

بررسی تاثیر تغییرات اقلیمی و فعالیتهای انسانی بر پوشش گیاهی در حوضه زاینده رود

سمانه نگارچی^۱

محمدرضا زارع مهرجردی^{۲*}

zare@mail.uk.ac.ir

صدیقه نبی نیان^۳

دیوید مارتینز گرانادوز^۴

رحمان خوش اخلاق^۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: بحران و کمبود آب از مهم‌ترین مشکلات موجود در حوضه زاینده‌رود بوده است. در دهه گذشته با تغییر مدیریت حوضه از مدیریت یکپارچه حوضه به مدیریت استانی، بحران کم آبی و تخریب منابع جهت تغییر کاربری به زمین‌های کشاورزی در غرب حوضه شدت بیشتری گرفته است. لذا این مطالعه به تعیین روند و نوع کاربری اراضی و بررسی تاثیر تغییرات اقلیم و دخالت انسان در این حوضه پرداخته است.

روش بررسی: در این تحقیق، از نقشه‌های ماهواره لندست ۸ و ۵ استفاده شده و بعد از تصحیح هندسی و رادیومتریک نقشه‌ها، با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI، نحوه و میزان پراکندگی انواع اراضی و پوشش‌ها در ۴ کلاس مختلف در طی دوره ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۵ تعیین شده است.

یافته‌ها: نتایج بدست آمده از بررسی پوشش اراضی حاکی از آن است که در بازه زمانی ده ساله بعد از اجرای مدیریت استانی، اراضی کشاورزی و اکوسیستم‌های طبیعی با روند افزایشی رو به نابودیست. کاهش سطح زمین‌های کشاورزی بیشتر در استان اصفهان رخ داده

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست و عضو پژوهشگران جوان، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲- دانشیار اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۳- استادیار اقتصاد کشاورزی، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۴- محقق رشته اقتصاد منابع طبیعی، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پلی تکنیک کارتاخنا، موریسیا، اسپانیا.

۵- استاد تمام رشته اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

است و افزایش تخریب مراتع در غرب حوضه بخصوص در استان چهارمحال و بختیاری ایجاد شده است. از مهم‌ترین دلایل تخریب منابع طبیعی بخصوص مراتع می‌توان به تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی و احداث جاده بین این زمین‌ها و همچنین مهم‌ترین علت کاهش سطح زمین‌های کشاورزی، نبود آب در این حوضه، اشاره کرد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این تحقیق امکان اخذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست‌های مدیریتی برای برنامه‌ریزان و مدیران در حوضه زاینده‌رود جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم خواهد نمود.

واژه‌های کلیدی: حوضه زاینده‌رود، بحران آب، مدیریت استانی، تغییرات پوشش گیاهی.

Investigating the effect of climatic changes and human activities on vegetation cover in Zayandeh Rood Basin

Samane Negarchi¹

Mohamadreza Zare Mehrjerdi^{2*}

zare@mail.uk.ac.ir

Sadighe Nabyian³

David Martinez Granados⁴

Rahman Khoshakhlagh⁵

Abstract

Background and Objective: Water crisis and scarcity, have been one of the most important issues in the Zayandehrud basin in recent years. In the past decade, by changing the management of the basin from integrated management of the basin to provincial management, the drainage crisis and the destruction of resources have become more intense in changing the use of agricultural land in the west of the basin. Therefore, this study has been conducted to determine the trend and type of land use and to study the effects of climate change and human intervention in this basin.

Method: In this research, satellite maps from Landsat 8 and 5 have been used for this purpose. Atmospheric and radiometric correction were done. Using the NDVI vegetation index, the distribution of land types during the period from 1993 to 2015 is set to for 4 classes.

Results: The results of the study of land cover and natural ecosystems in Zayandeh Rood basin during the past 23 years have shown that in the period of ten years after the implementation of provincial management, agricultural lands and natural ecosystems with trend An increase is going to be destroyed because of developing of agricultural lands and roads in this area.

Conclusion: The results of this research will make it possible to make basic decisions in developing management policies for planners and managers in the Zayandehrud basin for sustainability and assessment of natural resources.

Keywords: Zayandeh Rood Basin, Water Crisis, Provincial Management, Vegetation Changes.

1- PhD Student of Natural Resource and Environmental Economic and Member of Young Researchers Society, Agricultural Economic Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

2- Associate Professor of Natural Resource and Environmental Economic, Agricultural Economic Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran. * (*Corresponding Author*)

3- Assistant Professor of Agricultural Economics, Agricultural Economic Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

4- Researcher of Agricultural Economics, ETSIA, Universidad Politecnica de Cartagena, Spain.

5- Full Professor of Economics, Isfahan University, Iran.

زمینه و هدف

سنجش از دور را روشی کارآمد و بهینه برای تولید اطلاعات مکانی و برنامه‌ریزی کاربری اراضی دانسته‌اند. بحران آب، تخریب منابع طبیعی و تغییر کاربری این منابع خدادای از مهم‌ترین مسایل و مشکلات موجود در حوضه زاینده رود در سال‌های اخیر بوده است. در دهه گذشته با تغییر مدیریت حوضه از مدیریت یکپارچه حوضه به مدیریت استانی در دولت نهم، بحران کم‌آبی و تخریب منابع جهت تغییر کاربری به زمین‌های کشاورزی و باغات و تخصیص آب رودخانه زاینده رود به این اراضی بخصوص با صرف هزینه‌های بالا جهت آبرسانی به مناطق بالادست از طریق پمپاژ آب، شدت بیشتری گرفته است این در حالیست که زمین‌های پایین دست این حوضه که دارای شرایط مناسبی جهت فعالیت‌های کشاورزی و باغدار است بشدت از کمبود آب رنج برده و بسیاری از این زمین‌ها رو به خشکی و نابودی است. این موضوع باعث اختلاف نظرهای زیادی در بین کارشناسان و مدیران در این حوضه بوده است. اما آنچه تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته، ارائه بیان کمی موضوع و شاخصی برای سنجش و پایش روند تخریب می‌باشد لذا چگونگی نحوه استفاده از زمین یا کاربری اراضی و مشخص نمودن پوشش اراضی در این حوضه بسیار ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اهمیت حوضه زاینده رود مطالعات متعددی در این حوضه به بررسی تغییرات کاربری زمین در سال‌های مختلف پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان به فضلی و صالحیان بادی (۱۳۹۵)، براتی و همکاران (۱۳۹۰)، بهنام و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد (۷-۹). هدف از این مطالعه بررسی سطح پوشش و تغییرات کاربری اراضی در حوضه زاینده رود در دو بازه زمانی قبل و بعد تصمیم‌گیری‌ها براساس استانی شدن مدیریت این حوضه با استفاده از داده‌های ماهواره لندست ۵ و ۸ بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق امکان اخذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست‌های مدیریتی برای برنامه‌ریزان و مدیران در حوضه زاینده‌رود جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم خواهد نمود.

