

## Investigating The Role of Water Resources on Rural Settlements Development (Case: Sari County)

FATEMEH JAFARI SAYADI<sup>1</sup> AND FATEMEH SHAFIEE<sup>2\*</sup>

1, PhD Student of Irrigation and Drainage faculty of agricultural engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resource University, Sari, Iran

2, Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: May. 31, 2020- Accepted: Aug. 10, 2020)

### ABSTRACT

Surface and groundwater resources are of the most important issues in the development of rural communities. Because in these areas, water resources have a significant impact on economic development, especially agricultural activities. Meanwhile remote sensing technology and geographic information system (GIS) are used to prepare extensive and on-time land use maps. The aim of this study was to study the role of water resources and these challenges on the trend of changes in rural settlements and in Sari County. In order to apply the remote sensing technology in this research, Landsat 8 satellite images were used in 2014, 2017 and 2019 then the radiometric calibration were done and land use map was obtained for each of the years. According to the land use map in 2014, 2017 and 2019, agricultural - rural land use in Sari County was 306.25, 290.83 and 300.38 square kilometers, respectively. Also, the results showed that surface and groundwater resources changes in selected years and the reduction of these resources have reduced the agricultural - rural land use areas. Therefore, the necessity for less dependence of farmers and rural community on water resources with the creation and development of infrastructure related to other agricultural activities such as rural tourism and agro- tourism with low dependence on water resources has been proposed.

**Keywords:** Surface and groundwater resources, Land use, Landsat 8 satellite, Geographic Information System (GIS).

### Introduction and objectives

The existence of quality water resources is one of the main pillars of sustainable development. Water resource management leads to the best use of available water and economic, social and environmental benefits. Nowadays, the protection of water resources and its optimal use has become an important global issue. Since, there are the many interdependencies between rural and agricultural development, it is necessary to study the effective elements in improving the agricultural and rural productive situation. Using satellite imagery to study how land cover changes over time is an effective solution given the widespread changes in land use and the destruction of natural resources in recent years. Therefore, geographic information system is an effective way to manage and analyze spatial data and solve these problems and the combination of this system with remote sensing technology is effective in achieving sustainable agricultural development. In the present study, an attempt has been made to study the trend of changes in rural areas and the role of water resources and related challenges in the process of changes in rural development in Sari county of Mazandaran province using these new methods.

### Methodology

In this research, Sari County was selected as the studied case because of its suitable geographical extent and many land use changes in recent years. In this county, Tajan basin is the most important surface water source that the agricultural activities depend on the water regime of this river. Also, well discharge information in the study area was used as groundwater resources.

Landsat 8 satellite images were used in 2014, 2017 and 2019 to investigate land use changes in the study area. The images were pre-processed using ENVI 5.3 and ArcMap 10.2 software, and then classified based on five uses, including agricultural / rural land, urban residential areas, water areas, landless vegetation, and forest areas.

### **Finding and Discussion**

Land use maps from Landsat 8 satellite images showed that the water areas that represented the Shahid Rajaei Dam Lake, water hole and fen had largest area corresponding to it, agricultural /rural lands have developed and expanded in 1393 in comparison 1396 and 1398 in Sari County. Also, the changes in the Tajan River discharge in 1396 compared to the other two years have been shown to have decreased due to the decrease in rainfall in 1396. In addition, the information obtained from the measurement of observation wells in Sari plain indicated that the groundwater level (relative to sea level) in Sari plain in 1393, 1396 and 1398, respectively – 5.24, -5.16 and -2.4 meter that was in a lower level in 1393 and 1396 than in 1398.

### **Conclusion and suggestions**

Water, as the most important factor, has a great impact on agricultural production. Also, due to the dependence of rural settlements development on natural resources, especially water resources, any change in these resources will have a significant impact on the area of agricultural land and rural production. Nowadays, remote sensing technology has helped researchers to study land use changes by providing extensive maps. According to previous research, whenever sufficient water resources are made available to rural people, the area covered by agricultural-rural land use increases. Therefore, the following are suggested:

- Basic resources for sustainable rural development should be maintained by taking appropriate policy, increasing the productivity of production factors, preventing the waste of water resources and saving surface water.
- Side agricultural activities and reducing the dependence of agricultural products on water should be developed by selecting suitable crops in each region.
- The plans to be complied to prevent changes in the agricultural land use, which will lead to physical changes in the village, such as the reduction of rural housing and agricultural activities.

## بررسی نقش منابع آب بر توسعه سکونتگاه‌های روستایی (مورد مطالعه: شهرستان ساری)

فاطمه جعفری صیادی<sup>۱</sup> و فاطمه شفیع<sup>۲\*</sup>

۱، دانشجوی دکتری گرایش آبیاری و زهکشی، رشته مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲، استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده علوم زراعی،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۱۱ - تاریخ تصویب: ۹۹/۵/۲۰)

### چکیده

منابع آب سطحی و زیرزمینی یکی از مسایل مهم در توسعه جوامع روستایی به‌شمار می‌روند. زیرا در این مناطق، منابع آب در توسعه اقتصادی و به‌ویژه فعالیت‌های کشاورزی تأثیر بسزایی دارد. در این بین، فن سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه‌های گسترده و به‌هنگام تغییرات کاربری اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش وضعیت منابع آب و چالش‌های مربوط به آن در روند تغییرات محدوده سکونتگاه‌های روستایی در شهرستان ساری انجام شده است. در این پژوهش، از تصاویر ماهواره لندست ۸ در سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ استفاده شد و پس از انجام تصحیحات اتمسفریک، نقشه کاربری اراضی برای هر یک از سال‌ها به‌دست آمد. با توجه به نقشه کاربری اراضی در سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸، کاربری کشاورزی/روستایی در محدوده شهرستان ساری به‌ترتیب مساحتی برابر ۳۰۶/۲۵، ۲۹۰/۸۳ و ۳۰۰/۳۸ کیلومتر مربع داشتند. همچنین، یافته‌ها نشان داد که با تغییرات منابع آب سطحی و زیرزمینی در سال‌های منتخب و کاهش در میزان این منابع، مساحت تحت پوشش کاربری کشاورزی/روستایی هم کاهش یافته‌اند. بنابراین، ضرورت وابستگی کمتر کشاورزان و روستاییان به منابع آبی با ایجاد و توسعه زیرساخت‌های مرتبط با دیگر فعالیت‌های کشاورزی مثل گردشگری روستایی و کشاورزی با وابستگی کم به منابع آبی پیشنهاد شده است.

**واژه‌های کلیدی:** منابع آب سطحی و زیرزمینی، کاربری اراضی، ماهواره لندست ۸، سامانه اطلاعات جغرافیایی.

### مقدمه

را به خود اختصاص داده است ( Kazemeyeh et al., 2014). مطالعات نشان می‌دهد که در ایران هم از دیرباز همواره مشکل کم آبی وجود داشته و این مساله مربوط به نسل یا دوره‌ای خاص نیست و در مناطق روستایی به‌دلیل انجام فعالیت‌های کشاورزی به‌عنوان مهم‌ترین

آب، عامل و محرک اصلی کشاورزی در جهان به‌شمار می‌رود. علی‌رغم محدودیت منابع آبی در بیشتر مناطق گزارش‌ها حاکی از آن است که فعالیت‌های کشاورزی حدود ۷۰ درصد آب مصرفی در سطح جهان

دارد، مطالعه عناصر موثر در بهبود اوضاع کشاورزی و تولیدی روستا ضرورت می‌یابد. عوامل خاص اقلیمی مثل بارش، دما و رطوبت بیشترین اثرات را از خود بر جا می‌گذارند و در واقع تمام ابعاد زندگی روستاییان مثل الگوی کشت، نوع محصول، تعادل آبی، چگونگی پراکندگی جمعیت و جنبه‌های دیگر زندگی آن‌ها را در برمی‌گیرد (Fallahatabar & Bahiraei, 2012).

