Geography and Environmental Sustainability
Homepage: http://ges.razi.ac.ir/
Print ISSN: 2322-3197 **Online ISSN:** 2676-5683

The Investigation of the Effects of the Regional Development in the Form of Change in Land Use on the Groundwater Aquifer Level (A Case Study: Damghan Watershed)

Peyman Akbarzadeh[1]| Shima Nikoo[2]

1. Department of Combating Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran. E-mail: P_akbarzadeh@semnan.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Combating Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran. E-mail: shimanikoo@semnan.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 15 Mar 2022
Received in revised form: 24 Apr 2022
Accepted: 01 May 2022
Available online: 30 July 2022

Keywords:
Land-use Change,
Groundwater,
Geostatical Method,
RS,
R Software.

ABSTRACT

Groundwater resources are the second largest freshwater source in the world after the polar glaciers. The study of groundwater fluctuations has significant importance in the planning and sustainable management of each region. The purpose of this study is to investigate the spatial and temporal changes in groundwater levels in Damghan watershed concerning land-use changes. This study is conducted using geostatistical methods and remote sensing and routing of changes using R software in the statistical period of 1994-2020. Groundwater table data were collected for 1760 wells including deep wells, semi-deep wells, and main wells of qanats. After controlling the accuracy and quality of data and checking the data normality, interpolation was performed. The Kriging method was used for interpolation and Inverse Distance Weighting, and changes were routed using R software. Land-use changes for 2000, 2010, 2015, and 2020 were studied using remote sensing and their relationship with groundwater level changes was analyzed. The results show that the groundwater level has decreased in most parts of the basin, including the east, north, and southwest. In these areas, the groundwater level has decreased by 14.7 m, over 26 years, which means an average of 56 cm per year. Also, the most land-use changes have occurred in these areas in that the area of gardens has increased by 10016.37 hectares, urban areas have increased by 637.02 hectares, barren lands have increased by 76907.4 hectares, and surface water resources -due to the construction of the dam - have increased by 453.15 hectares, and rangelands have increased by 30337.58 hectares, forests have decreased by 48325.86 hectares and agricultural lands have decreased by 90350.47 hectares for the time interval between 2000 to 2020.

Cite this article: Akbarzadeh, P., Nikoo, Sh. (2022). The Investigation of the Effects of the Regional Development in the Form of Change in Land Use on the Groundwater Aquifer Level (A Case Study: Damghan Watershed). *Geography and Environmental Sustainability*, *12* (3), 1-21. DOI: 10.22126/GES.2022.7594.2512

© The Author(s).
Publisher: Razi University
DOI: 10.22126/GES.2022.7594.2512

جغرافیا و پایداری محیط
وبگاه نشریه: http://ges.razi.ac.ir/
شاپای چاپی: ۳۱۹۷-۲۳۲۲ شاپای الکترونیکی: ۵۶۸۳-۲۶۷۶

بررسی اثر توسعه منطقه‌ای به شکل تغییر کاربری اراضی بر سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دامغان)

پیمان اکبرزاده[۱] | شیما نیکو[۲]

۱. گروه بیابانزدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. رایانامه: P_akbarzadeh@semnan.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه بیابانزدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. رایانامه: shimanikoo@semnan.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۱
دسترسی آنلاین: ۱۴۰۱/۰۵/۰۸

کلیدواژه‌ها:
تغییر کاربری اراضی،
آب زیرزمینی،
زمین‌آمار،
سنجش‌ازدور،
نرم‌افزار R.

چکیده

منابع آب زیرزمینی پس از یخچال‌های قطبی، دومین منبع آب شیرین موجود در جهان به شمار می‌روند. بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار هر منطقه از اهمیت فراوانی برخوردار است. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی حوضه آبخیز دامغان در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های زمین‌آمار، سنجش‌ازدور و روندیابی تغییرات با استفاده از نرم‌افزار R در دوره آماری ۱۳۷۲-۱۳۹۸ است. داده‌های سطح ایستابی به‌صورت میانگین برای هر دوره اطلاعات ۱۷۶۰ حلقه چاه عمیق، نیمه‌عمیق، مادرچاه قنوات جمع‌آوری گردید. پس از کنترل کیفیت، صحت و بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش کریجینگ و IDW میان‌یابی گردید و با استفاده از نرم‌افزار R روندیابی تغییرات صورت گرفت و در نهایت تغییرات کاربری اراضی برای سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و سنجش‌ازدور مورد بررسی قرار گرفت و رابطه آن با تغییرات سطح منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش زمین‌آمار مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح ایستابی آب زیرزمینی در بیشتر قسمت‌های حوضه ازجمله قسمت شرق، شمال، جنوب غرب کاهش داشته در این مناطق که سالانه به طور میانگین ۵۶ سانتی‌متری و در طی ۲۶ سال ۱۴/۷ متر افت سطح آب زیرزمینی رخداده است، بیشترین تغییرات کاربری اراضی نیز در این مناطق اتفاق افتاده است به‌گونه‌ای که مساحت اراضی باغی ۱۰۰۱۶/۳۷ هکتار افزایش، مناطق شهری ۶۳۷/۰۲ هکتار افزایش، اراضی بدون پوشش (بایر) ۷۶۹۰۷/۴ هکتار افزایش، منابع آب سطح ناشی از احداث سد ۴۵۳/۱۵ هکتار افزایش، مراتع ۳۰۳۳۷/۵۸ هکتار کاهش، جنگل ۴۸۳۲۵/۸۶ هکتار کاهش و اراضی کشاورزی ۹۳۵۰/۴۷ کاهش از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ داشته است.

استناد: اکبرزاده، پیمان؛ نیکو، شیما (۱۴۰۱). بررسی اثر توسعه منطقه‌ای به شکل تغییر کاربری اراضی بر سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دامغان). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۲ (۳)، ۱-۲۱. DOI: 10.22126/GES.2022.7594.2512

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

مقدمه

رشد بی‌رویهٔ جمعیت، بهبود سطح زندگی و به‌تبع آن لزوم تأمین نیازهای روزافزون جوامع بشری موجب تشدید فشار و افزایش بهره‌برداری از منابع طبیعی شده است (Lambin & Geist, 2006: 16). در طی ۵۰۰ سال گذشته، پوشش سطح زمین و منابع آبی در دسترس جوامع بشری دچار تغییرات و تحولات گستردهٔ در اثر فعالیت‌های انسانی (جنگل‌زدایی، توسعه مناطق شهر، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی، تخریب مراتع و ...) و عوامل اقلیمی (کاهش میزان بارندگی، تغییرات اقلیمی، سیل و ...) شده است (مجرد و همکاران، ۱۳۹۷).

منابع آب زیرزمینی پس از یخچال‌های قطبی، دومین منبع آب شیرین موجود در جهان به شمار می‌روند (Kachhwala, 1985). بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار منابع آب هر منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (بهمنش و همکاران، ۱۳۹۴). کمبود منابع آب سطحی سبب برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان و افت شدید سطح سفره‌های آب زیرزمینی شده است (Lamichhane & Narendra Man, 2019). با افزایش روزافزون جمعیت برداشت بی‌رویه از این منابع بیشتر شده و این ذخایر طبیعی با تهدید جدی مواجه گردیده است و از طرفی تغییرات کاربری اراضی بر روی منابع آب زیرزمینی مؤثر بود و کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی را تحت‌تأثیر قرار داده است (عمادالدین و همکاران، ۱۳۹۹).

تغییر کاربری اراضی پس از مصرف سوخت‌های فسیلی مهم‌ترین منبع انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت انسانی به شمار می‌رود و یکی از دلایل عمده رخداد تغییرات محیطی است (Zhang et al., 2016). تغییرات کاربری اراضی، بهره‌برداری بیش‌ازحد خاک، استفاده مداوم از منابع آب سطحی و زیرزمینی اثرات منفی معنی‌داری بر محیط‌زیست گذارده است (Vito et al., 2003). مدیریت پایدار منابع طبیعی در یک منطقه نیازمند درک تأثیرات تغییرات کاربری بر روی چرخه هیدرولوژیکی آب‌های آن منطقه است (Scanlon, et al., 2005؛ نصرالهی و همکاران، ۱۳۹۳)؛ و برای مدیریت پایدار و بهتر اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی و برنامه‌ریزی بلندمدت، نیاز به بررسی تغییرات کاربری اراضی در آینده و همین‌طور پایش این تغییرات است (Kwanele & Njoya, 2017).

بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش سطح زمین در بحث مدیریت محیط‌زیست (تجدید حیات، ارزیابی و آمایش سرزمین و ...)، منابع طبیعی و شناخت قابلیت‌ها و توان سرزمین به کار گرفته می‌شود و از طرفی به‌عنوان یک منبع مهم اطلاعاتی برای تدوین سیاست‌های اساسی در خصوص برنامه‌های توسعه به‌حساب می‌آیند (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). به طور معمول تغییرات در کاربری اراضی توسط انسان به‌منظور تأمین مایحتاج زندگی ایجاد می‌شود، درحالی‌که تغییر در پوشش اراضی بدون دخالت انسان و به‌وسیله مجموعه عوامل زنده درون آن مجموعه ایجاد می‌شود (Lanfredi et al., 2015).

شناسایی روند تغییر در این دو فرایند مهم، اغلب روش‌ها و چشم‌اندازهای متفاوتی را شامل می‌شود، اما به طور معمول در قالب یک روش مشترک به آن پرداخته می‌شود و روند این تغییرات اگر در جهت کاهش پتانسیل تولید اراضی باشد، می‌تواند به تخریب اراضی منجر شود (Prince et al., 2009). تغییرات کاربری اراضی به‌عنوان یکی از عوامل مهم و مؤثر، بر تغییرات محیط‌زیست جهانی می‌باشد. تغییرات کاربری اراضی بر طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی مانند کمیت و کیفیت آب و منابع آب زیرزمینی، سامانه‌های آب‌وهوایی و ... تأثیرگذار است (Sundarakumar et al, 2012)؛ بنابراین تشخیص به‌موقع و دقیق این نوع تغییرات، پایه و اساس درک بهتر روابط و تعاملات میان انسان و پدیده‌های طبیعی می‌باشد و در نتیجه مدیریت بهتر و استفاده مناسب‌تر از منابع طبیعی را فراهم می‌کند (Lu et al., 2004).

کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین جنبه‌های بررسی مدیریت منابع طبیعی و بازنگری تغییرات محیطی می‌باشد (مظاهری و همکاران، ۱۳۹۲). از طرفی تغییرات کاربری اراضی و به‌تبع آن رشد کشاورزی و باغداری، توسعه روزافزون مراکز جمعیتی، افزایش جمعیت، افزایش مراکز صنعتی و به‌تبع آن جذب جمعیت باتوجه‌به ایجاد شغل، افزایش نیاز

آبی و ... موجب تخریب سرزمین و فشار بیش‌ازحد به منابع آب زیرزمینی شده است (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۹۸). باتوجه‌به این موضوع که پوشش گیاهی و کاربری اراضی در ارتباط با منابع آب زیرزمینی هستند و می‌توانند بر هم دیگر اثرگذار باشند (عزیزیان، ۱۳۹۸: ۶۸)؛ بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی نیز در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار منابع آب هر منطقه از اهمیت فراوانی برخوردار است، کاهش پیوسته سطح آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق دنیا در نیمه دوم قرن اخیر مشاهده‌شده است. این امر باعث کاهش ذخایر آب زیرزمینی در مقیاس بزرگ‌شده است. این کاهش ذخایر ناشی از دو عامل بهره‌برداری بیش از اندازه یا کاهش تغذیه می‌باشد (بهمنش و همکاران، ۱۳۹۴).

آگاهی از تغییرات تراز آب به‌منظور شناخت از وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی و مدیریت بهینه آن ضرورت دارد. با ارزیابی نوسان سطح آب زیرزمینی می‌توان از آن در مدیریت منابع آب استفاده نمود (Kumar et al., 2019). باتوجه‌به منابع بررسی‌شده، محققان مختلف تأثیر تغییرات کاربری اراضی را بر روی تراز آب‌های زیرزمینی بررسی کرده‌اند و نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که کاربری‌های مختلف تأثیرات بسیار زیادی بر روی سطح تراز آب‌های زیرزمینی دارند؛ به این دلیل که کاربری‌های مختلف باعث مصرف متفاوتی از آب‌های زیرزمینی می‌شود (اصغری سراسکانرود و همکاران، ۱۴۰۰). مطالعات زیادی در سطح جهان در زمینه بررسی تغییرات کاربری اراضی و آب زیرزمینی و رابطهٔ بین آن‌ها صورت‌گرفته که در ذیل به بعضی آن‌ها اشاره شده است.

نتایج تحقیق طاهری و همکاران (۱۳۹۷) که از بررسی تغییرات کاربری اراضی در شهر گردشگری شاندیز به‌دست‌آمده نشان داد که در طی سال‌های ۱۳۷۹،۱۳۸۸ و ۱۳۹۴ مساحت کاربری‌های محدوده‌های ساخته‌شده و اراضی بایر به‌شدت افزایش‌یافته و از مساحت کاربری‌های باغات و زمین‌های کشاورزی و مراتع کاسته شده است به‌طوری‌که در آینده نیز مساحت باغات و زمین‌های کشاورزی (۶۳٪)، محدوده‌های ساخته‌شده (۱۲۶٪)، اراضی بایر (۹۷٪) و مراتع (۹۶٪) تغییر خواهد کرد.

