

استخراج خصوصیات فیزیکی و تبیین کارایی بندسارها در مدیریت منابع آب و خاک نواحی

خشک مبتنی بر فنون دور سنجی

محمد شریفی کیا*، دانشیار گروه سنجش از دور و GIS- دانشگاه تربیت مدرس
زهره مظفری، دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS- دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

بندسارها، یکی از روش های سنتی متداول در مدیریت منابع آب و خاک نواحی بیابانی و نیمه بیابانی کشور است، که به منظور استفاده بهینه از عوامل محیطی در متعادل کردن زیرساختهای طبیعی و اقتصادی بهره وری از زمین صورت می پذیرفته است. این تکنیک از قدیم الایام در نواحی واجد ریزش جوی محدود و عموماً شدتی و برخوردار از توپوگرافی مساعد، متداول و مورد استفاده بوده است. این تحقیق با هدف استخراج خصوصیات فیزیکی بندسار و بستر جغرافیایی استقرار آن به منظور سنجش کارایی این تکنیک در مدیریت بهره وری بهینه از منابع آب و خاک صورت گرفته است. بدین منظور به کمک مدل رقومی ناهمواریها (DTM) تولیدی از داده راداری با دقت ارتفاعی ۵ متر خصوصیات فیزیکی (ارتفاع تاج یا دیواره، سطح اشغال، شیب محل استقرار و...) این سازه سنتی در نمونه های انتخابی (دشت بیرجند) استخراج شد. همچنین به کمک سری زمانی داده های سنجش از دوری اپتیک ایدام به استخراج پارامترهای بافت، شوری و رطوبت خاک در پهنه های تحت اشغال بندسارها گردیده یافته ها به منظور سنجش کارایی این تکنیک با نواحی مجاور مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج تحقیق در بعد خصوصیات فیزیکی معرف استقرار بیش از ۹۷ درصد بندسارها در عرصه های با شیب کمتر از ۵ درجه و در مکانی خارج از محور اصلی مسیل است. همچنین یافته های تحقیق روشن ساخت که بافت خاک در عرصه های تحت اشغال بندسار سنگین تر از اراضی پیرامونی بوده که مقادیر آن با فاصله از مدخل ورودی آب رابطه معکوس دارد. یافته های حاصل از پردازش تصاویر موید تعدیل محسوس مقادیر شوری در بافت بهینه بندسار در مقایسه با نواحی پیرامونی است. افزایش شاخص NDVI در اراضی بندسار به نسبت اراضی پیرامونی موید فراهم آوری سطوح مناسب برای رشد گیاهان و رونق فعالیتهای زراعی در این عرصه است استقرار فضاهای تولید محصولات صنعتی (کوره های پخت آجر) در حاشیه نواحی واجد تراکم مناسب از بندساری به همراه تبیین تاثیر گذاری این سازه در افزایش جمعیت و پایدار سازی امکان حیات در این نواحی از دیگر یافته های تحقیق است.

واژگان کلیدی

بندسار، شوری خاک، NDVI، سنجش از دور، دشت بیرجند، نواحی بیابانی

مقدمه:

امروزه مهم ترین نیاز بشر از جهت تغذیه، بهداشت، رشد و توسعه ی اقتصادی هر کشور آب است. آب از نظر بقای موجودات در زندگی کنونی بشر، نقش مهم و حیاتی را دارا بوده و در گذشته نیز در پیشرفت بشر نقش اساسی داشته است. تخریب منابع تجدید شونده، توسعه مناطق بیابانی و سطوح کویری، نابسامانی محیط زیست، خسارات ناشی از سیلابها، رشد سریع جمعیت بویژه در کشورهای در حال توسعه و نیاز روزافزون به مواد غذایی از عمده عواملی هستند که بهره وری بهینه از منابع طبیعی تجدید شونده بخصوص عنصر حیاتی آب را اجتناب ناپذیر ساخته است. (Sawka et.al.,2005, Jie.L et.al.,2011, Jonathan.et.al.,2005, شهسواری پور و همکاران،۱۳۸۶، بزی و همکاران،۱۳۸۹، زکی زاده و همکاران،۱۳۹۱)

دشتهای هموار و برخوردار از منابع آبی زیر زمینی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران و سرزمین های مجاور، همواره محور سکونت و تمدن جوامع بشری بوده اند. در بسیاری از مناطق کم آب ایران از جمله نواحی خراسان دستیابی به آب عنصر مطلق در ایجاد و بقای سکونتگاهها بشمار رفته و تلاش زیاد و بعضا ویژه و خاصی برای تامین و حفاظت و نگاهداری از آن صورت گرفته است. ایجاد بندسار از جمله این اقدامات خاص در نواحی خشک است که برای تامین منابع آبی و همچنین بهینه سازی زیرساخت زراعی (خاک) بکار گرفته شده است. این تکنیک ضمن تامین مناسب منابع آبی برای حیات، زیر ساخت مناسبی برای زراعت در عرصه های بیابانی را نیز مهیا می نموده است. کشت بندساری، یکی از روش های متداول کشت سنتی در نواحی بیابانی و نیمه بیابانی خراسان جنوبی است. این تکنیک از قدیم الایام در این نواحی که میزان بارش های جوی با توجه به موقع جغرافیایی آن بسیار کم (متوسط ۱۸۰ میلی متر در سال - جهاد سازندگی بیرجند ۱۳۷۰) و شرایط مرفولوژیکی مساعدت لازم برای احداث را داشته، متداول بوده است. این تکنیک سنتی امروزه نیز علی رغم تحول وسیع تکنولوژی در زمینه کشاورزی و بهره برداری از اراضی، همچنان کارا بوده و قابلیت گسترش و بهینه سازی دارد. کارایی بالا، سازگاری مطلق با شرایط محیطی و هزینه اندک در احداث سه عامل محوری در بقاء و تداوم این تکنیک است. چنین ویژگیهای از این تکنیک سنتی مساله شناسایی قابلیت ها به منظور امکان سنجی بسط و تداوم آن در شرایطی که اغلب نوآوریها و تکنیک های نوین چالش زیست محیطی در پی دارند (قاهری،۱۳۸۳) را امری ضروری و مبتنی بر اندیشه توسعه سازگار با محیط است. تامین رطوبت به همراه اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق نگاهداشت آب، بهینه سازی بافت و افزایش مواد آلی و کاهش فاکتورهای شوری از جمله محوری ترین کارایی و قابلیت بندسارها در نواحی خشک است که امکان ایجاد واحد های کوچک کشاورزی در عرصه های کم بارور محیطی را فراهم می آورد. سنجش و اندازه گیری این فاکتورها زیرساخت علمی و اطلاعاتی مناسبی برای ارزیابی اقتصادی توسعه و بسط این تکنیک سنتی را فراهم خواهد آورد. تکنیک های دورسنجی ابزار کارامدی برای استخراج ویژگیهای فیزیکی منابع ارضی و همچنین فراهم آوری زیرساخت داده ای برای سنجش و درک کارایی و مزیت تکنیک بندسار سازی در بهینه سازی منابع ارضی فراهم ساخته اند.

