



Study on changes in understory agricultural use, canopy density, and number of trees stands in Dena forests

Zahra Khorshidi Doghozloo¹ | Alireza Salehi² | Sohrab Alvaninejad³ | Mohsen Farzin⁴

1. Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Yasouj, Yasouj, Iran. E-mail: zkhorshidi@yu.ac.ir

2. Corresponding Author, Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Yasouj, Yasouj, Iran. E-mail: asalehi@yu.ac.ir

3. Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Yasouj, Yasouj, Iran. E-mail: salvaninejad@yu.ac.ir

4. Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Yasouj, Yasouj, Iran. E-mail: m.farzin@yu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 26 July 2025

Received in revised form 19

November 2025

Accepted 25 November 2025

Published online 21 November

2025

Keywords:

Deforestation,

Dena Protected Area,

Land cover-use change,

Land use transition matrix.

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the trend of changes in agricultural land use in the forest understory and to investigate changes in canopy density and number of tree stands in the Western Danai Protected Area and its adjacent open area during the period 1967 (1346 AH) to 2023 (1402 AH). The method of visual interpretation and simultaneous comparison of changes in the location of circular sample plots (1000 m²) in a 500 x 500 m survey grid was used on orthophotos of 1967 and Google Earth images (2009 and 2023) in pairs on two adjacent display screens. In each sample plot, changes in agricultural land use in the forest understory in seven levels and forest cover characteristics including canopy density percentage and number of tree stands or group crossings were interpreted and recorded. The land use transition matrix and the nonparametric Friedman, Mann-Whitney U and Wilcoxon Signed-Rank tests were used to analyze and compare the data. The results showed that agricultural land use change in the protected area is more stable than in the open area, but the decrease in the percentage of canopy density and the number of tree stands during this period indicates that the forest cover destruction in understory agricultural lands in the protected area was more severe. During this period, the average number of tree stands decreased from 4.33 in 1967 to 3.65 in 2023 and the median canopy density in the protected area decreased from 20% to 5%. These findings indicate a contradiction with conservation expectations and highlight the need for more efficient management to reduce forest destruction.

Cite this article: Khorshidi Doghozloo, Z., Salehi, A., Alvaninejad, S., & Farzin, M. (2025). Study on changes in understory agricultural use, canopy density, and number of trees stands in Dena forests. *Journal of Natural Environment*, 78 (3), 509-521. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.398138.2822>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.398138.2822>

بررسی تغییرات کاربری کشاورزی زیراشکوب، تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی در جنگل های دنا

زهرا خورشیدی دوقزلو^۱ | علیرضا صالحی^۲ | سهراب الوانی نژاد^۳ | محسن فرزین^۴

۱. گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. رایانامه: zkhorsshidi@yu.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. رایانامه: asalehi@yu.ac.ir
۳. گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. رایانامه: salvaninejad@yu.ac.ir
۴. گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. رایانامه: m.farzin@yu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۴	هدف از پژوهش حاضر بررسی روند تغییرات کاربری اراضی کشاورزی در زیراشکوب جنگل و بررسی تغییرات تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی در منطقه حفاظت شده دنا ی غربی و منطقه آزاد مجاور آن در دوره زمانی ۱۹۶۷ (۱۳۴۶ ه ش) تا ۲۰۲۳ (۱۴۰۲ ه ش) بود. از روش تفسیر چشمی و مقایسه همزمان تغییرات در محل قطعات نمونه دایره ای (۱۰۰۰ مترمربع) در یک شبکه آماربرداری ۵۰۰×۵۰۰ متری بر روی عکس های هوایی ارتو شده سال ۱۹۶۷ و تصاویر Google Earth (۲۰۲۳ و ۲۰۰۹) به صورت دو به دو بر روی دو صفحه نمایشگر مجاور هم استفاده شد. در هر قطعه نمونه، تغییرات کاربری اراضی کشاورزی در زیر اشکوب جنگل در هفت طبقه و مشخصات پوشش جنگلی شامل درصد تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی و یا جست گروه ها تفسیر و ثبت شدند. برای تحلیل و مقایسه داده ها از ماتریس انتقال کاربری اراضی و آزمون های غیر پارامتریک فریدمن (Friedman)، من-ویتنی (Mann-Whitney U) و ویلکاکسون (Wilcoxon Signed-Rank) استفاده شد. نتایج نشان داد تغییر کاربری اراضی کشاورزی در منطقه حفاظت شده نسبت به منطقه آزاد ثبات بیشتری دارد، اما کاهش درصد تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی در این دوره زمانی نشان می دهد که تخریب پوشش جنگلی در اراضی کشاورزی زیراشکوب در منطقه حفاظت شده شدیدتر بوده است. در این دوره زمانی، میانگین تعداد پایه های درختی از ۴/۳۳ در سال ۱۹۶۷ به ۳/۶۵ در سال ۲۰۲۳ و میانه تراکم تاج پوشش در منطقه حفاظت شده از ۲۰ درصد به ۵ درصد کاهش داشته است. این یافته ها نشان دهنده تناقض با انتظارات حفاظتی است و لزوم مدیریت کارآمدتر برای کاهش تخریب جنگل ها را برجسته می کند.
کلیدواژه ها:	
تخریب پوشش جنگلی،	
تغییر پوشش/کاربری	
اراضی،	
ماتریس انتقال کاربری،	
منطقه حفاظت شده دنا.	

استناد: خورشیدی دوقزلو، زهرا؛ صالحی، علیرضا؛ الوانی نژاد، سهراب؛ و فرزین، محسن (۱۴۰۴). بررسی تغییرات کاربری کشاورزی زیراشکوب، تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی در جنگل های دنا. محیط زیست طبیعی، ۷۸ (۳)، ۵۲۱-۵۰۹.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.398138.2822>



مقدمه

در دهه‌های اخیر، تغییر و تبدیل پوشش جنگلی به کاربری‌های کشاورزی از جمله نگرانی‌های عمده در زمینه تخریب محیط‌زیست، نابودی گونه‌ها و تغییر اقلیم جهانی بوده است (Wali et al., 1999; Turner et al., 2007; Lambin et al., 2011; Mahdavi et al., 2022). تغییر و تخریب گسترده در پوشش جنگلی می‌تواند از عوامل مهم تغییر در جریان آب‌های سطحی، فرسایش خاک و کاهش تنوع زیستی در سطح یک منطقه باشد (Lagomarsino et al., 2011; Rahdari et al., 2011; Khatirpash, 2018). جنگل‌های زاگرس به‌عنوان یکی از وسیع‌ترین نواحی جنگلی در ایران (Sagheb-Talebi et al., 2004)، نقش مهمی را در ایجاد شرایط مناسب زیستی برای جوامع محلی و تولید محصولات فرعی جنگلی ایفا می‌نمایند (Salehi et al., 2010). کشت زیراشکوب در دراز مدت سبب کاهش تنوع گیاهی و تخریب پوشش زیراشکوب جنگل شده و بقای گونه‌های جانوری را نیز تحت تأثیر منفی خود قرار می‌دهد (Rostamvandi Zabrlou et al., 2022; Zakeri et al., 2015). کشت در زیراشکوب جنگل بر خصوصیات کمی و کیفی توده‌های بلوط نیز تأثیرگذار است، این موضوع در دشت برم کازرون در استان فارس باعث خشکیدگی بیش از ۷۵ درصدی تاج درختان بلوط شاخه‌زاد شده است (Zakeri et al., 2015). کشاورزی در سایه درختان جنگل اگر چه باعث حذف سریع درختان جنگلی نمی‌شوند، اما استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی، پوشش گیاهی زیراشکوب را تضعیف کرده و مانع از زادآوری و تجدید حیات جنگل می‌شود، که نتیجه آن تخریب کیفی جنگل و در درازمدت باعث کاهش سطح جنگل و تغییر پوشش و کاربری آن خواهد شد. همچنین، استفاده از آفت‌کش‌ها و سموم مختلف در کشاورزی در زیراشکوب جنگل به مرور زمان بر بوم سازگان جنگل اثر گذاشته و باعث از بین رفتن پوشش گیاهی و حشرات مفید آن می‌شود (Heydari et al., 2021). در زمین‌های جنگلی با کشاورزی در زیراشکوب، میزان ذخیره بذری خاک به شدت کاهش یافته و زادآوری گونه‌های درختی مختل می‌شود. این موضوع آینده جنگل را به مخاطره انداخته و لازم است در زمینه مدیریتی کار آمد برای مقابله با این نوع کاهش جنگل برنامه‌ریزی گردد (Heydari et al., 2021).