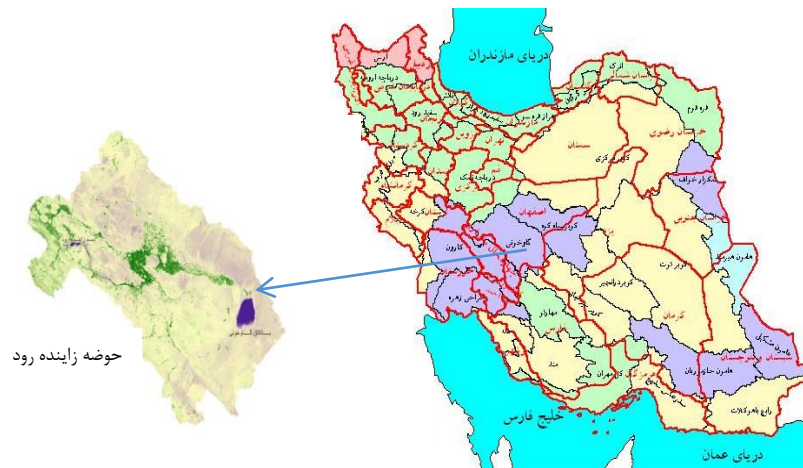
زمین منبع طبیعی بنیادی، محدود و تجدید ناپذیری است که مستقیماً تحت تاثیر فشارهای ناشی از رشد جمعیت بوده و خواهد بود (۱). کاربری اراضی، روند تبدیل اکوسیستم طبیعی به اکوسیستم اجتماعی است که این روند بر مبنای برآیند کارکرد طبیعت، اقتصاد و جامعه بوده است. با توجه به رشد جمعیت و با در نظر گرفتن نیازهای انسان، استفاده گسترده از منابع طبیعی و تقاضا برای منابع زمین هم در بخش کشاورزی و هم غیر کشاورزی رو به افزایش است. بدون شک توسعه بدون برنامه‌ریزی به معنای از دست رفتن منابع کمیاب و حیاتی یعنی خاک‌های حاصلخیز و منابع آب کشاورزی بوده است. این در حالی است که تغییر و گسترش بی‌رویه کاربری اراضی کشاورزی به جای اکوسیستم‌های طبیعی، یکی از چالش‌های پیش رو است که هم نسل فعلی و هم نسل آتی را تهدید می‌کند. تغییرات در کاربری اراضی به عنوان تغییرات برگشت‌ناپذیری تلقی می‌شود لذا دسترسی به آمار و اطلاعات بروز و آگاهی از روند این تغییرات از عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ابزارهای مدیریت در هر سازمانی می‌باشد؛ بنابراین آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و نوع استفاده انسان از اکوسیستم‌های طبیعی، ضروریست که این امر با مشخص نمودن نوع کاربری و پوشش اراضی میسر می‌گردد. از آنجا که تغییرات کاربری اراضی در مقیاس وسیع صورت می‌گیرد، بی‌گمان بدون بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در مطالعات محیطی، امکان برآورد دقیق، صحیح، سریع و اقتصادی این تغییرات میسر نمی‌باشد. امروزه سنجش از دور با فراهم آوردن داده‌های به روز و بهنگام به عنوان سریع‌ترین راه دسترسی به داده‌های علوم زمین شناخته می‌شود. تاکنون مطالعات متعددی در زمینه بررسی تغییرات اراضی و پوشش‌های گیاهی به کمک داده‌های سنجش از دور در داخل و خارج از ایران انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های سفانیان و همکارانش (۱۳۹۲)، فارسی و یوسفی (۱۳۹۲)، Khanduri و Singh (۲۰۱۱)، Abdullah و همکارانش (۲۰۱۳)، Sabic و همکارانش (۲۰۱۳) و Tian و همکاران (۲۰۱۵) اشاره نمود (۱-۶). در این مطالعات روش

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، حوضه رودخانه زاینده رود با مساحت حدود ۴۱ هزار کیلومتر مربع با مختصات جغرافیایی ۱۱'، ۳۳° تا ۴۲'، ۳۳° عرض شمالی و ۲'، ۵۰° تا ۲۴'، ۵۳° طول شرقی در

منطقه مرکزی ایران قرار گرفته است. این حوضه در دو استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است که ۹۳ درصد از مساحت این حوضه در استان اصفهان قرار گرفته شده و ۷ درصد در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. موقعیت حوضه زاینده رود در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت حوضه زاینده رود در ایران

Figure 1- Location of Zayandeh Rood Basin in Iran

سنجش از دور

سنجش از دور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می توان آن را برای به دست آوردن لایه های اطلاعاتی از پوشش گیاهی به کار برد. خصوصیات نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از یک ناحیه، قابلیت تکرارپذیری، سهولت الوصول بودن اطلاعات و دقت بالای اطلاعات حاصله و صرفه جویی در زمان از ویژگی های استفاده از این گونه اطلاعات برای بررسی پوشش گیاهی و کنترل تغییرات آن نسبت به سایر روشها است. بر همین اساس محققین زیادی به منظور بررسی پوشش گیاهی از داده های سنجش از دور استفاده نموده و این تکنیک را مناسب این گونه مطالعات ارزیابی نموده اند. جهت بررسی تحولات انجام گرفته در دوره در نظر گرفته شده در حوضه انتخابی در این مطالعه، مراحل زیر به ترتیب ذیل بوده است