عفیفی (۱۳۹۹) در مطالعه تحت عنوان مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف و مدل LCM در شهر شیراز نشان داد روند تغییرات کشاورزی آبی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده که وسعت این اراضی طی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ روندی صعودی را در پی داشته است، به‌طوری که ۴۳۳۷ هکتار حدود ۱۲/۷٪ رشد داشته اما روند تغییرات کاربری اراضی بایر نیز طی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ روند نزولی بوده که موجب کاهش ۵۹۱۶۰/۹۹ هکتار از این طبقه شده است. نتایج تحقیق Javier et al (2018) در شمال شرق برزیل نشان از افزایش جنگل‌زدایی برای تولید چوب و زغال باعث لخت شدن سطح خاک شده است و همین‌طور تخریب به دلیل خشک‌سالی شدیدی است که از سال ۲۰۱۱ بر این منطقه حاکم شده است.

نارندرامن و لامیچهان در تحقیقی اثر تغییرات کاربری اراضی بر آب‌های زیرزمینی را در دره کاتماندو در نپال مورد بررسی قراردادند (Narendra Man & Lamichhane, 2019). در این مطالعه برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸، مورد بررسی قرارداد و نتایج نشان داد که در طول دهه گذشته، کاربری ساخته‌شده توسط انسان باعث غیرقابل‌نفوذ کردن منطقه و همچنین کاهش ۶ درصدی تغذیه و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه شده است.

نتایج تحقیق رافعی و همکاران (۱۴۰۰) تحت عنوان تحلیلی بر تغییرات کاربری در تالاب شادگان طی ۲۰ سال اخیر نشان داد که طی ۲۰ سال مورد بررسی از سهم اراضی شور کاسته شده است و وسعت تالاب نسبت به سال ۱۹۹۹ حدود ۱۶٪ کاهش مساحت نشان می‌دهد و بررسی صورت گرفته در این تحقیق نشان داد، فشار قابلی توجهی از طریق تغییر کاربری اراضی طی ۲۰ سال اخیر بر اراضی تالابی شادگان وارد نشده است. نتایج تحقیق عمادالدین و همکاران (۱۳۹۹) که به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی بر روی افت تراز آب زیرزمینی پرداخته‌اند، نشان از افزایش مساحت طبقه کاربری اراضی کشاورزی آبی و کاهش مساحت طبقه کاربری اراضی کشاورزی دیم می‌باشد. با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده از دلایل عمده کاهش سطح آب آبخوان می‌توان به کاهش میزان بارندگی‌ها خصوصاً بارش برف

و کاهش تغذیه آبخوان و افزایش تعداد چاه های عمیق منطقه و استخراج بی‌رویه آب های زیرزمینی خصوصاً طی سال‌های اخیر اشاره کرد.

در همین راستا فرامرزی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر روی افت آب زیرزمینی دشت دهلران پرداختند و نتایج آن‌ها نشان از همبستگی مثبت بین افزایش اراضی دیم، اراضی آبی، جنگل دست کاشت و با افت سطح ایستابی آب زیرزمینی است و این می‌تواند به علت برداشت بیش‌ازحد از سفره‌های آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی، شرب و ... و درنهایت تأثیر خشک‌سالی باشد. نتایج تحقیق حقی زاده و همکاران (۱۳۹۷) که به بررسی تغییرات کاربری اراضی بر افت آب زیرزمینی در منطقهٔ از استان لرستان در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ نشان از کاهش ۶ متر افت تراز آب درارتباط‌با تغییرات کاربری اراضی است.

تحقیقات نیکزاد و همکاران (۱۳۹۷) در بازه زمانی ۱۳۷۰- ۱۳۹۴ در دشت بیستون کرمانشاه نیز نشان از کاهش ۲۲ متری افت سطح آب زیرزمینی در این منطقه است Mishra & Kumar (2015) نیز در تحقیقی اثر تغییر کاربری اراضی را بر منابع آب زیرزمینی در منطقهHaridwar در هند مورد بررسی قرارداد نتایج تحقیق نشان داد که افزایش وقوع سیل، افزایش بی‌رویه جمعیت، فعالیت‌های صنعتی به همراه تقاضای سوخت‌های فسیلی و گیاهی موجب افزایش سرعت تغییر در الگوهای کاربری اراضی گردیده و به‌تبع آن افزایش مناطق مسکونی و کاهش سطح پوشش گیاهی به طور مستقیم بر کاهش سطح منابع آب زیرزمینی اثر گذاشته است. در همین راستا امینی و هاشمی (۲۰۱۷) در تحقیقی اثرات تغییر کاربری اراضی بر تغذیه منابع آب زیرزمینی در منطقه‌ای از استان کردستان مورد بررسی قراردادند که نتایج آن نشان داد با کاهش اراضی مرتعی و افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی، سطح آب زیرزمینی به طور متوسط از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۸ بالغبر ۷ متر کاهش‌یافته است. باتوجه‌به سوابق فوق هدف مقاله حاضر بررسی اثر تغییرات سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی در حوضه آبریز دامغان است.

مواد و روش‌ها

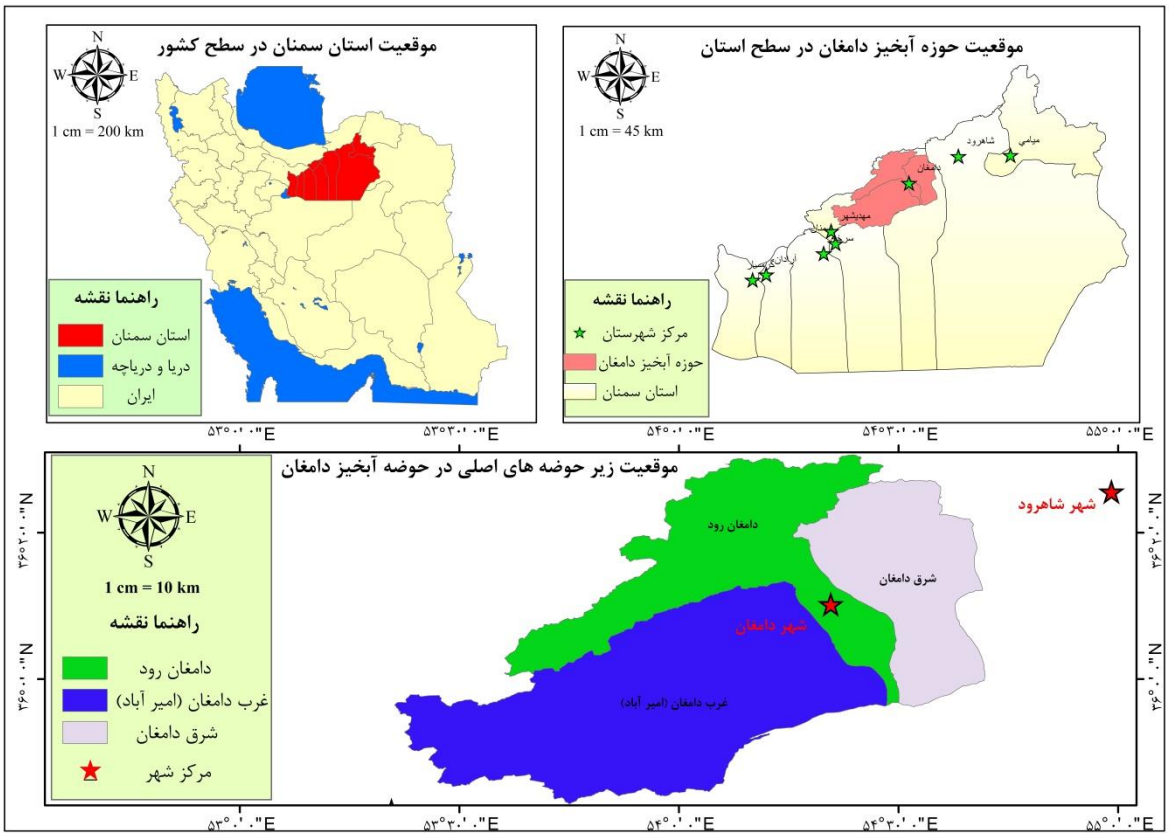
منطقه موردمطالعه

موقعیت موردمطالعه این پژوهش شهرستان دامغان است. شهرستان دامغان یکی از شهرستان‌های استان سمنان است. مرکز آن شهر دامغان می‌باشد و شامل دو بخش مرکزی و امیرآباد است. جمعیت این شهرستان بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵، برابر با ۸۶۰۰۰ نفر بوده است. حوضه دامغان دارای اقلیمی خشک می‌باشد و مهم‌ترین عارضه‌های داخل حوضه شهر دامغان، کویر حاج علی‌قلی، شهر کلاته می‌باشد. شیب عمومی در این شهرستان از سمت شمال به جنوب کاهش می‌یابد و هرچه به قسمت جنوبی این حوضه نزدیک می‌شویم ارتفاع کاسته می‌شود تا جایی که مرز جنوبی حوضه در دشت‌های کویری قرار دارد و جریان رودخانه در امتداد تقریبی شمال به جنوب است.

منطقه موردمطالعه حوضه دامغان، شهرستان دامغان شامل سه زیر حوضه دامغان رود، حوضه غرب دامغان رود (امیرآباد) و حوضه شرق دامغان رود که مساحت آن برابر با ۵۹۴۲۲۸ هکتار می‌باشد (شکل ۱). در جدول ۱ مساحت زیر حوضه‌های، حوضه آبخیز دامغان می‌باشد که به تفکیک آورده شده است. بر پایهٔ دستورالعمل تقسیم‌بندی حوضه‌های ایران (تماب)، حوضهٔ آبخیز دامغان به زیر حوضه‌های زیر تقسیم می‌شود (تقسیمات تماب، وزارت نیرو، ۱۳۹۹).

جدول ۱. تقسیمات حوضه آبخیز بر اساس (تقسیمات تماب، وزارت نیرو، ۱۳۹۹)

کد	نام اختصاری زیر حوضه	مساحت به هکتار
۴۷۷۱۱۳	غرب دامغان (امیرآباد)	۲۹۵۸۹۷/۵
۴۷۷۲۵۱	شرق دامغان	۱۲۶۱۷۴/۵
۴۷۷۴۱۹	دامغان رود	۱۷۲۱۵۶
	جمع	۵۹۴۲۲۸



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعاتی در سطح کشور و موقعیت قرارگیری استان سمنان و شهرستان‌ها

هدف اساسی این پژوهش آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در ارتباط با سطح منابع آب زیرزمینی در طی ۲۷ سال گذشته (۱۹۹۳- ۲۰۲۰) در حوضه دامغان (شهرستان دامغان)، برای درک علل اصلی که منجر به تغییرات محیط‌زیست و تغییرات سطح منابع آب زیرزمینی می‌باشد. در این راستا برای بررسی وضعیت تغییرات کاربری اراضی و تغییرات سطح منابع آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان از تصاویر ماهواره‌های لندست ۵، ۷ و ۸ استفاده می‌شود (جدول ۲).

این تصاویر به‌صورت قالب TIF از پایگاه‌داده‌های[1] این سنجنده اخذ شده و به ۷ کاربری‌های مختلف تفکیک‌شده است. بعد از تفکیک برای هر دوره هرکدام از این طبقه‌های کاربری زمین برای حوضه، مساحت سالانه هر طبقه برای هر طبقه از کدهای کاربری در حوضه محاسبه شد و روند تغییرات ۲۷ساله آن (۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰) به دست آمد. لازم به ذکر است که کلیه تصاویر لندست برای حوضه آبخیز دامغان در دو بلوک تصویری با مشخصات به ترتیب مسیر ۱۶۲ و ۱۶۳ و ردیف ۰۳۵ پوشش داده می‌شود، بنابراین دو بلوک تصویری گفته‌شده برای حوضه طی دوره آماری ۲۰۰۰-۲۰۲۰ اخذ و موزاییک‌سازی شد است.