اگرچه، ایجاد مناطق حفاظت‌شده و پارک‌های ملی می‌تواند نقش مؤثری را در حفاظت بیشتر عرصه‌های طبیعی و جنگلی ایفا کند (Braatz, 1992; Bruner et al., 2001; Majnounian, 2003; Keivan Behjou, 2019)، اما در دهه‌های اخیر با افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی-اجتماعی، گزارش‌های میدانی از افزایش روند تخریب کمی و کیفی عرصه‌های جنگلی حتی در بعضی از مناطق حفاظت‌شده حکایت دارند. از جمله، Arameshenia و همکاران (۲۰۲۴) بر تأثیر زیاد کشاورزی و باغداری در روستاهای منطقه حفاظت‌شده دنا بر تخریب گسترده در عرصه‌های جنگلی و مرتعی این روستاها تأکید دارند. Rostamvandi Zabrlou و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی میزان تخریب سیمای سرزمین و با در نظر گرفتن فعالیت‌های انسانی و ویژگی‌های طبیعی منطقه حفاظت‌شده دنا بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۱۳۹۸، جلوگیری از توسعه کشاورزی در زیراشکوب جنگل و به دنبال آن جلوگیری از تبدیل اراضی زراعی زیراشکوب جنگل به باغات را از مهمترین اقدامات اولیه حفاظتی در این رابطه معرفی کردند. Malek hosseini و Dashti (۲۰۱۶) با ارزیابی مخاطرات محیط‌زیستی منطقه حفاظت‌شده دنا، وضعیت مدیریتی منطقه حفاظت‌شده را نامناسب ارزیابی کرده و حفظ بهتر تنوع زیستی و یکپارچگی اکوسیستم این منطقه را مبتنی بر انجام مدیریت تلفیقی اکوسیستم و جوامع انسانی می‌دانند. همچنین، آنها خطر تأثیر مخرب کشاورزی محلی را با وزن بالایی ارزیابی کردند و با توجه به وضعیت موجود عوامل تخریب در منطقه حفاظت‌شده دنا، بیان داشتند که در حال حاضر برنامه‌ریزی مناسب و مدیریت جامع و کارآمدی برای حفاظت از این منطقه و امکان اجرای استفاده‌های چندجانبه از آن با تأکید بر حفظ موجودیت منطقه اجرا نمی‌شود (Malek hosseini and Dashti, 2017). قبلاً نیز Moradi Ghiasabadi و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تصاویر ماهواره‌ای منطقه حفاظت‌شده دنا در یک دوره ۳۰ ساله بین ۱۹۷۶م (۱۳۵۵) و ۲۰۰۸م (۱۳۸۷)، افزایش مساحت زمین‌های کشاورزی را در منطقه حفاظت‌شده دنا گزارش داده بودند. اگرچه Moradi Ghiasabadi و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات کاربری اراضی در دنا را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی کرده‌اند، اما ارزیابی دقیق تغییرات ساختاری توده‌های جنگلی در عرصه‌های دارای کشاورزی زیراشکوب کمتر مورد توجه قرار گرفته است. همچنین مقایسه مستقیم منطقه حفاظت‌شده و منطقه آزاد مجاور آن از دیدگاه تغییرات پوشش درختی و شدت تخریب در گذر زمان، از اهمیت بالایی برخوردار است.

منطقه حفاظت‌شده دنا در مرز حوزه استحفاظی شهرستان دنا در استان کهگیلویه و بویراحمد و شهرستان سمیرم در استان

اصفهان واقع شده است. به استناد مصوبه شماره ۱۲۶ مورخ ۱۳۶۹/۱۱/۷ شورای عالی حفاظت محیط زیست به عنوان منطقه حفاظت شده اعلام گردید و سپس طی مصوبه شماره ۳۶۰ شورای عالی محیط زیست (کمیسیون زیربنایی دولت) مورخ ۱۳۹۱/۱/۱۹ سطح حفاظتی بخش مرکزی آن (شکل ۱) به وسعت ۲۵۸۲۲ هکتار به پارک ملی ارتقا یافت و در سال ۱۳۸۹ به عنوان دهمین ذخیره گاه زیست کره ایران در یونسکو شناخته شد.

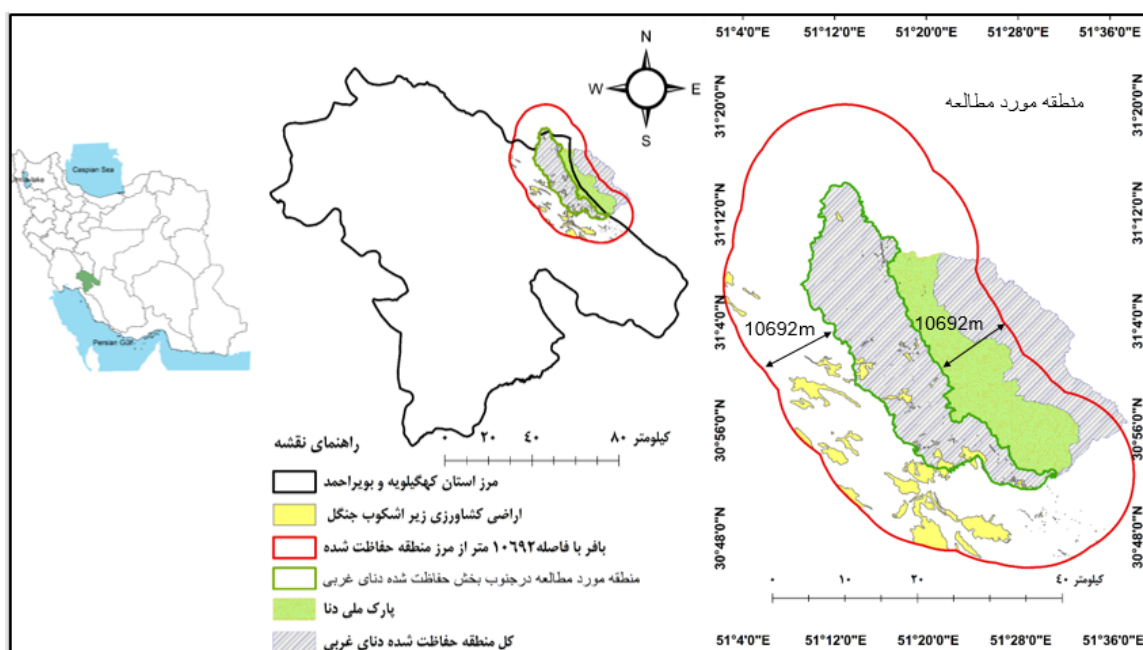
Salehi و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از تفسیر سه بعدی قطعات نمونه هوایی در یک شبکه آماری سیستماتیک بر روی عکس های هوایی سیاه و سفید اسکن شده، متعلق به سال های ۱۹۶۹ (۱۳۴۸) و ۱۹۹۳ (۱۳۷۲) در دو صفحه نمایشگر مجاور هم به صورت همزمان، در یک حوزه جنگلی در زاگرس جنوبی، تغییرات پوشش جنگلی را در ارتباط با بهره برداری های سنتی، چرای دام، تغییرات جمعیتی و مسائل اقتصادی و اجتماعی منطقه بررسی کردند و تغییرات کاهشی و در مواردی افزایشی را در رابطه با تغییرات اقتصادی-اجتماعی منطقه در دوره های زمانی مختلف گزارش دادند. Salehi و Jahangirian (۲۰۱۵) از روش تفسیر چشمی و مقایسه همزمان قطعات نمونه طراحی شده در GIS در دو صفحه نمایشگر مجاور هم، بر روی ارتوفتوی سال ۱۹۶۵ (۱۳۴۴) و تصاویر سامانه Google Earth (۲۰۱۱) برای بررسی تغییرات کاربری و پوشش پارک جنگلی یاسوج استفاده کردند که نتیجه تحقیق آنها نشان داد بیشترین تغییر کاربری-پوشش زمین در مناطق کم شیب بوده است و شیب زیاد، به عنوان عاملی مهمی برای محدود کردن دسترسی افراد برای تغییر و تبدیل پوشش-کاربری این عرصه ها به شمار می رود.