۱- داده ها و ابزار تحقیق

در این مطالعه با استفاده از سایت زمین شناسی امریکا، از تصاویر ماهواره لندست ۴-۵ در سپتامبر و اگوست (شهریور ماه) برای سالهای ۱۹۹۳، ۱۹۹۴، ۱۹۹۸، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸

و ۲۰۰۹ و داده های لندست ۸ در سپتامبر و اگوست در سالهای ۲۰۱۳، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ استفاده شده است. این تصاویر در سیستم UTM در ناحیه ۳۹ شمالی قرار دارند. حوضه زاینده رود حوضه بزرگ است و متشکل از ۵ تصویر یا فریم از این ماهواره ها در کنار یکدیگر و مسیرها و ردیف های این نقشه ها به ترتیب ۱۶۳، ۳۷ و ۱۶۳، ۱۶۳، ۳۸ و ۱۶۴، ۳۷ و ۱۶۴، ۳۸ و ۱۶۵ و ۳۷ است در این پژوهش از داده های لندست ۷ استفاده نشده است چرا که سنسورهای این ماهواره صدمه دیده است و نقشه های دریافتی از این ماهواره دارای خطوط زیادی بوده و با Gapfill نمودن تصاویر در چندین مرتبه، تمامی خطوط موجود در نقشه ها حذف نشده است. جهت پردازش تصاویر از سه نرم افزار Erdas Imaging، Arc map و Excel به کار گرفته شده است.

۲- تصحیح هندسی

خطای هندسی ناشی از عواملی مانند پستی و بلندی، چرخش زمین بدور خودش، نوسان های کرجت ماهواره، نوسان های

انتخابی در این مطالعه، براساس رابطه (۱) و (۲) اقدام به تصحیح اتم سفری فریم‌ها نموده‌ایم. این رابطه بدنبال تصحیح اتمسفری با در نظر گرفتن محل و نحوه تابش نور خورشید است. برای تبدیل مقادیر درجات خاکستری (DN) به مقادیر بالای اتمسفر، در ابتدا از رابطه (۱) استفاده شده است (۱۰).

$$\rho\lambda' = M^P Q^{cal} + A^P \quad (1)$$

که در این رابطه،

$\rho\lambda'$: بازتاب بالای اتمسفر بدون انجام تصحیح زاویه تابش خورشیدی

M^P عامل تغییر مقیاس ضرب شونده که از فایل متا دیتا به دست می‌آید (Reflection_MULT_Band_x - که شماره باند مورد نظر است)

Q^{cal} : باند تصویر مورد نظر (باند شماره X)

A^P : عامل تغییر مقیاس اضافه شونده که از فایل متا دیتا به دست می‌آید (Reflection_ADD_Band_x - که شماره باند مورد نظر است).

جهت تصحیح زاویه تابش خورشید در بازتاب از رابطه (۲) استفاده شده است.

(۲)

$$\rho\lambda = \rho\lambda' / \sin(\theta^{SE})$$

$\rho\lambda$: بازتاب بالای اتمسفر همراه با تصحیح زاویه تابش خورشیدی
 θ^{SE} : زاویه محلی ارتفاع خورشید که این زاویه در فایل متا دیتا موجود است (Sun Elevation).

اطلاعات لازم جهت محاسبه این رابطه در فایل متنی با پرسوند MTL موجود در هرپوشه از تصویرها در اختیار کاربران قرار گرفته است. حال با توجه به نوع شاخص انتخابی و باندهای مورد نیاز، این تصحیحات بر روی باندهای مورد نظر انجام خواهد گرفت.

۳- آماده سازی تصویر

بعد از انجام تصحیحات هندسی و رادیومتریک، ۵ فریم در هر باند در کنار یکدیگر قرار گرفته و تصویر جدید و یکپارچه‌ای ایجاد می‌شود. جهت ایجاد تصویر جدید از روش نزدیک‌ترین همسایه استفاده شده است که در این روش از درجه روشنایی پیکسل‌های محاور استفاده می‌شود و ارزش طیفی پیکسلی که

سرعت آینه نو سان‌کننده و مرکزی بودن تصویر می‌باشد. این خطا موجب می‌شود شکل و اندازه پدیده‌ها تغییر کرده و در موقعیت واقعی خود روی زمین قرار نگیرند. به روش‌های رفع این خطاها، تصحیح هندسی می‌گویند (۱۰). با توجه به اهمیت دقت تصحیح هندسی بر صحت نتایج به دلیل مقایسه پیکسل به پیکسل تصاویر ماهواره‌ای با یکدیگر، این تصاویر باید از نظر هندسی بر یکدیگر منطبق باشند لذا باید بعد از شروع پردازش‌ها و مقایسه‌های این تصاویر، تصحیح هندسی روی تصاویر انجام گیرد. با توجه به زمین مرجع بودن تصاویر مذکور، از انواع تصحیحات هندسی، ثبت و تصحیح هندسی تصویر به تصویر به‌کار گرفته شده است. جهت تصحیح هندسی یک تصویر لازم است از یک نقشه مرجع یا تصویری که قبلاً تصحیحات روی آن انجام گرفته و دارای طول و عرض می‌باشد، استفاده نمود (۱۰). برای این منظور، ابتدا موقعیت ۸ نقطه بر روی نقشه مشخص و سپس موقعیت همان نقاط بر روی تصویر منتقل شده است. در این راستا سعی شده است تا نقاط انتخابی از پراکنش خوبی برخوردار بوده و بیشتر از محل‌های قابل تشخیص همانند جاده‌ها، سدها و .. که موقعیت‌های ثابتی دارند استفاده شود. تصویر سال ۲۰۱۵ به عنوان مرجع و تصاویر بقیه سال‌ها نسبت به آن با به‌کارگیری معادله درجه اول تصحیح گردیده و مقدار خطای RMS به ۰/۰۸ رسیده است. در نهایت تصاویر ایجاد شده با نقشه پایه هماهنگی لازم را پیدا نموده‌اند.