در این بین، یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در روند توسعه روستایی محدودیت منابع آب است و چالش‌های اصلی بخش آب منطقه‌ای در زمینه محدودیت منابع آب شامل: بهره‌برداری‌های غیرمجاز و بی‌رویه از منابع آب، افت شدید سفره‌های آب زیرزمینی، رواج الگوهای نامناسب کشت و محدودیت عوامل تولید در نواحی روستایی است. عواملی که منجر به ایجاد چالش‌های مذکور شده‌اند، عبارتند از: افزایش جمعیت، بالا رفتن سطح رفاه زندگی و افزایش تقاضای آب در بخش‌های مختلف مصرف (Yasoori, 2008). همچنین، طی فرآیند یادگیری اجتماعی، کشاورزان به خوبی یاد گرفته‌اند که به دنبال بیشینه بهره‌برداری از منابع آب باشند که این موضوع آسیب غیرقابل جبرانی به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی وارد کرده است (Akbari & Alambeigi, 2020). در نتیجه، وابستگی نظام معیشت روستایی به منابع طبیعی به‌ویژه منابع آب در بسیاری از مناطق منجر به کاهش سهم نسبی جمعیت روستایی و کاهش توان اقتصادی نواحی روستایی شده است.

توان منابع آب در فعالیتهای کشاورزی بیان‌کننده چند مسأله اساسی از جمله محدودیت منابع آب به ویژه در دهه‌های اخیر، اثر مستقیم افزایش جمعیت در توان منابع آب کشاورزی برای تولید با توجه به ثابت ماندن منابع آب یا روش‌های دسترسی به منابع آب، عدم تغییر و تحول چشمگیر ابزار، تجهیزات و روش‌های مصرف بهینه منابع آب و اضمحلال الگوهای کهن مصرف منابع آب مبتنی بر ساختار جغرافیایی، اجتماعی و اقتصادی جامعه روستایی در سکونتگاه‌های مذکور است (Boochani et al., 2017; Yasoori, 2008).

بنابراین، سامانه اطلاعات جغرافیایی یک روش موثر برای مدیریت و تحلیل داده‌های مکانی و حل این مسائل بوده و همراهی این سامانه با فن‌سنجش از دور در

بخش مصرف‌کننده منابع آبی از اهمیت بیشتری برخوردار است (Aghapour Sabbaghi et al., 2012). در این بین، وجود منابع آب باکیفیت یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار به‌شمار می‌رود. مدیریت منابع آب منجر می‌شود بتوان از مقدار آب موجود بهترین استفاده را کرده و سودمندی‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ایجاد کرد. استفاده بهینه و اقتصادی از منابع آب، نیاز به داشتن اطلاعات کاملی از خصوصیات هیدرولوژیک و هیدروژئولوژیک حوضه‌های آبریز دارد تا بتوان با شناخت پتانسیل‌های موجود و مدیریت صحیح از این منابع آبی بهره‌برداری و از هدر رفتن و آلودگی منابع آب جلوگیری کرد (Boochani et al., 2017).

منابع آب سطحی و زیرزمینی یکی از مسایل مهم در توسعه جوامع روستایی به‌شمار می‌روند، زیرا در این مناطق منابع آب در توسعه اقتصادی و به‌ویژه فعالیت‌های کشاورزی تأثیر بسزایی دارد. تلاش به‌منظور کاهش فقر و تأمین رفاه اجتماعی برای عموم مردم در قالب اجرای برنامه‌های رشد و توسعه در نواحی جغرافیایی یک سرزمین از اولویت‌های مهم در رسیدن به توسعه پایدار ملی است. بنابراین، توجه به عرصه‌های روستایی کشور و تأمین خدمات و تسهیلات کافی به منظور فعال‌سازی واحدهای روستایی، چه به‌دلیل ضرورت گسترش فعالیت‌ها و چه به‌دلیل سازماندهی صحیح امکان تثبیت جمعیت در عرصه‌های مختلف و هم مرتبط کردن سکونتگاه‌های روستایی به شبکه عام نظام سکونتگاهی کشور و توسعه پایدار، امری جدی و اجتناب‌ناپذیر است (Salehian & Rahmani Fazli, 2018).

بنابراین، توجه به تأمین زیربنای توسعه و آبادانی، به‌ویژه عامل حیاتی آب، زمینه‌ساز رشد و توسعه روستاها خواهد بود. زیرا وجود آب و استفاده اندیشیده از آن همواره عامل حیات و معیشت انسان‌ها بوده است. این عامل مهم در ساماندهی سکونتگاه‌های روستایی و پایداری این جوامع نقش اساسی ایفا کرده است. در حال حاضر، حفاظت از منابع آب و بهره‌برداری بهینه از آن به یک مسأله مهم جهانی تبدیل شده است (Khorrambakht, 2016). با توجه به وابستگی‌های زیادی که بین توسعه روستایی و توسعه کشاورزی وجود

توسعه را داشته است و در بسیاری از مناطق به دلیل توجه نکردن به توان اکولوژیک منطقه و تبدیل مناطق طبیعی به شهر، آسیب جدی به محیط‌زیست وارد شده است. Abdel Kawy & Belal (2011) در غرب دلتای نیل مصر به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۹۹، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹ پرداختند. در این پژوهش بیش‌ترین تغییرات کاربری و میزان حساسیت پوشش‌ها مشخص و در نهایت، مدل تحلیلی ارائه شد تا میزان حساسیت اراضی نسبت به تغییر کاربری سنجیده شود. با توجه به نتایج، مناطق با پوشش گیاهی متراکم بیش‌ترین حساسیت را به تغییر کاربری داشته‌اند چرا که این مناطق سودمندی فراوانی برای محیط‌زیست دارند و با تغییر کاربری این مناطق، تعادل محیط‌زیست منطقه بر هم خواهد خورد. از تصاویر ماهواره لندست (۱۹۸۶-۱۹۹۶) و مدل‌های رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی برای مدل‌سازی تغییرات کاربری سرزمینی در حوضه کاتامایو استفاده شد. نتایج نشان داد استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مدل رگرسیون لجستیک نتایجی با دقت بیشتر نسبت به مدل شبکه عصبی ارائه می‌دهد (Sendra & Onate-Valdivieso, 2010). در مطالعه‌ای با بررسی پتانسیل اندازه‌گیری‌های چند طیفی مکانی در تأمین اطلاعات مکانی در خصوص منابع طبیعی و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ادغام اطلاعات مذکور با داده‌های اقتصادی-اجتماعی و دیگر اطلاعات موازی گرفته شده در حوضه آبخیز بلوک چهارخاری بخش ماهوبا در شمال هند، برای تولید اطلاعات در خصوص منابع طبیعی از ماهواره سنچس از دور (IRS-1B) و سنجنده (LISS-II) استفاده شد و تصاویر از راه تفسیر چشمی منظم و ادغام بعدی آن با اطلاعات هم‌راستا در محیط GIS برای توسعه برنامه کاربری اراضی بهینه/ برنامه عملیاتی برای توسعه پایدار و منابع زمینی استفاده شد. از آن‌جا که پوشش گیاهی دائمی حوضه آبخیز به دلیل فشار جمعیت در حال کاهش یافتن بود

دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی موثر است. همچنین، با تغییرات گسترده کاربری سرزمین و تخریب منابع طبیعی در سال‌های اخیر، بررسی چگونگی تغییرات پوشش سرزمین طی دوره‌های زمانی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای امری ضروری است (Joorabian et al., 2014). این سامانه قادر است نتایج را به صورت نقشه‌های دقیق ارائه دهد (Khorrambakht, 2018). در ادامه، مروری بر مطالعات پیشین بیان می‌شود تا چارچوب مفهومی پژوهش سازماندهی شود.

