JOURNAL OF SUSTAINABLE REGIONAL & URBAN DEVELOPMENT STUDIES
JSRUDS

Volume 3, Issue 2 - Serial Number 8, Summer 2022
ISSN: 2783-0764

Evaluating the NDVI and Landuse trend Respect to Sustainable Development in Malard

Zahra Hejazizadeh [1], Zahra sonboli [2*]
[1] Professor of Climatology, Department of Climatology , Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran.
[2] MA in Climatology in Environmental Planning, Faculty of Geography, kharazmi University, Tehran, Iran.

Received Date: 31 August 2022 **Accepted Date:** 07 September 2022

Abstract

Background and Aim: Development, as a concept, has been associated with various meanings, interpretations, and theories. Development is an evolutionary process whereby human capacity is increased to start new structures, solving problems, adapting to constant changes, and deliberately and creatively striving to achieve new goals. Forests are increasingly recognized as a key element for sustainable development and support several Sustainable Development Goals (SDGs), some of which include reducing hunger and poverty, regulating fresh water, climate practices, health and welfare, and biodiversity. One of the most important indices used to assess deforestation is the Normalized difference Vegetation Index (NDVI), which is used to assess forest change trends. The results of all studies that examined NDVI index will be questionable in the term of Sustainable Development Goals. This study investigates the trend of NDVI vegetation index during the period 2001 to 2018 based on the MODIS data in Malard city.

Methods: In this study, the MODIS vegetation data at a resolution of 1 km were used. The vegetation data, abbreviated MOD13A3, is monthly and with a 1 kilometer spatial resolution. This data covers 830 points for Malard city, so that it can be surveyed in 1×1 kilometers of 830 points in the city. Since based on research conducted by Farajzadeh et al. (2011:107), May to August have the highest NDVI, this index was extracted only in the highest NDVI months, ie May, June, July and August. The data were subdivided into three-year intervals and the rate of change was extracted based on the index introduced by the United Nations for sustainable development goals. Then annual land use was obtained for a deeper examination.in the final step we used an analytic-description method to describe the results in the connection with sustainable development goals.

Findings and Conclusion: The results showed that a decreasing trend was observed in the percentage of NDVI area in May, June and July between -0.03 and -0.9% in month. So that, under the maximum NDVI months, it was found that the amount of Barren increased about 9 km^2 every 6 years and the amount of areas covered by forests and green plants decreased about 8 km^2 every 6 years. Therefore, it is necessary to implement the measures and plans regarding prevent desertification in the city that will meet the goals of sustainable development.

Keywords: NDVI, Land use,Sustainable development, MODIS, Malard Township.

[*] **Corresponding Author**: zahrasonboli@yahoo.com
Cite this article: Hejazizadeh, Z., Sonboli, Z.(2022). Evaluating the NDVI and Landuse trend Respect to Sustainable Development in Malard. ***Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS), 3(2), 169-188.***

مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای
دوره۳، شماره ۲، شماره پیاپی ۸، تابستان ۱۴۰۱
صفحات ۱۸۸-۱۶۹
شاپا:۰۷۶۴-۲۷۸۳

بررسی تغییرات شاخص پوشش گیاهی و کاربری اراضی در راستای توسعه پایدار (مطالعه موردی: شهرستان ملارد)

زهرا بیگم حجازی زاده [۱] زهرا سنبلی [۲*]

[۱]. استاد گروه اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

[۲]. کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: توسعه یک فرآیند تکاملی است که در آن ظرفیت انسان برای شروع ساختارهای جدید، حل مشکلات، سازگاری با تغییرات مداوم و تلاش آگاهانه و خلاقانه برای دستیابی به اهداف جدید افزایش می‌یابد. جنگل ها به عنوان یک عنصر کلیدی برای توسعه پایدار شناخته می شوند و از چندین هدف توسعه پایدار حمایت می کنند که برخی از آنها شامل کاهش گرسنگی و فقر، تنظیم آب شیرین، شیوه های آب و هوایی، سلامت و رفاه و تنوع زیستی است. یکی از مهم ترین شاخص هایی که برای ارزیابی جنگل زدایی استفاده می شود، شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی (NDVI) است که برای ارزیابی روند تغییرات جنگل استفاده می شود. هدف این مطالعه بررسی روند شاخص پوشش گیاهی NDVI طی دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ بر اساس داده‌های سنجنده MODIS در شهرستان ملارد است.

روش بررسی: در این تحقیق از داده های پوشش گیاهی MODIS در وضوح ۱ کیلومتر استفاده شد. داده های پوشش گیاهی با نام اختصاری MOD13A3 ماهانه و با وضوح مکانی ۱ کیلومتر است. این داده ها برای شهرستان ملارد ۸۳۰ نقطه را در بر می گیرد که می توان آن را در ۱×۱ کیلومتر از ۸۳۰ نقطه شهر بررسی کرد. از آنجایی که بر اساس تحقیقات انجام شده، ماه می تا آگوست بیشترین NDVI را دارند، این شاخص تنها در ماه های با بالاترین NDVI یعنی می، ژوئن، جولای و آگوست استخراج شد. داده ها به بازه های زمانی سه ساله تقسیم شدند و نرخ تغییر بر اساس شاخص معرفی شده توسط سازمان ملل متحد برای اهداف توسعه پایدار استخراج شد. سپس کاربری سالانه زمین برای بررسی عمیق‌تر بررسی شد. در مرحله نهایی از روش تحلیلی- توصیفی برای بررسی جامع نتایج در ارتباط با اهداف توسعه پایدار استفاده شد.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که در ماه‌های می، ژوئن، ژوئیه و اوت روند کاهشی در درصد مساحت مقادیر NDVI به میزان ۰,۰۳- تا ۰,۹-٪ در ماه مشاهده گردیده است. بر اساس نتایج و منطبق بر ماه‌های با حداکثر NDVI مشخص گردید که بر میزان زمین‌های بایر به میزان ۹ کیلومتر مربع در هر ۶ سال افزوده و از میزان نواحی پوشش‌یافته از جنگل‌ها و گیاهان سبز در این شهرستان تا ۸ کیلومتر در هر ۶ سال کاسته شده است. بنابراین، این شهرستان نیازمند به‌کارگیری تدابیر و برنامه‌های لازم‌الاجرا برای جلوگیری از بیابان‌زایی می‌باشد که مطابق با اهداف توسعه پایدار در راستای کاهش خطر فجایع آب‌وهوایی نظیر سیل و همچنین کاهش آلودگی هوا عمل نماید.

کلید واژه‌ها: شاخص پوشش گیاهی NDVI، کاربری اراضی، توسعه پایدار، مادیس، شهرستان ملارد.

[*] **نویسنده مسئول:** zahrasonboli@yahoo.com

ارجاع به این مقاله: حجازی زاده، زهرا بیگم؛ سنبلی، زهرا(۱۴۰۱). بررسی تغییرات شاخص پوشش گیاهی و کاربری اراضی در راستای توسعه پایدار (مطالعه موردی: شهرستان ملارد). *فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای*، ۳(۲)، ۱۸۸-۱۶۹.

مقدمه و بیان مسأله

توسعه، به عنوان یک مفهوم، با معانی، تفسیرها و نظریه‌های متنوع دانشمندان مختلف همراه بوده است. توسعه یک فرآیند تکاملی است که طی آن، ظرفیت انسان از نظر شروع ساختارهای جدید، مقابله با مشکلات، سازگاری با تغییرات مداوم و تلاش هدفمندانه و خلاقانه برای دستیابی به اهداف جدید افزایش می‌یابد (پیت، ۱۹۹۹: ۷۷ به نقل از Du Pisani, 2006: 88).

طبق تحقیقات ریس (۲۰۰۱: ۱۰۹) توسعه به عنوان یک وضعیت اجتماعی در درون یک کشور است که در آن نیازهای جمعیت آن با استفاده منطقی و پایدار از منابع و سیستم‌های طبیعی برآورده می‌شود. تودارو و اسمیت (۲۰۰۶: ۱) نیز توسعه را به عنوان یک فرایند چندبعدی تعریف می‌کنند که شامل تغییرات اساسی در ساختارهای اجتماعی، نگرش‌ها و نهادها و همچنین رشد اقتصادی، کاهش نابرابری و ریشه کن کردن فقر است. توسعه پایدار[1] به یک الگوی توسعه همه-جانبه تبدیل شده است؛ معامله‌ای برای آژانس‌های با اهداف بین‌المللی، برنامه‌ریزان توسعه و همچنین موضوع همایش‌ها و مقالات و شعار فعالان توسعه و محیط‌زیست است (Ukaga et al, 2011 :1).

از موارد بسیار مهمی که در توسعه پایدار مطرح است توجه به منابع طبیعی و سیستم‌های طبیعی می‌باشد که جنگل ها و پوشش گیاهی بخش مهمی از آن قلمداد می‌شوند. جنگل‌ها نه تنها زیستگاه‌های حیاتی برای تنوع زیستی را نشان می دهند، بلکه به روش‌های مختلفی از جمله ضبط و کنترل کربن، کنترل فرسایش، کاهش خشکسالی، احتباس و تصفیه آب، محافظت در برابر برخی از مخاطرات طبیعی مانند سیل، تهیه چوب و فرصت‌های تفریحی در به‌زیستی انسان نیز نقش دارند، سرمایه‌گذاری در حفظ اکوسیستم‌های جنگلی سالم برای کاهش و تعدیل تغییرات جوی و همچنین برای معیشت جوامع وابسته به جنگل بسیار مهم است (Ouyang et al, 2016: 1455).