تصحیح رادیومتریک

تصاویر خام سنجش از دور همیشگی دارای خطاهایی در مقادیر ثبت شده برای پیکسل‌ها می‌باشند که به این خطاها، خطاهای رادیومتریک می‌گویند. تصحیحات رادیومتریک برای بهبود کیفیت رادیومتریک تصاویر، افزایش وضوح و در نتیجه افزایش اطلاعات قابل استخراج از تصاویر موثر می‌باشد. خطاهای اتمسفریک که بر اثر فعل و انفعالات فوتون‌ها توسط مولکول‌ها و ذرات معلق گرد و غبار در اتمسفر زمین ایجاد می‌شود. که این خطاها یا مربوط به دریافت نور پخش شده از اتمسفر توسط سنجنده و یا مربوط به دریافت نور پخش شده بعد از انعکاس از سطح زمین توسط سنجنده باشد. با توجه به لندست‌های

برای NIR در لندست ۵ از باند ۴ و در لندست ۸ از باند ۵ و برای RED از باند ۳ در لندست ۵ و باند ۴ در لندست ۸ استفاده شده است.

۵- تعیین حوضه مطالعات و کلاس بندی

حال در گام بعدی با تعیین مرزپلیگونی حوضه زاینده رود، اقدام به برش تصاویر نموده و با توجه به بازدید میدانی و تفسیر چشمی و همچنین در نظر گرفتن گوگل ارث به تعیین ۴ کلاس اصلی در کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است. این کلاس‌ها شامل آب، خاک و اراضی شهری، مراتع و در نهایت باغات و درختان و زمین‌های کشاورزی است. در ادامه با محاسبه میزان مساحت در هر کلاس، میزان تغییرات در کاربری و نوع پوشش‌ها در منطقه انتخابی در سال‌های مورد نظر تعیین خواهد شد و به تحلیل این تغییرات پرداخته خواهد شد.

همبستگی

حال با استفاده از اطلاعات هواشناسی در ایستگاه‌های هواشناسی در این حوضه، به بررسی میزان بارش در این منطقه و تاثیر آن بر پوشش‌های گیاهی خواهیم پرداخت. میزان بارش از مجموع باران سالانه در ایستگاه‌های مختلف در حوضه زاینده رود برای سال‌های تعیین شده، در نظر گرفته شده است. برای این کار با استفاده از ضریب همبستگی، ارتباط بین میزان بارش و کلاس‌های تعیین شده در این حوضه تعیین شده است. محاسبات همبستگی یکی از اساسی‌ترین روش‌های تحلیل آماریست که هدف آن اندازه‌گیری و بررسی نوع رابطه و میزان شباهت و تناسب میان صفات مختلف پدیده‌هایی است که مورد تحقیق واقع می‌شود. ضریب همبستگی، تعیین‌کننده شدت و جهت همبستگی بین دو متغیر است. جهت همبستگی، توسط علامت ضریب همبستگی (منفی یا مثبت) و شدت همبستگی به وسیله قدر مطلق ضریب همبستگی مشخص می‌شود. مقدار منفی نشان‌دهنده رابطه معکوس بین دو متغیر و مقدار مثبت نشان‌دهنده رابطه مستقیم بین آن‌ها است (۱).

$$\text{Corr}(X,Y) = \text{cov}(X,Y) / \sigma_X \sigma_Y \quad (4)$$

به پیکسل جدید نزدیک‌تر است به آن تعلق می‌گیرد. این روش از تغییر ارزش پیکسل‌های اولیه جلوگیری می‌کند (۱، ۱۱).

۴- شاخص پوشش گیاهی

در ادامه از شاخص‌های پوشش گیاهی جهت پردازش تصاویر استفاده می‌شود. این شاخص‌ها یک ترکیب ریاضی از باندهای متعدد تصاویر رقومی ماهواره‌ای هستند که از اختلاف معنی‌دار بازتابش پوشش گیاهی در طول موج‌های آبی، قرمز، سبز و مادون قرمز استفاده می‌کنند. این شاخص‌ها به صورت یک عملیات ریاضی ساده می‌باشند که ارزش هر پیکسل در باندهای مختلف را به یک شاخص عددی تغییر می‌دهند. از کاربرد شاخص‌های گیاهی برای اهداف مختلف چند دهه می‌گذرد و هنوز هم در سطح وسیعی استفاده می‌شود. در میان شاخص‌های متنوع و متعدد پوشش گیاهی، شاخص NDVI¹ (شاخص گیاهی اختلاف نرمال) از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی است که کارایی مفید آن در بسیاری از مطالعات مشخص شده است. Miao و همکارانش (۲۰۱۵)، Fensholt و Proud (۲۰۱۲) و Ojea و همکارانش (۲۰۱۲) و Peng و همکارانش (۲۰۱۱) رابطه بین پوشش گیاهی و درصد خاک بدون پوشش گیاهی در یک حوضه آبخیز را با شاخص پوشش گیاهی مانند NDVI, PVI, RVI و سایر آنالیزهای سنجش از دور مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه شاخص NDVI به عنوان بهترین شاخص از لحاظ همبستگی با پوشش گیاهی معرفی شد (۱۲-۱۵). این شاخص بر پایه این حقیقت که کلروفیل موجود در ساختار گیاهان قادر است نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز نزدیک را منعکس سازد، استوار است. این شاخص با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شده و مقدار آن بین اعداد +۱ تا -۱ تغییر می‌کند. مقادیر منفی در این شاخص حاکی از عدم حضور پوشش گیاهی است و هرچه به +۱ نزدیک‌تر می‌شویم بر میزان پوشش گیاهی افزوده می‌شود (۱۰).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad (3)$$