جدول ۲. اطلاعات تصاویر ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸

نوع سنجنده	تعداد باند ماهواره	قدرت تفکیک	درصد پوشش ابر	تاریخ	نوع داده	نوع سنجنده
لندست ۸	۱۱	۱۵ تا ۳۰ متر	۰	۲۰۱۵/۵/۲۶	TIF	OLI
لندست ۸	۱۱	۱۵ تا ۳۰ متر	۰	۲۰۲۰/۵/۷	TIF	OLI
لندست ۷	۸	۳۰ متر	۰	۲۰۱۰/۵/۲۸	TIF	ETM^+
لندست ۵	۷	۳۰ متر	۰	۲۰۰/۵/۱۶	TIF	TM و ETM
لندست ۵	۷	۳۰ متر	۰	۱۹۹۳/۵/۲۲	TIF	TM و ETM

در این پژوهش بعد از تصحیح هندسی و اتمسفری صحت و دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌های مورد ارزیابی قرار گرفتند،

1. https://earthexplorer.usgs.gov/

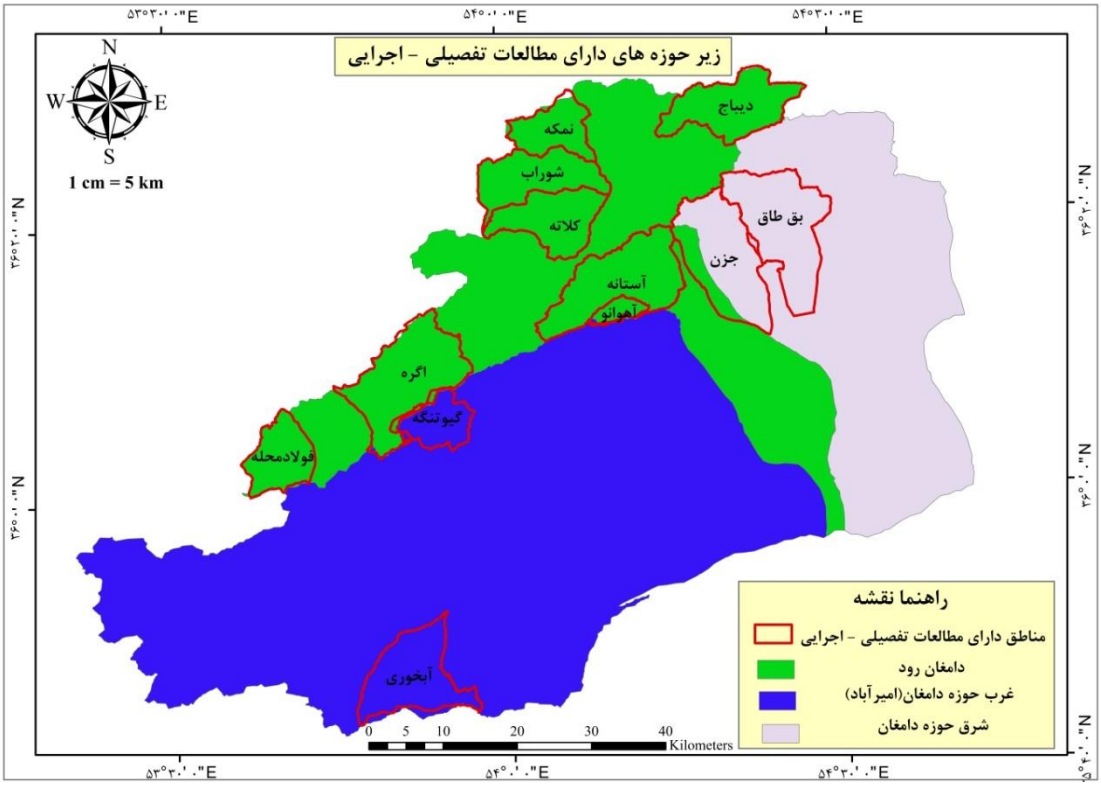
نمونه‌های جهت صحت‌سنجی تصاویر مربوط به سال ۲۰۲۰ بر اساس عملیات میدانی، استفاده از تصاویر ماهواره‌های موجود در نرم‌افزار گوگل ارث نقشهٔ کاربری اراضی مورد صحت‌سنجی قرار گرفت؛ به‌منظور تهیهٔ نمونه‌های جهت صحت‌سنجی تصاویر مربوط به سال ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، ۲۰۰۰ و ۱۹۹۳ نیز از تصاویر گول ارث و اطلاعات زمینی مربوط به نقشهٔ ۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش گیاهی حاصل از مطالعات تفصیلی اجرایی ۱۲ حوضه آبخیزی که در داخل منطقه موردمطالعه دارای مطالعات تفصیلی - اجرایی با مساحت ۱۲۵۵۴۵/۶ هکتار می‌باشد بهره گرفته شد (اداره مهندسی و مطالعات، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان، ۱۳۹۹) و درنهایت از این مطالعات برای صحت‌سنجی در تصاویر بهره گرفته شد (جدول ۳ و شکل ۲).

به‌منظور پردازش و رقومی‌سازی این تصاویر از نرم‌افزارهای GoogleEarth، ARCGIS10-3 و eCognition Developer استفاده شد. پردازش تصاویر در نرم‌افزار eCognition برخلاف سایر نرم‌افزارها (envi، erdas و idrisi) که مبتنی بر پیکسل‌های تشکیل‌دهنده تصاویر هستند، بر اساس اشیا صورت می‌پذیرد. با قطعه‌بندی تصاویر، قادر است مجموعه‌ای از پیکسل‌های هم‌جوار را در قالب یک قطعه در نظر گرفته و پردازش تصاویر را با به شکلی معنادارتری انجام می‌دهد، نرم‌افزار مذکور با دارابودن ابزارهایی بسیار پیشرفته، نیاز به برنامه‌نویسی به‌منظور قطعه‌بندی تصاویر را به حداقل خود رسانده است (Rana & Kharel, 2019). می‌تواند تحلیل‌هایی معنادارتری را از یک تصویر ساده انجام دهد، به‌واقع این برنامه می‌تواند اطلاعاتی معنادار و مفید را از یک تصویر جغرافیایی یا ماهواره ای استخراج کند، eCognition را می‌توان به‌عنوان بهترین نرم‌افزار در زمینه طبقه‌بندی و یا قطعه‌بندی تصاویر به شمار آورد (Harciníková & Stankova, 2014).

به‌منظور تهیه نقشه‌های سطح آب زیرزمینی (۱۳۷۲-۱۳۹۸) از روش زمین‌آمار و از نرم‌افزار GS^+ و GIS بهره گرفته شد در ابتدا با استفاده از اطلاعات ۱۷۶۰ حلقه چاه در سطح استان (اداره آب منطقه‌ای استان سمنان، ۱۳۹۹) برای دقت بیشتر در ابتدا سطح سفره‌های آب زیرزمینی برای کل استان تهیه سپس منطقه موردمطالعه برش داده شد و درنهایت اطلاعات حوضه موردمطالعه بر اساس ۲۶ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق در سطح حوزه مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت است. نرمال بودن توزیع داده‌ها با آمار توصیفی آزمون گردید. پس از برازش، مدل واریوگرام مناسب به ساختار فضایی داده‌ها و تعیین عامل‌های آن در ابتدا و انتهای دوره آماری، روش‌های مختلف زمین‌آمار ازجمله روش میان‌یابی قطعی وزن‌دهی عکس فاصله (IDW; Inverse Distance Weighted) و روش معمولی کریجینگ (OK; Ordinary Kriging) نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی در ابتدا و انتهای دوره آماری موردمطالعه در محیط نرم‌افزار ArcGIS ترسیم شد و از تفاضل این دو نقشه، نقشه کمی تغییرات سطح آب زیرزمینی حوضه آبخیز به دست آمد و با استفاده از نرم‌افزار R روند تغییرات منابع آب زیرزمینی مشخص شد.

جدول ۳. اطلاعات حوضه‌های دارای مطالعات تفصیلی - اجرایی (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان، ۱۳۹۹)

ردیف	نام حوضه	مشاور	سال شروع مطالعه	سال پایان مطالعه	شهرستان	مساحت به هکتار	کد تماب
۱	فولاد محله	اداره مطالعات	۷۳	۷۵	مهدی‌شهر	۷۰۴۷/۱	۴۷۷۱۳۱
۲	اگره	وزنا	۸۳	۸۵	دامغان	۱۶۰۶۳/۵۴	۴۷۷۱۳۱
۳	آهوانو	نتپا	۸۱	۸۶	دامغان	۱۶۷۲/۰۴	۴۷۷۱۱۴
۴	کلاته	نتپا	۸۱	۸۶	دامغان	۹۱۵۶/۱۶	۴۷۷۱۲۲-۴۷۷۱۲۱
۵	شوراب	نتپا	۸۱	۸۶	دامغان	۹۶۲۱/۲۷	۴۷۷۱۲۳
۶	نمکه	نتپا	۸۱	۸۶	دامغان	۶۳۱۱/۲۶	۴۷۷۱۲۴
۷	دیباج	مدیریت آبخیزدار	۷۵	۷۵	دامغان	۱۱۰۵۶/۹۱	۴۷۷۱۲۶
۸	گیوتنگه	خدمات مهندسی جهاد	۷۸	۸۲	دامغان	۵۶۹۲/۲۹	۴۷۷۲۶-۴۷۷۲۵
۹	بق طاق	ایده‌پردازان توس	۸۶	۸۷	دامغان	۱۵۷۹۸/۴۴	۴۷۷۴۱۲-۴۷۷۴۱۲۱
۱۰	آبخوری	کشت آوران مبین	۹۰	۹۱	سمنان	۱۱۸۱۱	۴۷۷۲۲۳-۴۷۷۲۲۲
۱۱	جزن	پارس پیاب	۹۰	۹۱	دامغان	۱۵۱۷۷/۵۹	۴۷۷۴۱۲۲
۱۲	آستانه	دانشگاه سمنان	۹۵	۹۹	دامغان	۱۶۱۳۷/۹۷	۴۷۷۴۱۲۵
	جمع			۱۲۵۵۴۵/۶			



شکل ۲. موقعیت حوضه‌های دارای مطالعات تفصیلی اجرایی داخل منطقه مورد مطالعاتی

جهت صحت‌سنجی در برداشت نمونه‌ها در سطح عرصه و تصاویر سعی شد تا نمونه‌های آموزشی از پراکنش مناسبی در سطح تصویر برخوردار باشند که با استفاده موقعیت دقیق و پراکندگی مناسب در سراسر تصویر داشته باشند که برای این کار از نرم‌افزار جی‌ای از به‌صورت تصادفی نقاط [1] انتخاب شد؛ احتمال این‌که این مناطق به دلیل نزدیک بودن تاریخ تصویر سال ۲۰۲۰ به تاریخ بازدیدهای میدانی و دردسترس‌بودن داده‌های مرجع شناخته‌شده (حقایق زمینی) میزان ضریب کاپای بالاتری را دارا می‌باشد.

ضریب کاپا از طریق رابطه ۱ برای هر یک از رده‌های کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در جدول ۴ محاسبه‌شده است. ارزیابی صحت در سال ۲۰۲۰ شامل دقت کلی [2] و ضریب Kaapa به ترتیب برابر با ۰/۹۵ و ۰/۹۴ است، برای سال ۲۰۱۵ دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر ۰/۹۳ و ۰/۹۱ است، برای سال ۲۰۱۰ دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر ۰/۹۲ و ۰/۹۰ است، برای سال ۲۰۰۰ دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر ۰/۹۰ و ۰/۸۷ است و برای سال ۱۹۹۳ دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر ۰/۸۹ و ۰/۸۶ است؛ ازآنجایی‌که دقت بالاتر از ۰/۸۵ درنتیجه می‌تواند برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مناسب باشد و می‌توان نتیجه گرفت که نقشهٔ کاربری اراضی سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ بادقت مناسبی طبقه‌بندی شده است و دقت کاربر [3] و دقت تولیدکننده [4] نیز برای هر دوره نیز مورد بررسی قرار گرفت و تأیید شد و در کل می‌توان بیان کرد که نقشه‌های کاربری اراضی مطالعهٔ حاضر بادقت بالا و قابل قبولی تهیه‌شده‌اند (جدول ۴).

رابطه ۱: ضریب کاپا

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_{ii} - \sum_{i=1}^{n} c_{i.} \cdot c_{j} / c...}{c - \sum_{i=1}^{n} (c_{i} \cdot c_{j} / c..}$$

1- Cryat random point
2- Overall Accuracy
3- Commission Error
4- Ommission Error

جدول ۴. ماتریس خطا طبقه‌بندی کاربری اراضی

صحت‌سنجی نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۰

سال	ضریب کاپا = ۹۴/۷۰٪							دقت کلی = ۹۵/۹۱٪
	نوع کاربری	مرتع	جنگل	منابع آبی (سد)	باغ	اراضی بدون پوشش (بایر)	اراضی کشاورزی	مناطق شهری	مجموع	دقت کاربر
۲۰۲۰	مرتع	۱۱۲	۲	۰	۰	۰	۲	۰	۱۱۶	۹۶/۵۵
	جنگل	۰	۹۵	۰	۲	۰	۰	۰	۹۷	۹۷/۹۳
	منابع آبی (سد)	۰	۰	۳۷	۰	۱	۰	۰	۳۸	۹۷/۳۶
	باغ	۰	۲	۰	۵۸	۰	۰	۰	۶۰	۹۶/۶۶
	اراضی بدون پوشش (بایر)	۳	۰	۱	۰	۵۹	۰	۰	۶۵	۹۰/۷۶
	اراضی کشاورزی	۱	۰	۰	۰	۰	۱۹	۰	۲۰	۹۵
	مناطق شهری	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۴۳	۴۵	۹۵/۵۵
	مجموع	۱۱۶	۹۹	۳۸	۶۰	۶۲	۲۱	۴۵	۴۴۱	-
	دقت تولیدکننده	۹۶/۵۵	۹۵/۹۶	۹۷/۳۶	۹۶/۶۶	۹۵/۱۶	۹۰/۴۷	۹۵/۵۵	-	-

صحت‌سنجی نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۵

سال	دقت کلی = ۹۱/۷۴٪							دقت کلی = ۹۳/۶۰٪
	نوع کاربری	مرتع	جنگل	منابع آبی (سد)	باغ	اراضی بدون پوشش (بایر)	اراضی کشاورزی	مناطق شهری	مجموع	دقت کاربر
۲۰۱۵	مرتع	۱۱۰	۳	۰	۰	۰	۳	۰	۱۱۶	۹۴/۸۲
	جنگل	۰	۹۲	۰	۴	۰	۱	۰	۹۷	۹۴/۸۴
	منابع آبی (سد)	۰	۰	۳۶	۰	۲	۰	۰	۳۸	۹۴/۷۳
	باغ	۰	۳	۰	۵۶	۰	۱	۰	۶۰	۹۳/۳۳
	اراضی بدون پوشش (بایر)	۴	۰	۱	۰	۵۶	۰	۱	۶۰	۹۰/۳۲
	اراضی کشاورزی	۱	۰	۰	۰	۰	۱۹	۰	۶۲	۹۵
	مناطق شهری	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۴۱	۲۰	۹۱/۱۱
	مجموع	۱۱۵	۹۸	۳۷	۶۰	۶۲	۲۴	۴۲	۴۵	۴۳۸
	دقت تولیدکننده	۹۵/۶۵	۹۳/۸۷	۹۷/۲۹	۹۳/۳۳	۹۰/۳۲	۷۹/۱۶	۹۷/۶۱		