با توجه به تأثیر کشاورزی در زیر اشکوب جنگل بر پوشش-کاربری اراضی، در ساختار و تراکم پوشش درختان جنگلی این عرصه ها در دهه های گذشته نیز تغییرات قابل توجهی بوجود آمده است. به طوری که کشاورزان جهت دستیابی به عرصه های وسیع تر و توسعه مکانیزاسیون کشاورزی تمایل به از بین بردن تدریجی پایه های درختی و آسان نمودن تردد ماشین آلات کشاورزی در این عرصه ها دارند. هدف اصلی از پژوهش حاضر بررسی و مقایسه روند تغییرات کاربری زمین های کشاورزی در زیر اشکوب جنگل، بررسی و مقایسه روند تغییرات مشخصه های پوشش درختان جنگلی از جمله درصد تراکم تاج پوشش و تعداد جست گروه یا پایه درختی در این اراضی و بررسی وضعیت گرایش پوشش جنگلی در منطقه دنا، شامل منطقه حفاظت شده دنا غربی و بخشی از منطقه آزاد مجاور آن در دوره زمانی بین سال ۱۹۶۷ (۱۳۴۶) تا زمان انجام مطالعه (سال ۲۰۲۳، ۱۴۰۲) و دوره زمانی بین آنها (سال ۲۰۰۹، ۱۳۸۸) می باشد. به علاوه در این تحقیق در نظر است تأثیر حفاظتی اعلام شدن منطقه دنا بر تغییرات کاربری اراضی کشاورزی زیر اشکوب جنگل و مشخصه های پوشش جنگلی منطقه مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. با استفاده از نتایج این تحقیق، ضمن ارزیابی روند تأثیر کشاورزی در زیر اشکوب بر تغییرات پوشش درختی عرصه، می توان از تأثیر حفاظتی اعلام شدن منطقه بر این فعالیت ها آگاهی یافته و تأثیر آن را بر پایداری منابع جنگل در دهه های آتی پیش بینی نمود. نتایج این مطالعه می تواند مبنایی برای بازنگری سیاست های حفاظتی و برنامه ریزی کاربری زمین در اکوسیستم حساس دنا فراهم کند. عمده ترین سوالاتی که این تحقیق می تواند در مورد منطقه مورد مطالعه پاسخ دهد به صورت زیر است: از دهه های گذشته، آیا انجام زراعت در زیر اشکوب جنگل باعث تغییر در ساختار پوشش درختان جنگلی منطقه شده است؟ با مقایسه مشخصه های درختان جنگلی و تغییرات کاربری کشاورزی در زیر اشکوب جنگل در دو منطقه حفاظت شده و منطقه آزاد مجاور آن، آیا حفاظتی اعلام شدن منطقه توانسته است در حفاظت و پایداری پوشش درختان جنگلی و پایداری در کاربری اراضی منطقه نقش مؤثری ایفا نماید؟ تحلیل ساختاری توده بلوط با تمرکز بر دو شاخص کمی شامل تراکم تاج پوشش و تعداد پایه ها، استفاده از تفسیر همزمان عکس های هوایی (۱۹۶۷) و تصاویر Google Earth برای پایش بلندمدت پوشش جنگلی در مقیاس قطعه نمونه، مقایسه روندهای زمانی در دو منطقه از نظر مدیریت حفاظتی متفاوت و ارائه شواهد تجربی درباره اثر بخشی یا ناکارآمدی حفاظت رسمی در جلوگیری از تخریب پوشش جنگلی از جنبه های نوآورانه این پژوهش محسوب می شوند.

روش شناسی پژوهش

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه شامل اراضی کشاورزی زیر اشکوب جنگل در بخشی از حوزه آبخیز بشار در محدوده بخش جنوبی منطقه حفاظت شده دنا غربی و منطقه آزاد مجاور آن با مساحتی حدود ۱۳۱۳۶۷ هکتار بین مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۳ دقیقه و ۳۴ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه و ۴۶ ثانیه طول

شرقی در محدوده شهرستان دنا در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار گرفته است (شکل ۱). پوشش جنگلی غالب در این منطقه را بلوط ایرانی تشکیل می دهد و در مناطقی که شرایط توپوگرافی از جمله شیب زمین اجازه داده است از گذشته های دور در زیراشکوب این درختان به صورت سنتی زراعت دیم انجام شده است. در حال حاضر این عرصه ها به عنوان اراضی جنگلی شناخته می شوند که از لحاظ حقوقی جزء منابع ملی محسوب شده و جنگل نشینان به صورت عرفی در آنها به کشاورزی از جمله زراعت مشغول می باشند (Amuzad Mahdiraji, 2022). با توجه به عرض متوسط بخش جنوبی منطقه حفاظت شده دنا ی غربی در استان کهگیلویه و بویراحمد (۱۰۶۹۲ متر)، منطقه آزاد مجاور آن در محدوده ای با فاصله ۱۰۶۹۲ متر در مجاورت مرز خارجی منطقه حفاظت شده به صورت بافری در نظر گرفته شد (شکل ۱). براساس آمار در دسترس کنونی از سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، بخشی از منطقه حفاظت شده دنا ی غربی با مساحتی حدود ۴۱۳۹۰ هکتار که منطقه مورد مطالعه را در بر می گیرد، ۴۸ روستا را با مجموع جمعیت ۱۳۹۴۶ نفر در خود جای داده است و روستای میمند با جمعیتی حدود ۱۴۵۰ نفر بزرگترین روستای آن است. بخش خارج از منطقه حفاظت شده واقع در محدوده بافر رسم شده (با شعاع ۱۰۶۹۲ متر) (شکل ۱) به عنوان منطقه آزاد با مساحتی حدود ۸۹۹۸۰ هکتار با تعداد ۱۰۸ روستا، جمعیتی حدود ۲۷۲۹۵ نفر را در خود جای داده است و روستای پاتاوه فاطمی با جمعیتی حدود ۱۹۸۸ نفر بزرگترین روستای آن را تشکیل می دهد. مجموع مساحت کاربری کشاورزی در زیراشکوب جنگل در منطقه حفاظت شده و منطقه آزاد اطراف آن با توجه به نقشه کاربری اراضی به روز شده استان از سال ۲۰۰۹ (Karami and Fegghi, 2012; Rostamvandi Zabrlou et al., 2022) به ترتیب حدود ۱۴۰۵ هکتار و ۹۰۲۹ هکتار محاسبه گردید. با توجه به نقشه های شیب و جهت تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع منطقه، اراضی کشاورزی در زیراشکوب جنگل در هر دو منطقه با شیبی متوسط تا کم در جهت جنوب غربی در ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند. این عرصه ها به طور عرفی از گذشته توسط اشخاص مورد کشاورزی قرار می گرفته اند. محدوده مورد مطالعه، شامل بخشی از منطقه حفاظت شده دنا ی غربی و منطقه آزاد مجاور آن در استان کهگیلویه و بویراحمد، از نقشه پوشش و کاربری اراضی استان جداسازی شد.



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه حفاظت شده دنا ی غربی و زمین های کشاورزی در زیر اشکوب جنگل در آن منطقه و منطقه آزاد مجاور منطقه حفاظت شده در استان کهگیلویه و بویراحمد و ایران

روش بررسی: با توجه به اهداف مطالعه، با بررسی میدانی منطقه و انطباق نقشه پوشش- کاربری اراضی موجود که در سال ۲۰۰۹ تهیه شده با واقعیت زمینی، مشخص شد دو کاربری مشخص شده در این نقشه با عناوین Mix-dryfarming-x و Mix-agri-dryfarming، اراضی کشاورزی در زیراشکوب جنگل و آمیخته با پایه های بلوط را تشکیل می دهند. بنابراین، از بین کاربری های مختلف در این نقشه، تنها این دو کاربری انتخاب و پس از ادغام لایه اطلاعاتی آنها با هم به عنوان محدوده کاربری کشاورزی

دیم در زیراشکوب جنگل یا همان محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شد. مرز محدوده انتخاب شده با استفاده از بازدیدهای میدانی موردی و تفسیر چشمی تصاویر Google Earth از سال ۲۰۰۹ بررسی و اصلاحات و برورسانی‌های لازم بر روی آن انجام شد. از سال ۲۰۰۹ (۱۳۸۸) تا ۲۰۲۳ (۱۴۰۲) با توجه به برورسانی نقشه پوشش-کاربری اراضی منطقه از سال ۱۳۸۶، مساحت عرصه-های کشاورزی در زیراشکوب جنگل افزایش یافته است و تنها در بخش حفاظت شده حدود ۵۳۰ هکتار به سطح این عرصه‌ها افزوده شده است. کاربری کشاورزی در زیراشکوب جنگل در دو منطقه حفاظت شده و آزاد به ترتیب ۳/۴۰ درصد (۱۴۰۴/۷۴ هکتار) و ۱۰/۰۳ درصد (۹۰۲۸/۷۹ هکتار) مساحت کل این مناطق را در بر می‌گیرد.