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده پیمایشی مشخص گرده است که ملارد در حال حاضر در معرض بیابانی شدن قرار گرفته است (URL1) که این در خلاف جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار جهانی می‌باشد. پوشش گیاهی علاوه بر این-که می‌تواند یکی از عوامل تعدیل و کاهش آثار تغییرات آب‌وهوایی برای این منطقه که در معرض افزایش جمعیت به دلیل قرارگیری در حاشیه تهران است، باشد بلکه می‌تواند یکی از عوامل جذب گردشگر برای ساکنین تهران به‌عنوان مکانی برای استراحت‌های پایانی هفته باشد؛ لذا، ضروری به نظر می‌رسد با استفاده از داده‌های با وضوح زمانی و فضایی بالا میزان تغییرات این شاخص مورد بررسی قرار گیرد و در جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار گامی برداشته شود. نتایج تمامی مطالعاتی که به بررسی شاخص NDVI پرداخته‌اند، روند درازمدت آن را در راستای برنامه‌ریزی جهت دستیابی به توسعه پایدار مؤثر دانسته‌اند. لذا، هدف مطالعه حاضر توجه به روند شاخص پوشش گیاهی NDVI طی دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ براساس داده‌های سنجنده مادیس[2] در شهرستان ملارد می‌باشد.

مبانی نظری پژوهش

جنگل‌ها به‌طور فزاینده‌ای به عنوان یک عنصر اصلی برای توسعه پایدار شناخته می‌شوند و از چندین اهداف توسعه پایدار[3] (جدول ۱) حمایت می‌کنند که برخی از آن‌ها شامل کاهش گرسنگی و فقر، تنظیم آب شیرین، اقدامات اقلیمی،

1. Sustinable development
2. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)
3 Sustainable Development Goals (SDGs)

بهداشت و رفاه و تنوع زیستی می‌باشد (World Resources Institute, 2018: 1). تعاریف این اهداف بطور خلاصه در جدول ۱ ارائه شده است و ۱۷ آرمان اصلی را پوشش داده است.

یکی از مهمترین شاخص‌هایی که برای بررسی میزان جنگل‌زایی و جنگل‌زدایی استفاده می‌گردد شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی[1] NDVI می‌باشد که برای بررسی روند تغییرات جنگل به منظور اهداف توسعه پایدار استفاده می‌گردد.

NDVI اندازه گیری بازتاب سطحی است و تخمین کمی (عددی) از رشد پوشش گیاهی و زیست توده را ارائه می دهد. گیاهان و ریشه‌های آن‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، مانند سرعت نفوذ، پایداری سنگدانه‌ها، میزان رطوبت و استحکام برشی تأثیر می‌گذارند که نقش مهمی در حفظ خاک دارند. گیاهان و ریشه های آنها رواناب و فرسایش خاک را در فصول خشک و مرطوب کاهش می دهند. سیستم ریشه گیاهان با افزایش استحکام برشی خاک، نقش مهمی در تثبیت نهرها و جلوگیری از رواناب و سیل ایفا می‌کند.

همانطور که شکل ۲ نشان می‌دهد یکی از عوامل بسیار مهم در ارزیابی توسعه پایدار نقش تکنیک‌های مناسب و کارآمد برای پایش فرایندهای مختلف از جمله تخریب اراضی و تخریب جنگل‌ها و بیابان‌زایی می‌باشد. متأسفانه در کشور عدم وجود داده کارآمد برای بررسی و پایش این نوع فرآیندها سبب شده است که برخی عوامل موجب تشدید شرایط شود. امروزه با پرتاب ماهواره‌های مختلف منابع زمینی این امکان فراهم شده که در وضوح کافی و مناسبی رخدادهای مختلف از جمله تغییرات کاربری اراضی و جنگل‌ها با وضوح زمانی و فضایی مناسب و منظمی پایش شوند؛ لذا، در این مطالعه نیز هدف اصلی نمایش این داده‌ها برای بررس‌های توسعه پایدار بوده است.

شکل۲. چالش‌های اصلی در راه توسعه پایدار (URL2)

1. Normalized Difference Vegetation Index

جدول ۱.اهداف توسعه پایدار سازمان ملل

آرمان ۱ -پایان دادن به فقر درهمه اشکال آن
آرمان ۲ -پایان دادن به گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی و بهبود تغذیه و ترویج کشاورزی پایدار
آرمان ۳ -تأمین زندگی های سالم و ترویج و تأمین رفاه برای همه در همه سنین
آرمان ۴ -تأمین آموزش جامع و برابر و ترویج فرصتهای یادگیری مادام العمر برای همه
آرمان ۵ -تأمین برابری جنسی و توانمند کردن همه زنان و دختران
آرمان ۶ -تأمین مدیریت پایدار و قابلیت درسترسی به آب و بهداشت برای همه
آرمان ۷ -تأمین دسترسی به انرژی پایدار؛مطمئن، قابل تهیه و پیشرفته و مدرن برای همه
آرمان ۸ -ترویج رشد اقتصادی محکم، جامع و پایدار؛ و شغل کامل و مداوم و مولد و شایسته برای همه
آرمان ۹ -ایجاد زیرساخت های قابل احیا، ترویج صنعتی سازی پایدار و پرورش نوآوری ها
آرمان ۱۰ - کاهش نابرابری درون و ما بین کشورها
آرمان ۱۱ - ساخت شهرها و سکونت گاه های انسانی جامع، ایمن، قابل احیاء و پایدار
آرمان ۱۲ - تأمین الگوهای پایدار تولید و مصرف
آرمان ۱۳ - انجام اقدام فوری برای نبرد با تغییرات اقلیمی و اثرات آن
آرمان ۱۴ - نگهدای و استفاده پایدار از اقیانوس ها، دریاها، و منابع دریایی برای توسعه پایدار
آرمان ۱۵ - محافظت، اعاده و ترویج استفاده پایدار از اکوسیستم های زمینی، مدیریت پایدار جنگل، مبارزه با بیابان زایی و متوقف ساختن تخریب زمین ها و احیاء آنها ومتوقف ساختن از دست دادن تنوع زیستی
آرمان ۱۶ - ارتقاء جوامع کامل وآرام و صلح طلب برای توسعه پایدار و فراهم نمودن دسترسی به عدالت برای همه و ایجاد نهادهای جامع، قابل اتکاء وموثر در همه سطوح
آرمان ۱۷ - تقویت اهداف اجرا و احیاء مشارکت جهانی برای توسعه پایدار

مأخذ: (پور اصغر سنگاچین، ۱۳۹۴).

پیشینه پژوهش

در زمینه مطالعه حاضر، مطالعاتی توسط محققان متعدد انجام شده است. هونک و دیگران (۲۰۱۸: ۱) به بررسی طراحی شاخصی برای پایش جنگل‌ها به‌منظور برآورد اهداف توسعه پایدار در سوئیس پرداخته‌اند. در این زمینه آن‌ها از داده‌های سنجنده Landsat بهره بردند و برای دوره‌های سه‌ساله نشان دادند که این روش برای پایش پیشرفت به سمت اهداف توسعه پایدار کمک شایانی می‌نماید. آن‌ها پیشنهاد کردند که الگوریتم ارائه‌شده توسط آن‌ها با دخالت سایر داده‌های جغرافیایی، اجتماعی، جمعیت‌شناختی، اقتصادی و مدیریت دولتی، می‌تواند شاخص‌ها را مناسب‌تر و هدفمندتر کرده و یک رویکرد مقرون به‌صرفه، سینوپتیک و مقیاس‌پذیر را ارائه دهد، بدون این‌که نیاز به گزارش‌های اضافی از کشورها باشد.

لی (۲۰۱۷: ۳۷۱) در ارزیابی زیرساخت‌های سبز با استفاده از داده‌های برنامه تصویری ملی کشاورزی با وضوح بالا برای کاهش خطر پایدار نشان دادند که که داده‌های NDVI قادر به ضبط و شناسایی انواع بیشتری از کاربری‌های اراضی سبز در ایالت هریس تگزاس هستند. کل درصد مساحت زیرساخت‌های سبز برای ایالت هریس در تگزاس، براساس داده-های با وضوح بالا در حد ۱ متر، ۶۱,۵ درصد، در مقایسه با ۵۱,۵ درصد مبتنی بر بانک اطلاعات پوشش اراضی است. این مطالعه پشتیبانی از استفاده از داده‌های با وضوح بالا برای ایجاد دستورالعملهایی برای خصوصیات مکانی زیرساخت های سبز و کاهش خطر پایدار را فراهم نموده است.