صحت‌سنجی نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۰

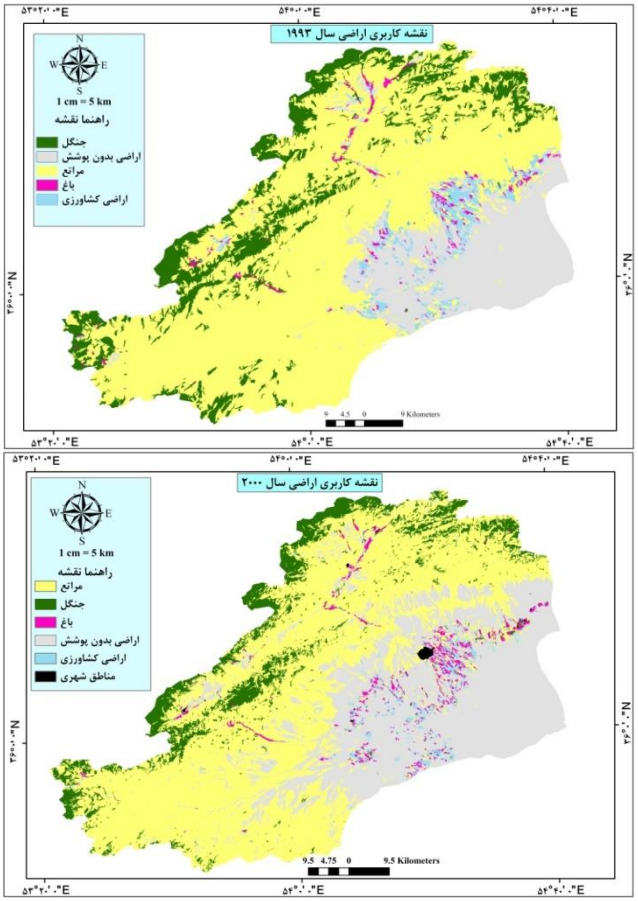
سال	ضریب کاپا = ۹۰/۱۲٪							دقت کلی = ۹۲/۵۳٪
	نوع کاربری	مرتع	جنگل	منابع آبی (سد)	باغ	اراضی بدون پوشش (بایر)	اراضی کشاورزی	مناطق شهری	مجموع	دقت کاربر
۲۰۱۰	مرتع	۱۰۸	۴	-	۰	۱	۳	۰	۱۱۶	۹۳/۱۰
	جنگل	۰	۹۱	-	۶	۰	۰	۰	۹۷	۹۳/۸۱
	منابع آبی (سد)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	باغ	۰	۴	-	۵۵	۰	۱	۰	۶۰	۹۱/۶۶
	اراضی بدون پوشش (بایر)	۳	۰	-	۰	۵۸	۰	۳	۶۴	۹۰/۶۲
	اراضی کشاورزی	۳	۰	-	۰	۰	۱۷	۰	۲۰	۸۵
	مناطق شهری	۰	۰	-	۰	۲	۰	۴۳	۴۵	۹۵/۵۵
	مجموع	۱۱۴	۹۹	-	۶۱	۶۱	۲۱	۴۶	۴۰۲	۴۰۲
	دقت تولیدکننده	۹۴/۷۳	۹۱/۹۱	-	۹۰/۱۶	۹۵/۰۸	۸۰/۹۵	۹۳/۴۷	-	-

ادامهٔ جدول ۴.

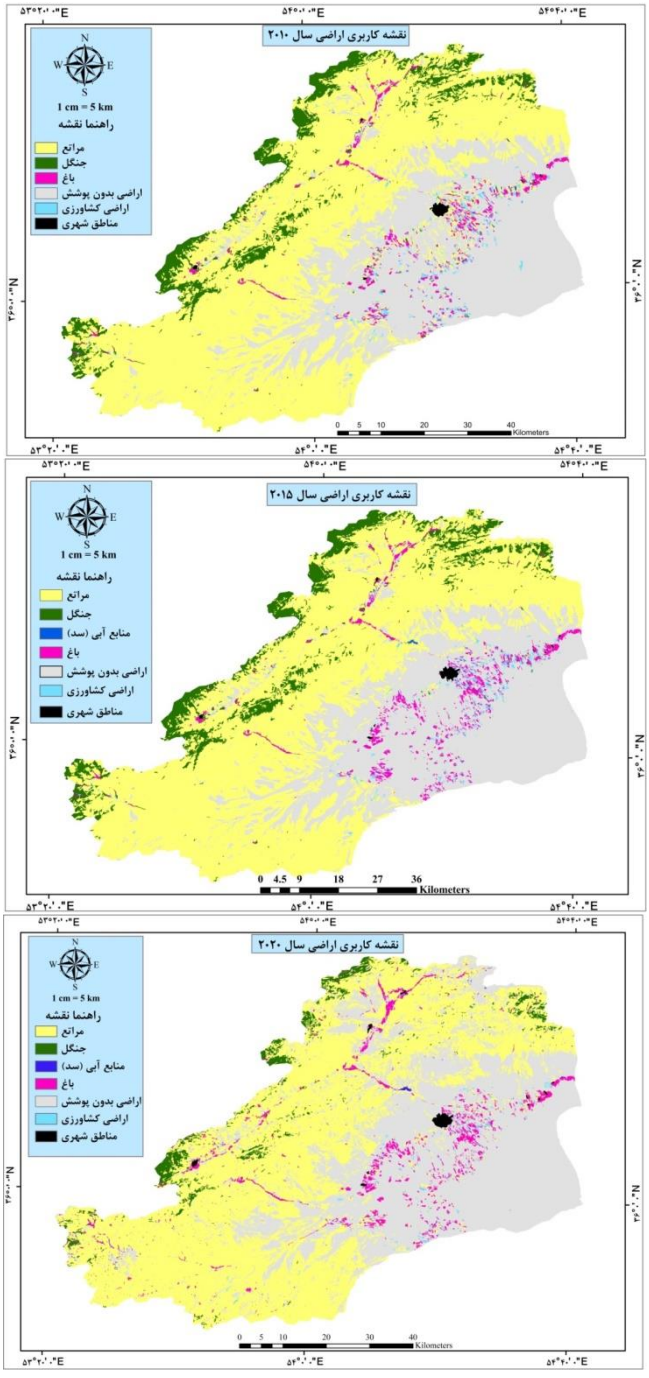
صحت‌سنجی نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰										
دقت کلی = ۹۰/۴۵٪						ضریب کاپا = ۸۷/۴۰٪				سال
نوع کاربری	مرتع	جنگل	منابع آبی (سد)	باغ	اراضی بدون پوشش (بایر)	اراضی کشاورزی	مناطق شهری	مجموع	دقت کاربر	
مرتع	۱۰۹	۵	–	۰	۰	۲	۰	۱۱۶	۹۳/۹۶۶	۲۰۰۰
جنگل	۰	۹۵	–	۲	۰	۰	۰	۹۷	۹۷/۹۳	
منابع آبی (سد)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
باغ	۱	۶	–	۵۰	۱	۲	۰	۶۰	۸۳/۳۳	
اراضی بدون پوشش (بایر)	۱	۰	–	۰	۵۵	۰	۴	۶۰	۹۱/۶۶	
اراضی کشاورزی	۳	۰	–	۱	۳	۱۳	۰	۲۰	۶۵	
مناطق شهری	۱	۰	–	۰	۵	۱	۳۸	۴۵	۸۴/۴۴	
مجموع	۱۱۵	۱۰۶	–	۵۳	۶۴	۱۸	۴۲	۳۹۸	–	
دقت تولیدکننده	۹۴/۷۸	۸۹/۶۲	–	۹۴/۳۴	۸۵/۹۳	۷۲/۲۲	۹۰/۴۷	–	–	

نتایج

تغییرات کاربری اراضی بر طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی مانند کمیت و کیفیت آب و منابع آب زیرزمینی، سامانه‌های آب‌وهوایی و ... تأثیرگذار است، بنابراین تشخیص به‌موقع و دقیق این نوع تغییرات، پایه و اساس درک بهتر روابط و تعاملات میان انسان و پدیده‌های طبیعی است و در نتیجه مدیریت بهتر و استفاده مناسب‌تر از منابع طبیعی را فراهم می‌کند. شکل ۳ تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز دامغان را نشان می‌دهد نتایج بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز دامغان نشان از کاهش سطح اراضی جنگلی، مراتع، کشاورزی و افزایش اراضی باغی، اراضی بایر و بدون پوشش گیاهی، مناطق شهری و منابع آبی (سدها) می‌باشد.



شکل ۳. روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز دامغان از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰



ادامهٔ شکل ۳.

تغییرات اراضی مرتعی در طول دوره زمانی موردمطالعه نسبت به مساحت کل حوضه از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰، عددی بالغبر ۵/۱۱٪ (نسبت به مساحت کل حوضه) با مساحت ۳۰۳۳۷/۵۸ هکتار کاهش پیدا کرده (جدول ۵) و باتوجه‌به شکل ۴ روند تغییرات مراتعی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ یک‌روند نزولی (کاهش‌یافته) است. کاهش مساحت این نوع از کاربری را در طول زمان می‌توان به عوامل مختلفی نسبت داد از جمله کاهش میانگین بارندگی و با گذر زمان و افزایش جمعیت در سطح حوضه، افزایش تعداد دام، تغییر کاربری مراتع جهت توسعه مناطق شهری، گسترش اراضی باغی و توسعه منابع آبی (احداث سد) در منطقه نسبت داد.

تغییرات اراضی جنگلی در طول دوره زمانی موردمطالعه، مساحت جنگل‌های انبوه و نیمه انبوه از جمله جنگل‌های

ارس و جنگل‌های پهن‌برگ (جنگل بادله دامغان) از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ عددی بالغبر ۸/۱۳٪ (نسب به مساحت کل حوضه) با مساحت ۴۸۳۲۵/۸۶ هکتار کاهش‌یافته است و روند تغییرات اراضی جنگلی را یک‌روند نزولی را از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ نشان می‌دهد (شکل ۴ و جدول ۵). با گذر زمان و افزایش جمعیت روستانشینان و مناطق شهری در این منطقه و مناطق اطراف و همچنین کمبود امکانات رفاهی موجود، ساکنین این مناطق برای رفع نیازهای مختلف خود به قطع درختان جنگل‌های موجود در این منطقه پرداختند، زیرا کمبود سوخت (گاز، نفت و ...) در این مناطق ازجمله مشکلاتی است که مردم این روستاها با آن دست‌وپنجه نرم می‌کنند، همچنین عدم سوخت مناسب و گرانی نفت باعث شده است که بسیاری از مردم این منطقه به‌ناچار به استفاده از سوخت‌های طبیعی نظیر هیزم بپردازند. از سوی دیگر شیوع بیماری‌ها از جمله ارس واش و سایر بیماری‌های درختان جنگلی باعث خشکیدگی بخش اعظم جنگل‌های ارس حوضه آبخیز دامغان شده است و همچنین تغییرات کاربری اراضی به اراضی جنگلی، کشاورزی، توسعه مناطق روستایی و شهری، معادن و مرتعی زمان جنگل‌های انبوه و نیمه انبوه این منطقه را که شامل درختان ارس، زرشک و ... است به اراضی کشاورزی و باغی تبدیل و در نهایت به جنگل‌های پراکنده و مراتع تبدیل شده‌اند.

تغییرات منابع آب سطحی ناشی از احداث سد در طول دوره زمانی موردمطالعه، نسبت به مساحت کل حوضه از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰، عددی بالغبر ۰/۰۸٪ (نسبت به مساحت کل حوضه) با مساحت ۴۵۳/۱۵ هکتار افزایش پیدا کرده (جدول ۵) و باتوجه‌به شکل ۴ روند تغییرات منابع آب سطحی (احداث سد) از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ یک‌روند صعودی (افزایش‌یافته) است. با گذر زمان و افزایش جمعیت و گسترش مناطق شهری و توسعه باغات و اراضی آبی در حوضه و کاهش سطح آب زیرزمینی در منطقه تنش شدیدی را در منطقه به وجود آورد و مسئولین استان را بر آن واداشت که اقدام به احداث سد در منطقه نمایند که با احداث سد در سال ۲۰۱۳ و آبگیری در آن سال مساحتی حدود ۱۲۵ هکتار از منطقه را دریاچه سد تشکیل داده و در سال ۲۰۲۰ مساحت دریاچه سد به ۴۵۳/۱۵ هکتار افزایش یافت است که ازآن‌جهت تأمین آب شرب و کشاورزی بهره گرفته می‌شود.

تغییرات اراضی باغی در طول دوره زمانی موردمطالعه درصد مساحت اراضی باغی نسبت به مساحت کل حوضه از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰، عددی بالغبر ۱/۶۹٪ (نسبت به مساحت کل حوضه) با مساحت ۱۰۰۱۶/۳۷ هکتار افزایش پیدا کرده (جدول ۵) و باتوجه‌به نمودار (۱) روند تغییرات اراضی باغی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ یک‌روند صعودی (افزایش‌یافته) است. با گذر زمان و افزایش جمعیت در منطقه و کاهش میزان بارندگی در منطقه باعث شده ساکنین حوضه تمایل بیشتری به توسعه اراضی باغی نسبت به اراضی کشاورزی داشته باشند و به‌شدت سطح باغات حوضه گسترش یافت به‌گونه‌ای که طی ۲۷ سال گذشته مساحت اراضی باغی که اغلب باغات پسته و زیتون می‌باشد ۱۰۰۱۶/۳۷ هکتار افزایش‌یافته است و این میزان افزایش اراضی باغی میزان بهره‌برداری منابع آب زیرزمینی باتوجه‌به دردسترس‌بودن آسان، کیفیت مناسب و کم‌هزینه بودن بهره‌برداری از این منابع آبی باارزش را به‌شدت گسترش داده است به‌گونه‌ای که فقط در داخل حوضه ۷۶ چاه عمیق مجوزدار وجود دارد.