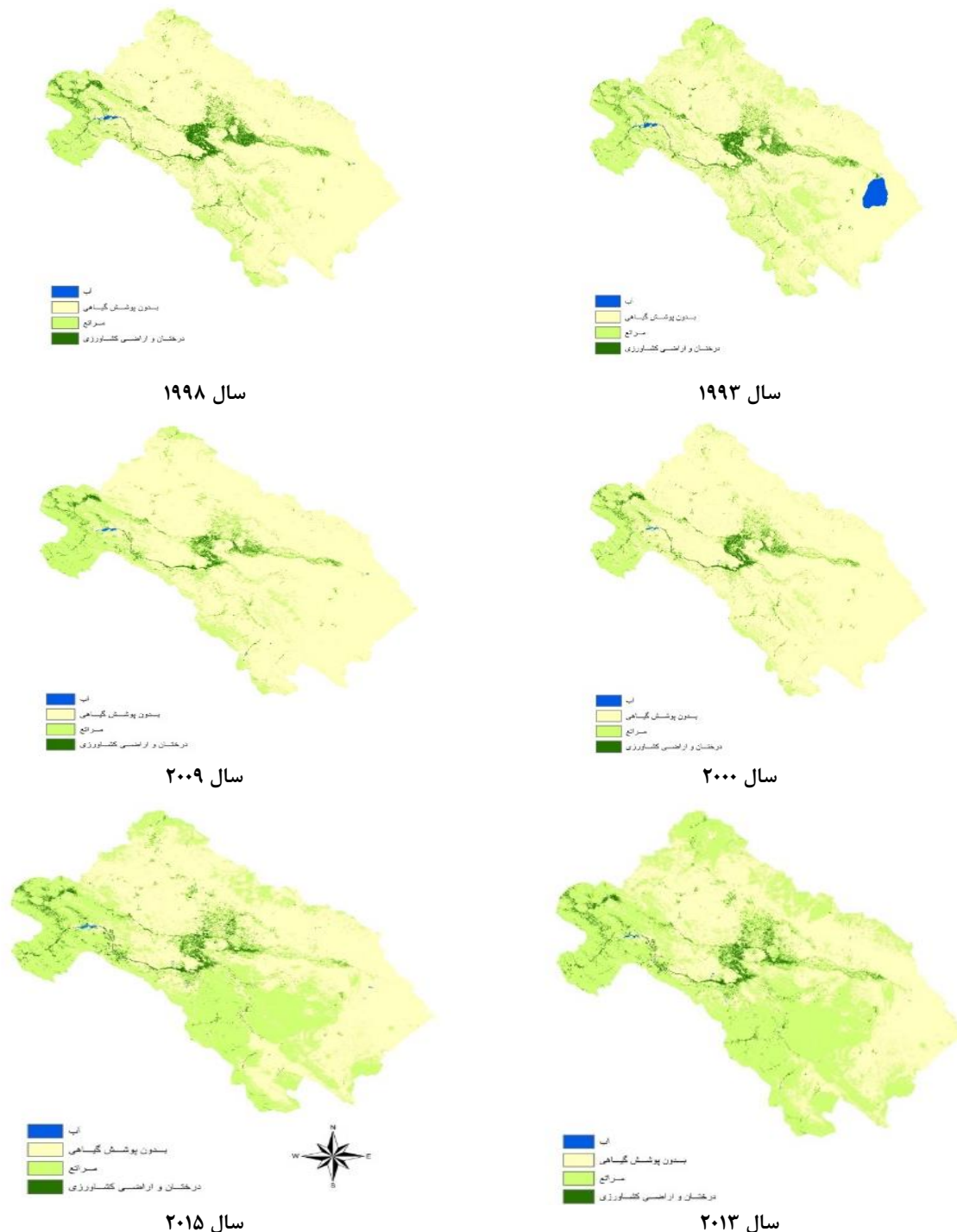
در این رابطه مقدار NIR، مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و مقدار RED، به عنوان مقدار بازتاب در باند قرمز است.

لندست ۵ و ۸، با استفاده از شاخص NDVI، پوشش گیاهی در حوضه زاینده رود به چهار کلاس آب ها، خاک و مناطق شهری، مراتع و درنهایت درختان و اراضی کشاورزی و باغات تقسیم شده است. نحوه پراکنش این کلاسها در شکل (۲) برای سالهای انتخابی نشان داده شده است.

که COIT نماد معمول برای همبستگی پیرسون و COV کوواریانس و σ نماد انحراف معیار است. این ضریب بین -۱ تا +۱ است و عدم وجود رابطه بین دو متغیر، برابر صفر است.

یافته‌ها

در این مطالعه بعد از تصحیح هندسی و رادیومتریک تصاویر



شکل ۲- نقشه پوشش اراضی حوضه زاینده رود در سالهای منتخب
Figure 2- Land cover map of Zayandeh Rood basin in selected years

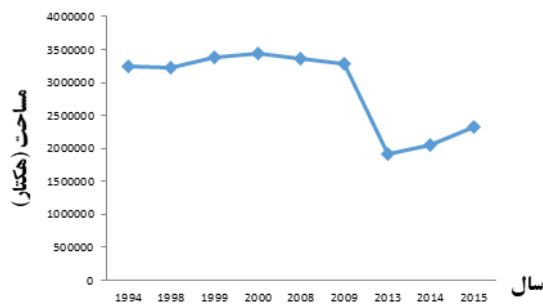
کل مساحت هر کلاس در طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۵ است و شکل (۳) تا (۶) نشان‌دهنده روند هریک از انواع پوشش‌ها در طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۵ است.

در ادامه این مطالعه به بررسی رابطه و میزان همبستگی بین بارش سالیانه و مساحت مراتع در منطقه خواهیم پرداخت. جهت بررسی دقیق‌تر این نقشه نیاز به آمارهای عددی است که در جدول (۱) نشان داده شده است. جدول (۱) بیان‌کننده میزان

جدول ۱- میزان کل مساحت هر کلاس در حوضه زاینده‌رود در هر سال (برحسب هکتار)