کاسل و همکاران (۲۰۲۰: ۳۰۹) برای بررسی اهداف توسعه پایدار بررسی سه شاخص مساحت جنگل نسبت به کل مساحت زمین، مساحت اراضی تخریب‌شده نسبت به مساحت کل زمین و مساحت زمین‌های کشاورزی که دارای زراعت

مولد و پایدار هستند را پیشنهاد نمودند. برخی محققان به بررسی این شاخص با روند تغییرات دما و بارش پرداخته‌اند؛ به‌عنوان مثال در هالونبیر، واقع در شمال شرقی مغولستان داخلی، NDVI استپ از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۹ به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و با میانگین دما همبستگی مثبت داشت (Ma et al, 2004: 29). در استپ‌های معمولی تحت سلطه لیمونوس چینی، از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۹۹ تأثیر دما در NDVI بیشتر از بارش بود (Gu et al, 2005: 753). این دست از مطالعات اگر چه به جنبه توسعه پایدار اشاره‌ای نداشته‌اند؛ اما روند تغییرات شاخص NDVI را با مباحث اقلیمی که جزء اهداف توسعه پایدار است، مرتبط ساخته‌اند.

در ایران پیری و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات باغ‌ها، مراتع و مزارع شهرستان ملارد را با شخص NDVI طی بازه ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار داده‌اند (پیری و همکاران، ۱۳۹۳: ۱).

نیک پور و همکاران (۱۳۹۷) از شاخص پوشش گیاهی به عنوان یکی از شاخص های تخریب سرزمین نام بردند و پس از بررسی این شاخص در ایلام نشان دادند که مناطقی که روند های مثبت و منفی NDVI را نشان می دهد اغلب با مناطق تغییر طبقات پوشش سطح زمین همزمان است که به ترتیب نشان دهنده افزایش یا کاهش پوشش گیاهی است. آنها به این نتیجه رسیدند که تخریب پوشش گیاهی و متعاقباً تخریب سرزمین در استان ایلام از مرزهای غربی در حال پیشروی و سرایت به مناطق مرکزی و شرقی استان است در نتیجه تخریب سرزمین بعنوان مانعی بر سر راه اهداف توسعه پایدار است.

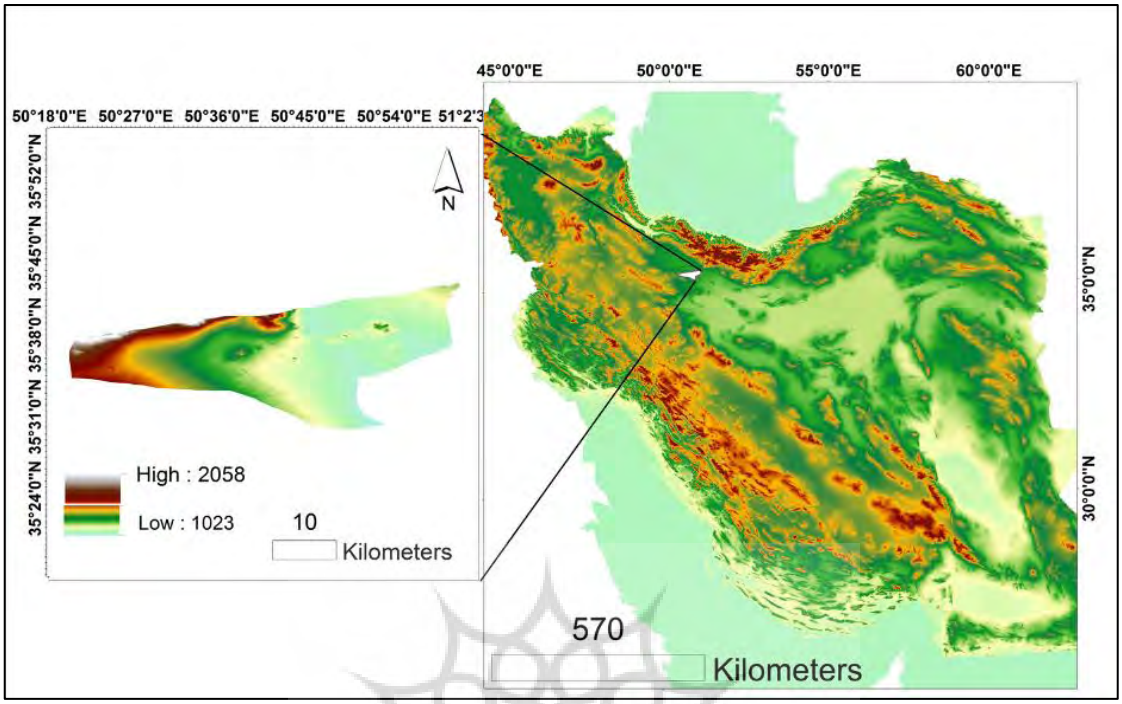
کامل نارستان و همکاران (۱۴۰۰) به پایش تغییرات پوشش گیاهی در سبزوار پرداختند نتایج نشان داد در شاخص NDVI اراضی با پوشش خوب و بسیار خوب افزایش مساحت و اراضی با پوشش ضعیف کاهش مساحت را داشته است. افزایش مساحت در اراضی با پوشش خوب از۱۳,۳۲ هکتار در سال ۱۳۷۳ به ۳۵,۹۱ هکتار در سال ۱۳۹۴ و همچنین پوشش عالی از ۲,۶۱ هکتار به ۱۳,۴۱ هکتار افزایش یافته است.

پردل و همکاران (۱۳۹۶) در مراتع بروجن تغییرات این شاخص را مورد پایش قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد افزایشی و کاهشی بودن مقادیر تولید گیاهی در تمام واحدهای بهره برداری یکسان است. درنتیجه سیاستهای مدیریتی که منجر به افزایش تولید گیاهی منطقه خواهد شد، بهعلت یکسان بودن روند در مقادیر تولید گیاهی در واحدهای بهره برداری مختلف طی فصل رویش چندان پیچیده نخواهد بود.

فرجزاده و همکاران (۱۳۹۰: ۱۰۷) دریافتند که شروع سبزینگی با این شاخص در ماه می اتفاق می‌افتد. بیشترین ضریب تبیین متعلق به این ماه می‌باشد و کمترین آن متعلق به مرداد یا همان اوت است.

معرفی محدوده مورد مطالعه

شهرستان ملارد (شکل ۱) با مساحت ۸۹۸,۷۷ کیلومترمربع و جمعیتی بالغ بر ۴۰۰ هزار نفر یکی از شانزده شهرستان استان تهران است. دارای دو بخش مرکزی و صفادشت می‌باشد که در غرب استان تهران واقع شده است. شهرستان ملارد از غرب و شمال با استان البرز، از جنوب با استان مرکزی و از شرق با شهرستان شهریار مرز مشترک دارد. فاصله شهرستان ملارد تا مرکز استان ۵۰ کیلومتر است (URL1). تغییرات ارتفاع شهرستان ملارد در دامنه‌ای بین ۱۰۲۳ تا ۲۰۵۸ متر است.



شکل۱. موقعیت مورد مطالعه و موقعیت شهرستان ملارد

روش‌شناسی پژوهش

در این مطالعه از داده‌های پوشش گیاهی سنجنده MODIS (Huete,1999) در وضوح یک کیلومتر بهره برده شده است. مادیس یکی از پنج سنجنده‌ایی است که بر روی ماهواره EOS-AM Terra قرار دارد و داده‌های آن به همراه داده-های مادیس دوم که بر روی ماهواره Aqua قرار دارد، دریافت می‌شود.

تفاوت سنجنده مادیس ۱ و ۲ در این است که مادیس ۱ در هنگام صبح تصویربرداری می‌نماید و مادیس ۲ هنگام عصر داده تهیه می‌نماید. این سنجنده دارای ۳۶ باند طیفی مختلف و حساسیت رادیومتریکی ۱۲ بیت و دارای دامنه طول موج ۰,۴ تا ۱۴,۴ می‌باشد. محصولات پوشش گیاهی مودیس به صورت ۱۶ و ۳۰ روزه یا ماهانه می‌باشد که با اعمال تصحیحات اتمسفری، در شرایط عاری از ابر، با تعدیل در نقطه نادیر و با وضوح ۲۵۰ متر، یک کیلومتر و ۰,۰۵ درجه تهیه می‌شوند و بر روی وبگاه مادیس قابل دریافت می‌باشند. محصول پوشش گیاهی مادیس دارای ۱۲ لایه علمی از جمله شاخص NDVI می‌باشد. با رشد گیاه، انرژی بازتاب‌شده قرمز، به دلیل جذب کلروفیل داخل برگ‌هایی که فعالیت فتوسنتزی دارند رو به کاهش می‌گذارد. از طرف دیگر با رشد گیاه، انرژی بازتاب‌شده مادون قرمز نزدیک، طی فرآیندهای پخش (انعکاس و عبور) در برگ‌های سالم افزایش می‌یابد. بازتاب پوشش گیاهی در باندهای مرئی کم و در باند مادون قرمز رو به افزایش می‌گذارد که این یکی از دلایل تشخیص پوشش گیاهی با استفاده از این دو باند از خاک، آب و ابر می‌باشد (علوی‌پناه، ۱۳۸۵ ، شکل۳). محاسبه شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده سنجنده مادیس بر اساس معادله زیر است.

