل کاربری های مختلف.
- اجرای طرح های آمایش سرزمین به منظور تعیین استعداد طبیعی اراضی از دیدگاه ملی و منطقه ای با تکیه بر منابع طبیعی، اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی منطقه.
- ارائه الگوهای صحیح مدیریتی برای مدیریت اراضی در راستای اهداف توسعه پایدار از طریق کاهش و حذف دخالت های غیر اصولی انسان در تغییر پوشش طبیعی اراضی.
- طرح های حفاظتی در اراضی جنگلی و جلوگیری از تغییر کاربری آنها.
- مدیریت دقیق و اصولی اراضی جنگلی به منظور جلوگیری از تخریب جنگل ها و نیز جلوگیری از چرای دام ها در اراضی جنگلی.
- اجرای طرح های جنگل داری در منطقه و کاشت گونه های جنگلی مناسب به منظور جایگزین کردن درختان قطع شده در اراضی جنگلی.
- ایجاد زمینه مشارکت فعال جوامع محلی و روستائیان در مدیریت بهینه اراضی.

منابع

۱.جعفری، میثم، ۱۳۸۸، ارزیابی و بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در مناطق مرکزی استان گیلان با استفاده از GIS/RS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۲.طبیبیان، منوچهر و دادراست، محمدجواد، ۱۳۸۳، پایش (نظارت) تغییرات کاربری اراضی در زیر حوضه دروغ زن فارس با استفاده*GIS/RS*، مجله محیط شناسی، شماره ۲۹: ۷۹ –۹۱.

۳.محمود زاده، حسن،۱۳۸۳، کاربرد داده های ماهواره ای چند زمانه در محیط *GIS* با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

۴.مخدوم، مجید،۱۳۸۱، شالودهٔ آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران (چاپ ششم).

۵.میرآخورلو، خسرو و رضا اخوان، ۱۳۸۳،بررسی تغییرات مرز فوقانی جنگلهای شمال کشور با استفاده از داده های ماهوارهای، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، بهار ۱۳۸۷.

۶.نشاط، عبدالحمید،۱۳۸۱، تجزیه و تحلیل و ارزیابی نغییرات کاربری و پوشش زمین با استفاده از داده های سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی در استان گلستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

Archive of SID

www.SID.ir

۷.Alig, R.J., Kline, J.D., Lichtenstein, M., ۲۰۰۴. Urbanization on the US landscape: looking ahead in the ۲۱st century. Landscape Urban. Plann. ۶۹, ۲۱۹–۲۳۴.

۸.Messerli, B., ۱۹۹۷. Geography in a rapidly changing world. IGU Bull. ۴۷: ۶۵–۷۵.

۹.Richard. A. ۲۰۰۳, Modeling of land use change in Montana from ۱۸۶۰ to ۲۰۰۰, Applied Geography, ۲۵: ۴۷ – ۶۳.

۱۰. Rouse. H. W.Jr., Haas. R. H., Schell. J. A., Deering. D. W, ۱۹۷۳, Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS, Earth Resource Technology Satellite-۱ ۱.Symposium, Goddard Space Flight Center, WashingtonDC, ۳۰۹-۳۱۷.

۱۲.Siddiqui. M.N., Jamil. Z., Afsar. J, ۲۰۰۴, Monitoring changes in riverine forests of Sindh-Pakistan using remote sensing and GIS techniques, Advances in Space Research ۳۳: ۳۳۳–۳۳۷.

۱۳.Wu. Q., Li. H., Wang. R., Paulussen. J., He. Y., Wang. M., Wang. B., Wang. Z. ۲۰۰۶, Monitoring and predicting land use change in *Beijing using remote sensing and GIS. Landscape and Urban Planning. ۷۸,* ۳۲۲–۳۳.

۱۴. Zhang, J., Zhang, Y. ۲۰۰۷, Remote sensing research issues of the NationalLand Use Change Program of China. ISPRS Journal of Photogrammetry &Remote Sensing, doi:۱۰,۱۰۱۶/j.isprsjprs.۲۰۰۷,۰۷,۰۰۲.

۱۵. IRIMO Website ۲۰۰۹ at:

http://www.irimo.ir/farsi/statistics/index.as

Archive of SID

www.SID.ir