نتایج مطالعه‌ای در خصوص پایش تغییرات کاربری زمین در شهر شه‌میرزاد با استفاده از داده‌های سنچس از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی نشان داد که با گذشت زمان طی سال‌های مورد مطالعه از مساحت کاربری‌های زراعی و باغی و زمین‌بایر کم شده و کاربری‌های مسکونی و انسان‌ساز افزایش یافته بودند. با استفاده از آشکارسازی تغییرات مشخص شد بیش‌ترین تغییر کاربری‌ها در سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ مربوط به تبدیل اراضی باغی و زراعی به زمین‌های بایر با حدود ۲۰ درصد تغییر و در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ مربوط به تبدیل اراضی باغی و زراعی به اراضی مسکونی با حدود ۱۶ درصد بود. بررسی نتایج حاصل از آشکارسازی نشان داد در بازه زمانی ۱۰ سال اول حدود ۲۰ درصد از اراضی باغی به زمین‌بایر و در بازه زمانی ۱۰ سال دوم حدود ۷ درصد از اراضی بایر به اراضی مسکونی و انسان‌ساخت تبدیل شده بودند (Kamalifard, 2020). Farsi & Yusefi (2013) تغییرات کاربری اراضی دشت بجنورد را به روش آشکارسازی پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست ۵ در سال ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ و همچنین، تصاویر لندست ۸ در سال ۱۳۹۲ تحلیل کردند. نتایج تحقیق نشان از کاهش اراضی دیم و مرتع در بازه زمانی مورد مطالعه، کاهش اراضی کشاورزی آبی و باغات تا سال ۱۳۸۵ و روند افزایشی آن تا سال ۱۳۹۲ و اراضی شهری و انسان‌ساخت هم‌روند افزایشی داشتند. Mirkatouli et al. (2011) با استفاده از تصاویر سنجنده LISS ماهواره IRS سال ۲۰۰۷ و لندست TM سال ۱۹۹۱ به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در شهر گرگان پرداختند. نتایج نشان داد کاربری شهری بیش‌ترین

بنابراین، نیاز به ایجاد پوشش گیاهی بیشتر مورد تأکید قرار گرفته بود (Dwivedi et al., 2006)

نتایج مطالعه‌ای در خصوص بررسی پتانسیل شرایط جغرافیایی و طبیعی در ذخیره‌سازی منابع آب با استفاده از GIS در منطقه شمال کویر حاج علیقلی که دارای مشکلات افت آب‌های زیرزمینی، شور شدن آب‌ها، افزایش تقاضا و پتانسیل منطقه برای افزایش سطح زیر کشت بود نشان داد که ژئومورفولوژی منطقه شامل کوه‌های بلند با تأثیر در میزان بارش و تشکیلات آهکی تکتوتیزه سهم عمده‌ای در تأمین آب منطقه دارد که همراه با دشت‌سرهای گسترده نقش اصلی در تغذیه سفره‌ها داشته‌اند و موارد مذکور نقش مهمی در توسعه پایدار روستایی ایفا می‌کنند (Yosfizadeh, 2019).

Salehian & Rahmani Fazli (2018) در پژوهشی نشان دادند که تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز رودخانه زاینده رود ناشی از دست‌اندازی گسترده فعالیت‌های انسانی در حوضه بوده و از طرفی به دلیل خشکی رودخانه‌های اصلی موجود در حوضه آبریز، فشار بر سفره‌های آب زیرزمینی برای تأمین نیاز آبی کشاورزی در منطقه، تشدید شده است. همچنین، در بخش پایین‌دست حوضه به علت شدت بیشتر خشکسالی شاخص‌های زیست‌محیطی در وضعیت نامناسب‌تری نسبت به کل حوضه قرار داشتند. در مطالعه‌ای دیگر با عنوان بررسی تأثیر منابع آب در توسعه پایدار نواحی روستایی بخش زوماهروی شهرستان الیگودرز، برای ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه از نقشه‌های موجود در محیط نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد که نتایج نشان داد که بیشتر آب سطحی موجود بدون استفاده مناسب برای فعالیت‌های اقتصادی به‌ویژه کشاورزی از منطقه خارج می‌شود. همچنین، با توجه به وجود منابع آب غنی وضعیت مساعدی برای توسعه فعالیت‌های اقتصادی داشته؛ به طوری که حدود ۳۰ درصد از اراضی منطقه شرایط کاملاً مناسب و به نسبت مناسب برای توسعه این نوع کاربری را دارد (Boochani et al., 2017). با مطالعه اثرات منابع آب در توسعه منطقه خشک کاشان این نتیجه حاصل شد که اگر نسبت به حراست از منابع آب اقدامی اساسی صورت نگیرد، مسیر توسعه پایدار این منطقه با مهم‌ترین مانع یعنی نبود آب مواجه خواهد شد

(Fallahtabar & Bahiraei, 2012). با توجه به نتایج مطالعه‌ای در خصوص رابطه بین محدودیت منابع آب و ناپایداری روستاهای استان خراسان رضوی، به در نظر گرفتن برنامه‌ریزی به‌منظور استقرار جمعیت و فعالیت متناسب با قابلیت‌های منابع آبی مناطق تأکید شد. چرا که آب به‌عنوان مهم‌ترین عامل تولید در اقتصاد روستایی خراسان به‌شمار می‌رود (Yasoori, 2008). در مطالعه‌ای ارتباط بین گزینه‌های استحصال آب و توسعه کشاورزی در پاکستان مطالعه و بررسی شد و نتایج نشان داد که رژیم بارندگی و رواناب تعیین‌کننده ویژگی‌های مخروط-افکنه و توان تولید زراعی آن‌ها بوده است (Oosterbaan, 2010). در مطالعه‌ای دیگر با عنوان کاربرد سنجش از دور برای منابع آب در منطقه نیمه خشک مدیترانه‌ای مشخص شد که چگونه سنجش از دور می‌تواند به بهبود نظارت و مدل‌سازی منابع آب در مناطق مذکور کمک کند. نتایج این مطالعه شامل توسعه روش‌شناختی برای بازیابی اجزای کلیدی چرخه آب در یک منطقه پوشیده از برف با کمک تصاویر سنجش از دور در مقیاس کیلومتر بود که منجر به مدل‌سازی دمای سطح زمین برای تعیین تبخیر و تعرق غلات مبتنی بر داده‌های سری زمانی سنجش از دور شد (Jarlan et al., 2015).

در جمع‌بندی می‌توان به این نتیجه رسید که مطالعات مذکور با فراهم کردن زمینه‌های نظری استفاده از فن سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در بررسی منابع آبی و توسعه سکونتگاه‌های روستایی و عوامل موثر بر آن، بستر مناسبی برای کاربرد فن سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در شناسایی نقش منابع آب در توسعه سکونتگاه‌های روستایی مهیا کرده‌اند. از آن‌جا که امروزه وجود منابع آب با کیفیت یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار و به‌ویژه توسعه پایدار روستایی به‌شمار می‌رود؛ فن سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در پی آن است که ضمن فراهم کردن زمینه بهره‌برداری بهینه و اقتصادی از منابع آب، اطلاعاتی را برای مدیریت صحیح از این منابع و جلوگیری از هدر رفت و آلودگی آن ارائه دهد. در عصر حاضر، می‌توان با بهره‌گیری از فنون نوین مثل فن سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی سکونتگاه‌های روستایی را به صورت پایداری ساماندهی

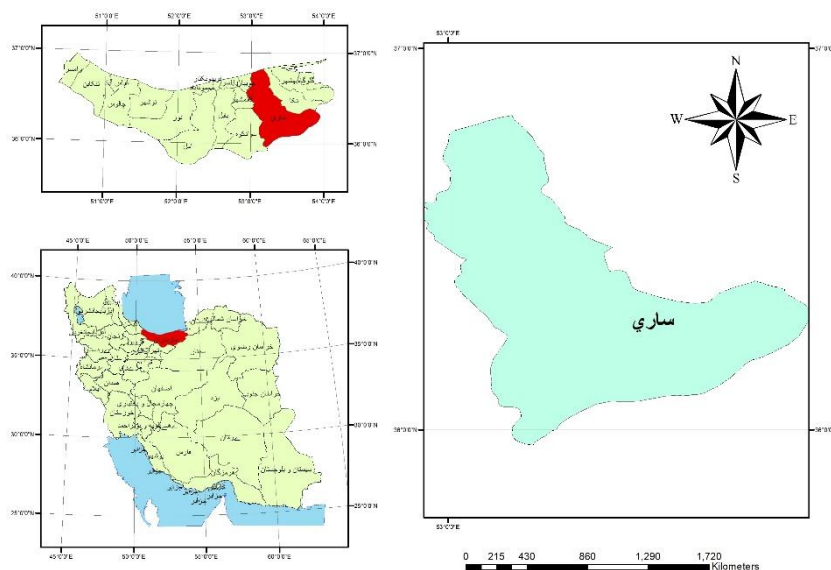
روستایی در شهرستان ساری استان مازندران با استفاده از این شیوه‌های نوین مورد ارزیابی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