جهت جمع‌آوری داده‌های آماری از تفسیر عکس‌های هوایی تاریخی و سری زمانی تصاویر Google Earth، یک شبکه آماربرداری تصادفی سیستماتیک با ابعاد ۵۰۰ متر در ۵۰۰ متر در محیط GIS طراحی شد و محل تلاقی اضلاع آن به عنوان مرکز قطعات نمونه در نظر گرفته شد. محل قطعات نمونه به صورت دایره‌ای شکل و با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع (Jahangirian and Salehi, 2015) جهت تفسیر بر روی عکس‌های ارتوفتو ۱۳۴۶ (۱۹۶۷ م) و تصاویر Google Earth از سال‌های ۲۰۰۹ (۲۰۰۹ م) و ۱۴۰۲ (۲۰۲۳ م) به عنوان لایه‌ای تهیه شد (شکل ۲). عکس‌های هوایی ارتو شده سال ۱۳۴۶ (۱۹۶۷ م) در محیط ArcGIS و تصاویر سال ۲۰۰۹ (۲۰۰۹ م) و تصاویر سال ۱۴۰۲ (۲۰۲۳ م) در محیط Google Earth در دو صفحه نمایشگر مجاور هم دو به دو به وسیله یک مفسر مورد تفسیر و مقایسه همزمان قرار گرفتند (Jahangirian and Salehi, 2015; Salehi et al., 2008) (شکل ۲). از لحاظ زمانی، تصاویر سال ۲۰۰۹ به عنوان نزدیکترین تصاویر موجود در سامانه Google Earth با سال انتشار نقشه پوشش-کاربری اراضی مورد استفاده و تصویر سال ۱۴۰۲ (۲۰۲۳ میلادی) نیز به عنوان آخرین تصویر در دسترس از منطقه (زمان انجام این مطالعه) در این سامانه بودند. مشخصات تفسیر شده از قطعات نمونه به شرح جدول ۱ در یک صفحه گسترده اکسل ذخیره شد. نوع کاربری-پوشش زمین در اراضی کشاورزی زیر اشکوب در محل هر قطعه نمونه در سال‌های ۱۳۴۶، ۲۰۰۹ و ۱۴۰۲ در هفت طبقه مختلف (جدول ۱، ردیف ۱) تفسیر و ثبت گردید. با مقایسه همزمان کاربری‌ها در داخل و اطراف محل قطعات نمونه برای هر سال، وجود یا عدم وجود تغییر کاربری نسبت به هم نیز تفسیر و ثبت گردید. منظور از اطراف محل قطعات نمونه، مشاهده هر گونه تغییر کاربری در محدوده‌ای با شعاع تقریبی ۲۵۰ متر (نصف ابعاد شبکه آماربرداری) از مرز قطعه نمونه است. گرایش مثبت یا روند طبیعی پوشش جنگلی نیز بدین معنی است که در محل قطعه نمونه و اطراف آن پوشش جنگلی نسبت به سال قبل از آن (مثلاً سال ۲۰۰۹ نسبت به سال ۱۹۶۷) بدون تغییر مانده و یا افزایش یافته است. در حالی که، گرایش منفی یا تخریب پوشش جنگلی بیان کننده آن است که در محل قطعه نمونه و اطراف آن این پوشش نسبت به سال قبل تخریب شده و کاهش یافته است (جدول ۱). همچنین، به عنوان مشخصات پوشش جنگلی (جدول ۱)، درصد تراکم تاج پوشش درختی (CCD) که بخش عمده و اصلی آن را پایه‌های بلوط ایرانی تشکیل می‌دهند به روش چشمی-ذهنی مورد تفسیر قرار گرفت (Salehi et al., 2008; Jahangirian and Salehi, 2015). تعداد تک درختان یا گروه‌های درختی (SprN) قابل تفسیر نیز برای هر سال شمارش و ثبت شدند. با توجه به این که هر دو منطقه در شرایط به نسبت مشابهی از لحاظ شرایط توپوگرافی شامل شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا واقع شده‌اند، بنابراین، با در نظر گرفتن شرایط یکسان توپوگرافی در این دو منطقه، تحلیل و مقایسه مشخصات تفسیر شده توده‌های درختی در این مناطق بدون در نظر گرفتن شرایط توپوگرافی انجام شد. قابل ذکر است برای داشتن دید صحیح‌تر برای تفسیر قطعات نمونه و تشخیص و شمارش پایه‌های درختی در هر قطعه نمونه، با انتقال شبکه آماربرداری بر روی تصاویر سال ۱۴۰۲ (۲۰۲۳ م) در محیط Google Earth در تلفن همراه هوشمند، تعداد ۱۰ قطعه نمونه مشخص در موقعیت‌های مکانی مختلف بر روی زمین بررسی و با تصاویر گوگل مقایسه گردید تا بتوانند دیدگاه بهتری را برای مفسر فراهم نماید. همچنین جهت تفسیر و شمارش دقیق‌تر پایه‌های درختی در قطعات نمونه، قطعات نمونه بر روی عکس‌های هوایی ارتو شده سال ۱۳۴۶ (۱۹۶۷ م) به عنوان مبنا قرار گرفتند و ابتدا تعداد پایه‌های درختی و درصد تراکم تاج پوشش درختی در محل قطعات نمونه بر روی تصاویر Google Earth در سال ۲۰۰۹ (۲۰۰۹ م) با سال ۱۳۴۶ (۱۹۶۷ م) مقایسه شدند. در زمان مقایسه تصاویر در محل قطعات نمونه برای دستیابی به دید بهتر توسط مفسر، مقیاس و جهت تصاویر، هم در نرم‌افزار Arc GIS برای تصاویر ارتو شده ۱۹۶۷ و هم برای تصاویر سال ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳ در سامانه Google Earth قابل تغییر و انطباق بودند.



شکل ۲- مقایسه یک قطعه نمونه بر روی ارتوفتو سال ۱۹۶۷ (الف) و تصویر Google Earth سال ۲۰۲۳ (۱۴۰۲) (ب) (منبع، یافته های تحقیق)

جدول ۱- نوع مشخصات تفسیر شده در هر قطعه نمونه بر روی عکس های هوایی و تصاویر Google Earth

ردیف	مشخصه مورد تفسیر
	- کاربری زمین در ۷ طبقه مشخص
۱	(۱) زمین با پوشش گیاهی خودرو و طبیعی (NaturCavr)
	مشاهده آثار کشت و کار، شخم و زراعت دیم در زیراشکوب جنگل یا بدون پوشش درختی (DryFarm)
۳	(۳) زراعت آبی (IrFarm)
۴	(۴) باغ (Orch)
۵	(۵) انواع جاده و حریم آنها (RoadX)
۶	(۶) رودخانه، آبراهه و حریم آنها (WatrX)
۷	(۷) مناطق انسان ساز مسکونی، صنعتی و از این قبیل (UrbX)
۲	- درصد تراکم تاج پوشش جنگلی
۳	- تعداد جست گروه یا پایه درختی
۴	- مشاهده تغییر کاربری زمین در تصویر ۲۰۰۹ (۲۰۰۹) ۲۰۰۹ نسبت به عکس ۱۹۶۷ (۱۳۴۶)
۵	- مشاهده تغییر کاربری زمین در تصویر ۲۰۲۳ (۱۴۰۲) ۲۰۰۹ نسبت به تصویر ۲۰۰۹ (۲۰۰۹)
۶	- گرایش پوشش گیاهی قطعه نمونه و اطراف آن در سال ۲۰۰۹ (۲۰۰۹)
۷	- گرایش پوشش گیاهی قطعه نمونه و اطراف آن در سال ۲۰۲۳ (۱۴۰۲) ۱۴۰۲
۸	- وجود تغییر کاربری در اراضی اطراف قطعه نمونه در سال ۲۰۰۹ (۲۰۰۹) نسبت به سال ۱۹۶۷ (۱۳۴۶)
۹	- وجود تغییر کاربری در اراضی اطراف قطعه نمونه در سال ۲۰۲۳ (۱۴۰۲) ۱۴۰۲ نسبت به سال ۲۰۰۹ (۲۰۰۹)