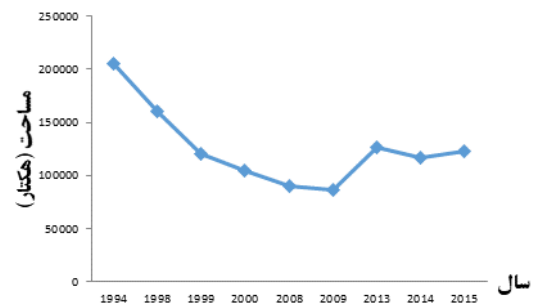
Table 1- Total area of each class in Zayandeh Rood basin per year (per hectare)					
۲۰۰۰	۱۹۹۹	۱۹۹۸	۱۹۹۴	۱۹۹۳	
۳۵۹۹/۱	۶۸۶۴/۶	۵۹۱۷/۱	۵۲۹۴۵/۱	۹۶۳۲۱۵/۶	آب‌ها
۳۴۴۷۱۱۰/۱	۳۳۸۹۱۱۰/۴	۳۲۲۶۱۵۶	۳۲۴۸۹۰۰/۸	۹۱۵۹۶۹/۵	خاک و مناطق شهری
۵۶۵۳۲۷/۸	۶۰۳۶۶۷/۷	۷۲۸۳۰۶/۵	۶۸۸۸۴۱/۶	۹۸۸۲۹۰/۴	مراتع
۱۰۴۵۰۴/۶	۱۲۰۹۰۸/۳	۱۶۰۱۳۵/۱	۲۰۵۹۲۱/۶	۲۱۱۲۶۰/۶	درختان و کشاورزی
۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۰۹	۲۰۰۸	
۴۲۷۲/۷	۴۰۰۱/۹	۲۶۸۶/۸	۳۸۲۹/۶	۵۰۷۰/۳	آب‌ها
۲۳۲۷۸۷۹/۲	۲۰۴۷۹۹۴/۲	۱۹۲۰۹۴۴/۷	۳۲۸۱۹۱۰/۰	۳۳۶۴۵۷۰/۱	خاک و مناطق شهری
۱۶۶۶۰۱۰/۰	۱۹۵۱۵۳۱/۴	۲۰۷۰۱۸۶/۱	۷۴۱۵۸۷/۱	۶۶۱۰۰۵/۸	مراتع
۱۲۲۳۵۱/۴	۱۱۶۹۹۸/۸	۱۲۶۶۹۷/۸	۸۶۳۶۸/۴	۸۹۸۸۸/۹	درختان و کشاورزی

ماخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۴- روند تغییرات بدون پوشش و مناطق شهری

Figure 4- Changes trends in uncovered and urban areas



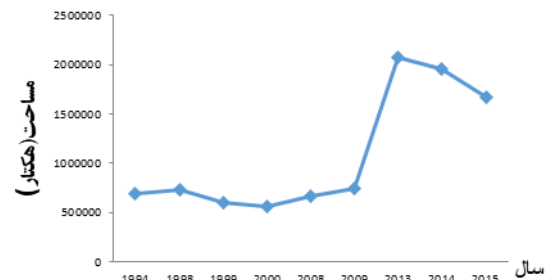
شکل ۳- روند تغییرات کشاورزی و درختان

Figure 3- Changes trends in agricultural and trees



شکل ۶- روند تغییرات آب‌ها

Figure 6- Changes trend in water



شکل ۵- روند تغییرات مراتع

Figure 5- Rangeland changes trend

جدول زیر نشان داده شده است.

در ادامه همبستگی بین کلاس‌های مختلف و همچنین ارتباط آن‌ها با میزان بارش بررسی شده است که نتایج بدست آمده در

جدول ۲- تعبیر میزان ارتباط بین کلاس‌ها و همچنین نسبت به بارندگی

Table 2- Understanding the relationship between classes and also relative to rainfall

سطح مرتع و سطح بدون پوشش	میزان باران و سطح کشاورزی	میزان باران و سطح مراتع	
۰/۹۹	۰/۶۳	۰/۷۵	ضریب همبستگی
۰/۰۰*	۰/۰۶۷**	۰/۰۵۰*	مسطح معنی داری

ماخذ: یافته‌های تحقیق

*معنی داری در سطح ۵ در صد

** معنی داری در سطح ۱۰ درصد

بحث

داشته است که یکی از دلایل آن می‌تواند بارش‌های مناسب در این حوضه باشد.

بررسی جدول (۱) و شکل‌های (۳) تا (۶) نشان می‌دهد که روند درختان و اراضی کشاورزی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۹ بشدت رو به کاهش است و در سال ۲۰۱۳ به جهش رو به بالا داشته و تقریباً در سه سال آخر روند ثابتی داشته است. علت این جهش به دو دلیل می‌تواند باشد. اول، گسترش فعالیت‌های کشاورزی در غرب حوضه زاینده رود و دوم، تصمیم به اختصاص آب به صورت مقطعی به بخشهایی از شرق حوضه زاینده رود است. روند تغییرات مراتع و زمین‌های بدون پوشش به صورت مکمل هم عمل نموده و در سال‌هایی که مساحت مراتع افزایش یافته است، مساحت زمین‌های بدون پوشش کاهش پیدا کرده است. البته روند هردو نمودار نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۳ به بعد نسبت به روند سال‌های قبل تفاوت فاحشی ایجاد شده است که یکی از دلایل این پدیده می‌تواند افزایش بارندگی‌ها نسبت به سال‌های گذشته باشد. همچنین نمودار مربوط به آمار آب در دوره مورد نظر نشان می‌دهد که در دو سال ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴، به جهت وجود آب در تالاب گاوخونی نسبت به سال‌های دیگر در سطح بالایی قرار گرفته است و از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۳، کاهش و از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ روند افزایشی با شیب ملایم را نشان

مقایسه نقشه‌های پوشش‌های اراضی به دست آمده نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴ تالاب گاوخونی پر آب بوده بعد از گذشت چند سال روبه خشکی گذاشته است به طوری در تا سال ۲۰۰۹ آب جزیبی در این تالاب دیده می‌شود و در سه سال آخر هیچ اثری از وجود آب در تالاب گاوخونی نیست. همچنین روند تغییرات اراضی کشاورزی در این چندسال رو به کاهش بوده است که این کاهش بیشتر در شرق این حوضه صورت گرفته است در حالی که در غرب حوضه زاینده رود بخصوص در حاشیه رود زاینده رود با افزایش در توسعه و گسترش زمین‌های کشاورزی و باغها رو برو هستیم که این افزایش از سال ۲۰۰۸ به بعد روند چشمگیری داشته است و در سه سال آخر در مقایسه با سال‌های قبل از گسترش بالایی برخوردار است. دلیل این تغییرات را می‌توان در تصمیم دولت نهم در سال ۱۳۸۵ (۲۰۰۷) جهت مدیریت استانی حوضه زاینده رود دانست. بعد از این تصمیم استان چهارمحال و بختیاری، بهره برداری از آب رودخانه زاینده رود را افزایش داد و با پمپاژ آب به مناطق دوردست اقدام به گسترش فعالیت‌های کشاورزی و احداث باغات در این منطقه نموده است. بررسی وضعیت مراتع در این دوره زمانی نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۳، ۲۰۱۳، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ بیشترین پوشش را نسبت به دیگر سال‌های انتخابی