$$NDVI = (Near\ Infrared - Red)/(Near\ Infrared + Red)$$ **رابطه ۱.**

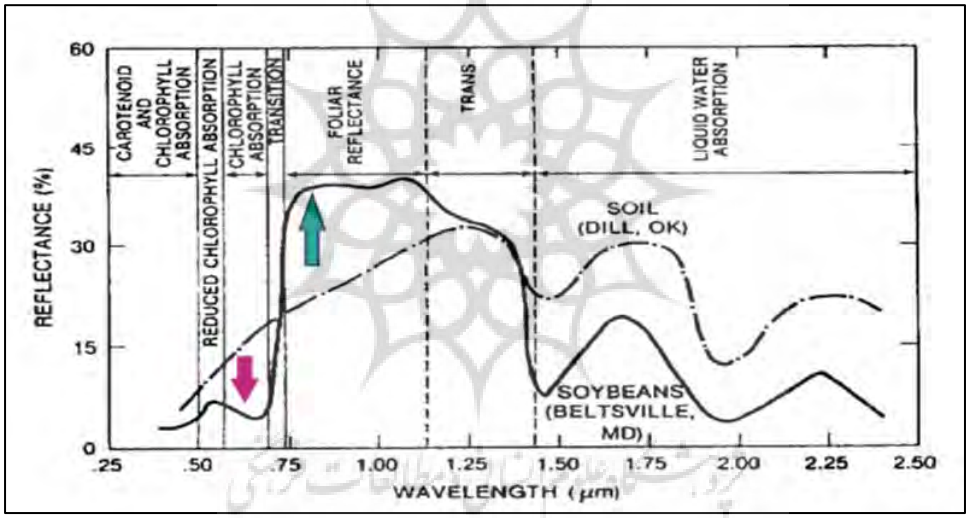
داده‌های پوشش گیاهی با نام اختصاری MOD13A3 به صورت یک کلیومتری و با وضوح زمانی ماهانه می‌باشند. این داده‌ها برای شهرستان ملارد ۸۳۰ نقطه را پوشش داده است؛ به‌طوری که در ابعاد یک در یک کیلومتر ۸۳۰ نقطه در این

شهرستان قابل بررسی بوده است. از آن‌جایی که بر اساس تحقیقات صورت گرفته توسط فرجزاده و همکاران (۱۳۹۰: ۱۰۷) مشخص شده است ماه‌های می تا اوت بالاترین میزان این شاخص بی‌بعد را دارند؛ لذا این شاخص تنها در ماه‌های با بالاترین NDVI یعنی ماه‌های می، ژوئن، ژوئیه و اوت استخراج شدند. داده‌ها به بازه‌های سه‌ساله تقسیم شدند و میزان تغییرات بر اساس شاخص معرفی‌شده توسط سازمان ملل به منظور اهداف توسعه پایدار بر اساس رابطه ۲ زیر استخراج شد:

رابطه ۲

$$SDG_{15.1.1}=\frac{\text{forest area}(km^2\text{ ,for selected year})}{\text{Land area}(km^2\text{,in 2018})}*100$$

این شاخص گویای این حقیقت است که نواحی جنگلی در هر سال با توجه به میزان کل مساحت زمین در سال ۲۰۱۸ چه تغییراتی را داشته‌اند. بدین منظور شاخص NDVI در رده‌های بیش از ۰,۳، بیش از ۰,۴، بیش از ۰,۵ و بیش از ۰,۶ بی‌بعد تقسیم‌بندی شد و تغییرات آن‌ها طی دوره‌های سه‌ساله (Honeck et al, 2018: 1) مورد پایش واقع شدند. برای بررسی دقیق‌تر از داده‌های کاربری اراضی مادیس برای سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۶، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۸ به منظور نمایش تغییرات کاربری اراضی استفاده گردید. داده‌های کاربری اراضی با نام اختصاری MCD12Q1 (Friedl et al, 2010: 168-182) از سنجنده مادیس به‌صورت ۵۰۰ متری و با وضوح زمانی سالانه قابل دانلود می‌باشند. تمامی نقشه‌ها و بررسی‌های آماری در نرم‌افزار ArcGIS ترسیم و انجام شد. به منظور نمایش روند تغییرات از رگرسیون خطی استفاده گردید.



شکل ۳. بازتاب طیفی برگ های فتوسنتز کننده در مقایسه با دیگر موارد (Huete,1999)

تحلیل یافته‌ها

الف) روند شاخص پوشش گیاهی

بر اساس جدیدترین آمارها (جدول ۲) مشخص شده است در تهران که شهرستان ملارد را دربر می‌گیرد. نرخ تغییرات درختان به شرح این جدول می‌باشد (URL3):

جدول۲. تغییرات وسعت پوشش درختان و انتشار کربن طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸

منطقه	تهران
کل ناحیه	۱۳۸۱۴۱۱
وسعت پوشش درختان در سال۲۰۰۰ (هکتار)	۵۰۳
وسعت پوشش درختان در سال ۲۰۱۰ (هکتار)	۲۴۲
بیومس کربن (مگاتن)	۴۹۱۸۷
میانگین بیومس در هکتار (مگاتن)	۹۸
انتشار کربن (۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸) (مگاتن)	۱۲۰
میانگین سالانه انتشار در سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ (مگاتن)	۷
میانگین سالانه انتشار ۲۰۰۱-۲۰۱۰	۱۱
میانگین سالانه انتشار ۲۰۱۱-۲۰۱۸	۲

(منبع: URL3).

همانطور که مشخص است از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ بیش از ۲۵۰ هکتار از اراضی پوشیده‌شده گیاهی در استان تهران تخریب شده است که انتظار می‌رود سهم نسبی شهرستان‌های این استان به همین اندازه بالا باشد.

شکل ۴ تا ۷ تغییرات شاخص NDVI را برای ماه‌های می، ژوئن، ژوئیه و اوت در دوره‌های سه ساله ۲۰۰۱-۲۰۰۳، ۲۰۰۴-۲۰۰۶، ۲۰۰۷-۲۰۰۹، ۲۰۱۰-۲۰۱۲، ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ را به نمایش می‌گذارد. همچنین جدول ۳، درصد مساحت تغییرات شاخص پوشش گیاهی طی دوره‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. علاوه بر آن در جدول ۴ مدل‌های رگرسیون خطی تغییرات شاخص پوشش گیاهی نیز به نمایش گذاشته شده است. نتایج نشان می‌دهند که در ماه می درصد مساحت شاخص NDVI بزرگتر از ۰/۳ دارای روند کاهشی؛ اما بدون معناداری به میزان ۰/۴- درصد در هر دوره و دارای روندهای کاهشی معناداری برای مساحت شاخص NDVI های بزرگتر از ۰/۴ و ۰/۵ به میزان ۰/۴- و ۰/۹- بوده است و مجدداً برای درصد مساحت NDVI های بزرگتر از ۰/۶ نیز این روند کاهشی برای مساحت ادامه دارد؛ اما معنادار نمی-باشد.

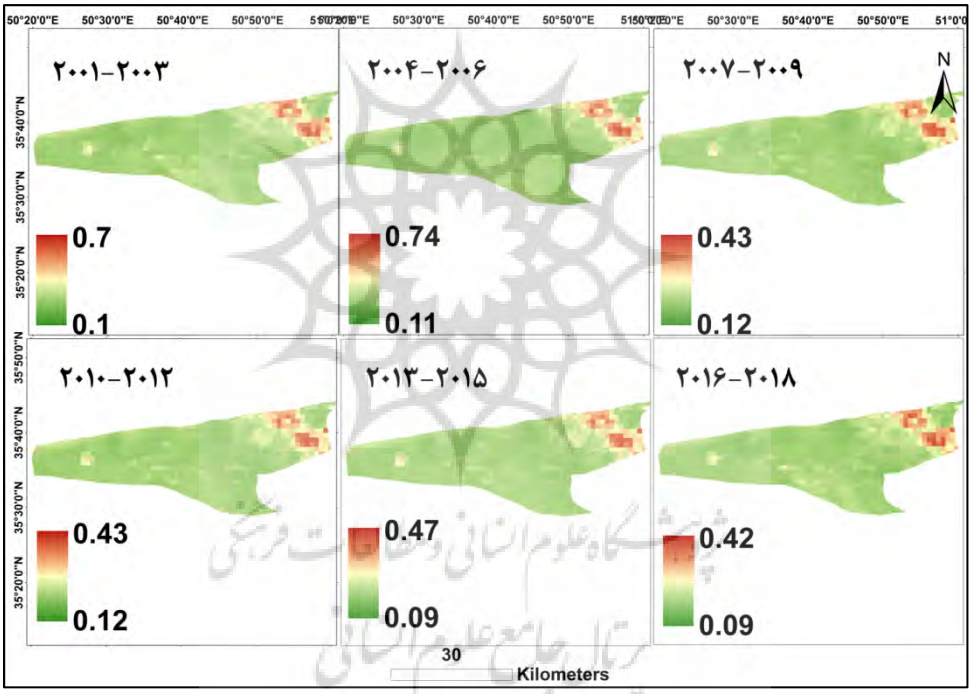
نتایج ماه می نشان می‌دهد که درصد مساحت این شاخص به‌طور کلی دارای روند کاهشی بوده و از میزان زمین‌های با NDVI بیش از ۰/۵ در این ماه طی دراز مدت کاسته شده است که نیازمند تدابیر و بررسی‌های لازم برای متوقف نمودن کاهش مساحت می‌باشد. در ماه ژوئن درصد مساحت NDVI برای همه مقادیر کاهشی می‌باشد؛ اما نتایج این ماه معنادار نیستند. این بدین معنی است که در این ماه هم از پوشش گیاهی انبوه و هم از پوشش گیاهی تنک کاسته شده است که می‌تواند دال بر روند بیابان‌زایی شدید باشد.