استخراج فاکتورهایی همانند رطوبت خاک، تغییرات بافت، شوری و همچنین رستنی ها هسته اصلی اطلاعات ضروری برای تحلیل کارایی بندسارها از طریق داده های ماهواره ای و تولید لایه های اطلاعاتی با دقت طیفی و زمانی و مکانی مناسب را در بر میگردند. این لایه اطلاعاتی عموماً بکمک شاخص های تجربی و اعمال معادلات ریاضی بر روی داده اولیه (تصاویر) فراهم می آید. شاخص های گیاهی تبدیلات ریاضی

هستند که برای ارزیابی توزیع طیفی گیاهان در مشاهدات ماهواره‌ای چند طیفی^۱ طراحی شده‌اند (کبیری، ۱۳۸۰، Jan et al., 2011, Hannes et al., 2012, Mansour et al., 2012, Makori et al., 2013).

شاخص گیاهی نرمال شده از معروف ترین، ساده ترین و کاربردی ترین شاخص های گیاهی شناخته شده تاکنون می باشد که برای اولین بار توسط (Rouse et al., 1973) ارائه گردید. این شاخص رایج ترین شاخص پوشش گیاهی است که توانایی به حداقل رساندن اثرات توپوگرافی را دارد. فرمول این شاخص عبارتست از:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

در این فرمول NIR بازتاب در باند مادون قرمز و RED بازتاب در محدوده باند قرمز می باشد. از نظر تئوری مقدار این شاخص در محدوده (۱- و ۱+) متغیر است (Deering et al., 1978).

تحلیل پوشش گیاهی و تحدید فضایی عرصه های رویش به همراه پایش تغییرات کمی و کیفی آن بکمک این شاخص از سوی محققان بسیاری مورد توجه قرار گرفته و در این زمینه تحقیقات بی شماری از جمله در ایران صورت گرفته است (Lunetta, et al., 2006, Behbahani et al., 2010, Ardavan et al., 2012). شوری خاک یکی از معضلات خاک های مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. (Bouksila et al., 2010) از آنجا که شوری خاک عملکرد اقتصادی محصولات کشاورزی و پروژه های فنی را تحت تاثیر قرار می دهد (چاپارزاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ حکیم خانی و همکاران، ۱۳۸۲) بررسی شوری خاک و علل و عوامل پیشرفت آن ضروری به نظر می رسد. سنجش از دور یکی از روش هایی است که قادر است اراضی شور و همچنین تغییرات شوری خاک را با دقت بالا و صرف هزینه کمتر نسبت به روش های سنتی و قدیمی جدا سازی و معرفی نماید.

استخراج شوری خاک و تحلیل زمانی مکانی آن بکمک داده های ماهواره لندست در دو سنجنده TM_۴ و ETM_۴ واجد سابقه نسبتاً فراوانی در کشور ماست و محققین زیادی به این مساله توجه نموده، الگوریتم های متفاوتی را بکار گرفته اند. (Mulder et al., 2011) تبیین تغییرات رطوبتی خاک از طریق تحلیل تغییر پذیری بافت و پایش رطوبت موجود در خاک از جمله دیگر اطلاعات مستخرج از تصاویر ماهواره ای است. استخراج این فاکتور از طریق پردازش تصاویر و تحلیل تغییرات طیف انعکاسی و جذبی در دو محدوده مرئی و مادون قرمز مورد توجه عموم محققین سنجش از دوری است، هرچند پایش و سنجش و اندازه گیری آن از طریق سیگنال دریافتی از سکوی فعال (رادار) در فرم ضرایب بازگشتی (σ) از طریق بسیاری از محققین کارآمد معرفی شده است. (Jonar et al., 2011)

مبتنی بر کار آمدی تکنیک های دورسنجی، در این تحقیق استخراج فاکتورهای فیزیکی و شمیایی خاک همانند شیب، بافت، سطح اشغال شوری و رطوبت در بخشی از عرصه های تحت اشغال بندسار در دشت بیرجند ضرورت پذیرفته و کارایی آن به نسبت اراضی پیرامونی مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته است.

^۱ Multispectral

^۲ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

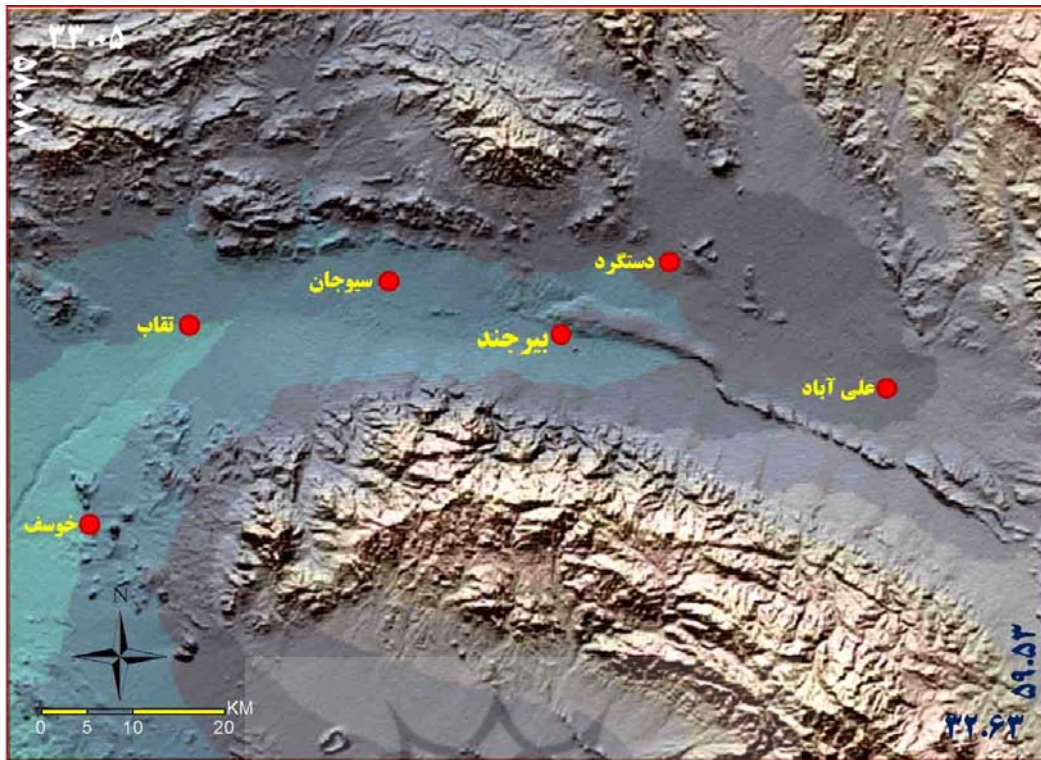
روش تحقیق و داده مورد استفاده:

محدوده مورد مطالعه:

منطقه ی مورد مطالعه در این تحقیق مشتمل بر کشت زارهای بندسازی واقع در دشت بیرجند حد فاصل شهر خوسف در غرب و روستای علی آباد در شرق است که در عرض جغرافیایی ۳۲ ۶۳ و ۳۳ ۰۵ درجه شمالی و طول ۵۸ ۸۸ و ۵۹ ۵۳ درجه شرقی واقع شده است (شکل شماره ۱) این ناحیه به سبب ریزش جوی اندک در زمره نواحی بیابانی قرار دارد. در این دشت آب سطحی دائمی وجود نداشته و تمامی منابع آبی متکی بر آب های زیرزمینی است که در گذشته عمدتاً از طریق قنات تامین شده و امروزه این وظیفه را تعداد ۳۱۰ چاه عمیق (سازمان آب منطقه ای خراسان- ۱۳۹۰) بر عهده دارند. در این دشت به سبب شیب مناسب در دامنه و لیتولوژی خاص تشکیلات سنگی پیرامون (سرپانتیت) جریان های سطحی آب خروجی از کوهستان زمینه مناسبی برای احداث بند و کنترل آب از طریق آن را فراهم آورده است.

داده و روش تحقیق

انجام این تحقیق مبتنی بر استدلال استقرایی و متکی بر دو روش آزمایشگاهی - پیمایشی و کتابخانه ای (اسنادی) بوده است. بدین منظور ابتدا سری زمانی داده های ماهواره از سنجنده ETM+ اخذ و مورد پردازش اولیه برای انجام تحصصات هندسی و اتمسفری قرار گرفت. همچنین داده های سنجنده راداری ERS,1&2 به منظور تولید مدل رقومی DEM تهیه و پردازش شد. سپس مبتنی بر داده های تهیه شده اقدام به استخراج فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی تعیین شده بکمک شاخص های مختلف در خاک اراضی مورد مطالعه گردیده بررسی میدانی جهت کنترل صورت یافته و تامین برخی دیگر از اطلاعات صورت پذیرفت. یافته های حاصل از این مرحله به کمک داده های اسنادی - پیمایشی و همچنین اطلاعات مستخرج از تصاویر مورد تحلیل به منظور سنجش کارایی اراضی بندسازی در بهینه سازی این فاکتور در مقام مقایسه با نواحی پیرامونی قراگرفت. ارزیابی کارکردی اقتصادی و زیست محیطی بندسار فرجامین مرحله از تحقیق را بخود اختصاص داد.



شکل شماره ۱: الگوی فضایی منطقه ی مورد مطالعه

بندسار و بژگی ها و اشکال آن در محدوده مورد مطالعه:

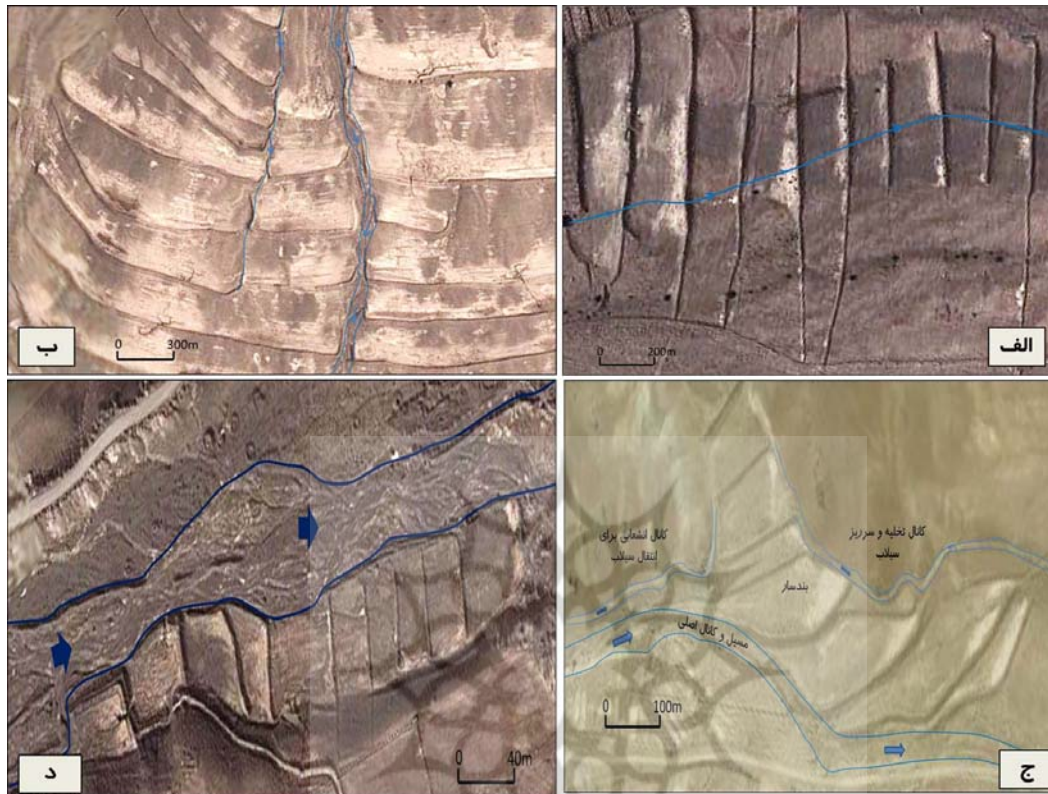
بندسار جمع مکسر بندها می باشد و بند نوعی سد خاکی یا سنگی در حاشیه رودخانه ها یا دامنه های دارای شیب مشخص به منظور هدایت و جمع آوری آب های سطحی است . بندسارها بر اساس نوع استحکام، اهداف احداث و مصالح موجود در مکان، قدرت مالی و توان اجرایی احداث کنندگان با دیواره های خاکی، خاکی - سنگی ، سنگی و چوبی - خاکی احداث می شوند. بررسی و یافته های مستخرج از تصاویر الگوی فضایی چهار گانه ای از استقرار و فرم بندسارها در محدوده مورد مطالعه را معرفی می نماید:

بندسارهای واقع در دشت های کم شیب: این بندسارها عمدتاً در نواحی کم شیب شمال شرقی ناحیه مورد مطالعه احداث شده و عمدتاً از ریزش های جوی محدود در حوضه ی بالا دستی خود تغذیه می شوند. (شکل ۲- الف)

بندسارهای واقع در کنار دره ها: این گروه عمده ترین و مهم ترین گروه از بند سارهای متداول در ناحیه را شامل شده و در کنار دره ها و عمود بر مسیر حرکت جریانات سطحی استقرار داشته و در فرم پلکانی و بصورت نواری پیوسته در پشت سر همدیگر قرار می گیرند. این بندها چون باید توان دریافت باران های سیل آسای در پشت خود را داشته باشند، دیواره های بلند داشته که مقادیر آن بسته به وسعت و حجم رسوبات از یک تا چند متر متفاوت است. (شکل ۲- ب)

بندسارهای واقع در دامنه های ارتفاعات: این بندسارها مخصوص نواحی نسبتاً پر باران کوهستانی محدوده است که با هدف اولیه ی تسطیح اراضی احداث می شوند. این بند ها ضمن جلوگیری از فرسایش خاک با تجمع آن سطوح مسطحی را به وجود می آورند. (شکل ۲- ج)

بندسارهای واقع در حاشیه رودخانه های اصلی: این گروه از بندسارها به دلیل زیاد بودن قدرت سیلاب و حجم عظیم آب باران (در زمان بارندگی های شدید)، در کنار رودخانه احداث شده و تنها بخشی از آب رودخانه را به داخل آن هدایت می نمایند. این بندها بصورت پیوسته و پشت سر هم در کف دره های طویل و نسبتاً عریض ناحیه قرار گرفته اند. (شکل ۲-د)



شکل شماره ۲: اشکال و فرم فضایی اصلی بندسارها در محدوده مورد مطالعه

استخراج پارامترهای فیزیکی بندسار:

شیب بستر: عامل شیب اصلی ترین خصیصه فیزیکی موثر در احداث بند سار است. احداث بندسار صرفاً در نواحی ای صورت می گیرد که حداقل شیب را دارا بوده و امکان جاری شدن آب در سطوح آن میسر باشد. علاوه بر این احداث بند سار در دامنه ها و دهانه های تنگ و پرشیب ناهمواری ها باعث شده از طریق تجمع خاک، شیب تند دامنه اصلاح و سطوحی که قابلیت چندانی برای آبیاری و کشت نداشته اند؛ بصورت اراضی مسطح قابل کشت و آبیاری درآیند. در این تحقیق به منظور محاسبه شیب متوسط زمین در اراضی تحت احداث بندسار در یکی از نقاط پرتراکم واقع بر روی مخروطه افکنه شمال روستای سیوجان از تلفیق تصاویر اپتیکی و مدل رقومی تولیدی استفاده گردید. بدین منظور ابتدا اختلاف ارتفاع و طول محدوده مورد نظر از نقطه خروجی از کوهستان تا مسیل اصلی کف دشت به ترتیب به میزان ۶۳ و ۳۵۰۰ متر اندازه گیری شد. سپس شیب متوسط این اراضی به میزان ۱.۸ درصد محاسبه گردید (شکل شماره ۳). بررسی در سایر بخشهای محدوده و همچنین گزارشات مقدم (عرب خدري - ۱۳۸۲) نیز ارقام شیب متوسط ۲.۵ و حداقل ۱.۵ تا حداکثر ۴ درصد را معرفی نموده است.



شکل شماره ۳: شیب عمومی (۱.۸ درصد) دامنه محل استقرار بند سارها در جنوب بیرجند - تصویر کوچک بخش جنوبی دشت بیرجند - خوسف و مستطیل سفید محدوده تصویر اصلی - تصویر تلفیق DEM و تصاویر ماخذ از سایت گوگل ارث

ارتفاع تاج یا دیواره بند: بند سارها عموماً سازه‌های با ارتفاع کم می‌باشند. این ارتفاع بسته به محل استقرار (دشت یا کوهستان) در محدوده مورد مطالعه از حداقل ۱ متر تا حداکثر ۵ متر متغیر است. محاسبه ارتفاع بندسار به کمک برداشتهای میدانی و تحلیل مدل رقومی ناهمواری زمین (DTM) در یکی از بندسارهای جنوب روستای تقاب واقع در غرب دشت بیرجند به شرح شکل شماره ۴ محاسبه گردید. در این محدوده در شیب ۲.۵ درصد اقدام به احداث بندسار به طول متوسط ۶۰۰ متر گردیده بود. طول مایل دیواره بند در دو مورد بررسی شده ۲۵ و ۲۸ متر و ارتفاع آن ۴ تا ۴.۵ متر بدست آمد (شکل شماره ۴).



شکل شماره ۴: تصویر ماهواره ای از بندسارها شمال روستای تقاب - رنگ داخل بندسار ناشی از ذخیره آب در داخل آنهاست - دیاگرام بالایی تصویر نمای سه بعدی دیواره بند در محل مشخص شده است.