تغییرات اراضی بدون پوشش (بایر) در طول دوره زمانی موردمطالعه مساحت اراضی بدون پوشش (بایر) از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ عددی بالغبر ۱۲/۹۴٪ (نسبت به مساحت کل حوضه) با مساحت ۷۶۹۰۷/۴ هکتار افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۵) و شکل ۴ تغییرات اراضی بدون پوشش (بایر) را یک‌روند صعودی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. به دلیل کاهش میزان بارندگی در حوضه امکان کشاورزی دیم دیگر وجود ندارد و تنها از طریق آبیاری کشاورزی ممکن است و اکثر اراضی دیم رها گردید و به دلیل تخریب شدید و کاهش توان تولید این‌گونه اراضی توانای بازیابی خود را ندارند لذا این اراضی به‌صورت اراضی باید درآمده‌اند و از طرف اراضی کشاورزی در اثر آبیاری با آب‌های شور به‌مرور میزان املاح آن‌ها به‌قدری افزایش‌یافته که عملاً قابلیت هیچ‌گونه کشتی را ندارند لذا این اراضی به اراضی بدون پوشش تبدیل‌شده‌اند و از طرفی با چرای بیش‌ازحد دام مراتع درجه ۳ و ۴ کاملاً تخریب و به عرصه‌های بیابانی تبدیل‌شده‌اند و این عوامل باعث شده است سطح اراضی بایر ۷۶۹۰۷/۴ هکتار در سطح حوضه افزایش یابد.

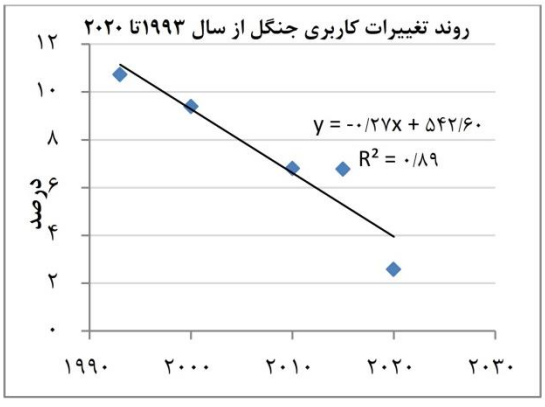
تغییرات اراضی کشاورزی در طول دوره زمانی موردمطالعه مساحت اراضی کشاورزی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ عددی

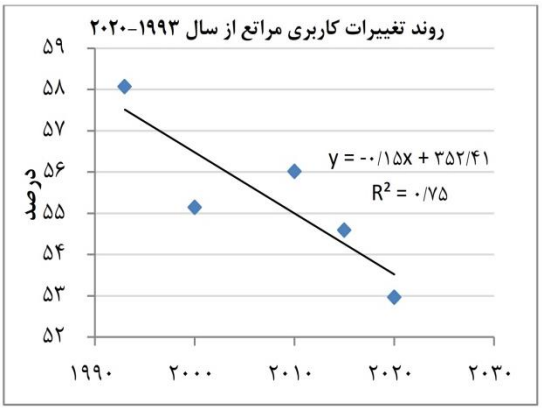
بالغبر ۱/۵۷٪ (نسبت به مساحت کل حوضه) با مساحت ۹۳۵۰/۴۷ هکتار کاهش را نشان می‌دهد و شکل ۴ تغییرات اراضی کشاورزی را یک‌روند نزولی (کاهشی) از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ نشان می‌دهد در جدول ۵ مشاهده می‌شود که در طی این سال‌ها مساحت اراضی کشاورزی ۹۰۵۵/۶۲ هکتار کاهش‌یافته و جای خود را تقریباً به مراتع و اراضی بایر دادند، علت این امر را می‌توان وجود اکثر اراضی کشاورزی این منطقه بر دامنه‌های شیب‌دار و شور شدن اراضی دانست، زیرا با گذر زمان و کاهش مساحت اراضی جنگلی، مواد حاصلخیز این اراضی نیز به‌آسانی شسته شده و به‌مرورزمان بازده و کارایی خود را ازدست‌داده و رهاشده‌اند و جای خود را به مراتع و اراضی بایر داده‌اند. اگرچه اراضی رهاشده به سمت افزایش پوشش گیاهی سطحی پیش خواهد رفت، ولی به دلیل کاهش بازدهی زمین، این اراضی قابلیت بازگشت به شرایط مرتع اولیه را نخواهند داشت.

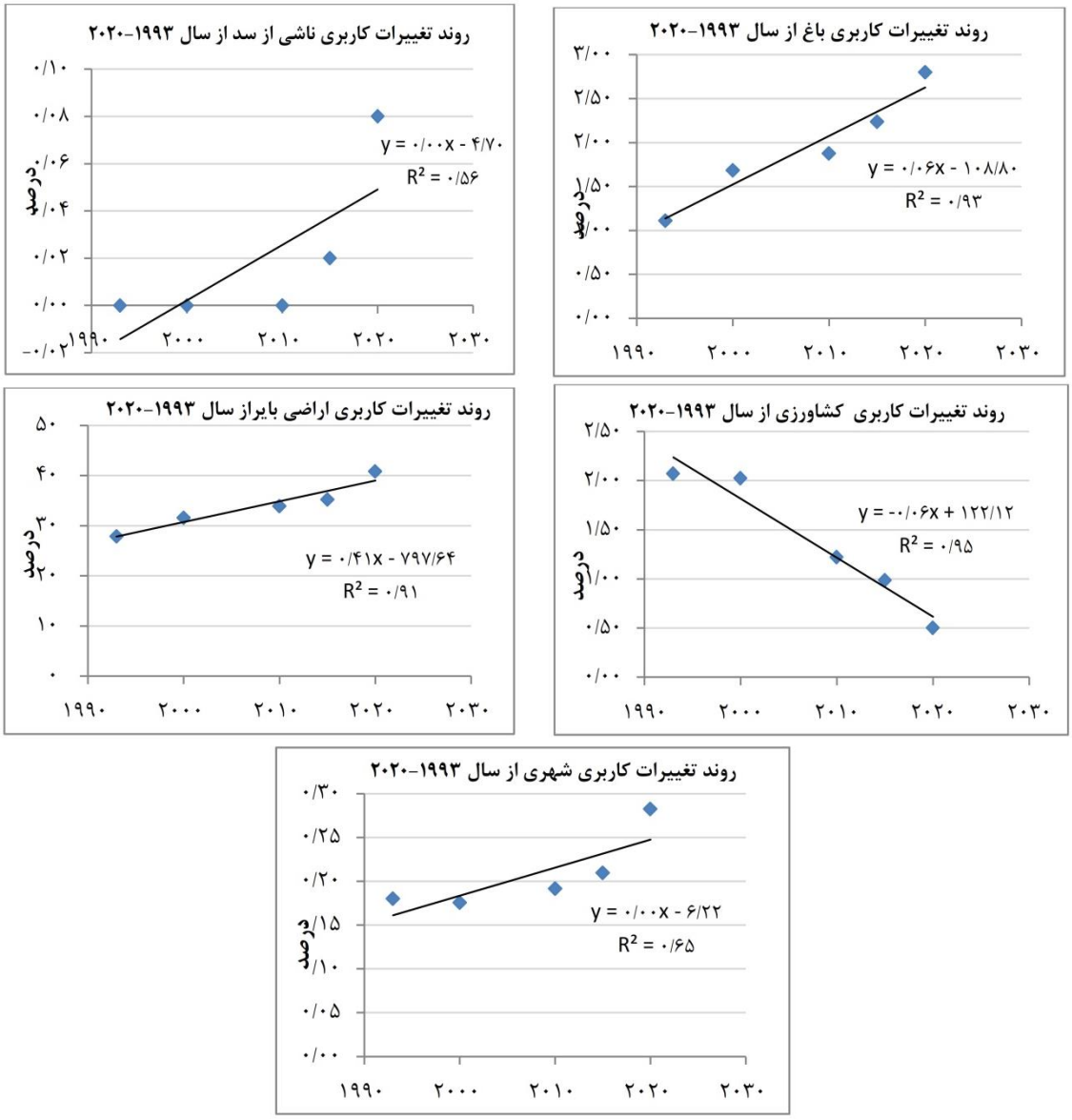
تغییرات مناطق مسکونی باتوجه‌به جدول ۵ در طول دوره زمانی موردمطالعه مساحت مناطق مسکونی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ عددی بالغبر ۰/۱۱٪ (نسبت به مساحت کل حوضه) با مساحت ۶۳۷/۰۲ هکتار افزایش را نشان می‌دهد و شکل ۴ تغییرات وسعت مناطق مسکونی را یک‌روند صعودی (افزایشی) از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. مناطق مسکونی نیز در طی دورهٔ مطالعاتی دستخوش تغییراتی قرار گرفته و به میزان ۶۳۵/۴ هکتار افزایش‌یافته است این نتیجه نشان می‌دهد که باتوجه‌به رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای سکونتگاه، با گذر زمان تبدیل اراضی طبیعی و اراضی کشاورزی به مناطق انسان‌ساخت اتفاق افتاده است.

جدول ۵. تغییرات کاربری از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در حوضه آبخیز دامغان

ردیف	نوع کاربری	سال									
		۱۹۹۳		۲۰۰۰		۲۰۱۰		۲۰۱۵		۲۰۲۰	
		مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
۱	مراتع	۳۴۵۰۴۴	۵۸/۰۷	۳۲۷۶۸۳	۵۵/۱۴	۳۳۲۸۴۸	۵۶/۰۱	۳۲۴۳۹۰	۵۴/۵۹	۳۱۴۷۰۶	۵۲/۹۶
۲	جنگل	۶۲۶۸۱/۳	۱۰/۷۲	۵۵۷۹۳/۹	۹/۳۹	۴۰۴۱۸/۶	۶/۸	۴۰۲۴۶/۵	۶/۷۷	۱۵۳۵۵/۴	۲/۵۸
۳	منابع آب (سد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۵/۰۱	۰/۰۲	۴۵۳/۱۵	۰/۰۸
۴	باغ	۶۶۱۷/۳۴	۱/۱۱	۱۰۰۰۹/۴	۱/۶۸	۱۱۱۴۳/۴	۱/۸۸	۱۳۲۹۸/۶	۲/۲۴	۱۶۶۳۳/۷	۲/۸
۵	اراضی بدون پوشش	۱۶۵۵۲۰	۲۷/۸۵	۱۸۷۶۷۰	۳۱/۵۸	۲۰۱۴۲۸	۳۳/۹	۲۰۹۰۶۸	۳۵/۱۸	۲۴۲۴۲۷	۴۰/۸
۶	کشاورزی	۱۲۳۲۲/۹	۲/۰۷	۱۲۰۲۸/۱	۲/۰۲	۷۲۵۱/۲۱	۱/۲۲	۵۸۵۳/۵۱	۰/۹۹	۲۹۷۲/۴۳	۰/۵
۷	مناطق شهری	۱۰۴۲/۴۷	۰/۱۸	۱۰۴۴/۰۹	۰/۱۸	۱۱۳۹/۲۲	۰/۱۹	۱۲۴۶/۳۲	۰/۲۱	۱۶۷۹/۴۹	۰/۲۸
	جمع	۵۹۴۲۲۸	۱۰۰	۵۹۴۲۲۸	۱۰۰	۵۹۴۲۲۸	۱۰۰	۵۹۴۲۲۸	۱۰۰	۵۹۴۲۲۸	۱۰۰







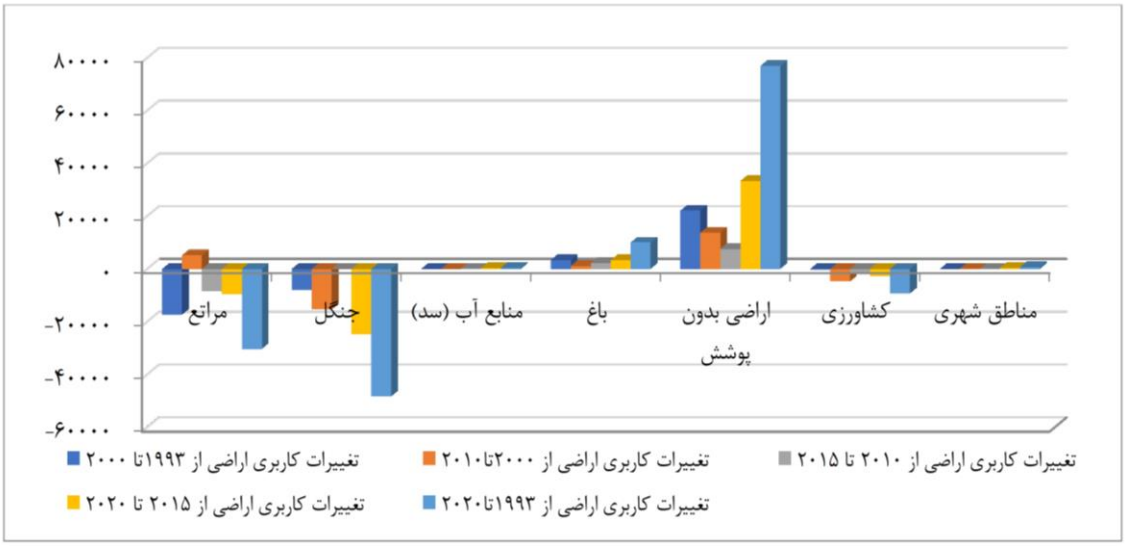
ادامهٔ شکل ۴.