روش تحلیل داده ها: برای بررسی تغییرات زمانی مشخصات پوشش جنگلی و کاربری زمین در منطقه حفاظت شده و منطقه آزاد مجاور آن و مقایسه تأثیر حفاظت بر منطقه حفاظت شده نسبت به منطقه آزاد از تحلیل داده ها به شرح ذیل استفاده شد. از تحلیل ماتریس انتقال کاربری زمین (Land Use Transition Matrix) برای بررسی تغییرات کاربری زمین در طول زمان استفاده شد: این ماتریس (Cross-Tabulation) (Salehi et al., 2008) نشان می دهد که چه مقدار از هر کاربری در دوره ۱۹۶۷ (۱۳۴۶) به کاربری های دیگر در زمان های ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳ تبدیل شده است. همچنین، جهت توصیف تغییرات کاربری زمین در هر دوره زمانی از درصد فراوانی طبقات کاربری زمین استفاده شد. برای مشخصه های تعداد گروه یا پایه درختی و درصد تاج پوشش در هر سه سال (۱۹۶۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳) با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) وضعیت نرمال بودن داده ها بررسی شد که به دو دلیل عمده یعنی وجود صفر در بیش از نیمی از قطعات نمونه به دلیل عدم وجود پوشش گیاهی و یا در مواردی چولگی شدید داده ها به سمت مثبت، توزیع داده ها نامتقارن و غیر نرمال تشخیص داده شد ($P < 0.05$). بنابراین، چون در این مطالعه هدف بررسی تغییرات کلی و مقایسه گروه ها است، نه برآورد پارامترهای جامعه، بنابراین، در تحلیل های مورد استفاده برای مقایسه ها، به جای استفاده از میانگین، استفاده از میانه داده ها مناسب تر است، چرا که در این حالت میانه تصویر واقعی تری از مرکز داده ها ارائه می دهد (Quinn and Keough, 2023). بنابراین، از آزمون های غیر پارامتریک شامل آزمون فریدمن (Friedman)، من-ویتنی (Mann-Whitney U) و ویلکاکسون (Wilcoxon Signed-Rank) به شرح ذیل استفاده شد. این آزمون ها براساس رتبه ها (Ranks) کار می کنند اما خروجی آنها معمولاً با میانه (Median) تفسیر می شود. آزمون های ناپارامتریک مستقیماً بر میانه استوار نیستند، اما میانه معیار اصلی تفسیر نتایج آنهاست، زیرا میانه بهترین شاخص مرکزی برای داده های ارب است (Quinn and Keough, 2023).

آزمون فریدمن با مقایسه میانگین رتبه‌بندی درصد تراکم تاج‌پوشش (CCD) و تعداد پایه و جست گروه درختی شمارش شده (SprN) در قطعات نمونه در هر یک از مناطق حفاظت شده و آزاد مجاور آن در سه زمان ۱۹۶۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳، تغییرات میانگین رتبه‌ها را مقایسه می‌نماید. در این حالت اگر $P < 0.05$ باشد اختلاف معنی‌دار در توزیع داده‌ها وجود دارد. برای شناسایی جهت تغییرات از مقایسه میانه‌ها استفاده می‌شود. به عبارت دیگر وقتی میانه یک متغیر در ۲۰۲۳ از میانه آن متغیر در ۱۹۶۷ کمتر است، تغییرات کاهشی تفسیر می‌شود. آزمون من-ویننی برای مقایسه رتبه‌های دو گروه مستقل حفاظت شده و آزاد در هر سال استفاده شد. در این حالت اگر $P < 0.05$ باشد توزیع داده‌ها در دو گروه مستقل حفاظت‌شده و آزاد متفاوت است. در آزمون ویلکاکسون با مقایسه رتبه‌های قدر مطلق اختلاف جفتی در دو سال مختلف، مثلاً برای درصد تراکم تاج‌پوشش بین دو سال ۱۹۶۷ و ۲۰۰۹، در هر گروه مستقل (حفاظت شده، آزاد) معنی‌داری اختلاف‌ها را بررسی کرده و جهت تغییرات را با مقایسه میانه اختلافات تفسیر می‌کنیم. جهت تنظیم داده‌ها از نرم‌افزار اکسل و جهت تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

در مجموع تعداد ۳۲۴ قطعه‌نمونه شامل ۶۴ قطعه‌نمونه در منطقه حفاظت‌شده و ۲۶۰ قطعه‌نمونه در منطقه آزاد مجاور آن مورد بررسی و تفسیر قرار گرفت. جدول ۲ ماتریس انتقال کاربری‌های زمین را از سال ۱۹۶۷ به سال ۲۰۰۹ و جدول ۳ ماتریس انتقال کاربری‌های زمین را از سال ۲۰۰۹ به سال ۲۰۲۳ در دو منطقه حفاظت‌شده و منطقه آزاد مجاور آن نشان می‌دهد. مقادیر جدول‌ها به صورت درصد بیان شده‌اند و هر ردیف نشان می‌دهد که از ۱۰۰ درصد یک کاربری مثلاً در سال ۱۹۶۷ به چه کاربری‌هایی در سال ۲۰۰۹ تبدیل شده است (جدول ۲). براساس جدول ۲، از سال ۱۳۴۶ تا ۲۰۰۹ اراضی با پوشش طبیعی در منطقه حفاظت‌شده (۶۱/۵٪ باقیمانده) نسبت به منطقه آزاد (۵۴/۷٪ باقیمانده) بهتر حفظ شده‌اند؛ در این دوره زمانی در هر دو منطقه آزاد و حفاظت‌شده عمده زمین با پوشش طبیعی به کاربری زراعت در زیراشکوب جنگل تبدیل شده است که در این مورد نیز نرخ تبدیل در منطقه آزاد (۲۴/۵٪) نسبت به منطقه حفاظت‌شده (۲۱/۲٪) بیشتر است. در منطقه حفاظت‌شده در دوره بین ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۹ تمام زمین‌ها با زراعت زیراشکوب در سال ۱۹۶۷، در سال ۲۰۰۹ به باغ تبدیل شده‌اند و در منطقه آزاد با توسعه جاده‌ها در سال ۲۰۰۹، حریم و حاشیه همه کانال‌های آبرسانی و رودخانه‌ها نیز در حاشیه جاده‌های ارتباطی قرار گرفته‌اند. به عبارت دیگر در این دوره جاده‌های ارتباطی و حریم آنها بیشتر توسعه یافته است. زمین‌هایی که در سال ۱۹۶۷ در منطقه آزاد (۷۶/۵٪ باقیمانده) به کشت آبی اختصاص داشتند در سال ۲۰۰۹ نسبت به منطقه حفاظت‌شده (۶۰٪ باقیمانده) کمتر تغییر کرده بودند. این اراضی در منطقه حفاظت‌شده بیشتر به باغ و مناطق مسکونی تبدیل شده‌اند. به طور کلی از سال ۱۳۴۶ تا ۲۰۰۹ تغییرات کاربری زمین در منطقه حفاظت‌شده نسبت به منطقه آزاد ثبات بیشتری داشته و درصد بالایی از کاربری‌ها (مانند کشت آبی، مسکونی-صنعتی) بدون تغییر باقی مانده‌اند. از سال ۱۹۶۷ تا سال ۲۰۰۹ نوع کاربری اراضی به ترتیب در منطقه آزاد و حفاظت‌شده ۴۲/۳٪ و ۳۵/۹٪ تغییر کرده است. از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ (جدول ۳) نیز اراضی با پوشش طبیعی در منطقه حفاظت‌شده (۸۱/۳٪ باقیمانده) نسبت به منطقه آزاد (۶۹/۲٪ باقیمانده) بهتر حفظ شده‌اند. در منطقه آزاد بیشتر اراضی با پوشش گیاهی از سال ۲۰۰۹ به کاربری زراعت زیراشکوب جنگل (۲۰/۶٪) در ۲۰۲۳ تبدیل شده‌اند در حالی که در منطقه حفاظت‌شده راه‌های ارتباطی و حریم آنها (۹/۴٪) بیشتر گسترش یافته‌اند. از سال ۱۳۴۶ تا سال ۲۰۰۹ نوع کاربری اراضی به ترتیب در منطقه آزاد و حفاظت‌شده ۳۰٪ و ۱۸/۸٪ تغییر کرده است. به عبارت دیگر در این دوره به دلیل محدودیت‌های حفاظتی، در منطقه حفاظت‌شده تغییر کاربری‌ها ثبات بیشتری داشته و درصد کمتری به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. در حالی که در منطقه آزاد تغییرات سایر کاربری‌ها شدیدتر است و برخی کاربری‌ها به طور کامل به کاربری‌های دیگر (مانند باغ و جاده و حریم آن) تبدیل شده‌اند.

از تفسیر داده‌های محدوده خارج از قطعات نمونه تا شعاع یک کیلومتری چنین بر می‌آید که از سال ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۹ در منطقه آزاد کاربری زمین در اطراف ۴۲/۷٪ از قطعات نمونه تغییر کرده است اما در منطقه حفاظت‌شده ۳۹/۱٪ از کاربری زمین در اطراف قطعات نمونه تغییر کرده است. این تغییرات از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ برای منطقه آزاد ۳۲/۳٪ و برای منطقه حفاظت‌شده ۲۳/۴٪ می‌باشد. اما بررسی گرایش پوشش گیاهی در قطعات نمونه و اطراف آنها در هر دو دوره زمانی نشان می‌دهد که در منطقه آزاد در

۷۰/۴٪ از قطعات نمونه پوشش گیاهی تخریب شده و قطعات نمونه طبق تعریف ارائه شده دارای گرایش منفی بوده اند این در حالی است که این مشخصه برای منطقه حفاظت شده ۷۸/۱٪ از قطعات نمونه تفسیر شده را شامل می شود. قابل ذکر است در دوره بین ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ نه تنها جاده های متعددی در منطقه احداث و روسازی (آسفالت) شده اند، بلکه به دلیل گسترش خطوط انتقال نیروی برق و شبکه گازرسانی، سطح زیادی از منطقه به جاده های نظارت بر این تأسیسات اختصاص داده شده است.