سطح اشغال: مساحت بند سار های در ناحیه مورد مطالعه به سبب عوامل مرفولوژیکی بسیار محدود است. اندازه گیری عرصه تحت اشغال بند سارهای در این تحقیق از طریق تصاویر ماهواره ای استخراج شده است. این مساحت از ۱۰۰ مترمربع تا ۲۵ هکتار متغیر بوده است (شکل شماره ۵). سطح اشغال بندسارها در اراضی کم شیب وسیع تر و در مناطق پرشیب کوچکتر است (شکل شماره ۵) (۱۳۸۲، عرب خدری).



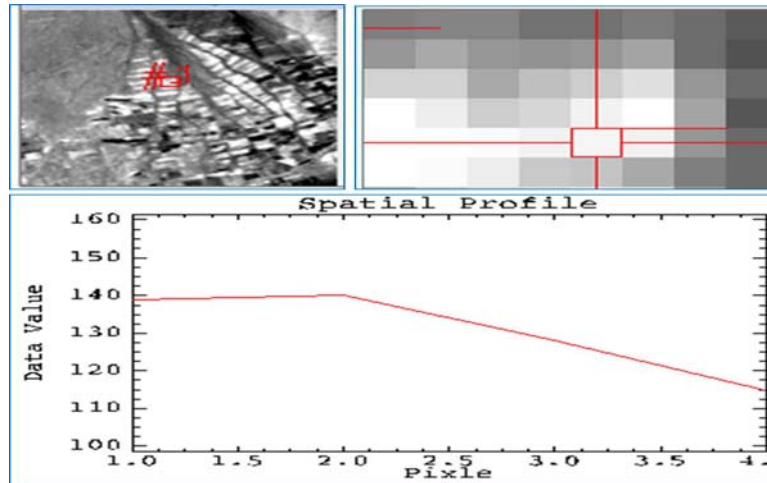
شکل شماره ۵: سطح اشغال عرصه های بندسار در غرب دشت بیرجند - تصاویر از سایت گوگل ارث

استخراج اثرات و پیامدهای بندسار:

استحصال سیلاب در بندسارها، در بهینه سازی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نواحی بیابانی موثر می باشد. این تاثیر در زمینه خصوصیات فیزیکی خاک مشهودتر است. به طوری که تجمع رسوبات حمل شده توسط سیلاب سبب افزایش درصد رس، سیلت و ماده آلی خاکی های فقیر نواحی بیابانی شده، بهبود ساختمان فیزیکی خاک را به دنبال دارد. سیلاب های در نواحی خشک عموماً مقادیر متنابهی از مواد فرسایش یافته و گسسته سطح را شسته در محل بندسارها تجمع می نمایند. ته نشینی این مواد در عرصه تحت اشغال بندسار ضمن اصلاح ساختار فیزیکی و ساختمانی خاک، شرایط شیمیایی آن بخصوص در زمینه مواد آلی و PH خاک (یونهای نمکی) را اصلاح می نمایند. با اصلاح این دو ساختار فرایندهای ذیل در عرصه بندسارها پدیدخواهد آمد:

اصلاح بافت خاک: بافت خاکهای نواحی بیابانی در قسمتهای دامنه ای سبک و در نواحی هموار عموماً سنگین است. فقدان مواد رسی با PH کم اصلی ترین خصیصه کم داشتی و نا باروری اراضی بیابانی بعد از مساله تامین آب است. بندسارهای با تجمع دهی رسوبات آبرفتی امکان اصلاح بافت خاک در نواحی دامنه ای (محل احداث بندسار) را فراهم می آورند. یافته های تحقیق مبتنی بر پیمایش میدانی و تکنیک های سنجش از دوری روشن ساخت که بافت خاک در عرصه های تحت اشغال بندسار سنگین تر از اراضی پیرامونی بوده که مقادیر آن با فاصله از مدخل ورودی آب در بالادست رابطه معکوس دارد. همچنین در این عرصه ها رسوبات ریزدانه، خاک حاصلخیز و مناسبی را روی آبرفت های درشت دانه و یا اراضی سنگلاخی تشکیل می دهد. تغییر شاخص بافت خاک از طریق تغییر سطوح درخشندگی سطح در باند ۵ تصاویر لندست اندازه گیری شد. در اراضی خشک و بیابانی تغییر بافت خاک از سبک به سنگین افزایش مقادیر درخشندگی متاثر از افزایش ضریب انعکاس در سطوح هموار را پیامد دارد. مقطع طیفی در سطح پیکسل های واقع در کف بندسار

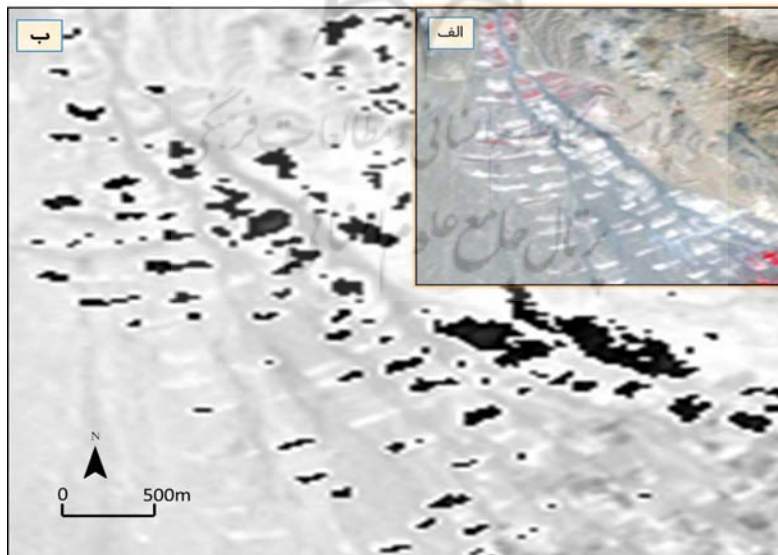
و اراضی متصل پیرامونی آن موید تغییر فاحش مقادیر درخشندگی متأثر از تغییر در بافت خاک بندسارهاست. در نمونه فضایی مورد بررسی مقدار درخشندگی از عدد ۱۲۰ در اراضی غیر بندساری به عدد ۱۴۰ در اراضی تحت اشغال بندسار تغییر یافته است (شکل شماره ۶).