در ماه ژوئیه مقادیر NDVI بالاتر از ۰/۴ ، ۰/۵ و ۰/۶ دارای روند کاهشی معنادار به میزان ۰/۵-، ۰/۱۸- و ۰/۰۳- درصد در دوره در مساحت پوشش گیاهی می‌باشد. نتایج دال بر این است در این ماه تمام رده‌های پوشش‌های گیاهی اعم از NDVI های ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ از روند کاهشی در مساحت پوشش گیاهی به‌طور غیر معنادار رنج می‌برند که نشان-دهنده این است در درازمدت از میزان پوشش گیاهی انبوه و تنک این منطقه کاسته شده است. در ماه اوت درصد مساحت پوشش گیاهی در تمامی رده‌های پوشش گیاهی روند کاهشی را نشان می‌دهد که معنادار نیستند.

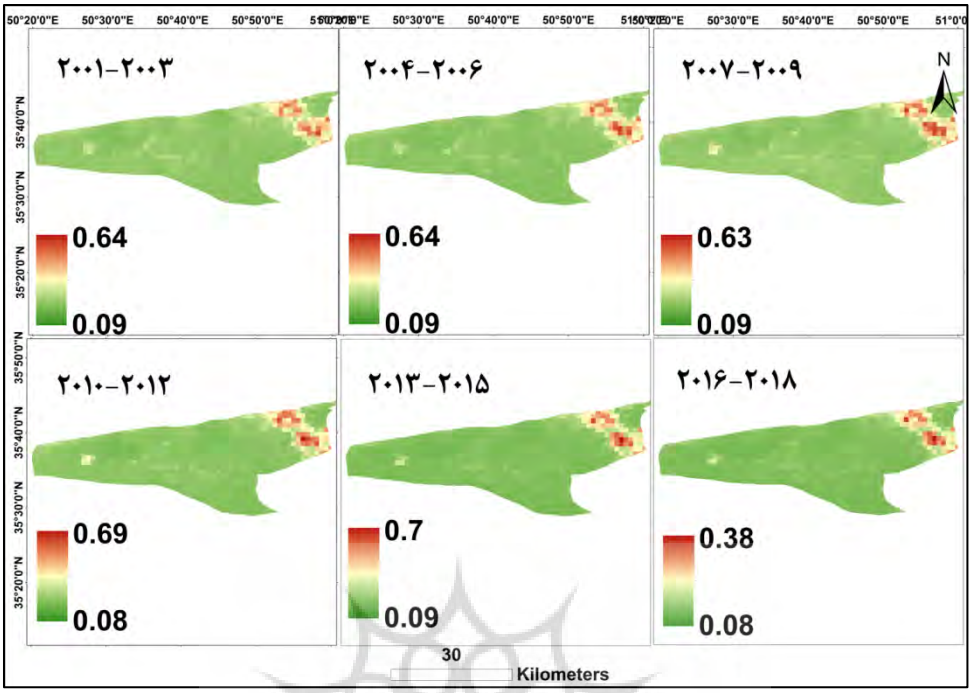
در ارتباط با تغییرات پوشش گیاهی مطالعاتی از حیث توسعه پایدار انجام شده است. به عنوان مثال در این ارتباط در بررسی کاسل و همکاران (۲۰۲۰) در اوکراین مشخص شد که پویایی مثبت در رشد بهره‌وری برای کل اراضی از ۴۶,۱۹ به

۴۸/۲۴ درصد و برای اراضی کشاورزی از ۳۷/۶ به ۴۲/۸ درصد وجود داشته است اما مساحت دارای روند منفی شاخص پوشش گیاهی هنوز بیش از ۲۹،۰۴۶ هزار هکتار بوده است. آن‌ها اشاره کردند که این رشد را می‌توان با شیوه‌های کشاورزی و یا ایجاد سیستم‌های برداشت محصول توضیح داد.

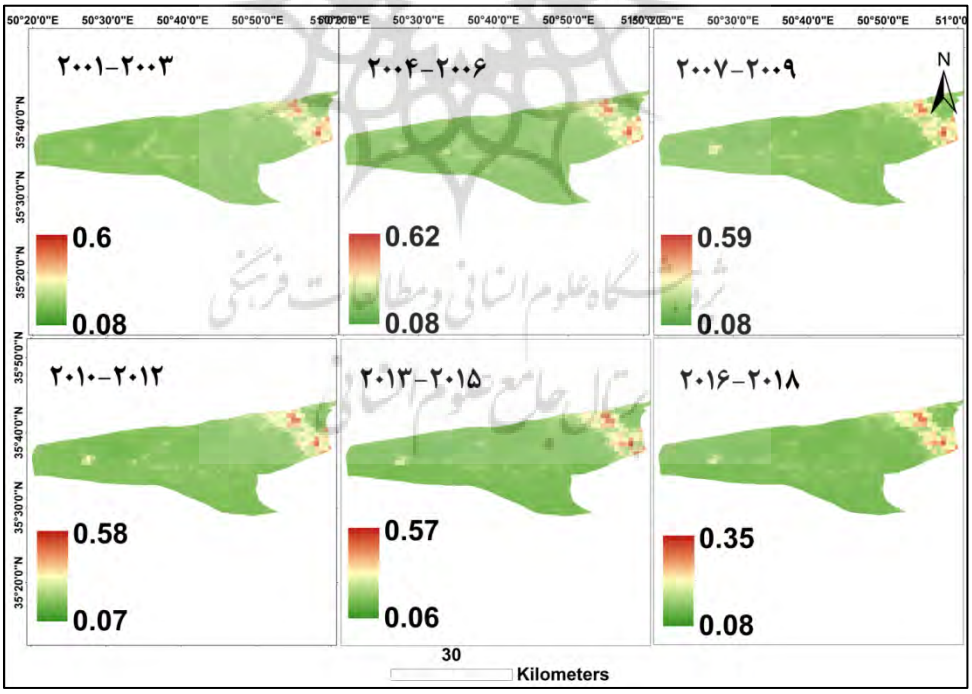
بنابراین بخش بزرگی از زمین‌ها در این کشور با روند منفی پوشش گیاهی مواجه است و کاهش چشمگیری در تولیدات آن‌ها وجود دارد که در شرق اوکراین و کریمه نیز به دلیل وخیم شدن اوضاع و مشکلات دسترسی به آب و در غرب اوکراین از طریق جنگل‌زدایی قابل توجیه است. از طرفی در این پژوهش اشاره شده است که احیای جنگل‌های قطع‌شده نیز در راستای کاهش پوشش اراضی جنگلی وجود دارد که هر سال با روند قابل توجهی، پوشش گیاهی بهبود می‌یابد. براساس اعلام آژانس دولتی منابع جنگلی اوکراین، ۵۲/۶ هزار هکتار از جنگل‌ها در سال ۲۰۱۶ ترمیم و این مقدار در سال ۲۰۱۷، ۵۳/۲ هزار هکتار بود؛ اما طبق پژوهش هونک و همکاران (۲۰۱۸: ۱) در سوئیس مشخص شده است که روند جنگل‌ها نرخ افزایشی ۳ درصد از سال ۱۹۸۵ داشته است. آن‌ها که از داده‌های لندست با وضوح فضایی بالا برای این کار بهره برده بودند دقت بالای این داده‌ها را در ارزیابی‌های محیطی مطابق توسعه پایدار نشان دادند.