جدول ۲- ماتریس درصد انتقال تعداد قطعات نمونه در کاربری های مختلف از سال ۱۳۴۶ به ۲۰۰۹

پوشش طبیعی		کشت دیم		کشت آبی		باغ		جاده و حریم		کانال و آبراهه		مسکونی		کل	
$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$
۲۰۰۹															
طبیعی	۵۴/۷	۶۱/۵	۲۴/۵	۲۱/۲	۱۰/۴	۰	۵/۸	۱۱/۵	۲/۶	۳/۹	۰/۵	۰	۱/۶	۱/۹	۱۰۰
دیم	۳/۶	۰	۶۰/۷	۰	۱۰/۷	۰	۱۴/۳	۱۰۰	۳/۶	۰	۰	۰	۷/۱	۰	۱۰۰
آبی	۰	۰	۱۱/۷	۰	۷۶/۵	۶۰	۰	۲۰	۵/۹	۰	۰	۰	۵/۹	۲۰	۱۰۰
باغ	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جاده	۰	۰	۲۸/۶	۰	۱۴/۳	۰	۰	۰	۵۷/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کانال	۷/۱	۰	۰	۰	۲۸/۶	۰	۰	۰	۰	۶۴/۳	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰
مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰
کل (افقی)	۴۱/۲	۵۰	۲۶/۲	۱۷/۲	۱۵/۸	۴/۷	۵/۸	۱۲/۵	۴/۲	۱۲/۵	۳/۹	۳/۱	۳/۱	۳/۱	۱۰۰

۱۳۴۶

جدول ۳- ماتریس درصد انتقال تعداد قطعات نمونه در کاربری های مختلف از سال ۲۰۰۹ به ۲۰۲۳

پوشش طبیعی		کشت دیم		کشت آبی		باغ		جاده و حریم		کانال و آبراهه		مسکونی		کل	
$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$	$\frac{t}{T}$
۲۰۲۳															
طبیعی	۶۹/۲	۸۱/۳	۲۰/۶	۶/۳	۱/۹	۳/۱	۲/۸	۰	۲/۸	۹/۴	۱/۹	۰	۰/۹	۰	۱۰۰
دیم	۱۱/۸	۰	۶۰/۳	۴۵/۵	۱۱/۸	۱۸/۲	۷/۴	۳۶/۴	۴/۴	۰	۰	۰	۴/۴	۰	۱۰۰
آبی	۰	۰	۱۲/۲	۰	۷۵/۶	۱۰۰	۷/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۴/۹	۰	۱۰۰
باغ	۰	۰	۱۳/۳	۰	۱۳/۳	۰	۶۶/۷	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۶/۷	۰	۱۰۰
جاده	۰	۰	۰	۰	۹/۱	۰	۰	۰	۹۰/۹	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
کانال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۰	۹۰	۰	۰	۰	۰
مسکونی	۰	۰	۰	۰	۱۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۷/۵	۱۰۰	۱۰۰
کل (افقی)	۳۱/۵	۴۰/۶	۲۶/۹	۱۰/۹	۱۷/۳	۹/۴	۸/۱	۱۸/۸	۶/۵	۱۷/۲	۹/۲	۵/۴	۵/۴	۳/۱	۱۰۰

۲۰۰۹

براساس جدول ۴ در حالی که میانه دو متغیر درصد تراکم تاج پوشش (۲۰) و تعداد پایه های درختی شمارش شده (۵) در قطعات نمونه در سال ۱۹۶۷ در دو منطقه حفاظت شده و آزاد تفاوت چندانی با هم ندارند، این کمیت ها در دو سال ۲۰۰۹ و به ویژه در سال ۲۰۲۳ به میزان قابل توجهی در منطقه حفاظت شده کاهش یافته اند. براساس جدول ۴ کاهش قابل توجه و معنی دار در تعداد پایه های درختی و درصد تراکم تاج پوشش بین سال های ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳ در هر دو منطقه حفاظت شده و آزاد مشاهده می شود. در این دوره زمانی، کاهش میانگین تعداد پایه های درختی در اراضی کشاورزی زیر اشکوب جنگل در منطقه حفاظت شده (۵۱/۴٪) شدیدتر از منطقه آزاد (۳۲/۷٪) بوده است و درصد تراکم تاج پوشش درختان (میانه ها در جدول ۴) در منطقه حفاظت شده (۷۵٪) کاهش بیشتری نسبت به منطقه آزاد (۵۰٪) نشان می دهد. با این حال در هر دو منطقه سرعت کاهش از ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۹ نسبت به ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ بیشتر بوده است و در دوره بین ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ به ثبات بیشتری رسیده است. در منطقه آزاد پس از ۲۰۰۹، کاهش با شیب کمتری ادامه یافته است. بیشتر بودن انحراف معیار از میانگین برای دو متغیر درصد تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی شمارش شده نشان دهنده ناهمگنی بین قطعات نمونه است (جدول ۴). دامنه تغییرات این متغیرها در سال های ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳ در منطقه آزاد بیشتر است. با اینکه کاهش پایه های درختی و تراکم تاج پوشش بین سال های ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳ در منطقه حفاظت شده حتی بیشتر از منطقه آزاد بوده است اما براساس جدول های ۲ و ۳ در منطقه حفاظت شده تغییر کاربری ها ثبات بیشتری داشته اند.

بررسی گرایش پوشش گیاهی در قطعات نمونه و اطراف آنها در هر دو دوره بیانگر بالاتر بودن درصد گرایش منفی در قطعات نمونه منطقه حفاظت شده نسبت به منطقه آزاد دارد (۷۸/۱٪ در برابر ۷۰/۴٪).

مقایسه معنی داری تغییرات درصد تراکم تاج پوشش (CCD) و تعداد پایه‌ها (SprN) در طول دوره‌های زمانی مذکور، بین سال‌های ۱۹۶۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳، برای هر یک از مناطق آزاد و حفاظت شده با استفاده از آزمون فریدمن در جدول ۵ ارائه شده است. در هر دو منطقه تفاوت معنی داری بین رتبه‌های این دو مشخصه در سال‌های مذکور مشاهده می‌شود. در هر دو منطقه کاهش معنی دار تعداد درختان از ۱۳۴۶ به ۱۴۰۲ به‌ویژه پس از ۲۰۰۹ قابل توجه است. در منطقه حفاظت شده، در مورد درصد تراکم تاج پوشش (CCD) آزمون جفتی ویلکاکسون اختلاف معنی داری را بین ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۹ ($P < 0.001$) و ۲۰۰۹-۲۰۲۳ ($P < 0.001$) نشان می‌دهد. همچنین در مورد تعداد پایه‌ها و جست گروه‌ها (SprN) با آزمون جفتی ویلکاکسون اختلاف بین تمام سال‌ها در هر یک از این دو منطقه معنی دار است ($P < 0.001$). بنابراین در هر دو منطقه آزاد و حفاظت شده در این فاصله زمانی تخریب معنی داری در هر دو متغیر پوشش درختی رخ داده است که این تخریب در منطقه حفاظت شده نسبت به منطقه آزاد شدیدتر است.