شکل شماره ۶: نمودار تغییرات طیفی مقادیر رخشندهگی از پیکسل های مربوط به خاک با بافت سنگین (بندسار) به اراضی با بافت سبک در باند ۵ تصویر لندست - تصاویر کوچک بالا نشانده الگوی فضایی نمونه مورد بررسی است.

PH و شوری خاک: عموماً خاک در نواحی بیابانی با مساله شوری مواجه بوده و از PH بالایی برخوردارند. به منظور بررسی تاثیر بند سار در اصلاح شوری خاک در محدوده مورد مطالعه از تکنیک محاسبه ی شاخص شوری مبتنی بر آنالیز و ترکیب تصاویر (باند ۵ و ۷ تصاویر لندست ETM)، بهره جسته ایم. یافته ها موید تعدیل محسوس مقادیر شوری در خاک عرصه بندسارها به نسبت اراضی متصل پیرامونی است (شکل شماره ۷).

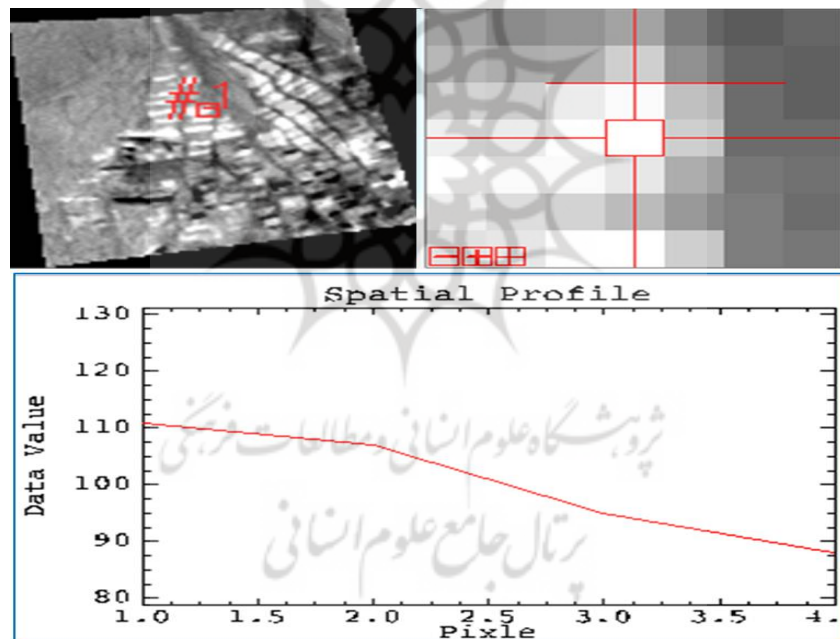
(Salinity index=Band5-Band7/Band5+Band7)



شکل شماره ۷: تغییر شاخص شوری خاک در اراضی تحت بندسار - الف) تصویر ترکیب رنگی نواحی تحت استقرار بندسار - ب) تصویر خروجی پس از اعمال شاخص شوری (رنگ سیاه موید اراضی با شوری حداقل و رنگ سفید موید اراضی با شوری حداکثر)

در شکل شماره ۷ اراضی عرصه بندسازی دارای شوری اندک در مرکز (رنگ سیاه) و اراضی با شوری حداکثری در نوار پیرامونی آن قرار گرفته است. وجود حلقه شور در پیرامون اراضی بندسازی ناشی از تبخیر سیلاب انباشته و برجاگذاری مقادیر نمک است. کشاورزان هرچند تلاش می نمایند از هدایت آب شور بخصوص سیلاب های اولیه که حامل مقادیر از نمک شستشوی شده از سطح اراضی بیابانی اند، به بندسار خود خوداری نمایند لیکن در پاره ای از سالها به علت ترس از عدم تکرار سیلاب این الگو را رعایت ننموده و با دریافت و هدایت سیلاب اولیه مقادیر نمک به خاک اضافه می نمایند.

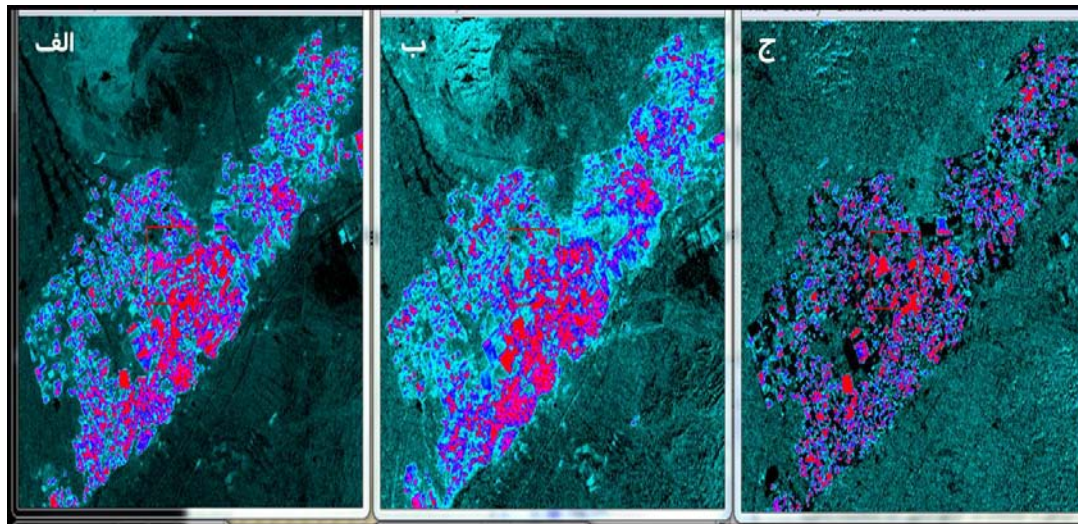
رطوبت خاک و تقویت منابع آبی: ریزش نزولات جوی در نواحی بیابانی محدود و عموماً شدتی است که به سرعت از دسترس خارج می شود. بندسارها می توانند با ذخیره سازی آب در زمان ریزش امکان بهره برداری از آن در زمان نیاز برای کشت محصولات را فراهم آورده و با ایجاد آرامش در زمان سیلاب و بالا بردن زمان نفوذ باعث تغذیه آب های زیرزمینی شوند. سنجش تغییرات رطوبت خاک در اراضی تحت اشغال بندسارها موید بهینه سازی این کمیت در محدوده مطالعه است. باند هفت سنجنده لندست به نحو مطلوب تری تغییرات مقادیر رطوبتی خاک را معرفی می نماید. اندازه گیری مقادیر رطوبت از طریق تصویر لندست برای محدوده مورد مطالعه موید بهینه شدن ساختار رطوبتی در پیکسل های واقع در عرصه بندسار به نسبت نواحی پیرامونی متصل به آن است (شکل ۸).