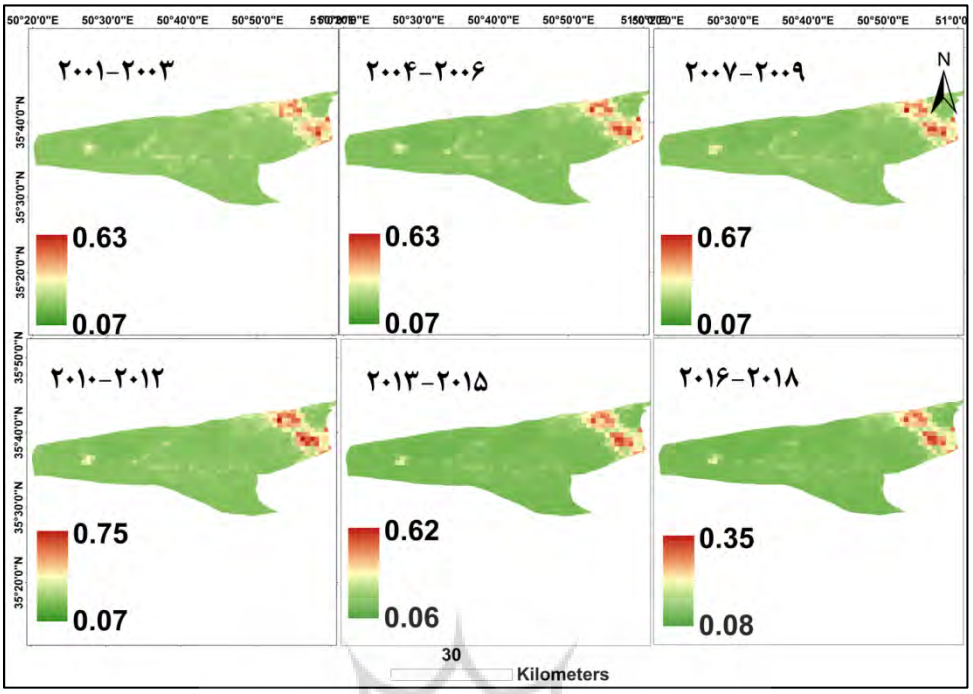
شکل ۴. شاخص پوشش گیاهی NDVI ماه می در دوره‌های مورد بررسی در شهرستان ملارد



شکل ۵. شاخص پوشش گیاهی NDVI ماه ژوئن در دوره‌های مورد بررسی در شهرستان ملارد



شکل ۶.شاخص پوشش گیاهی NDVI ماه ژوئیه در دوره‌های مورد بررسی در شهرستان ملارد



شکل ۷. شاخص پوشش گیاهی NDVI ماه اوت در دوره‌های مورد بررسی در شهرستان ملارد

جدول ۳. تغییرات درصد مساحت شاخص بی‌بعد NDVI برای رده‌های مختلف NDVI طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸

دوره	بزرگتر از ۰،۳	بزرگتر از ۰،۴	بزرگتر از ۰،۵	بزرگتر از ۰،۶
می ۲۰۰۱-۲۰۰۳	۹/۵	۶/۲۶	۳/۹۷	۱/۵۶
می ۲۰۰۴-۲۰۰۶	۱۰/۱۲	۶/۳۸	۳/۹۷	۱/۹۲
می ۲۰۰۷-۲۰۰۹	۱۰/۷۲	۵/۵۴	۰	۰
می ۲۰۱۰-۲۰۱۲	۱۰/۷۲	۵/۶۶	۰	۰
می ۲۰۱۳-۲۰۱۵	۶/۲۶	۵	۰	۰
می ۲۰۱۶-۲۰۱۸	۸/۹۲	۴/۱۰	۰	۰
ژوئن ۲۰۰۱-۲۰۰۳	۷/۲۲	۳/۴۹	۱/۳۲	۰/۱۲
ژوئن ۲۰۰۴-۲۰۰۶	۶/۷۴	۳/۷۳	۱/۵۶	۰/۴۸
ژوئن ۲۰۰۷-۲۰۰۹	۷/۳۴	۳/۴۹	۱/۶۸	۰/۶۰
ژوئن ۲۰۱۰-۲۰۱۲	۶/۷۴	۳/۶۱	۲/۱۶	۰/۳۶
ژوئن ۲۰۱۳-۲۰۱۵	۵/۹۰	۲/۷۷	۱/۴۴	۰/۳۶
ژوئن ۲۰۱۶-۲۰۱۸	۵/۱۸	۰	۰	۰
ژوئیه ۲۰۰۱-۲۰۰۳	۴/۵۷	۱/۴۴	۰/۲۴	۰/۱۲
ژوئیه ۲۰۰۴-۲۰۰۶	۵	۱/۶۸	۰/۶۰	۰/۱۲
ژوئیه ۲۰۰۷-۲۰۰۹	۴/۲۱	۱/۳۲	۰/۴۸	۰
ژوئیه ۲۰۱۰-۲۰۱۲	۴/۴۵	۱/۵۶	۰/۶۰	۰
ژوئیه ۲۰۱۳-۲۰۱۵	۴/۵۷	۱/۳۲	۰/۳۶	۰
ژوئیه ۲۰۱۶-۲۰۱۸	۵/۱۸	۰	۰	۰

اوت ۲۰۰۱-۲۰۰۳	۶/۱۴	۲/۲۸	۰/۸۴	۰/۱۲
اوت ۲۰۰۴-۲۰۰۶	۶/۷۴	۳/۴۹	۱/۴۴	۰/۶۰
اوت ۲۰۰۷-۲۰۰۹	۶/۳۸	۲/۸۹	۱/۰۸	۰/۴۸
اوت ۲۰۱۰-۲۰۱۲	۶/۶۲	۳/۶۱	۱/۶۸	۰/۴۸
اوت ۲۰۱۳-۲۰۱۵	۶/۲۶	۳/۲۵	۱/۴۴	۰/۳۶
اوت ۲۰۱۶-۲۰۱۸	۱/۵	۰	۰	۰

جدول ۴.تغییرات شاخص پوشش گیاهی طی سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ در شهرستان ملارد

ماه	بزرگتر از ۰,۳	بزرگتر از ۰,۴	بزرگتر از ۰,۵	بزرگتر از ۰,۶
می	y = -۰.۴۱x + ۱۰.۸۳	**y = -۰.۴۱x + ۶.۹۷**	**y = -۰.۹۰x + ۴.۵۶**	y = -۰.۳۸x + ۱.۹۴
ژوئن	y = -۰.۳۸x + ۷.۸۶	y = -۰.۵۷x + ۴.۸۷	y = -۰.۱۸x + ۲.۰۱	y = -۰.۰۳x + ۰.۴۴
ژوئیه	y = ۰.۰۵x + ۴.۴	y = -۰.۲۳x + ۲.۰۳	y = -۰.۰۵x + ۰.۵۶	y = -۰.۰۲x + ۰.۱۳
اوت	y = -۰.۶۹x + ۸.۰۵	y = -۰.۳۲x + ۳.۷۳	y = -۰.۱۰x + ۱.۴۴	y = -۰.۰۳x + ۰.۴۷

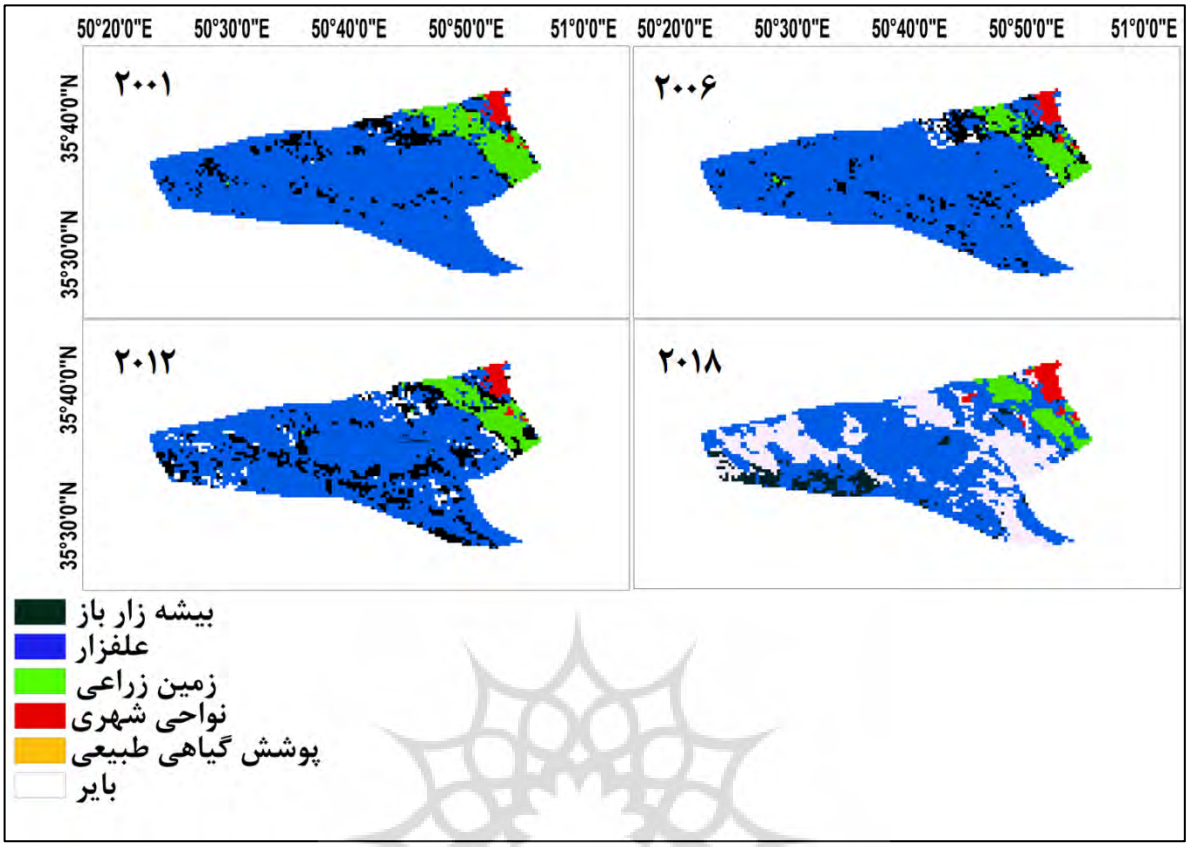
* رگرسیون‌های معنادار در سطح ۰/۰۵ به صورت بولد مشخص شده‌اند.