شهرستان ساری به‌عنوان مرکز استان مازندران با مساحتی در حدود ۳۲۴۰ کیلومترمربع گستردگی جغرافیایی مناسبی از دامنه رشته کوه البرز تا ساحل دریای مازندران دارد (Lahmian, 2017). همچنین، شهرستان مذکور از لحاظ وسعت بزرگ‌ترین شهرستان استان مازندران است و از نظر تعداد بخش و آبادی در رتبه اول استان قرار دارد (Mirkatouli & Kanani, 2011). برابر آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۳، شهرستان ساری شامل چهار شهر: ساری، پایین هولار، فریم و کیاسر و شش بخش: مرکزی، دودانگه، چهاردانگه، کلیجان‌رستاق، رودپی، رودپی شمالی و ۱۵ دهستان است (Lahmian, 2017). مهم‌ترین فعالیت کشاورزی در این منطقه شامل شالیزار برنج و باغات مرکبات و سیاه‌ریشه است (Roshun & Habibnejad, 2018). در این شهرستان تغییرات زیادی در کاربری اراضی رخ داده است (Dadashpoor & Salarian, 2015) که با کمک فناوری سنجش از دور به خوبی می‌توان تغییرات کاربری اراضی را مورد بررسی قرار داد. در شکل (۱) موقعیت شهرستان ساری در کشور و در استان مازندران نشان داده شده است.

کرد که در این بین حفاظت از منابع آب و بهره‌برداری بهینه از آن در این مناطق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مساله به ویژه در مناطق روستایی و مزرعه‌های کشاورزی مناطق شمالی کشور بیشتر به چشم می‌خورد زیرا در این مناطق با وجود زمین‌های با کیفیت، منابع آب متعدد و اقلیم مناسب، دست‌اندازی به طبیعت و تغییر کاربری اراضی کشاورزی به کاربری‌های مختلف مثل ویلاسازی، هتل‌داری، مراکز تجاری و تفریحی و مراکز صنعتی و تولیدی به شدت مشاهده می‌شود (Lahmian, 2017; Mirzaei et al., 2019). شهرستان ساری به‌عنوان مرکز استان مازندران در طی دهه اخیر با تغییرات کاربری اراضی فراوان مواجه شده است و بسیاری از مناطق روستایی این شهرستان که مهم‌ترین منابع تولیدات کشاورزی هستند به کاربری‌های سودآور اما نامتناسب با طبیعت تبدیل شده است (Raie et al, 2017). منابع آبی این شهرستان به جای استفاده در بخش کشاورزی و تولید غذا در بخش‌های غیرضرور دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد و این مساله منجر به کاهش کیفیت و کمیت منابع آبی روستایی و کشاورزی در این شهرستان شده است (Pirnia et al, 2017) و این امر به نوبه خود منجر به تغییر در سکونتگاه‌های روستایی می‌شود. از این‌رو، در پژوهش حاضر تلاش شده است تا روند تغییرات محدوده روستایی بررسی شده و نقش وضعیت منابع آب و چالش‌های مربوط به آن در روند تغییرات توسعه مناطق



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

وضعیت کشاورزی و اقلیمی در جدول (۱) وضعیت کشاورزی و اقلیمی به تفکیک مراکز دهستان‌های شهرستان ساری (Mazandaran province planning document, 2017). با توجه به نتایج مندرج در جدول (۱) تعداد روستاها و بالطبع سکونتگاه‌های روستایی متعلق به مناطق جلگه‌ای و کوهستانی در حد یکسانی بودند، این در حالی است که مساحت منطقه جلگه‌ای حدود سه برابر منطقه کوهستانی بود. همچنین، بیشترین جمعیت روستایی، بهره‌بردار، سطح اراضی و سطح کشت به ترتیب مربوط به مناطق جلگه‌ای، کوهستانی و میان‌بند بود.

**وضعیت کشاورزی و اقلیمی در منطقه مورد مطالعه**  
 شهرستان ساری به دلیل گستردگی جغرافیایی مناسب یکی از مهم‌ترین شهرستان‌ها در تولید انبوه محصولات زراعی و باغی بوده و با توجه به تنوع اقلیمی این شهرستان، محصولات مختلفی در آن کشت و از آن‌ها بهره‌برداری می‌شود (Hosseini & Keshiri, 2016; Ansari et al., 2015). بر اساس گزارش جهاد کشاورزی استان مازندران در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در شهرستان ساری گروه‌های غلات، گیاهان علوفه‌ای، محصولات صنعتی و سبزی به ترتیب با حدود ۷۸، ۱۰، ۵ و ۴ درصد، بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص داده‌اند (Agricultural Jihad Organization of Mazandaran )



جدول ۱- وضعیت کشاورزی و اقلیم‌های آن به تفکیک دهستان‌های منطقه مورد مطالعه ( Mazandaran province planning document, 2017)

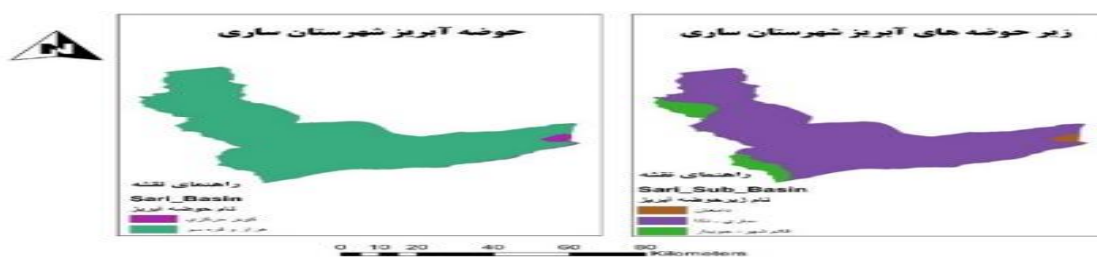
نام مرکز دهستان	تعداد روستا	جمعیت (نفر)	بهره بردار (نفر)	سطح اراضی (هکتار)	سطح کشت (هکتار)	سطح آیش (هکتار)
آبکسر	۶۶	۵۳۴۷۱	۶۴۰۴	۱۰۳۷۵	۱۴۵۸۱	-
پنبه زارکتی	۴۵	۳۵۱۴۹	۱۰۴۰۰	۱۴۹۸۰	۲۱۴۸۱	-
سمسکنده	۵۴	۵۵۹۵۴	۸۲۰۰	۱۳۹۸۴	۱۹۵۵۱	-
شویلاشت	۳۴	۵۶۱۲	۲۴۲۹	۶۹۷۷	۶۲۰۰	۷۷۷
فریم	۵۹	۸۰۷۵	۵۰۴۱	۹۵۵۰	۷۰۵۰	۲۵۰۰
کیاسر	۷۳	۱۰۳۴۰	۵۸۸۰	۱۴۷۶۰	۱۳۵۶۰	۱۲۰۰
هولار	۵۳	۱۱۷۴۵	۵۷۸۴	۱۰۵۴۸	۹۳۴۸	۱۲۰۰
شهر ساری	-	۲۹۶۴۱۷	۹۹۰	-	-	-
جمع	۳۸۴	۴۷۶۷۶۳	۴۵۱۲۸	۸۱۱۳۸	۹۱۷۷۱	۵۶۷۷
نوع منطقه	مساحت (هکتار)	وضعیت آب و هوایی	متوسط بارندگی*	درجه حرارت**	ارتفاع از سطح دریا***	کشت غالب****
منطقه جلگه‌ای (آبکسر، پنبه زارکتی، سمسکنده)	۸۳۹۶۳	گرم و مرطوب	۶۵۰-۵۵۰	۲۰-۲۲	۲۵	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸
منطقه میان بند (هولار و بخشی از اراضی مرکز سمسکنده)	۱۰۱۹۰	معتدل و مرطوب	۵۵۰-۴۵۰	۱۹-۱۷	۷۰۰-۳۰۰	۱، ۲، ۴، ۷ و ۸
منطقه کوهستانی (کیاسر، فریم، شویلاشت)	۲۹۱۶۵	سرد و خشک	۴۰۰-۳۵۰	۱۴-۱۳	۲۵۰۰-۷۵۰	۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸ و ۹

مقیاس‌ها: \* میلی متر، \*\* سانتی گراد، \*\*\* متر، \*\*\*\* ۱=برنج، ۲=گندم، ۳=جو، ۴=دانه‌های روغنی، ۵=علوفه، ۶=سبزی و صیفی جات، ۷=مرکبات ۸=سیاه ریشه‌ها، ۹=سویا

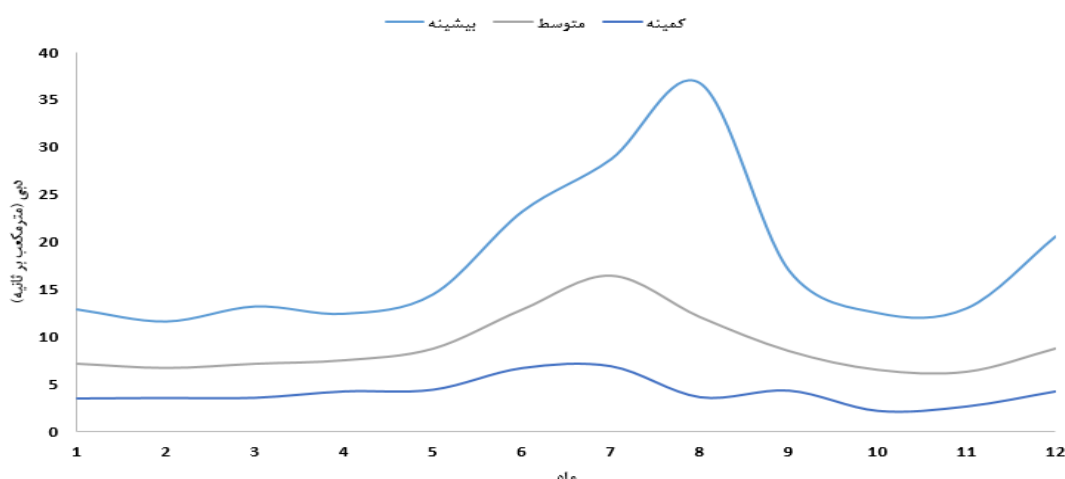
دشت، بارانی است (شکل ۳). برداشت و مصرف از منابع آب سطحی در این شهرستان از راه سدهای تنظیمی و انحرافی، نهرهای سنتی و آب‌بندان‌ها صورت می‌پذیرد و بالاترین رقم مصرف مربوط به نهرهای سنتی بوده که تمام آن به مصرف کشاورزی می‌رسد ( Management & Planning Organization of Mazandaran Province, 2016).

**وضعیت منابع آب سطحی و زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه**

حوضه آبریز رودخانه تجن مهم‌ترین حوضه آبی در شهرستان ساری است (شکل ۲). رودخانه تجن از ارتفاعات رشته کوه البرز سرچشمه گرفته و در مسیر خود پس از عبور از مناطق جنگلی ارتفاعات و دامنه‌ها و دشت‌های ساحلی به دریا می‌ریزد. رژیم آبدهی این رودخانه برفی یا بارانی- برفی بوده و در نواحی کوهپایه و



شکل ۲- حوضه و زیرحوضه آبریز محدوده مورد مطالعه



شکل ۳- رژیم آبدهی سالانه رودخانه تجن (مترمکعب بر ثانیه)

کم عمق بوده و میزان آبدهی آن‌ها کم و مدت برداشت آب بسیار کوتاه است. متوسط آبدهی لحظه‌ای چاه‌ها ۴/۳ لیتر در ثانیه است (همان). در جدول (۲) وضعیت منابع آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه به تفکیک نوع مصرف آورده شده است. بیشترین مقدار این منابع آبی به مصرف کشاورزی رسیده است.

بخش دیگر منابع آبی شهرستان مربوط به منابع آب زیرزمینی است که اساس تخلیه از منابع آب زیرزمینی آبخوان‌های آبرفتی شهرستان ساری به وسیله چاه صورت می‌گیرد. منابع آب زیرزمینی در منطقه با توجه به دسترسی مناسب، بالا بودن سفره آب زیرزمینی و پراکندگی چاه‌های موجود در شمال شهرستان متمرکز است. بنابراین، چاه‌ها در این محدوده به طور معمول

جدول ۲- منابع آب‌های زیرزمینی در شهرستان ساری (سند آمایش استان مازندران، ۱۳۹۶)

نوع مصرف	چاه عمیق*		چاه عمیق**		جمع	
	تعداد	خروجی آب	تعداد	خروجی آب	تعداد	خروجی آب
کشاورزی	۱۰۹۷۷	۱۳۶/۵	۴۹۷	۳۲/۶۸	۱۱۴۷۴	۱۶۹/۱۸
شرب شهری	۱	۰/۰۲	۱۷	۳۴/۸۶	۱۸	۳۴/۸۲
شرب روستایی	۱۰۱	۱۷/۰۱	۱۷۹	۱۵/۸۱	۲۸۰	۳۲/۸۲
صنعت و خدمات	۱۹۳	۷/۸۱	۵۲	۴/۰۶	۲۴۵	۱۱/۸۷
جمع	۱۱۲۷۲	۱۶۱/۳۴	۷۴۵	۸۷/۴۱	۱۲۰۱۷	۲۴۸/۷۵

\* تا ۵۰ متر و \*\* بیش از ۵۰ متر

به منظور بررسی تغییرات در گستره مناطق روستایی در شهرستان ساری از تصاویر ماهواره لندست ۸ در سال‌های ۲۰۱۴، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ استفاده شد (جدول ۳). تاریخ‌های تصاویر در فصل تابستان انتخاب شده‌اند. زیرا در این فصل بیشتر زمین‌های کشاورزی تحت کشت محصولات زراعی هستند و امکان تفکیک این کاربری روستایی/کشاورزی از دیگر کاربری‌های وجود دارد

مهم‌ترین مصارف آب در شهرستان ساری در سه بخش کشاورزی، شرب و صنعت-خدمات است. بخش کشاورزی مهم‌ترین مصرف‌کننده آب به شمار می‌رود که به وسیله چاه، آبخوان‌های منطقه را تخلیه می‌کند. در این راستا، حدود ۷۴ درصد از کل آب‌های زیرزمینی به وسیله چاه‌ها تخلیه شده و به مصرف اراضی کشاورزی می‌رسد (همان).

تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و استخراج نقشه کاربری اراضی

استخراج کاربری‌های اراضی مختلف به محیط نرم‌افزار ArcMAP 10.2 منتقل شد.

سپس، با تعریف نقاط تعلیمی برای هر طبقه با استفاده از داده‌برداری زمینی و نقشه‌های به‌هنگام گوگل ارث طبقه‌بندی نظارت شده هر یک از تصاویر با استفاده از روش طبقه‌بندی بیشینه احتمال انجام گرفت (Joorabian et al, 2014 ; Schulz et al, 2010).

**ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده**

به‌منظور ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده حاصل از تصاویر ماهواره‌ای، ماتریس خطا و ضریب کاپا با کمک نرم‌افزار ArcMAP 10.2 برای هر نقشه محاسبه شده و مطابق جدول (۴) دقت نهایی نقشه حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در هر یک از سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۹۱ و ۰/۸۸ است که با توجه به نتایج پژوهش‌های مشابه این دقت در نقشه‌های طبقه‌بندی شده مناسب و قابل اعتماد برای انجام تحلیل‌های بعدی است (Tuolabi Nejad & Hosseinjani, 2018 ; Kamalifard, 2020) در نتیجه، نقشه‌های حاصله از دقت مناسبی برای تحلیل و مقایسه برخوردار بودند.

(Farsi & Yusefi, 2013)، به‌علاوه احتمال وجود مشکل ابرناکی در تصاویر ماهواره‌ای در این فصل کاهش می‌یابد.