شکل ۸: تغییر شاخص رطوبت خاک مستخرج از باند ۷ لندست- تصاویر کوچک بالا موید موقعیت فضایی پیکسل های نمونه

افزایش سطح پوشش گیاهی: پوشش گیاهی اندک اراضی بیابانی با تکنیک بندسار قابلیت افزایش و بهبود دارد. بر اساس بررسی های انجام شده در محدوده مورد مطالعه مشخص گردید، احداث بندسار علاوه بر مزایای فوق الذکر منجر به ایجاد بستری مناسب جهت انجام فعالیت های کشاورزی و به خصوص گسترش کشت دیم شده است. بررسی شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) مستخرج از تصاویر ماهواره ای لندست (ETM) مربوط به سال های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ میلادی در فصل حداکثر رویش گیاهی در یکی از مجموعه های بندسازی در شمال روستای تقاب، موید افزایش شاخص NDVI در اراضی بندسار در سال ۱۳۸۸ به نسبت

سال ۱۳۹۰ است. بارش بهار در سال ۱۳۹۰ آبیگری موثرتر بندسارهای را به دنبال داشته که متاثر از آن پوشش گیاهی یا همان اراضی تحت کشت دیم افزایش محسوس یافته است. (شکل شماره ۹).



شکل شماره ۹: استخراج اراضی تحت کشت از طریق اعمال شاخص NDVI، الف - تصویر محدوده انتخابی در سال ۲۰۱۰ ب- تصویر همان محدوده در سال ۲۰۰۹ ج - تصویر تفاضلی موید عرصه های افزوده شده به سطوح زیر کشت در سال ۲۰۱۰ به نسبت سال ۲۰۰۹

5- اشتغال زایی: استقرار فضاهای تولید محصولات صنعتی (کوره های پخت آجر) در حاشیه نواحی واجد تراکم مناسب از بندساری به همراه تبیین تاثیر گذاری این سازه در افزایش جمعیت و پایدار سازی امکان حیات در این نواحی از دیگر یافته های تحقیق است. در محدوده مورد مطالعه به سبب وجود تقاضای مناسب برای آجر در کانون شهری بیرجند و وجود منابع تولیدی مناسب (خاک رس) حاصل از احداث بندسارها، کانون های صنعتی خاصی در حاشیه بندسارها شکل گرفته است. بررسی تصاویر سنجش از دوری موید تمرکز نزدیک به یک ۸۰ کوره ی آجری در روستای دستگرد واقع ۳ کیلومتری شمال شرقی شهر بیرجند است که بر آورد میشود اشتغالی در حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ نفر را فراهم آورده است.



شکل شماره ۱۰: الگوی استقرار فضایی کوره های آجری سنتی در روستای دستگرد - ب تصویر بزرگ از مستطیل آبی در تصویر الف - تصویر ج) تصویر بزرگ از مستطیل قرمز در تصویر ب (تصاویر از سایت گوگل ارث)

بحث و نتیجه گیری:

بندسارهای تکنیکی سنتی با دوام کارایی در عصر حاضر است. تبیین درجه و میزان کارایی و مالا درک موثر بودن آن در فراهم آوری زیرساخت تولیدی مناسب و سازگار با محیط اقدامی ارزشمند در جهت حفظ، بقا و دام این تکنیک برای نواحی خشک و بیابانی کشور است. واقعیت انکارناپذیر آنکه تحول زمانی کارایی بسیاری از تکنیکهای سنتی را تعدیل نموده و در موارد جایگزین مناسبی برای آن معرفی ساخته است. استراتژی موفق و مورد تاکید، بهینه سازی تکنیکهای بومی در راستای پیشگیری از پیامدهای زیست محیطی و سیاسی - اقتصادی تکنیکهای نوین و بعضاً وارداتی برای نواحی مختلف کشور است. تکنیک سنتی بندسار نیز برای دوام و بقا خود مستلزم درک علمی از کارائی و نارسائیهای احتمالی در راستای بهینه سازی و تدام بهره گیری از آن در بستر زمان است. انجام این تحقیق مبتنی بر این نظریه صورت گرفت و یافته های آن موید سازگاری و کارایی نسبتاً بالایی این تکنیک با شرایط خاص اقتصادی - زیست محیطی نواحی خشک است. براساس نتایج به دست آمده احداث بندسار با هزینه اندک و قابل پذیرش برای بهره‌داران با بنیه اقتصادی کم، پیامدهای فراوانی در ابعاد زیست محیطی و اقتصادی - اجتماعی برای روستائیان و تواما برای کلان اقتصادی و محیط زیست ناحیه به همراه داشته است. یافته های تحقیق تأکیدی بر تأثیر فراوان بندسار در تجمع خاک حاصلخیز و ایجاد عرصه های قابل کشت از طریق کاهش شیب و تسطیح اراضی؛ اصلاح بافت، رطوبت و شوری خاک است. مزید بر آن استقرار این زیرساخت امکان فزاینده‌ی فعالیت های اقتصادی و توسعه برای صنایع روستای همانند تولید آجر و ساخت ظرف سفالی را پیامد دارد. یافته تحقیق و استخراج خصوصیات فیزیکی بندسارهای مورد مطالعه موید تداوم کارایی این تکنیک در عصر حاضر و در عین حال نیازمندی آن به بهینه شدن از طریق ابزارهای نوین در جهت حفظ کلیت و تغییر در الگو و متد ساخت و در مواردی بستر فضایی استقرار (مکانگزینی) است. به بیان دیگر، یافته های تحقیق زیرساخت مناسبی از داشته های علمی در راستای تبیین کارایی این تکنیک را فراهم ساخته، و بر ضروریست تدوین و اجرا طرح و برنامه جهت نگاهداشت، توسعه و گسترش این تکنیک (در این نواحی و نواحی مشابه) صحنه می گذارد.