ب) روند تغییرات کاربری اراضی

در بررسی داده‌های کاربری اراضی (شکل ۸) مربوط به سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۶، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۸ نتایج مورد توجه‌ای آشکار شد. لازم به ذکر است در اینجا داده‌های کاربری اراضی به صورت ۶ ساله مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج نشان داده که میزان نواحی بیشه‌زار باز از تقریباً ۸۲ کیلومترمربع به ۵۷ کیلومترمربع و همچنین نواحی بایر از ۳ به ۲۶۵ کیلومترمربع افزایش داشته است و در حدود ۱۰ و ۳۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد که اثبات‌کننده کاهش پوشش گیاهی در طی زمان است. در صورتی که نواحی تحت کاشت زراعی و همچنین علفزارها کاهش قابل ملاحظه‌ای به میزان ۳ و ۲۵ درصد داشته‌اند. این موارد نشان می‌دهد که در مورد بیشه‌زار و بایر به‌ترتیب در ازای هر ۶ سال، ۰/۰۶ و ۹ کیلومترمربع بر میزان این اراضی افزوده شده است؛ در حالی که در مورد نواحی علفزار و زمین زراعی به میزان ۸ و ۱ کیلومترمربع کاهش طی هر ۶ سال برای این شهرستان مشهود است.

این موارد به این معنی است که هر ساله قسمت عمده‌ای از نواحی پوشیده‌شده از درختان مطابق گزارشات بین‌المللی در مورد توسعه پایدار در این شهرستان تخریب و نابود شده است که مشکلات عدیده‌ای از جمله افزایش آلودگی هوا، کاهش در جمعیت گردشگران، افزاش رخداده‌های حدی تهدیدکننده شهرستان نظیر طغیان سریع رودخانه‌های شهرستان در مواقع سیل و ... خواهد شد. جدول ۵ تغییرات کاربری اراضی را در ملارد نشان میدهد.

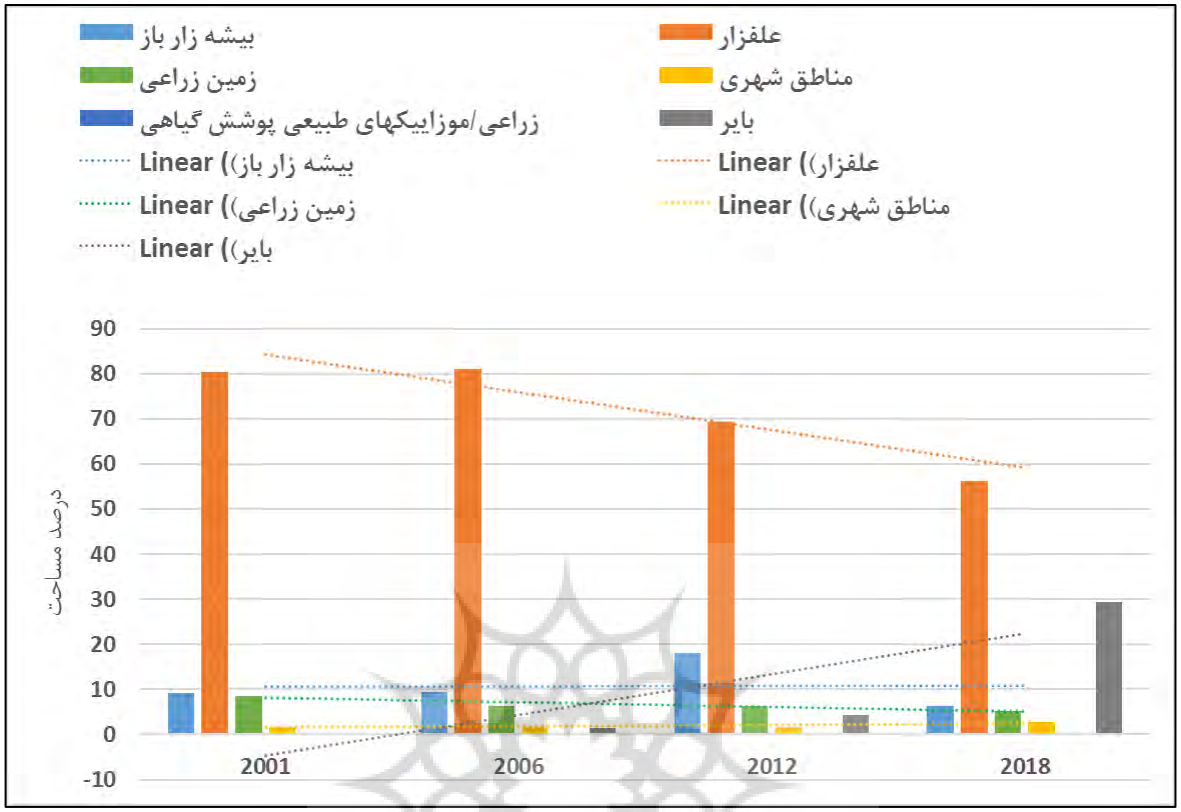


شکل۸ . تغییرات کاربرای اراضی طی سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۶، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۸ در شهرستان ملارد

جدول ۵. تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ در شهرستان ملارد

سال	بیشه زار باز	علفزار	زمین زراعی	مناطق شهری	زراعی/موزاییک‌های طبیعی پوشش گیاهی	بایر
مساحت انواع کاربری اراضی به کیلومترمربع						
۲۰۰۱	۸۱/۷۸	۷۲۱/۸۹	۷۶/۸۴	۱۵/۶۷	۰/۴۲	۲/۱۴
۲۰۰۶	۸۴/۱۴	۷۲۸/۵۵	۵۷/۳۱	۱۵/۶۷	-	۱۳/۰۹
۲۰۱۲	۱۶۲/۷۱	۶۲۳/۳۶	۵۷/۳۱	۱۵/۶۷	-	۳۹/۷۱
۲۰۱۸	۵۷/۵۲	۵۰۵/۷۳	۴۶/۳۶	۲۵/۱۱	-	۲۶۴/۰۳
درصد تغییرات						
۲۰۰۱	۹/۰۹	۸۰/۳۲	۸/۵۵	۱/۷۴	۰/۰۴	۰/۲۳
۲۰۰۶	۹/۳۶	۸۱/۰۶	۶/۳۷	۱/۷۴		۱/۴۵
۲۰۱۲	۱۸/۱۰	۶۹/۳۵	۶/۳۷	۱/۷۴		۴/۴۱
۲۰۱۸	۶/۴۰	۵۶/۲۶	۵/۱۵	۲/۷۹		۲۹/۳۷

تغییرات به درصد در گام‌های رنگی نمایش داده شده است. افزایش درصد مساحت نواحی از کمرنگ به پررنگ نشان داده شده است. شکل ۹ روند تغییرات کاربری های اراضی مختلف را در نمودار ستونی نمایش میدهد. جدول ۶ مدلهای رگرسیونی تغییرات کاربری اراضی را خلاصه میکند.



شکل۹ . تغییرات کاربری اراضی طی ۴ سال مورد بررسی در شهرستان ملارد

جدول ۶. مدل رگرسیونی برای کاربری‌های اراضی مختلف طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ در شهرستان ملارد

کاربری اراضی	مدل رگرسیونی	ضریب تبیین
بیشه زار	y = ۰.۰۶۴۵x + ۱۰.۵۸	R^2 = ۰.۰۰۳
علفزار	y = -۸.۳۸۵۷x + ۹۲.۷۱۷	R^2 = ۰.۸۶۷
زمین زراعی	y = -۱.۰۱۷۵x + ۹.۱۵۹۴	R^2 = ۰.۸۶۵۷
مناطق شهری	-	-
بایر	y = ۹.۰۳۷۵x - ۱۳.۷۲۱	R^2 = ۰.۷۱۶۷

ج) تحلیل تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در راستای اهداف توسعه پایدار

در ارتباط با تحلیل تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی می‌توان این موضوع را از نقطه‌نظرات مختلف مورد بررسی قرار داد؛ به عنوان مثال این تغییرات می‌توانند برای توسعه پایدار از حیث توجه به پایان دادن فقر و گرسنگی، جلوگیری از افزایش رخداد وقایع حدی و تغییرات اقلیمی، آلودگی هوا، تغییرات مقصد گردشگران به نقطه خاص، تغییرات منابع آب و هیدرولوژی، تغییرات روند تولید محصول و کشاورزی و ... مهم باشند. در ادامه به سه مورد از مهمترین این اثرات به طور خلاصه اشاره می‌گردد که لازم است برای شهرستان ملارد در نظر گرفته شود:

پایان دادن به فقر و گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی و تامین رفاه با حفظ پوشش گیاهی

پایان دادن به فقر درهمه اشکال آن، پایان دادن به گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی و بهبود تغذیه و ترویج کشاورزی پایدار، تأمین زندگی های سالم و ترویج و تأمین رفاه برای همه در همه سنین سه آرمان اولیه توسعه پایدار می باشد. برآورد شاخص های توسعه پایدار برای این اهداف به شدت به داده های پوشش زمین وابسته است. اهداف توسعه پایدار، بر بهره وری منابع و مدیریت محیطی تمرکز دارد. در این زمینه، داده‌های رصد زمین مانند داده های ماهواره ای برای نظارت بر بهره‌وری منابع و همچنین برای ارزیابی پیشرفت به سمت دستیابی به اهداف توسعه پایدار استفاده می‌شود. وظیفه اصلی تحقیقاتی مانند تحقیق حاضر نیز کمک به توسعه پایدار در کشاورزی با هدف: پایان دادن به گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی و بهبود تغذیه، ترویج کشاورزی پایدار با هدف تضمین سیستم‌های تولید مواد غذایی پایدار و اجرای شیوه‌های کشاورزی انعطاف‌پذیر است. هدف دیگر اهداف توسعه پایدار حفاظت، بازسازی و ارتقای استفاده پایدار از اکوسیستم‌های زمین، مدیریت پایدار جنگل‌ها و مبارزه با بیابان‌زایی است.