**جدول ۳- مشخصات تصاویر ماهواره لندست ۸ (سنجنده OLI) مورد استفاده در این پژوهش**

تاریخ شمسی تصویر	تاریخ میلادی تصویر	اندازه پیکسل (متر)	درصد ابرناکی
۱۳۹۳/۰۵/۰۴	۲۰۱۴-۰۷-۲۶	۳۰	۰/۴۸
۱۳۹۶/۰۴/۲۷	۲۰۱۷-۰۷-۱۸	۳۰	۰/۰۳
۱۳۹۸/۰۴/۰۱	۲۰۱۹-۰۶-۲۲	۳۰	۰/۸۷

تمامی تصاویر مورد استفاده در این پژوهش پس از دریافت از پایگاه تصاویر ماهواره‌ای سازمان هواوفضای آمریکا مورد پیش‌پردازش قرار گرفت تا بازتاب خالص سطح زمین از تصاویر استخراج شود. برای پیش‌پردازش تصاویر لندست ۸ از نرم‌افزار ENVI 5.3 استفاده شد و با کمک داده‌های بخش متادیتا هر تصویر، بازتاب خالص سطح زمین هر پیکسل محاسبه و برای طبقه‌بندی و

1. EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>)

- 2. Google Earth
- 3. Maximum Likelihood

**جدول ۴- ضریب کاپا، صحت کلی، صحت تولیدکننده و صحت کاربر برای نقشه‌های طبقه‌بندی شده**

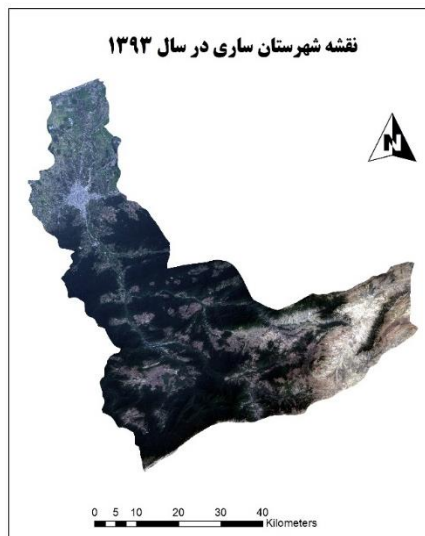
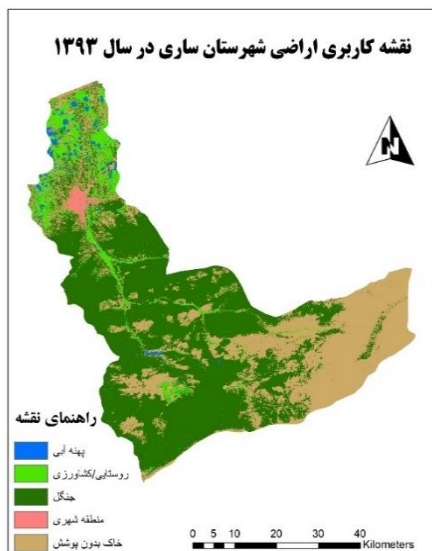
تاریخ نقشه	ضریب کاپا	صحت تولیدکننده (درص)	صحت کاربر (درصد)	صحت کلی (درصد)
۱۳۹۳/۰۵/۰۴	۰/۷۶	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۸۵
۱۳۹۶/۰۴/۲۷	۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۹۱
۱۳۹۸/۰۴/۰۱	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۸۸

### نتایج و بحث

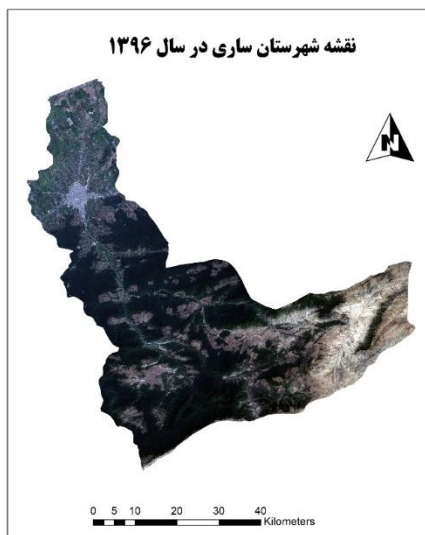
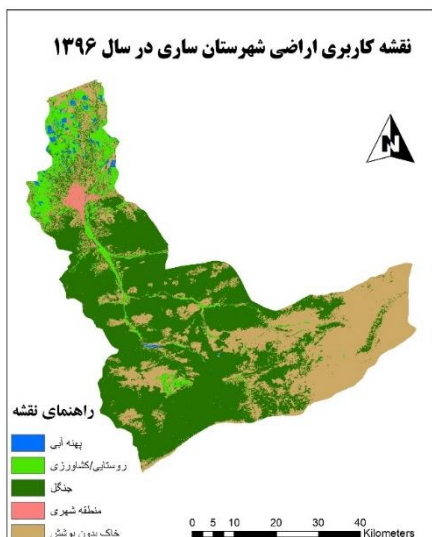
#### نقشه‌کاربری اراضی

در پژوهش حاضر، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در پنج طبقه اراضی کشاورزی/روستایی، مناطق مسکونی شهری، پهنه‌های آبی، زمین‌های فاقد پوشش گیاهی و

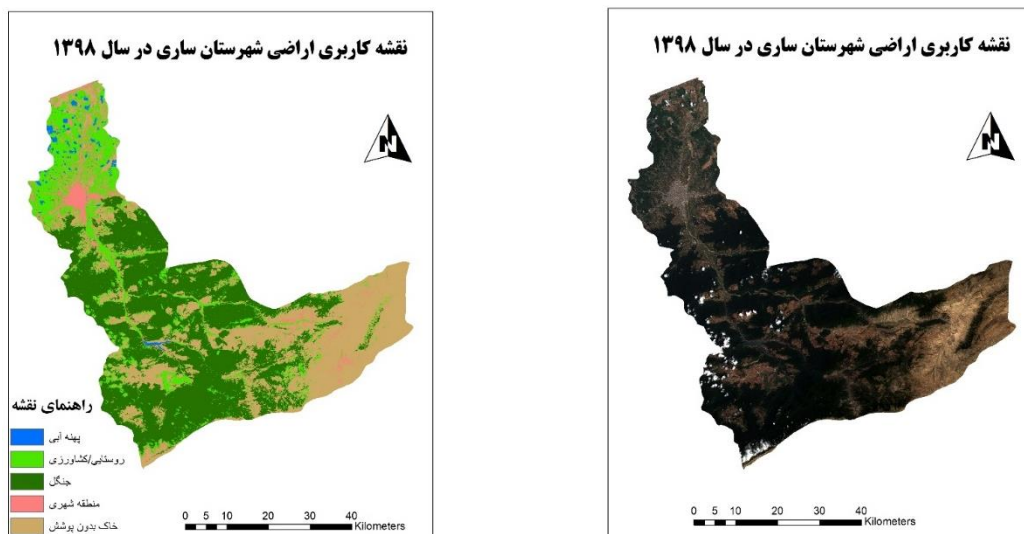
مناطق جنگلی انجام گرفت. در شکل‌های (۴) تا (۶) نقشه رنگ طبیعی و کاربری اراضی شهرستان ساری برای سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ نشان داده شده است.



شکل ۴- نقشه شهرستان ساری و کاربری اراضی در تاریخ (۱۳۹۳/۰۵/۰۴)



شکل ۵- نقشه شهرستان ساری و کاربری اراضی در تاریخ (۱۳۹۶/۰۴/۲۷)



شکل ۶- نقشه شهرستان ساری و کاربری اراضی در تاریخ (۱۳۹۸/۰۴/۰۱)

نشان داد پهنه‌های آبی که معرف دریاچه پشت سد شهید رجایی، آبندها و زمین‌های آبیگر بودند بیشترین مساحت و متناظر با آن اراضی کشاورزی/روستایی هم توسعه و گستردگی بیشتری را در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ در شهرستان ساری داشته است که با نتایج تحقیقات (Kamalifard (2020) و Farsi & Yusefi (2013) مطابقت داشت.