منابع:

- ۱- شهسواری پور ناهید و اسماعیلی ساری عباس، ۱۳۸۶، " بررسی آلودگی میکروبی رودخانه هراز و تعیین کاربری های مجاز آب رودخانه با توجه به استانداردهای جهانی"، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره سیزدهم، شماره چهار، زمستان ۹۰.
 - ۲- بزی خدارحم و خسروی سمیه، ۱۳۸۹، " بحران آب در خاورمیانه (چالش ها و راهکارها)"، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام.
 - ۳- زکی زاده فریبا و ملکی نژاد حسین، ۱۳۹۱، " مکان یابی مناطق مناسب برای اجرای بخش سیلاب با استفاده از GIS و مدل ریاضی بولین"، اولین کنفرانس ملی سامانه های سطوح آبیگر باران، شماره شناسایی مقاله: A-10-150-1.
 - ۴- کبیری، کیوان، ۱۳۸۰، " بررسی اثرات خشکسالی بر پوشش گیاهی ایران در دهه ۹۰ میلادی با استفاده از تصاویر ماهواره NOAA". پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده عمران دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
 - ۵- قاهری عباس، ۱۳۸۳، "ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری و زهکشی تحولات اخیر- نگرش آتی"، چهارمین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم های آبیاری و زهکشی
 - ۶- عرب خدری محمود و حکیم خانی شاهرخ ۱۳۸۲ "بررسی رابطه دو فن آوری باستانی بیابان زدایی: بند سار و قنات"، فصل نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۲
 - ۷- آستارایی، علیرضا؛ ثنایی نژاد، سید حسین؛ کشاورز، عاطفه، میرحسینی، پریسا ۱۳۸۷، "مقایسه شاخص های شوری خاک ها با استفاده از داده های سنجش از دور"، مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، کد مقاله ۴۳۴
 - ۸- صالح آشوری نژاد امیر محمد؛ جعفری محمد؛ عرب خدری محمود، آذرینوند حسین ۱۳۸۱، "اثر استحصال سیلاب در بندسارها بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک"، مجله منابع طبیعی ایران جلد ۵۵، شماره ۴.
 - ۹- همراز سمانه السادات، شاه نوشی فروشانی ناصر ۱۳۹۱ "پیش بینی آب مصرفی توسط کشاورزان خراسان رضوی در چارچوب انتظارات عقلانی"، هشتمین همایش دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران
 - ۱۰- خوانین زاده علی و خواجه الدین سید جمال ۱۳۸۰. "بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره TM در منطقه نیر-یزد". هفتمین کنگره علوم خاک ایران دانشگاه شهرکرد.
- ۱۱- Michael N. Sawka, Samuel N. Cheuvront, Robert Carter., 2005. " Human Water Needs" Nutrition Reviewer , Vol. 63 , No 6 pp: S30-S39
- 12- Jie.L, Amarbayasgalan.D, Jinhua.F, Xiaohui.L, Huajie.L, Darryl.M, Qingju.Q, Amy. S, Keisuke. T, Lilin.Y, Yi.Zh., 2011., " Water Ethics and Water Resource Management", Ethics and Climate Change in Asia and the Pacific (ECCAP) Project Working Group 14 Report.
- 13- Jonathan Chenoweth, 2005 " A re-assessment of indicators of national water scarcity", GU2 7XH, UK.
- 14- Meena.P, Peter.H.G, Lucy.A, Michael.J.C, Christian.S, Courtney.S, 2010, "Clearing the Waters A focus on water quality solutions", Nairobi, Kenya March, 2010.

- 15- Jan U.H.E, Lee A.V, Marcy E.L, Dan S.L, Urs.S, Alan A.A, Dan J.K, Leo. S, 2011, "Broadband, red-edge information from satellites improves early stress detection in a New Mexico conifer woodland", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 115, pp/3640–3646.
- 16- Makorima.S.D, 2013, "Using Hyper Spectral And Multi Spectral Remote Sensing And In-Situ Observation To Map Flowering Of Mellifero Us Plants In Africa", 1st Esri Eastern Africa Education UCPaper Session 18 September 2013.
- 17- Ardavan.Gh, Amir.M.M and Abazar.E, 2012 " Utility of the Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) for land/canopy cover mapping in Khalkhal County (Iran) ", *Annals of Biological Research*, Vol. 3 No, 12, PP:5494-5503.
- 18- Behbahani.S.M.R, Noroozi Aghdam.E, Rahimi Khoob.A and Aghighi. H, 2010, " Assessing Surface Soil Moisture in Arid and Semiarid Rangelands Using NDVI and Meteorological Parameters ", *IR-WRR Volume 5, No. 3, Winter 2010*
- 19- Alavi panah, S. K., M., De Dapper, and R. Goossens. 2001. *Characterization of some soil salinity parameters in the playa margin. Journal of Iran Agriculture Research. Vol.20, No 2, pp:186-200.*
- 20- DEERING, D. W. 1978. *Rangeland reflectance Characteristics measured by aircraft and spacecraft sensors. ph.D. Dissertation, Texas A & M University, College Station, USA.*
- 21- Fernandez- Buces, N., C., Siebe, S., Cram, J. L., Palacio, 2006. *Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: (A case study in the former lake Texcoco, Mexico), Journal of Aride Environments Vol. 65, pp : 644-667*
- 22- Rouse. J. W., Haas. R. H., Schell. J., Deering. D. W., 1973., "Monitoring Vegetation System in the Great Plains with ERTS", *Third ERTS Symposium NASA SP-351, 1, 309-317.*
- 23- Hannes .F, Fran .T, Ulrike .F, Kate .S.H, Duccio .R, Sebastian .S, 2012 "Assessing floristic composition with multispectral sensors—A comparison based on monotemporal and multiseasonal field spectra", *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 21, pp: 218–229
- 24- Khalid Mansour, Onesimo Mutanga, Terry Everson, 2012, "Remote sensing based indicators of vegetation species for assessing rangeland degradation: Opportunities and challenges", *African Journal of Agricultural Research Vol. 7 No. 22, pp. 3261-3270*
- 25- Lunetta, R.L., Knight, F.K, Ediriwickrema, J., Lyon, J.G., and Worthy, L.D. (2006). " Landcover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 105, pp: 142-154