بررسی روند تغییرات کاربری اراضی نشان از آن است که اراضی مرتعی، جنگلی، کشاورزی به ترتیب ۳۰۳۳۷/۵۸، ۴۸۳۲۵/۸۶ و ۹۳۵۰/۴۷ هکتار از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ کاهش‌یافته با یک‌روند نزولی همراه است اما کاربری اراضی باغی، منابع آب سطحی (ناشی از احداث سد)، اراضی بدون پوشش و مناطق شهری به ترتیب ۱۰۰۱۶/۳۷، ۴۵۳/۱۵، ۷۶۹۰۷/۴ و ۶۳۷/۰۲ هکتار در بازه زمانی مذکور افزایش‌یافته و دارای یک‌روند صعودی است (جدول ۶ و شکل ۵).

در مجموع ۱۷۶۰ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق در سطح استان منابع آب زیرزمینی را تخلیه می‌نمایند. جهت جریان آب زیرزمینی باتوجه‌به شیب منطقه از شمال حوضه به جنوب حوضه می‌باشد. موقعیت جغرافیای منطقه موردمطالعه و قرارگیری آن در کنار حاشیه کویر مرکزی و منابع آب زیرزمینی شور به اهمیت پژوهش و ارزیابی تراز آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان می‌افزاید. این تغییرات و پایین آمدن سطح آب سفره‌های با آب شیرین در بالادست تأثیر بسیاری در حرکت آب‌های زیرزمینی داشته و تغییرات فراوانی در کیفیت آب‌های زیرزمینی به‌جای می‌گذارد. مشخصات ایستگاه‌های منتخب در جدول ۷ آمده است و همچنین شکل ۹ تغییرات سطح آب زیرزمینی هر چاه را طی دوره مورد بررسی نشان می‌دهد.

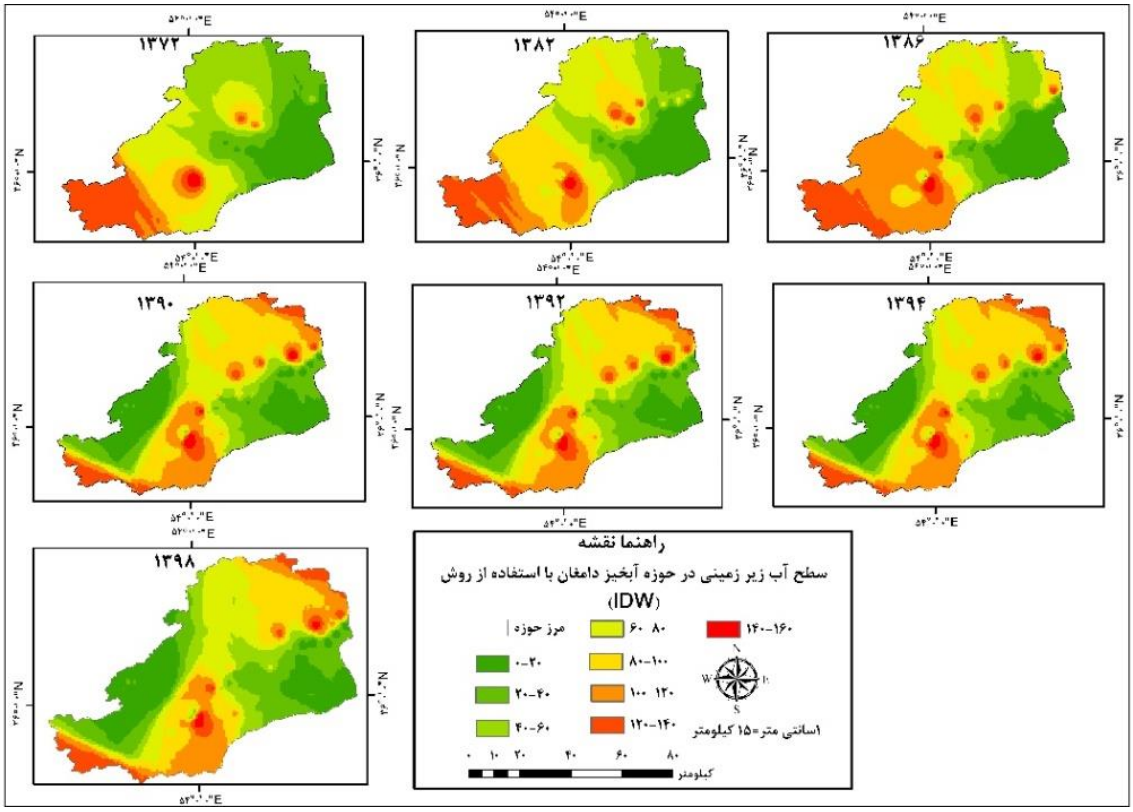
جدول ۶. روند تغییرات کاربری از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰ در حوضه آبخیز دامغان

ردیف	نوع کاربری	تغییرات				
		تغییرات از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۰	تغییرات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰	تغییرات از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵	تغییرات از سال ۲۰۱۵ به ۲۰۲۰	تغییرات از سال ۱۹۹۳ به ۲۰۲۰
		مساحت (هکتار)	مساحت (هکتار)	مساحت (هکتار)	مساحت (هکتار)	مساحت (هکتار)
۱	مراتع	-۱۷۳۶۱/۳۳	۵۱۶۵/۳۲	-۸۴۵۸/۱۱	-۹۶۸۳/۴۶	-۳۰۳۳۷/۵۸
۲	جنگل	-۷۸۸۷/۴۲	-۱۵۳۷۵/۲۴	-۱۷۲/۱۷	-۲۴۸۹۱/۰۳	-۴۸۳۲۵/۸۶
۳	منابع آب سطحی (ناشی از احداث سد)	۰	۰	۱۲۵/۰۱	۳۲۸/۱۴	۴۵۳/۱۵
۴	باغ	۳۳۹۲/۰۱	۱۱۳۴/۰۹	۲۱۵۵/۱۴	۳۳۳۵/۱۳	۱۰۰۱۶/۳۷
۵	اراضی بدون پوشش	۲۲۱۵۰	۱۳۷۵۷/۵	۷۶۴۰/۷	۳۳۳۵۹/۲	۷۶۹۰۷/۴
۶	کشاورزی	-۲۹۴/۸۵	-۴۷۷۶/۸۴	-۱۳۹۷/۷	-۲۸۸۱/۰۸	-۹۳۵۰/۴۷
۷	مناطق شهری	۱/۶۲	۹۵/۱۳	۱۰۷/۱	۴۳۳/۱۷	۶۳۷/۰۲

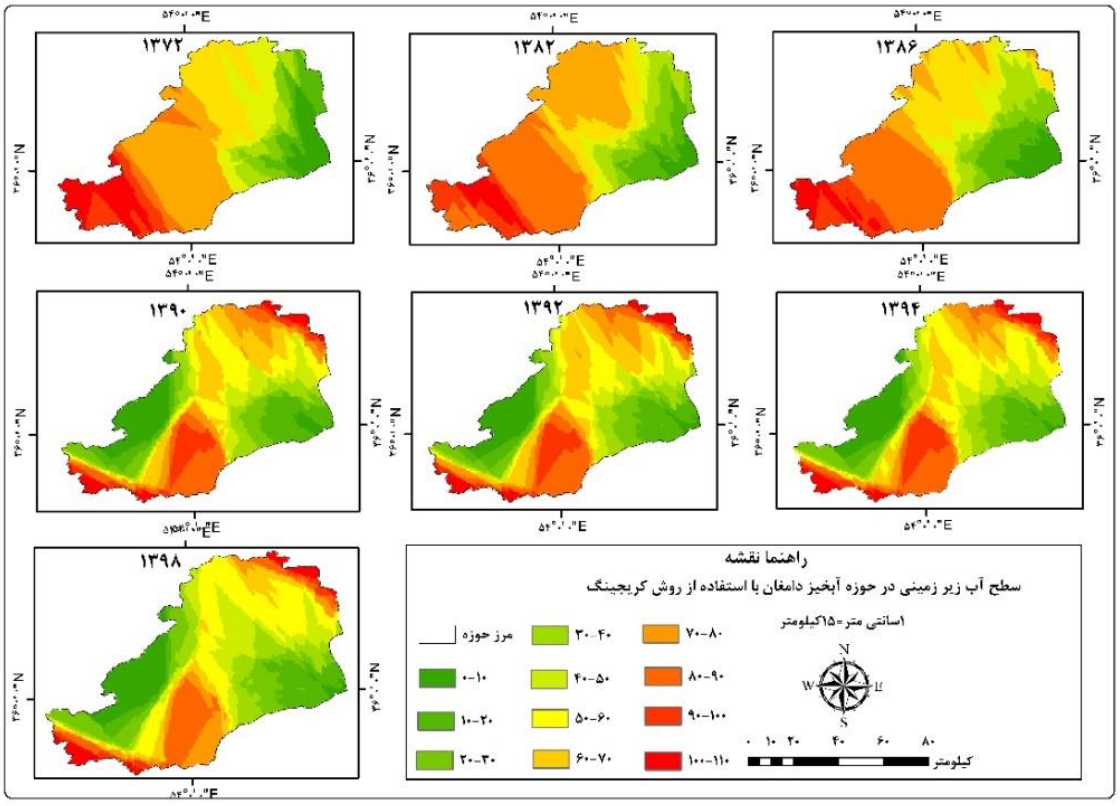


شکل ۵. نمودار تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز دامغان از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰

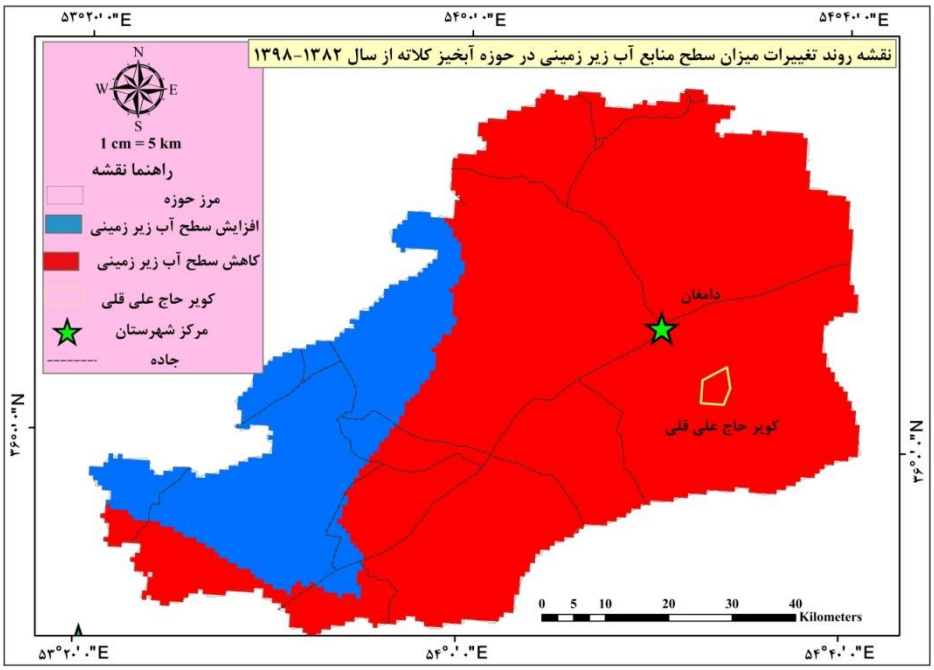
به طور میانگین برای درون‌یابی از دو روش کریجینگ و کروی با استفاده از اطلاعات ۱۷۶۰ چاه عمیق، نیمه‌عمیق برای ۷ دوره از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۸ طی ۲۷ سال بهره گرفت شده و نقشه‌های درون‌یابی سطح آب زیرزمینی بادقت بالا برای سطح استان استخراج‌شده سپس ۲۶ چاه عمیق و نیمه‌عمیق موجود در حوزه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت نتایج نشان از کاهش شدید سطح آب زیرزمینی دارد (شکل ۶ و ۷). روندیابی با نرم‌افزار R نشان از کاهش شدید منابع آب زیرزمینی در قسمت شرق و شمال شرق، جنوب غرب، شمال و جنوب حوضه است که بیشترین تغییرات کاربری اراضی ازجمله تغییرات کاربری اراضی باغی که نیاز آبی بالای دارند و بخش اصلی آب موردنیاز این باغات از طریق چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق تهیه می‌شود و از طرف مناطق شهری در این بخش‌ها از حوضه واقع‌شده و توسعه چشم‌گیری دارد و در قسمت شمال غربی افزایش سطح آب زیرزمینی رخداده است در این مناطق کمترین تغییر کاربری اراضی رخداده و مناطق جمعیتی در این قسمت واقع نشده از طرفی اطلاعات در خصوص وجود چاه در این منطقه باتوجه‌به آمار آب منطقه‌ای وجود ندارد یعنی این منطقه فاقد هرگونه چاه است (شکل ۸).