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تحقیق حاضر تلاشی است برای بررسی تاثیر تغییرات اقلیم و دخالت انسان بر حوضه زاینده‌رود که بدین منظور از نقشه‌های ماهواره‌ای استفاده شد و با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI، نحوه پراکندگی انواع اراضی در طی دوره ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۵ تعیین شده است. نتایج بدست آمده از بررسی پوشش اراضی و اکوسیستم‌های طبیعی در حوضه زاینده‌رود در طی ۲۳ سال گذشته حاکی از آن است که در بازه زمانی تعیین شده، اراضی کشاورزی و اکوسیستم‌های طبیعی رو به نابودیست. بی‌مهری‌های انسان به همراه تغییرات اقلیمی و خشکسالی که سهم زیادی از این تغییرات اقلیمی از دید بسیاری کارشناسان باز به فعالیت‌های انسان در زمین بر می‌گردد، باعث شده است که نه تنها از منظر کاهش اشتغال و تولیدات کشاورزی و افزایش مهاجرت روستاییان و کشاورزان به شهرهای بزرگ در این حوضه بخصوص در شرق حوضه زاینده‌رود رنج می‌بریم، بلکه با بحران شدید آب و از بین رفتن منابع طبیعی در این منطقه روبرو شده‌ایم. شاید بتوان گفت که خشک شدن تالاب گاوخونی و حذف شدن آن از روی نقشه حوضه زاینده‌رود در طی سال‌های گذشته، نقطه تاریک در مدیریت و تصمیم‌گیری‌ها و همچنین عملکرد و استفاده بی‌رحمانه کشاورزان از آب‌های سطحی و زیر زمینی در این حوضه بوده است چراکه با توجه به پیشرفت تکنولوژی در عرضه کشاورزی و سیستم‌های آبیاری، هنوز بسیاری از کشاورزان در این حوضه اقدام به آبیاری و کشت‌های سنتی کرده و تنها راه افزایش درآمد و عملکرد را، در گسترش سطح کشت دانسته‌اند. شاید بخشی از بهره‌برداری بیش از حد از آب توسط کشاورزان در این حوضه را بتوان به قیمت پایین و غیر واقعی بودن ارزش آب نسبت داد. همچنین تقسیمات و انتقال آب در بالا دست حوضه باعث تشدید مشکلات و مسایل این منطقه شده است که بنظر می‌رسد این تصمیمات بدون در نظر گرفتن آمایش سرزمین و حفظ و پایداری این نعمت‌های الهی صورت گرفته است. هرچه خسارات‌های ناشی از وقوع خشکسالی در یک کشور بیش تر باشد، نشان‌دهنده‌ی کم‌رنگ بودن آموزه‌های آمایش سرزمین در آن کشور است.

می‌دهد. کمترین میزان مساحت از آب مربوط به سال ۲۰۱۳ است که بدلیل خشکسالی و کاهش بارش در منطقه کوهستانی کوه‌رنگ بعنوان سرچشمه رودخانه زاینده‌رود در این سال و سال ماقبل بوده است.

همان‌طور که از نتایج جدول (۲) مشهود است، بین میزان مجموع بارش در کل حوضه زاینده‌رود و سطح مراتع رابطه مستقیمی وجود دارد و این همبستگی از شدت بالایی برخوردار است. مقایسه بصری میزان پراکندگی مراتع در نقشه‌های پوشش گیاهی و آمار موجود از میزان بارش در حوضه نیز حاکی از گسترش بیشتر مراتع و به عبارتی ایجاد پوشش گیاهی در مناطق بدون پوشش یا داری پوشش ضعیف در سال‌های ترسالی در این منطقه بوده است.

همچنین ارتباط و همبستگی خوبی بین میزان بارش و فعالیت‌های کشاورزی در حوضه زاینده‌رود وجود دارد که بخش مهمی از این ارتباط به فعالیت‌های زارعی و آن هم به صورت دیم بوده است. همچنین در سال‌های ترسالی کشاورزان با محدودیت کمتری جهت استفاده از آب روبرو بوده‌اند که خود تاثیر زیادی در میزان فعالیت‌های کشاورزی و باغداری در این منطقه گذاشته است. و در نهایت همان‌طور که از نمودار مرتع و اراضی بدون پوشش قابل استنباط بود، رابطه معکوس و همبستگی کاملی بین این دو نوع از پوشش یا طبقه وجود دارد.

رحمانی و صالحیان (۱۳۹۵) نیز در مطالعه خود تغییرات کاربری اراضی و پوشش‌های طبیعی و انسان ساخت را در دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار داده‌اند که بر اساس یافته‌های این تحقیق، گسترش سکونت‌گاه‌های انسانی در قالب افزایش کاربری مسکونی و کشاورزی در قسمت‌های مختلف حوضه رخ داده و بخش اعظمی از مراتع و اراضی بکر در حوضه مورد دست‌اندازی فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است لذا یافته‌های بدست آمده از مطالعه رحمانی و صالحیان (۱۳۹۵) همسو با نتایج این تحقیق بوده و دستاوردها و یافته‌های این پژوهش را تایید و تصدیق می‌نمایند.

جمله تونل سوم کوه‌رنگ و طرح بهشت آباد در راستای تامین نیاز، از مهم‌ترین راه‌کاری حال حاضر برای مدیریت و خارج شدن از بحران در این حوضه خواهد بود.