از آن‌جا که مقایسه بصری نقشه‌های کاربری اراضی در تاریخ‌های مختلف به دلیل گستردگی محدوده مورد مطالعه و کوتاه بودن فواصل زمانی حاکی از عدم تغییر مشهود در کاربری‌های مذکور بود؛ بنابراین، برای بررسی دقیق‌تر این تغییرات و تعیین میزان توسعه مناطق روستایی با استفاده از نقشه کاربری اراضی مساحت هر یک از کاربری‌ها با استفاده نرم افزار ArcMAP 10.2 محاسبه و در جدول (۵) ارائه شده است که با توجه به آن، مساحت‌های محاسبه شده برای هر یک از کاربری‌ها

جدول ۵- مساحت کاربری‌های مختلف در سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸

مساحت (کیلومتر مربع)					
تاریخ نقشه	کشاورزی/روستایی	مناطق مسکونی شهری	پهنه‌های آبی	زمین‌های فاقد پوشش گیاهی	مناطق جنگلی
۱۳۹۳/۰۵/۰۴	۳۰۶/۲۵	۵۵/۸۸	۳۸/۷۸	۱۰۸۰	۱۷۵۷/۷۳
۱۳۹۶/۰۴/۲۷	۲۹۰/۸۳	۶۳/۸۱	۳۰/۰۲	۱۰۹۴	۱۷۵۹/۹۹
۱۳۹۸/۰۴/۰۱	۳۰۰/۳۸	۱۰۹/۱۷	۲۹/۸۳	۱۰۸۰/۹۶	۱۷۱۷/۹۱

بررسی، کاهش نشان داده است که علت آن کاهش مقدار بارندگی در سال ۱۳۹۶ بود که با نتایج پژوهش Mojerloo et al. (2019) و Ebrahimian & Barari (2019) مطابقت داشت.

### روند تغییرات منابع آب سطحی

با توجه به اطلاعات آبدهی رودخانه تجن به‌عنوان اصلی‌ترین منبع آب سطحی استان مازندران که در جدول (۶) آورده شده است، تغییرات آبدهی این رودخانه در سال ۱۳۹۶ نسبت به دو سال دیگر مورد

جدول ۶- آبدهی رودخانه تجن در سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸

سال آبی	حجم آبدهی (میلیون مترمکعب)
۹۷-۹۸	۵۲/۸۹
۹۵-۹۶	۷/۱۳
۹۲-۹۳	۳۱/۸۲

### روند تغییرات منابع آب زیرزمینی

مطابق با جدول (۷) اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری چاهک‌های مشاهده‌ای در دشت ساری به‌وسیله سازمان آب منطقه‌ای استان مازندران حاکی از آن است که تراز آب زیرزمینی (نسبت به سطح دریا) در دشت شهرستان ساری در سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ به ترتیب ۵/۲۴-، ۵/۱۶- و ۲/۴- متر بود که در سال‌های ۹۳ و ۹۶ نسبت به سال ۹۸ در تراز پایین‌تری قرار داشت. این نتیجه با توجه به نتایج پژوهش Mojarloo et al. (2019) قابل تحلیل بود؛ چرا که کاهش بارندگی در سال‌های ۹۳ و ۹۶ منجر به افت تراز آب زیرزمینی شده است.

جدول ۷- بررسی تغییرات حجم آبخوان‌های زیرزمینی در دشت شهرستان ساری در سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸

سال آبی	سطح ایستایی (متر)	تغییرات حجم مخزن نسبت به ۱۲ ساله (میلیون مترمکعب)
۹۸	-۲/۴	۲/۷۲
۹۷		
۹۶	-۵/۱۶	-۸/۹
۹۵		
۹۳	-۵/۲۴	۰/۰۳۵
۹۲		

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بخش کشاورزی با حدود ۱۱ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۳ درصد اشتغال و تأمین غذای بیش از ۸۰ درصد افراد جامعه، نقشی حیاتی در اقتصاد ایران دارد. آب به‌عنوان مهم‌ترین عامل، در تولید کشاورزی تأثیر به‌سزایی دارد (Kazemeyeh et al., 2014). همچنین، با توجه به وابستگی توسعه سکونتگاه‌های روستایی به منابع طبیعی و به‌ویژه منابع آبی، هرگونه تغییر در این منابع بر مساحت زمین‌های کشاورزی و تولیدات روستایی اثر به‌سزایی خواهد گذاشت. به‌طوری که تغییرات پوشش

اراضی در مناطق روستایی شهرستان ساری بر طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی مثل کیفیت آب، منابع زمینی و هوایی، فرآیندها و توابع اکوسیستم و الگوهای آبی و هوایی تأثیر گذاشته است. در بازه‌های زمانی مختلف آنچه در این شهرستان به‌عنوان تغییرات کاربری اراضی شناخته می‌شود افزایش مناطق فاقد پوشش گیاهی و کاهش مناطق جنگلی است (Raie et al., 2017). از طرف دیگر، بررسی‌ها نشان می‌دهد که تنش آبی حتی در نواحی روستایی که از نظر منابع آب در مضیقه نیستند در حال شکل‌گیری بوده و بیش از دو سوم استان‌های کشور با این پدیده روبرو هستند (Fallahfar, & Bahraei, 2012). از این‌رو، توجه به منابع آبی در سکونتگاه‌های روستایی که پایداری آن‌ها از ابعاد مختلف با تهدیدهایی روبرو شده است، در بازه زمانی طولانی مدت اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، لازم است برای تحلیل صحیح توسعه سکونتگاه‌های روستایی و تغییرات کاربری اراضی توجه ویژه‌ای به تغییرات و نوسانات در منابع طبیعی به‌ویژه منابع آب (سطحی و زیرزمینی) شود.

در این بین، فن سنجش از دور با تهیه نقشه‌های گسترده به پژوهشگران و متخصصان در عرصه‌های مختلف کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست، به‌ویژه توسعه روستایی و کشاورزی، در بررسی تغییرات اراضی کاربری کمک چشمگیری کرده است. با توجه به پژوهش انجام شده، هر زمان که منابع آب کافی در دسترس روستاییان قرار گرفته است، مساحت تحت پوشش کاربری کشاورزی-روستایی افزایش یافته است (Jarlan, Boochani et al., 2015; Dwivedi et al., 2006; Salehian & Rahmani Fazli, 2018; al., 2017; Kamalifard, 2020; Yasoori, 2008).

بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهادهای زیر کاربردی خواهند بود:

- حفظ منابع پایه توسعه پایدار روستایی با اتخاذ تدابیر مناسب، افزایش بهره‌وری عوامل تولید، جلوگیری از اتلاف منابع آب و ذخیره آب‌های سطحی.
- گسترش فعالیت‌های جنبی کشاورزی و کاهش وابستگی تولیدات کشاورزی به آب با انتخاب محصولات مناسب در هر منطقه.

- توسعه صنایع وابسته و تبدیلی و توجه به ارتباط‌های پیشین کشاورزی با سایر صنایع در مناطق روستایی و توجه به بازاریابی صنایع دستی روستایی.

**سیاسگزاری**

نویسندگان از همیاری شرکت سهامی آب منطقه ای استان مازندران برای در اختیار قرار دادن آمار منابع آب در سال‌های مورد نظر متعلق به این شرکت قدردانی می‌کنند.

- تأکید بر تنوع بخشی اقتصادی روستایی و کاهش وابستگی آن از اقتصاد مبتنی بر فعالیت‌های کشاورزی درون مزرعه‌ای صرف و توجه به گردشگری روستایی و کشاورزی با در نظر گرفتن توان به نسبت بالای منطقه مورد مطالعه در جذب گردشگران روستایی و کشاورزی.

- تهیه و تدوین برنامه‌هایی برای جلوگیری از تغییر کاربری اراضی کشاورزی که منجر به تغییرات کالبدی در روستا مثل کاهش مسکن روستایی و فعالیت‌های مرتبط به کشاورزی می‌شود.