شکل ۶. تغییرات سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی با استفاده از روش IDW

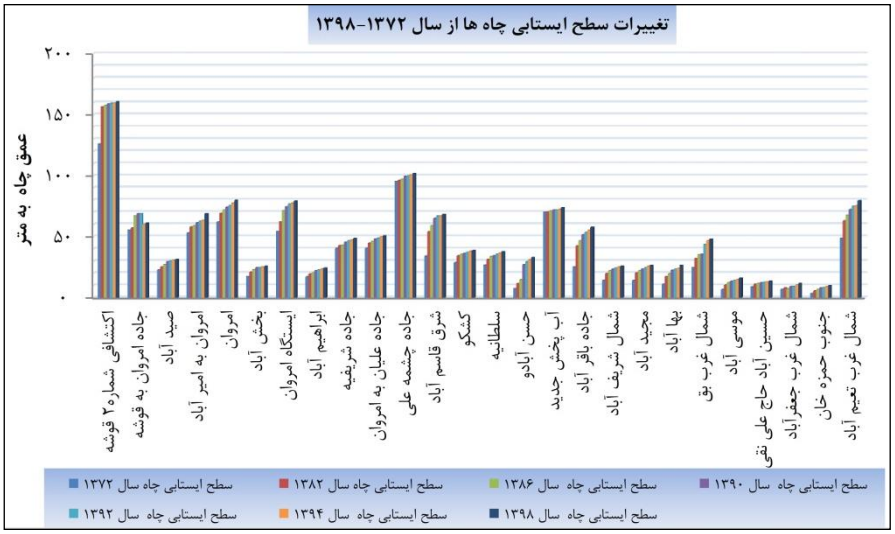


شکل ۷. تغییرات سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی با استفاده از روش کریجینگ



شکل ۸. نقشه روند تغییرات میزان سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان با استفاده از نرم‌افزار R

بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار منابع آب هر منطقه از اهمیت فراوانی برخوردار است. کاهش پیوسته سطح آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق دنیا در نیمه دوم قرن اخیر مشاهده‌شده است. این امر باعث کاهش ذخایر آب زیرزمینی در مقیاس بزرگ از منطقه شده است (شکل ۸). این کاهش ذخایر ناشی از دو عامل بهره‌برداری بیش از اندازه یا کاهش تغذیه در منطقه است، در سال‌های اخیر در حوضه آبخیز دامغان، استفاده از آب زیرزمینی به طور پیوسته برای تأمین نیازهای کشاورزی، شرب و صنعت افزایش‌یافته است. با بررسی اطلاعات ۲۶ حلقه چاه عمیق در حوضه به طور متوسط تراز آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان حدود ۱۴/۷ در سال در طی ۲۷ سال کاهش‌یافته و به طور میانگین سالانه ۰/۵۶ سانتی‌متر سطح آب زیرزمینی در این حوزه کاهش سطح آب زیرزمینی در حوضه رخداده است (جدول ۷). شکل ۹ تغییرات سطح آب چاه را طی دوره‌های مورد بررسی در تحقیق را نشان می‌دهد؛ و به طور متوسط در بررسی ۱۷۶۰ چاه مورد بررسی در سطح استان نیز طی این دوره به طور میانگین ۱۲/۳۴ متر کاهش تراز آب زیرزمینی رخداده است و این نشان می‌دهد که افت سطح آب زیرزمینی در این حوضه ۲/۳۶ متر بیشتر از میانگین ۲۷ سال سطح استان سمنان است.

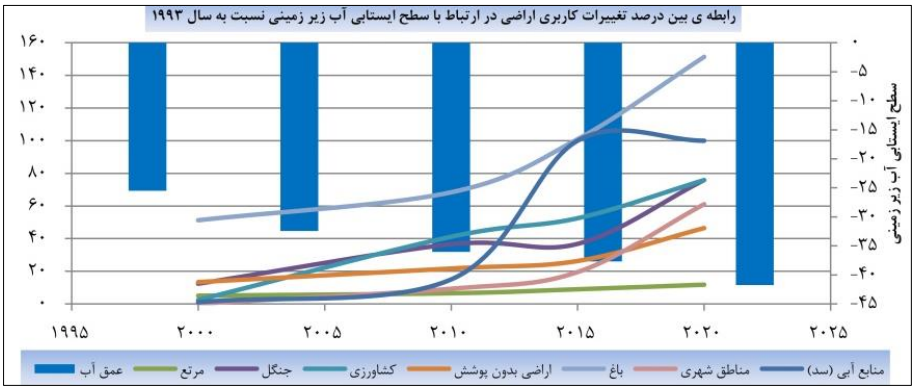


شکل ۹. نمودار تغییرات سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸

جدول ۷. تغییرات سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان از سال ۱۳۷۲- ۱۳۹۸

ردیف	اسم منطقه چاه	تغییرات سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی از سال ۱۳۷۲-۱۳۹۸	محدوده حوضه آبخیز	Zon	X	Y
۱	اکتشافی شماره ۲ قوشه	-۳۴/۴۴	دامغان	۴۰	۲۳۰۵۲۰	۳۹۸۲۲۹۵
۲	جاده امروان به قوشه	-۵/۶۷	دامغان	۴۰	۲۳۸۴۲۲	۳۹۸۳۹۸۰
۳	صید آباد	-۸/۴۹	دامغان	۴۰	۲۴۲۴۰۵	۳۹۹۳۹۵۹
۴	امروان به امیرآباد	-۱۵/۷۹	دامغان	۴۰	۲۴۳۷۹۶	۳۹۸۶۴۵۳
۵	امروان	-۱۷/۷۵	دامغان	۴۰	۲۴۴۳۹۱	۳۹۸۲۳۲۴
۶	بخش آباد	-۸/۳	دامغان	۴۰	۲۴۵۱۴۰	۳۹۹۷۹۰۳
۷	ایستگاه امروان	-۲۴/۷۷	دامغان	۴۰	۲۴۷۶۵۰	۳۹۷۸۷۷۶
۸	ابراهیم‌آباد	-۷/۱۶	دامغان	۴۰	۲۴۹۷۲۲	۳۹۹۴۹۷۷
۹	جاده شریفیه	-۷/۹۳	دامغان	۴۰	۲۵۰۰۵۴	۳۹۸۳۵۱۵
۱۰	جاده علیان به امروان	-۱۰/۲۹	دامغان	۴۰	۲۵۱۴۸۴	۳۹۷۸۰۸۹
۱۱	جاده چشمه‌علی	-۶/۶۲	دامغان	۴۰	۲۵۲۴۶۴	۴۰۰۸۰۷۱
۱۲	شرق قاسم‌آباد	-۳۴/۰۱	دامغان	۴۰	۲۵۳۰۱۰	۳۹۹۹۳۲۸
۱۳	کشکو	-۹/۸۳	دامغان	۴۰	۲۵۳۲۸۹	۳۹۸۷۹۲۰
۱۴	سلطانیه	-۱۱/۰۲	دامغان	۴۰	۲۵۶۱۰۵	۳۹۸۳۴۵۷
۱۵	حسن آبادو	-۲۵/۳۶	دامغان	۴۰	۲۵۶۲۷۲	۳۹۹۴۱۲۲
۱۶	آب پخش جدید	-۳/۵۸	دامغان	۴۰	۲۵۸۸۹۸	۴۰۱۱۵۲۴
۱۷	جاده باقرآباد	-۳۲/۴۵	دامغان	۴۰	۲۵۹۳۵۲	۳۹۹۹۳۹۵
۱۸	شمال شریف‌آباد	-۱۱/۴۱	دامغان	۴۰	۲۶۰۰۲۷	۳۹۸۸۵۷۶
۱۹	مجیدآباد	-۱۲/۵	دامغان	۴۰	۲۶۲۴۳۸	۳۹۸۴۸۴۷
۲۰	بها آباد	-۱۵/۶۶	دامغان	۴۰	۲۶۵۱۹۲	۳۹۹۶۰۵۰
۲۱	شمال غرب بق	-۲۳/۳۶	دامغان	۴۰	۲۶۸۷۹۰	۴۰۱۱۱۱۷
۲۲	موسی‌آباد	-۹/۳۳	دامغان	۴۰	۲۷۱۲۹۰	۴۰۰۱۲۴۳
۲۳	حسین‌آباد حاج علی‌نقی	-۴/۶۹	دامغان	۴۰	۲۷۲۲۵۵	۴۰۰۷۶۱۸
۲۴	شمال غرب جعفرآباد	-۴/۸۳	دامغان	۴۰	۲۷۷۱۵۳	۴۰۰۸۶۳۲
۲۵	جنوب حمزه خان	-۶/۳۹	دامغان	۴۰	۲۸۲۲۳۴	۴۰۰۷۸۷۹
۲۶	شمال غرب تعیم‌آباد	-۳۰/۶۹	دامغان	۴۰	۲۸۴۷۷۷	۴۰۱۴۷۴۰
	میانگین تغییر تراز سطح آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان				۱۴/۷	

درمجموع نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات سطح هر یک از کاربری صرف‌نظر از افزایشی یا کاهشی بودن آن‌ها با افزایش میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، در کاهش سطح آن اثر منفی با روند مشخصی داشته است و با ایجاد تغییر کاربری اراضی در منطقه موردمطالعه عمق چاه‌ها افزایش و به‌تبع سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی روند کاهشی داشته است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. نمودار رابطه بین درصد تغییرات سطح کاربری‌های اراضی با سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی در منطقه دامغان

بحث

تغییرات کاربری زمین‌ها امروزه یکی از عمده‌ترین دلایل و محرک‌های رخداد جهانی تغییر اقلیم و مخاطرات همراه با آن است (Zhang et al., 2016). به‌طورکلی در سطح جهان الگوی اصلی تغییرات کاربری زمین‌ها به‌صورت گسترش سطح زیر کشت زمین های کشاورزی و باغی، افزایش پهنه های شهری و مسکونی، گسترش شهرک های صنعتی و تجاری و از طرف دیگر کاهش سطح مراتع و جنگل‌ها، تبدیل مراتع مرغوب به مراتع متوسط و ضعیف است (Zhao et al., 2006؛ Amos et al., 2021).

نتایج پژوهش حاضر نیز نشان از کاهش سطح جنگل‌ها، مراتع و افزایش سطح باغات، مناطق شهری و اراضی بایر و ... است. باتوجه‌به نتایج حاصل از مقایسهٔ نقشه‌های کاربری می‌توان نتیجه گرفت که در طی دورهٔ موردمطالعه بیشترین سطح تغییرات کاربری اراضی مربوط به چهار کاربری اراضی بایر (افزایش سطح) جنگل‌های نیمه انبوه و انبوه (کاهش سطح)، مراتع (کاهش سطح) و اراضی باغی (افزایش سطح) می‌باشد. عمدتاً تغییر منابع آب زیرزمینی می‌تواند متأثر از تغییرات اقلیمی، نوع و شدت بهره‌برداری از این منابع در قالب کاربری‌های مختلف اراضی باشد. ازآنجایی‌که منابع آب زیرزمینی بلافاصله و در بازه‌های زمانی کوتاه تحت‌تأثیر تغییرات آب‌وهوایی به‌ویژه نوسانات بارندگی قرار نمی‌گیرند، تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز دامغان، بر میزان سطح منابع آب زیرزمینی تأثیر منفی را در طی ۲۸ سال نشان می‌دهد.

تحقیق بهمنش و همکاران (۱۳۹۴)، در دشت ارومیه نیز نتیجه مشابهی را در ارتباط با کاهش سطح آب زیرزمینی با تغییر کاربری و درنتیجه شدت بهره‌برداری از این منابع نشان داد. همچنین اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۴۰۰)، نشان دادند که کاهش سطح مراتع و افزایش سطح و به دنبال آن شدت برداشت از آب‌های زیرزمینی در اراضی کشاورزی در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۶ منجر به افت چشمگیر تراز آب زیرزمینی شده است. باتوجه‌به این موضوع که تغییرات کاربری اراضی به‌شدت در منطقه اتفاق افتاده است و از طرفی سطح منابع آب زیرزمینی نیز به‌شدت کاهش‌یافته است باید نسبت به کنترل برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی اقدام نمود که در راستایی نتایج تحقیق اکبرزاده و همکاران در سال ۱۳۹۸ در شهرستان سرخه است که ضرورت ایجاد پلیس آب را به‌منظور نظارت بر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی مطرح کردند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داده به‌طورکلی طی ۲۷ سال تغییرات کاربری اراضی و به‌تبع آن تغییرات سطح منابع آب زیرزمینی اتفاق افتاد و عامل آن گسترش فعالیت‌های انسانی است که موجب تغییرات بسیاری در پوشش زمین و سطح منابع آب زیرزمینی شده است و متأسفانه بروز چنین تغییراتی موجب کاهش شدید تراز سطح آب‌های زیرزمینی در حوضه آبخیز دامغان شده است به‌طوری‌که سالانه ۰/۵۶ سانتی‌متر تراز آب زیرزمینی کاهش‌یافته است و طی بازه ۲۷ سال ۱۴/۷ متر سطح آب زیرزمینی در این حوضه کاهش‌یافته است.

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش روند تغییرات سطح آب زیرزمینی منطقه موردمطالعه دررابطه‌با تغییرات کاربری اراضی است. اگر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در منطقه موردمطالعه به شکل کنونی ادامه یابد، بحران‌های اجتماعی و اقتصادی می‌تواند در منطقه شکل بگیرد. علاوه بر این نیز می‌توانند اثرات منفی نیز بر محیط‌زیست و منابع طبیعی منطقه بگذارد و سبب افزایش خطرات و خسارات ناشی از بلایای طبیعی مانند سیل نیز شود. درنهایت می‌توان بیان کرد که تهیهٔ نقشه‌های کاربری اراضی و بررسی تغییرات صورت‌گرفته در پوشش زمین و سطح منابع آب زیرزمینی در مقایسهٔ زمانی و مکانی گوناگون سبب افزایش شناخت محیط‌زیست، تلاش در جهت مدیریت پایدار منابع طبیعی و اعمال برنامه‌های مدیریتی در جهت توسعه پایدار می‌شود.