جدول ۴- میانه و میانگین رتبه‌بندی درصد تراکم تاج پوشش (CCD) و تعداد پایه و جست گروه درختی شمارش شده (SprN) در قطعات نمونه در هر یک از مناطق حفاظت شده و آزاد مجاور آن

سال	متغیر	منطقه آزاد		منطقه حفاظت شده	
		میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانه (چارک اول-چارک سوم)	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار
۱۹۶۷	CCD	۲۰ (۱۰-۳۵)	۱۶/۳ $\pm$ ۲۱/۸	۲۰ (۱۰-۳۰)	۱۷/۶ $\pm$ ۲۲/۵
	SprN	۵ (۳-۹)	۵/۲ $\pm$ ۶/۴	۵ (۲-۸)	۵/۶ $\pm$ ۶/۷
۲۰۰۹	CCD	۱۰ (۰-۲۰)	۱۶/۶ $\pm$ ۱۴/۵	۵ (۰-۱۵)	۱۶/۱ $\pm$ ۱۰/۸
	SprN	۳ (۱-۶)	۴/۹ $\pm$ ۳/۹	۲ (۰-۴)	۴/۳ $\pm$ ۲/۹
۲۰۲۳	CCD	۱۰ (۰-۲۰)	۱۵/۹ $\pm$ ۱۳/۷	۵ (۰-۱۵)	۱۵/۶ $\pm$ ۱۰/۱
	SprN	۲ (۰-۶)	۴/۸ $\pm$ ۳/۶	۱ (۰-۳)	۴/۱ $\pm$ ۲/۶

جدول ۵- آماره آزمون فریدمن برای مقایسه معنی داری تغییرات پوشش جنگلی بین در سال‌های ۱۹۶۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳ برای دو منطقه حفاظت شده و آزاد مجاور آن

نتیجه	تعداد پایه‌ها و جست گروه‌ها (SprN)		درصد تراکم تاج پوشش (CCD)	
	آماره آزمون (χ^2)	P-value	آماره آزمون (χ^2)	P-value
کاهش معنی دار تراکم تاج پوشش از ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳	۱۰۲/۳۵	< 0.001	۸۹/۶۲	< 0.001
	کاهش شدید تعداد درختان از ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳		کاهش معنی دار تراکم تاج پوشش از ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳	
کاهش معنی دار تراکم تاج پوشش از ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳	۱۸/۴۲	< 0.001	۱۵/۸۳	< 0.001
	کاهش معنی دار تعداد درختان از ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳		کاهش معنی دار تراکم تاج پوشش از ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳	

جدول ۶ آماره آزمون من-ویتنی و P-value و معنی داری آن را بین دو منطقه حفاظت شده و آزاد در سال‌های ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳ نشان می‌دهد. براساس نتایج، بین ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳ کاهش CCD و SprN در منطقه حفاظت شده بیشتر از منطقه آزاد است ($P < 0.001$). بین سال‌های ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۳ در منطقه آزاد حدود ۳۲/۷ درصد تعداد پایه‌ها و جست گروه‌ها کاهش یافته است در حالی که این کاهش برای منطقه حفاظت شده حدود ۵۱/۴ درصد می‌باشد. این کاهش پس از سال ۲۰۰۹ در منطقه آزاد به ۲/۲ درصد و در منطقه حفاظت شده به ۱۵/۳ درصد تغییر کرده است. بنابراین، در هر دو منطقه کاهش معنی دار آماری کلی تعداد درختان مشاهده می‌شود که این کاهش برای منطقه حفاظت شده (۵۱/۴٪) نسبت به منطقه آزاد (۳۲/۷٪) شدیدتر است. اگرچه پس از ۲۰۰۹ کاهش تعداد درختان در منطقه آزاد کاهشی شده (۲/۲٪) و تقریباً تثبیت شده، اما تخریب در منطقه حفاظت شده ادامه داشته است (۱۵/۳٪)، این احتمالاً بدین علت است که در مناطق حفاظت شده فشار فعالیت‌های انسانی برای تبدیل زمین‌های جنگلی بیشتر شده است. در هر صورت کاهش تعداد درختان در هر دو منطقه نشان‌دهنده تخریب محیط‌زیست در سطح گسترده است چرا که

حتی مناطق آزاد نیز با کاهش ۳۲/۷٪ مواجه بودند که نیاز به بازنگری در سیاست های حفاظتی دارد.

جدول ۶- مقایسه تأثیر حفاظت در دو منطقه حفاظت شده و آزاد در سال های ۱۹۶۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۲۳ برای دو متغیر درصد تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی و جست گروه شمارش شده در قطعات نمونه با استفاده از آزمون من-ویتنی

سال	متغیر	آماره آزمون من-ویتنی (U)	P-value	نتیجه
۱۹۶۷	CCD	۱۲۵۴۰ U=	<۰/۰۰۱	تفاوت معنی دار بین منطقه حفاظت شده و آزاد
	SprN	۱۲۲۰۰ U=	<۰/۰۰۱	تفاوت معنی دار بین منطقه حفاظت شده و آزاد
۲۰۰۹	CCD	۹۸۲۰ U=	<۰/۰۰۱	تفاوت معنی دار بین منطقه حفاظت شده و آزاد
	SprN	۸۹۵۰ U=	<۰/۰۰۱	تفاوت معنی دار بین منطقه حفاظت شده و آزاد
۲۰۲۳	CCD	۷۳۱۰ U=	<۰/۰۰۱	تفاوت معنی دار بین منطقه حفاظت شده و آزاد
	SprN	۶۸۴۰ U=	<۰/۰۰۱	تفاوت معنی دار بین منطقه حفاظت شده و آزاد

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه اراضی دارای کشاورزی زیراشکوب جنگل در منطقه حفاظت شده دنا و منطقه آزاد مجاور آن در دهه ۱۳۴۰ از نظر وضعیت پوشش درختی شرایط نسبتاً مشابهی داشته اند، اما طی دوره زمانی ۱۹۶۷ (۱۳۴۶) تا ۲۰۲۳ (۱۴۰۲) دو منطقه با روند قابل توجهی از تخریب مواجه شده اند. در این میان، تفاوت در الگوی تغییرات میان دو منطقه حائز اهمیت است. به رغم آنکه میزان تغییر کاربری در منطقه آزاد بیشتر بوده است (۳۰٪ در برابر ۱۸/۸٪ در منطقه حفاظت شده)، شدت تخریب ساختار پوشش جنگلی در منطقه حفاظت شده به مراتب بیشتر بوده و کاهش معنی دار تراکم تاج پوشش و تعداد پایه های درختی در این منطقه مشاهده شده است. کاهش میانه تراکم تاج پوشش از ۲۰ درصد (۱۹۶۷) به ۵ درصد (۲۰۲۳) و کاهش بیش از ۵۰ درصدی تعداد پایه ها نشان می دهد که اعلام حفاظتی منطقه به تنهایی نتوانسته است از افت ساختار توده های جنگلی جلوگیری کند. در مقابل، اگرچه منطقه آزاد تغییرات کاربری بیشتری را تجربه کرده، اما کاهش شاخص های ساختاری در آن کمتر بوده است. این امر بیانگر آن است که تخریب در منطقه حفاظت شده عمدتاً ناشی از فعالیت های انسانی تدریجی، ریزمقیاس و مستمر نظیر حذف پایه های منفرد جهت گسترش کشت، توسعه مسیرهای دسترسی محلی، احداث جاده ها و زیرساخت های انرژی و استفاده فزاینده از ماشین آلات کشاورزی بوده است. چنین الگویی با یافته های Rostamvandi Zabrlou و همکاران (۲۰۲۲) و همچنین گزارش های Arameshenia و همکاران (۲۰۲۴)، Malekhosseini و Dashti (۲۰۱۶) و Moradi Ghiasabadi و همکاران (۲۰۱۳) درباره فشارهای انسانی در منطقه حفاظت شده دنا مطابقت دارد.

تحلیل دوره ای نشان داد که شدت کاهش شاخص های ساختاری در فاصله سال های ۱۹۶۷ (۱۳۴۶) تا ۲۰۰۹ (۱۳۸۸) بیشتر از دوره ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ (۱۴۰۲) بوده است. این امر می تواند بیانگر تأثیر نسبی اقدامات حفاظتی در دوره اخیر باشد، هرچند این اقدامات همچنان برای جلوگیری از تداوم روند تخریب کافی نبوده اند. از سوی دیگر، انحراف معیار بالای مقادیر تاج پوشش و تعداد پایه ها نشان دهنده ناهمگنی مکانی قابل توجه در قطعات نمونه است که می تواند ناشی از تفاوت های محیطی یا شدت متفاوت فعالیت های انسانی باشد. شواهد میدانی و مطالعات پیشین نشان می دهد که فشار انسانی ناشی از قطع درختان برای افزایش سطح زیرکشت، توسعه زیرساخت ها و مکانیزاسیون کشاورزی نقش مهمی در تضعیف پوشش جنگلی در منطقه حفاظت شده داشته است. در همین راستا، Salehi (۲۰۲۴) نیز بر ضرورت تقویت قوانین حفاظت از اراضی جنگلی دارای زیراشکوب کشاورزی در زاگرس