## REFERENCES

1. Abdel Kawy, W.A. & Belal, A.A., (2011). GIS to assess the environmental sensitivity for desertification in soil adjacent to El-Manzala Lake, East of Nile Delta, Egypt, *American Eurasian. Agriculture & Environmental Science*, 10 (5), 844-856.
2. Aghapour Sabbaghi, M., Yazdani, S., Salami, H., & Peykani, G., (2012). Model of Optimal and Sustainable use of Water Resources in Agricultural Sector (case study of Hamedan- Kabodarahah Plain). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 42-2 (3), 313-322. (In Farsi).
3. Agricultural Jihad Organization of Mazandaran Province. (2018). Office of Statistics & Information Technology. (In Farsi).
4. Alambeigi, A & Akbari, M. (2020). Human-water resources interface in agriculture sector of Iran: A historical-theoretical understanding. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 51 (2), 361-376. (In Farsi).
5. Ansari, M. J., Khoramdel, S., Ghorbani, R. & Pirdashti, H. A, (2015). Evaluation of global warming potential for rice in the first and second cropping patterns (Case study: Sari Province). *Research in Field Crops*, 3(1), 14-26.
6. Boochani, M.H., Afrasiyabi Rad, M.S., Yousefi, H., & Ebadati, N., (2017). The Effect of water resource in sustainable development of rural areas of the district Zazomahro of the Aligodarz. *Iranian Journal of Ecohydrology*, 4(1), 13-27. (In Farsi).
7. Dadashpoor, H. & Salarian, F., (2015). Analysis of the Impacts of Urban Sprawl on Land Use Changes in Sari City. *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 3(2), 145-163. (In Farsi).
8. Dwivedi, R. S., Sreenivas, K., Ramana, K. V., Reddy, P. R., & Sankar, G. R., (2006). Sustainable development of land and water resources using geographic information system and remote sensing. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 34(4), 351.
9. Ebrahimian Ghajari, Y. & Barari Siavoshkolaie. M., (2019). Runoff Production Potential Zoning Using Fuzzy GIS-CDA Models (Case Study: Tajan River Basin). *Journal of Geomatics Science and Technology*, 9(1), 1-14. (In Farsi).
10. Fallahtabar, N., & Bahiraei, H., (2012). Sustainable development of Kashan depends on the water resources of the dry and desert areas. *Quarterly of Geography (Regional Planning)*, 2(2), 215-228. (In Farsi).
11. Farsi, J., & Yusefi, M., (2013). Disclosure of land use changes using remote sensing data (Case study: Bojnourd plain). *Journal of Geographical and Environmental Studies*, 2 (7), 95-106. (In Farsi).
12. Hosseini Yekani, S.A. & Keshiri, F., (2016). Investigating the effect of agricultural price fluctuations on the optimal pattern of crop exploitation in Sari Country. *Agriculture Economic*, 11 (2), 75-94. (In Farsi)
13. Jarlan, L., Khabba, S., Er-Raki, S., Le Page, M., Hanich, L., Fakir, Y. & Kharrour, M. H., (2015). Remote sensing of water resources in semi-arid Mediterranean areas: The joint international laboratory TREMA. *International Journal of Remote Sensing*, 36(19-20), 4879-4917.
14. Joorabian shooshtari, S., Esmaili-Sari, A., Hossein, S.M., & Gholamalifard, M., (2014). Application logistic regression and Markov Chain in land cover change prediction in east of Mazandaran province. *Journal of Natural Environment*, 66 (4), 351-363. (In Farsi).
15. Kamalifard, A. (2020). Monitoring of land use changes in Shahmirzad city using remote sensing data and spatial information system. *Journal of GIS & RS Application in Planning*, 10(3), 30-52. (In Farsi).
16. Kazemeyeh, F., Hosseinzad, J., Dashti, G., & Ghafouri, H., (2014). The analysis of effective indicators regarding agricultural development and water management of rural settlements Case: Tabriz plain. *Journal Space Economy & Rural Development*, 3(8), 1-18. (In Farsi).

17. Khorrambakht, A. (2016). Quantitative Analysis of the Role of Groundwater Quality to Promote Rural Development Indicators Based on Morris Model Case Study: Khonj County. *Journal of Physical Geography*, 9 (32), 57-70. (In Farsi).
18. Khorrambakht, A., (2018). Investigating the Process of Digestion of Peri-urban Villages in Tehran's Development; Using GIS. *Research and Urban Planning*, 9(34), 217-228 (In Farsi).
19. Lahmian, R., (2017). Monitoring compatibility with land use planning of industries in Geospatial Information System (Case Study: City of Sari). *Quarterly Journal of Environmental Based Territorial Planning*, 10 (38), 169-190. (In Farsi).
20. Management & Planning Organization of Mazandaran. (2017). *Mazandaran province planning document*, Third Report. Mazandaran Provincial council. (In Farsi)
21. Management & Planning Organization, Mazandaran Province., (2016). *Studies of Mazandaran province planning program: View of cities*. Mazand Consulting Engineers, Mazandaran province planning program, Mazandaran Provincial council. Retrieved on May 2016, from: <http://mazanddevelop.com>. (In Farsi).
22. Mirkatouli; J. & Kanani, M.R. (2011). Assessment of Ecological Capability of Urban Development by Using Multi-Criteria Decision Making Model (MCDM) and GIS (Case Study: Sari City, Mazandaran Province). *Human Geography Research*, 43 (77), 75-88. (In Farsi).
23. Mirkatouli, J., Hosseini, A., Rezaeinia, H. & Neshat, A. (2012). Land Use and Land Cover Changes Detection a Fuzzy Sets Approach (A Case Study Gorgan). *Human Geography Research*, 44 (79), 33-54. (In Farsi).
24. Mirzaei, A., Zibaei, M., Esmaeili; A., & Bakhshoodeh, M. (2019). Land use Changes Prediction and Environmentally Unstable Areas Prioritization of Halil-Rud River Basin. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 52 (2), 231-248. (In Farsi).
25. Mojarloo, F., Fazloulou, R & Emadi, A.R., (2019). Application of the IHACRES model to assess the effect of climate change on the discharge of Tajan watershed. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 13 (1), 129-141. (In Farsi).
26. Onate-Valdivieso, F., & Sendra, J.B., (2010). Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. *Journal of Hydrology*, 395, 256-263.
27. Oosterbaan, R., (2010). Water harvesting and agricultural land development options in the NWFR of Pakistan. *Paper submitted to the international policy workshop "water management and land rehabilitation, NW frontier region, Pakistan"*. Islamabad. December 6-8, 2010. 27 pages.
28. Pirmia, A., Solaimani, K., Habibneghad Roshan, M. & Bsalatpour, A.A., (2017). Evaluation of Climate Change Function and Land Use Changes in Haraz River Water Quality Changes. *Eco hydrology*, 4 (4). 1151-1163. (In Farsi).
29. Raie, R., Jafarian, Z. & Ghorbani, J., (2017). Investigation of land covers change over a 46-year period in Kiasar region of Sari. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 15 (1), 76-90. (In Farsi).
30. Roshun, S. H. & Habibnejad Roshan, M., (2018). Monitoring of temporal and spatial variation of groundwater drought using GRI and SWI indices (case study: Sari-Neka plain). *Journal of Watershed Management Research*, 9 (17), 269-279 (In Farsi).
31. Salehian, S., & Rahmani Fazli, A., (2018). Environmental Consequences of Water Resources Instability in the Zayandeh-Rud Basin. *Physical Geography Research*, 50 (2), 391-456. (In Farsi).
32. Schulz, J. J., Cayuela, C., Echeverria, C., Salas, J. & Rey Benayas, J. M., (2010). Monitoring land cover change of the dry land forest landscape of Central Chile (1975-2008). *Applied Geography*, 30, 436-447.
33. Tuolabi Nejad, M. & Hosseinjani, A., (2018). Rural conversional and complementary industry optimal location of township Poldokhtar using ANP and GIS. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 13(44), 781-804 (In Farsi).
34. Yasoori, M., (2008). Limitation of water resources and their role in Khorassan Razavi rural area in stability. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 2(5), 163-178. (In Farsi).
35. Yosfzadeh, R., (2019). Investigating the potential of geographic conditions and geomorphology in the storage of water resources using GIS (The studied area is Haj Aligholi Desert). *Journal of GIS & RS Application in Planning*, 9(4), 7-22. (In Farsi).