منابع

اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان (۱۳۹۹). *گزارش مطالعات تفصیلی - اجرایی آبخیزداری استان سمنان*. سمنان: اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان.

اصغری سراسکانرود، صیاد؛ قلعه، احسان؛ عبادی، الهام (۱۴۰۰). بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت اردبیل). *سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، *۱۲* (۱)، ۱۰۶-۸۶.

اکبرزاده، پیمان؛ یزدانی، محمدرضا؛ نیکو، شیما (۱۳۹۸). بررسی ضرورت ایجاد پلیس آب به‌منظور نظارت بر منابع آب زیرزمینی در روستاهای ایج، جوین و صوفی‌آباد شهرستان سرخه سمنان. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۹ (۴)، ۸۹-۱۰۲.

بهمنش، جواد؛ صمدی، رقیه؛ رضایی، حسین (۱۳۹۴). بررسی روند تغییرات تراز آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت ارومیه). *نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک*، ۲۲ (۴)، ۸۴-۶۷.

حقی زاده، علی؛ نصراللهی، علی حیدر، ارشیا، آزاده (۱۳۹۷). اثر تغییرات کاربری اراضی بر روی افت تراز آب زیرزمینی (مطالعه موردی منطقه چغلوند استان لرستان). *مجله ترویج و توسعه آبخیزداری*، *۶* (۲۳)، ۱-۸.

رافعی، اسما؛ دانه کار، افشین؛ زند بصیری، مهدی؛ باقر زاده کریمی، مسعود (۱۴۰۰). تحلیلی بر تغییرات پوشش/کاربری اراضی تالاب بین‌المللی شادگان در دو دهه اخیر. *نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۱(۱)،۱-۱۶.

طاهری، فروزان؛ رهنما، محمدرحیم؛ خوارزمی، امید علی؛ خاکپور، برات علی (۱۳۹۷). بررسی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چند زمانهٔ شهر شاندیز (طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۴). *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، *۱۶* (۵۰)، ۱۴۲-۱۲۷.

عزیزیان، سجاد (۱۳۹۸). *تأثیر کاربری اراضی بر کمیت منابع آب زیرزمینی دشت ملایر همدان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ملایر.

عفیفی، محمدابراهیم (۱۳۹۹). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف و مدل LCM مطالعه موردی: شهر شیراز. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۰ (۵۶)، ۱۴۱-۱۵۸.

عمادالدین، سمیه؛ شیدایی مجد، نسرین؛ آرخی، صالح (۱۳۹۹). بررسی تاثیر روند تغییرات کاربری اراضی روی افت تراز آب زیرزمینی (محدوده مطالعاتی: ماهی دشت کرمانشاه). *مجله مخاطرات محیطی*، ۹ (۲۵)، ۱۲۵-۱۴۲.

فرامرزی، مرزبان؛ یعقوبی، ثریا؛ کریمی، کامران (۱۳۹۳). اثر تغییرات کاربری اراضی روی افت تراز آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت دهلران ایلام). *مجله مدیریت آب در مناطق خشک*، *۱* (۲)، ۶۴-۵۵.

قربانی، مهدی؛ نظری سامانی، علی‌اکبر؛ کوهبنانی، حمیدرضا؛ اکبری، فاطمه (۱۳۸۹). ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز طالقان. *مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیادانان جهان اسلام*، زاهدان: دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۴۲۹-۴۲۲.

مجرد، فیروز؛ ناصریه، مهتاب؛ هاشمی، سیروس (۱۳۹۷). بررسی تغییرات دورهای و فصلی جزیره گرمایی شهر کرمانشاه در شب و روز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *فصلنامه فیزیک زمین و فضا*، ۴۴ (۲)، ۴۷۱-۴۸۳.

مظاهری، محمودرضا؛ اسفندیاری، مهرداد؛ مسیح آبادی، محمدحسن؛ کمالی، اردوان (۱۳۹۲). پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: جیرفت، استان کرمان). *نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی)*، ۴ (۲)، ۲۵-۳۹.

نصر الهی، محمد؛ ممبنی، مریم؛ ولی‌زاده، سارا؛ خسروی، حسن (۱۳۹۳). بررسی تأثیر روند تغییرات کاربری اراضی/ پوشش زمین‌بر وضعیت منابع آب زیرزمینی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: دشت گیلان‌غرب). *فصلنامه علمی‌پژوهشی اطلاعات جغرافیایی*، ۲۳ (۹۱)، ۸۰-۹۳.

نیکزاد، مینا؛ جلیلی، خلیل؛ مرادی، حمیدرضا (۱۳۹۷). برآورد تغییرات زمانی و مکانی سطح ایستابی آبخوان دشت بیستون استان کرمانشاه با روش‌های زمین‌آمار. *مجله مهندسی آبیاری و آب*، ۸ (۴)، ۷۹-۹۹.

وزارت نیرو (۱۳۹۹). *تقسیمات تماب*، اداره آب منطقه‌ای استان سمنان.

References

Afifi, M. I. (2020). Modeling Land Use Change Using Markov Chain Model and LCM Model Case Study: Shiraz. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, *20* (56), 141-158 (In Persian).

Akbarzadeh, P., Yazdani, M. R., & Nikoo, Sh. (2019). Investigating the need to establish a water police in order to monitor groundwater resources in the villages of Edge, Joven and Sufiabad, Sorkheh, Semnan. *Geography and Environmental Sustainability*, *9* (4), 89-102 (In Persian).

Amini, A., & Hesami, A. (2017). The role of land use change on the sustainability of groundwater

resources in the eastern plains of Kurdistan, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, *189* (6), 297-309. https://doi.org/10.1007/s10661-017-6014-3.

Amos, P.K., Tai, A.B., Perry, H.L., Ma, A., Yuk-Chun Chan, C., Ming-Keung Chow, A., David, A., Ridley, D., Jasper, F., & Kok, E. (2021). Impacts of climate and land cover variability and trends on springtime East Asian dust emission over 1982–2010: Amodeling study. *Atmospheric Environment*, *254*. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118348.

Asghari Saraskanrood, S., Qala, E., & Ebadi, E. (2021). Investigation of land use changes and its relationship with groundwater level (Case study: Ardabil plain). *Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources*, *12* (1), 86-106 (In Persian).

Azizian, S. (2018). *The Impact of Land Use on the Quantity of Groundwater Resources in Malayer Plain, Hamadan*. M.Sc. Thesis, Malayer University (In Persian).

behmanesh, J., Samadi, R., & Rezaei, H. (2015). Investigating the trend of groundwater level changes (Case study: Urmia plain). *Journal of Water and Soil Conservation Research*, *22* (4), 67-84 (In Persian).

Emaduddin, S., shaidai Majd, Nasrin., & Arkhi, S. (2020). Investigating the effect of land use change trends on groundwater level decline (study area: Mahidasht, Kermanshah). *Journal of Environmental Hazards*, *25* (9), 23-47 (In Persian).

Faramarzi, M., Yaqubi, S., & Karimi, K. (2014). The Effect of Land Use Changes on Groundwater Level Decline (Case Study of Dehloran Plain, Ilam). *Journal of Water Management in Arid Areas*, *1* (2), 55-64 (In Persian).

General Department of Natural Resources and Watershed Management of Semnan Province (2020). *Report on Detailed-Executive Watershed Management Studies*. Semnan: General Department of Natural Resources and Watershed Management of Semnan Province (In Persian).

Ghorbani, M., Nazari Samani, A.A., Koohbanani, H.R., & Akbari, F. (2009). Assessing the trend of land use change in Taleghan watershed. In*: Proceedings of the Fourth International Congress of Geographers of the Islamic World*, (pp. 422-429). Zahedan: University of Sistan & Baluchestan (In Persian)

Haghizadeh, A., Nasrollahi, A.H., & Arshia, A. (2018). The Effect of Land Use Changes on Groundwater Level Decline (Case Study of Chaghlovand Region of Lorestan Province). *Journal of Watershed Management Extension and Development*, *6* (23), 1-8 (In Persian).

Harciníková, T., & Stankova, H. (2014). The possibilities to support ZB GIS® database update using object-based image analysis in ecognition developer software. *Geodesy and Cartography*, *40* (3), 122-132. https://doi.org/10.3846/20296991.2014.962733.

Javier, T., Rita, M., Silva, P., Alexandre, A., Daniel, A.R., Marcos, O., Marcelo, F. (2018). SestinibDesertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000–2016, *Int J Appl Earth Obs Geoinformation,* 73 ,197-206.

Kachhwala, T. (1985). Temporal monitoring of forest land for change detection and forest cover mapping through satellite remote sensing. In: *Proceedings of the 6th Asian Conference on Remote Sensing*, (21-26). India: National Remote Sensing Agency.

Kumar, P., Dasgupta, R., Johnson, B.A., Saraswat, C., Basu, M., Kefi, M., & Mishra, B.K. (2019). Effect of landuse changes on water quality in an ephemeral coastal plain: Khambhat City, Gujarat, India.*Water*, *11* (4), 724. https://doi.org/10.3390/w11040724.

Kwanele, P., & Njoya, S. N. (2017). Mapping soil erosion in Quaternary catchment in the Eastern Cape using GIS and remote sensing. *South African Journal of Geomatics*, *6* (1), 11-29. http://dx.doi.org/10.4314/sajg.v6i1.2.

Lambin, E. F., & Geist, H. J. (2006). Land use and land cover change: Local processes and global impacts. IGBP Springer Book Series, Heidelberg: Springer.

Lamichhane, S., & Narendra Man, S. (2019). Alteration of groundwater recharge areas due to land use/cover change in Kathmandu Valley, Nepal. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, *26*, 100635. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100635.

Lanfredi, M., Coppola, R., Simoniello, T., Coluzzi, R., Imbrenda, V., & Macchiato, M. (2015). Early identification of land degradation hotspots in complex bio-geographic regions. *Remote Sensing*, *7* (6), 8154-8179. https://doi.org/10.3390/rs70608154.

Lu, C., Mausel, P., Brondízio, E., & Moran, E. (2004). Change detection techniques. International *Journal of Remote Sensing*, 25, 2365-2401.

Ministry of Power (2020). Tamab Divisions, Regional Water Department of Semnan Province (In Persian).

Mishra, N., & Kumar, S. (2015). Impact of land use change on groundwater recharge in Haridwar district. In: *20th International Conference on Hydraulics, Water Resources and River Engineering* (1234-1243). India: Indian Institute of Technology.

Mojarad, F., Nasiriyah, M., & Hashemi, S. (2018). Investigation of periodic and seasonal changes of Kermanshah heat island day and night using satellite images. *Quarterly Journal of Earth and Space Physics*. *44* (2), 471-483 (In Persian).

Nasrallah, M., Membani, M., Valizadeh, S., & Khosravi, H. (2014). Investigating the effect of land use / land cover change trends on the status of groundwater resources, using satellite images (Case study: Gilan-e-Gharb plain). *Geographical Information Quarterly*, *23* (91), 80-93 (In Persian).

Nikzad, M., Jalili, Kh., & Moradi, H. (2019). Estimation of temporal and spatial changes of aquifer water level of Bistoon plain of Kermanshah province by geostatistical methods. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, *8* (4), 79-99 (In Persian).

Prince, S. D., Becker-Reshef, I., & Rishmawi, K. (2009). Detection and mapping of longterm land degradation using local net production scaling: application to Zimbabwe. *Remote Sensing Environment*, *113* (5), 1046-1057.

Rafie, A., Danehkar, A., Zand Basiri, M., & Baqerzadeh Karimi, M. (2021). An analysis of land cover / land use changes in Shadegan International Wetland in the last two years. *Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources*,*1* (1),1-16 (In Persian).

Rana, M., & Kharel, S. (2019). Feature extraction for urban and agricultural domains using ecognition developer. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, *XLII-3/W6*, 609-615. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W6-609-2019, 2019.

Scanlon, B., Reedy, R., Tonestromw, D., Prudicz, D., & Dennehy, K. (2005). Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Global Change Biology*. *11*, 1577-1593.

Sundarakumar, K., Harika, M., Begum, S.A., Yamini, S. & Balakrishna, K. (2012). Land Use and Land Cover Change Detection and Urban Sprawl Analysis of Vijayawada City Using a Landsat Data. *Engineering Science & Technology*, *4*, 170-178.

Taheri, F., Rahnama, M.R., Kharazmi, O., & Khakpour, B. (2018). Investigation and forecasting of land use changes using multi-time satellite data of Shandiz city (during the years 1379-1394). *Geography and Development Quarterly*, *16* (50), 127-142 (In Persian).

Tomasellaa, J., Vieira, R.M.S.P., Barbosab, A.A., Rodriguez, D.A., Santanad, M. D.O., & Sestini, M.F. (2018). Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000-2016. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *73* ,197-206. https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.06.012.

Vito, F. U., Raffaele, G., & Nicola, L. (2003). A Fuzzy Knowledge-Based Decision Support System for Groundwater Pollution Risk Evaluation. *Environmental Management*, *73* (3), 197-189.

Zhang, D.F., Gao, X.J., Zakey, A., & Giorgi, F. (2016). Effects of climate changes on dust aerosol over East Asia from RegCM3. *Advances in Climate Change Research*, *7* (3), 145-153. https://doi.org/10.1016/j.accre.2016.07.001

Zhao, C., Peng, H., Jiang, D., Tian, X., & Lei, X. (2006). Land use change in Asia and the ecological consequences. *Ecological Research*, *21* (6), 890-896.