تأکید کرده است. با توجه به اینکه اراضی دارای کشاورزی زیراشکوب در تقسیم‌بندی ذخیره‌گاه‌های زیست‌کره در زون انتقال (Transition Zone) قرار می‌گیرند و نقش مهمی در پیوند میان معیشت پایدار جوامع محلی و حفاظت از منابع طبیعی دارند، ارتقای نظام مدیریت این اراضی ضروری به‌نظر می‌رسد. اتخاذ رویکردهای مبتنی بر شناسایی و پایش شاخص‌های مکانی مناسب در زون انتقال، می‌تواند مبنایی برای تصمیم‌سازی دقیق‌تر در حوزه حفاظت و احیای جنگل‌های بلوط دنا فراهم آورد. در مجموع، یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که با وجود ثبات نسبی کاربری‌ها در منطقه حفاظت‌شده، ساختار پوشش جنگلی همچنان در معرض تخریب قابل توجه قرار دارد. بنابراین تجدیدنظر در سیاست‌های حفاظتی، اتخاذ رویکردهای مشارکتی، و ارتقای سازوکارهای نظارتی امری ضروری برای بهبود وضعیت حفاظتی جنگل‌های بلوط در منطقه دنا به‌شمار می‌رود. از این‌رو، مجموعه‌ای از اقدامات مدیریتی از جمله شناسایی شاخص‌های مکانی مناسب برای مدیریت زون انتقال، نظارت ساختاری بر توده‌های بلوط با بهره‌گیری از ابزارهای دقیق‌تر سنجش از دور نظیر تصاویر دیجیتال با تفکیک بالا، اعمال محدودیت بر گسترش استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی سنگین در عرصه‌های کشاورزی در زیر اشکوب جنگل، اجرای برنامه‌های احیای جنگل با کاشت گونه‌های بومی با مدیریت پایدار اراضی کشاورزی و توسعه فرآیندهای آموزشی و مشارکتی برای جوامع محلی به‌منظور کاهش فشارهای انسانی همچون چرای بیش‌ازحد و قطع غیرقانونی درختان که می‌توانند از جمله الزامات کلیدی سیاستگذاری در این رابطه محسوب شوند، پیشنهاد می‌گردند. با این حال، این پژوهش با وجود استفاده از داده‌های زمانی ارزشمند، با محدودیت‌هایی همراه بود. با وجود مقایسه همزمان محل قطعات نمونه بر روی تصاویر و اعتبارسنجی میدانی آنها، به‌دلیل وابستگی بخش مهمی از تفسیرهای ساختاری توده‌های جنگلی به عکس‌های هوایی تاریخی و تصاویر Google Earth، در قدرت تفکیک و تشخیص ریزساختارها محدودیت‌هایی وجود داشت. همچنین، به‌دلیل فقدان داده‌های میدانی تاریخی و محدودیت دسترسی به برخی عرصه‌ها، ارزیابی تغییرات تنها براساس تفسیر بصری و مقایسه زمانی تصاویر انجام شد. از طرفی، ساختار پوشش جنگلی فقط در سطح قطعات نمونه تحلیل شد و امکان ارزیابی پیوسته مکانی وجود نداشت. دیگر اینکه، در این پژوهش، بررسی فرآیندهای اکولوژی و گسترده‌تر مانند وضعیت زادآوری طبیعی عرصه، شرایط خاک فراهم نبود. همچنین، تأثیر متغیرهای اجتماعی-اقتصادی، سیاست‌های محلی و شدت بهره‌برداری انسانی تنها از طریق استنباط از الگوهای مکانی قابل ارزیابی بود و داده‌های کمی مستقیم برای آنها در دسترس نبود.

References

- Amuzad Mahdiraji, Gh., 2022. Recognition of national land from private lands, the principles, elements and legal effects, first ed. Dadgostar Press, Tehran, 480 p. (In Persian)
- Arameshenia, P., Moradi, Gh., Moradi, M., Dashtpaderdi Moradi, M., 2024. The effect of socioeconomic factors on vegetation cover changes in Dena protected area. Iranian Journal of Forest 16(4), 437-452. (In Persian)
- Braatz, S.M., 1992. Conserving biological diversity: a strategy for protected areas in the Asia-Pacific region (Vol. 23). World Bank Publications, 65 p.
- Bruner, A.G., Gullisons, R.E., Rice, R.E., Dafonseca, G.A.B., 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. Science Journal 291, 125-128.
- Heydari, M., Bazgir, M., Kohzadian, M., 2021. Influence of Short and Long Period Abandonment from Agriculture on Vegetation and Soil Seed Bank Composition Compared to Undisturbed Forest in Zagros Region. Ecology of Iranian Forest 9(17), 49-61. (In Persian)
- Jahangirian, SH., Salehi, A., 2015. The effect of topography factors on land use/cover changes of Yasouj forest park during 1965-2011. Journal of RS and GIS for Natural Resources 6(2), 89-106. (In Persian)
- Karami, A., Fegghi, J., 2012. Investigation of Quantitative metrics to protect the landscape in land use by sustainable pattern (Case study: Kohgiluyeh and Boyer Ahmad). Journal of Environmental Studies 37(60), 79-88. (In Persian)
- Keivan Behjou, F., Pourgholi, Z., 2019. Comparative assessment of tree and shrub species diversity in protected and under-recreational management conditions in Fandoghlu forest of Ardabil. Journal of Plant Research 32(3), 671-679. (In Persian)
- Khatirpasha, N., Hojjati, M., Pourmajidian, M., Asadiyan, M., 2018. Impact of different land use on physical, chemical and biological soil properties in the Qalek forest Qhaemshahr city. Journal of Water and Soil Conservation 24(6), 211-225. (In Persian)

- Lagomarsino, A., Benedetti, A., Marinari, S., Pompili, L., Moscatelli, M.C., Roggero, P.P., Lai, R., Ledda, L., Grego, S., 2011. Soil organic C variability and microbial functions in a Mediterranean agro-forest ecosystem. *Biology and Fertility of Soils* 47, 283-291.
- Lambin, E.F., Meyfroidt, P., 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108, 3465-3472.
- Mahdavi, A., Rezavinia, Z., Bazgir, M. Rostaminia, M., 2022. The Effect of Land use Changes on Soil Quality Indicators and Carbon Sequestration in Semi-arid Areas. *Desert Ecosystem Engineering* 8(22), 101-113. (In Persian)
- Majnounian, H., 2003. Natural parks and protected regions (Values and functions). Environment protection organization Press, 438 p. (In Persian)
- Malekhosseini, S.F., Dashti, S., 2016. Environmental Risks Assessment in Dena Protected Area Using of Multiple Criteria Decision Making (TOPSIS). *Environmental Sciences* 14(3), 41-56. (In Persian).
- Moradi Ghasabadi, B., Monvari, M., Gharagozlou, A., Khorasani, N., Riyat, B., 2013. Analysis of spatial-temporal changes through the calculation of landscape metrics and the use of classified error matrix. Study area: Dena Protected Area. *Proceedings of national Conference of Geomatic*, Tehran, Iran. (In Persian) Available from <https://sid.ir/paper/894446/fa>.
- Quinn, G.P., Keough, M.J., 2023. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists* (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge, 405 P.
- Rahdari, V., Maleki Najaf Abadi, S., Afsari, KH., Abtin, E., Piri, H., Fakhireh, A., 2011. Monitoring of land cover and land use of Hamun Wildlife Sanctuary, between 1986 and 2009, using satellite imageries and GIS. *Iranian Remote Sensing & GIS* 3(2), 59-70. (In Persian)
- Rostamvandi Zabrlou, A., Salehi, A., Farzin, M., 2022. Determining the extent of land degradation in the Dena Protected Area between 2009 and 2017. *Journal of Natural Environment* 74(4), 677-693. (In Persian)
- Sagheb-Talebi, K., Sajedi, T., Yazdian, F., 2004. *Forest of Iran*. Reserch Institue of Forest and Rangelands Press, Tehran, 28 p. (In Persian)
- Salehi, A., 2024. The necessity of strengthening the laws for the protection of forest lands with agricultural understory in the Zagros Basin: Alignment with socio-economic development and agricultural mechanization. 6th National Forest Conference of Iran. Karai, Iran.
- Salehi, A., Karlun, L., Soderberg, U., Erikson, L., 2010. Livelihood dependency on woodland resources in southern Zagros, Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 8(2), 181-194.
- Salehi, A., Wilhelmsson, E., Söderberg, U., 2008. Land Cover Changes in a Forested Watershed, Southern Zagros, Iran. *Land Degradation and Development* 19, 542-553.
- Turner, B.L., Lambin, E.F, Reenberg, A., 2007. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences. U. S. A.* 104, 20666–20671.
- Wali, M.K., Evrendilek, F., West, T., Watts, S., Pant, D., Gibbs, H., McClead, B., 1999. Assessing terrestrial ecosystem sustainability usefulness of regional carbon and nitrogen models. *Nature and Resources* 35(4), 21-33.
- Zakeri, F., Hojjati S.M., Kiadaliri, H., Fallah, A. 2015. Effects of understory cultivation on the quantitative and qualitative characteristics of oak stands of Southern Zagros in Barm plain, Fars Province. *Iranian Journal of Forests* 7(1), 99- 109. (In Persian)