منابع

- ۱- فارسی، ج.، یوسفی، م.، ۱۳۹۲، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: دشت بجنورد)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۲(۷)، ۹۵-۱۰۶.
- ۲- سفیانیان، ع.، داگرمی، ل.، ۱۳۹۲، تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی فازی (مطالعه موردی سه زیر حوضه آبخیز کبودر آهنگ، رزن قهلوند و ونجین، تلخاب در استان همدان)، آمایش سرزمین. شماره ۹، ۶۶۸-۵۹.
- 3- Singh, P. and Khanduri, K, (2011): Land use and land cover change detection through Remote Sensing & GIS technology: case study of pathankot and dhar kalan tehsils, Punjab/ international Journal of Geomatics And Geosciences, 4, 839-846.
- 4- Abdullah, f. Alqurashi , L. K,)2013(: investigating the use of remote sensing and GIS Techniques to detect land use and land cover change: a review/ advances in remote sensing, 2, 193-204.
- 5- SABIC, D., MILJKOVIC, O., VUJADINOVIC, S., MILINCIC, M., GAJIC, M., 2013, GEO-ecological Transformation of Wetland into Agricultural Landscape: The Case of Pancevacki Rit, Serbia. Journal of Environmental Protection and Ecology, 14(2), 524-531.
- 6- Tian, H., Cao, C., Chen, W., Bao, S., Yang, B., & Myneni, R. B. (2015). Response of vegetation activity dynamic to climatic change and ecological restoration programs in

انتقال آب زاینده رود به حوضه‌های مجاور (به ویژه برای مقاصد شرب) یک اقدام صرفاً سیاسی و خلاف قوانین حاکم بر نظام طبیعت است. حتی در مورد انتقال آب جهت مصارف شرب باید این نکته در نظر گرفته شود که تنها ۱۰ درصد از آب‌های انتقالی به دیگر مناطق خارج از حوضه برای مصارف شرب استفاده می‌شود و ۹۰ درصد آن به صورت پساب به چرخه فاضلاب این مناطق برگردانده می‌شود که این موضوع جای بسی تامل دارد. در سرزمینی که پدیده خشکسالی در آن تکرار می‌شود، برای هر قطره آب باید برنامه و مدیریت وجود داشته باشد. حوضه و رودخانه زاینده رود به عنوان یک زیست بوم طبیعی و شریان حیاتی منطقه که حیات آن به واسطه دخالت‌های نابه‌جا تهدید شده است، نیازمند توجه همگان به ویژه مسئولان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران در سطح ملی و منطقه‌ای است. در گذشته مدیریت حوضه به صورت گسسته و استانی بوده است که منشا بسیاری از مشکلات و مسایل زیست محیطی پیش آمده در این حوضه بوده است؛ در صورتی که حفاظت از حوضه زاینده رود نیازمند اعمال مدیریت منسجم و جامع ناظر بر کلیه فعالیت‌ها در کل حوضه می‌باشد که خوشبختانه در سال‌های اخیر این موضوع مورد توجه قرار گرفته است. همچنین مدیریت منابع و توزیع و مصرف آب باید در یک راستا و بصورت هماهنگ عمل نمایند. مدیریت تامین (انتقال آب بین حوضه‌ای) و مدیریت تقاضا در راستای تامین پایداری حوضه، مکمل یکدیگر بوده و اجرای هر یک به تنهایی، پایداری مطلوب منابع و مصارف آب را در طول زمان تامین نخواهد کرد. از دیگر اقدامات لازم به منظور حفظ منابع طبیعی (آب، خاک، پوشش گیاهی) و کمک به پایداری معیشت ساکنان در این حوضه، انجام عملیات آبخیزداری و مرتع‌داری در حوضه آبخیز است. همچنین باید در نظر داشت که هرگونه دخل و تصرف و برداشت از بستر و حریم رودخانه در صورت انجام مطالعات دقیق و جامع مبتنی بر توان طبیعی محل مجاز است. در نهایت می‌توان گفت که مدیریت یکپارچه و درست، بهینه مصرف کردن و کاهش مصرف آب با بهره‌گیری از سیستم‌ها و روش‌های مناسب، و در نهایت پیگیری جدی و اجرای طرح انتقال آب از

- Journal of Remote Sensing , 29, 1775-1798.
- 12- Miao, L., Liu, Q., Fraser, R., He, B., & Cui, X. (2015). Shifts in vegetation growth in response to multiple factors on the Mongolian Plateau from 1982 to 2011. *Physics and Chemistry of the Earth* , 87-88, 50-59.
- 13- Fensholt, R., & Proud, S. (2012). Evaluation of earth observation based global long term vegetation trends-comparing GIMMS and MODIS global NDVI time series. *Remote Sens, Environ* , 119, 131-147.
- 14- Ojea, E., Martin-Ortega, J., & Chiabai, A. (2012). Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: the case of forest water services. *Environmental science & policy*, 19-20, 1-15.
- 15- Peng, J., Chen, A., Xu, L., Cao, C., Fang, J., Myneni, R. B., Pinzon, J. E., Tucker, C. J., & Piao, S. (2011). Recent changes of vegetation growth trend in China. *Environ. Res. Lett*, 6, 1-13.
- Inner Mongolia from 200 to 2012. *Ecological engineering*, 82, 276-289.
- ۷- رحمانی فضلی، ع.، صالحیان بادی، س.، ۱۳۹۵. بررسی تغییرات کاربری زمین (۱۳۸۰-۱۳۹۲) و پایداری محیطی در حوضه زاینده رود، دومین کنفرانس بین المللی علوم جغرافیا، اردبیل.
- ۸- براتی، س.، سلطانی کوهپایی، س.، رایگانی، ب.، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر تغییرات کاربری اراضی بر رفتار آب شناختی حوضه (مطالعه موردی زیر حوضه قلعه شاهرخ سد زاینده رود)، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۵(۱۶)، ۶۳-۶۶.
- ۹- بهنام، پ.، صمدی، ح.، شایان نژاد، م.، ابراهیمی، ع.، ۱۳۹۲. بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل رودخانه زاینده رود در محدوده شهری اصفهان، آب و فاضلاب، ۴، ۱۰۲-۱۱۱.
- 10- <http://www.usgs.org>
- 11- Yang, X., And Lo, C.P, (2002): Using A Time Series Of Satellite Imagery To Detect Land Use And Land Cover Change In The Atlanta ,Georgia Metropolitan Area/ International