برای دستیابی به این اهداف، اهداف مشخصی تعیین شده است: تضمین حفاظت، بازسازی و استفاده پایدار از اکوسیستم های آب شیرین داخلی، مبارزه با بیابان زایی و احیای اراضی تخریب شده تا سال ۲۰۳۰. به منظور ارزیابی اینکه تا چه حد از دستیابی به این اهداف فاصله داریم، یک چارچوب جهانی توسط گروه بین سازمانی و متخصص در شاخص های اهداف توسعه پایدار ایجاد شده است. این فهرست شامل ۲۳۲ شاخص است که توافق کلی در مورد آنها حاصل شده است. سه شاخص اصلی آن عبارتند از:

الف) نسبت مساحت کشاورزی تحت کشاورزی مولد و پایدار؛

ب) مساحت جنگل به نسبت کل مساحت

ج) نسبت زمینی که در کل مساحت زمین تخریب شده است (Kussul et al.,2020).

در این زمینه مطالعه ای در اکراین با استفاده از داده های ماهواره ای با تاکید بر اهداف توسعه پایدار نشان داد پویایی مثبتی در رشد بهره وری برای کل اراضی از ۴۶/۱۹ درصد به ۴۸/۲۴ درصد و برای زمین های کشاورزی از ۳۷/۶ درصد به ۴۲/۸ درصد وجود دارد، اما زمینهای با روند منفی شاخص پوشش گیاهی همچنان بیش از ۲۹۰۴۶ هزار هکتار است (Kussul et al.,2020).

مطالعه حاضر نیز در ملارد نشان میدهد نسبت زمین های زراعی و کشاورزی، بیشه زار و علفزار روند کاهشی مشخصی داشته است و به اصطلاح این زمینها به نفع زمینهای بایر عقب نشینی کرده اند و بطور کلی تخریب زمین صورت گرفته است. بنابراین میتوان گفت این تغییرات منطبق بر اهداف در نظر گرفته شده تا سال ۲۰۳۰ و در راستای سه شاخص ذکر شده در بالا نیستند زیرا که هیچ احیای اراضی در طی دوره مطالعاتی صورت نگرفته، بیابان زایی شدت گرفته و اکوسیستم پایدار از پایداری فاصله گرفته است. لذا در شهرستان ملارد باید تمهیدات لازم از جمله مبارزه با بیان زایی و حقفظ اکوسیستم و جلوگیری از تخریب بیش از حد زمین در نظر گرفته شود.

انجام اقدام فوری برای نبرد با تغییرات اقلیمی و اثرات آن

اهداف توسعه پایدار ۱۳ و ۱۵ مرتبط با نبرد با تغییرات آب و هوایی و همچنین حفاظت از پوشش گیاهی و مبارزه با بیابان زایی است که میتواند از افزایش وقایع حدی مرتبط با تغییرات آب و هوایی جلوگیری نماید. افزایش وقایع حدی به-ویژه سیل‌های گسترده یکی از موارد منفی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی است که توسط محققین زیادی از جمله Szwagrzyk et al, 2018: 227 و Apollonio et al, 2016: 1 اشاره شده است.

تغییرات مداوم و از بین رفتن منابع طبیعی می‌تواند مشکلات زیادی از جمله فرسایش خاک و افزایش رواناب ایجاد کند. ویژگی‌های پوشش اراضی بخشی از تعادل اکوسیستم است و هرگونه تغییرات محیطی که بر آن‌ها تأثیر می‌گذارد بسیار مهم می‌باشد به ویژه با توجه به گسترش روزافزون مناطق شهری که باعث کاهش نفوذپذیری زمین و افزایش سیلاب می‌شود (Olang et al, 2011: 80). به طور زیادی پذیرفته شده است که در حال حاضر بزرگی و فرکانس سیلاب در حال افزایش است.

آپولونیو و همکاران (۲۰۱۶: ۱) در ایتالیا با بررسی داده‌های ۲۸ ساله لندست نشان دادند همبستگی بالایی بین نواحی سیل و نواحی که کاربری اراضی‌شان تغییر یافته وجود دارد و در مقیاس‌های بسیار کوچک نیز حائز اهمیت است. کاربری اراضی با خطر سیل در ارتباط است، مشخص است که چگونه کاربری اراضی می‌تواند بر روند سیل تأثیر بگذارد. پتیسون و لین (۲۰۱۱: ۷۲) تجزیه و تحلیل مفصلی در مورد ارتباط بین کاربری اراضی و افزایش سیل انجام دادند. آن‌ها ادعا کردند که ارتباط دقیق بین مدیریت اراضی و خطر سیل پیچیده است؛ از آنجا که به ویژگی‌های حوضه آبخیز محلی، توالی فضایی - زمانی وقایع بارانی حدی و ساختار حوضه بستگی دارد. با این وجود، لازم است تا روش‌های تأثیر مدیریت کاربری اراضی بر ایجاد سیل مطالعه گردد.

با بررسی تغییرات دما و بارش تهران (ایستگاه مهراباد) طی سالهای ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۴ (بینش و همکاران ،۱۳۹۶) که فاصله چندانی با ملارد ندارد مشخص شده است که دمای تابستان و زمستان تهران طی سالهای اخیر در مجموع رو به افزایش بوده، اما دمای پاییز در چند سال اخیر روند کاهشی داشته است. در بهار تغییرات دما اغلب به شکل نوسان بروز کرده و در هیچ یک از فصول سال، روند تغییرات دما معنادار نبوده است. همچنین در سالهای اخیر، بارش فصل زمستان رو به کاهش بوده و بارش فصل پاییز در دو دهه اخیر روند افزایشی غیر معناداری را داشته است. در سایر فصول سال نیز بارش تهران فاقد روند بوده و تنها به صورت نوسان ظاهر شده است. علاوه بر این مطالعات، نتایج بررسیهای مشاهده ای در شهرستان ملارد نشان میدهد در این شهرستان تاکنون سیل‌های زیادی از جمله سیل سال‌های ۹۷ و ۹۸ (URL4) به وقوع پیوسته که یکی از دلایل آن‌ها بدون شک تغییرات کاربری اراضی بررسی شده در این مطالعه می‌باشد که این نشان‌دهنده عدم به‌کارگیری تدابیر لازم برای این معضل در این منطقه است.

آلودگی هوا مرتبط با تغییر کاربری اراضی

نگرانی فزاینده‌ای مبنی بر تغییرات کاربری اراضی ناشی از شهرنشینی، جنگل‌زدایی و تشدید کشاورزی وجود دارد که ممکن است بر اقلیم محلی، منطقه‌ای و جهانی و شیمی جو تأثیر بگذارد. نظارت بر تغییرات کاربری و پوشش اراضی در مناطق مختلف برای مدیریت پایدار منابع طبیعی، حفاظت از محیط‌زیست، کیفیت هوا، برنامه‌ریزی کشاورزی و امنیت غذایی ضروری است. تغییرات کاربری اراضی با تغییر گازهای گلخانه‌ای۱ و ترکیب آئروسل بر کیفیت هوا تأثیر می‌گذارد. انتشار گازهای گلخانه‌ای به مسیرهای توسعه‌ای که محرکشان کاربری اراضی، کشاورزی، فناوری و انرژی است بستگی دارد (Vadrevu et al, 2017: 1).

در این زمینه مطالعه الودگی هوا در شهر تهران (Rezaei ei al.,2019) مشخص نموده است حداکثر و کمترین مقدار آئروسل‌های تهران طی دوره مطالعه به ترتیب در ماه می (۰/۲۷ ± ۰/۳۲) و آگوست (۰/۰۷ ± ۰/۱۸) رخ داده است. بر اساس داده‌های آیروسل ماهواره ای، آئروسل‌ها به سه دسته مختلف طبقه‌بندی شدند: شهری/صنعتی، گرد و غبار صحرا

1. Greenhouse gases

و مخلوط که به ترتیب ۴۸,۵٪، ۳۰,۵٪ و ۲۱٪ سهم در روزهای آئروسل داشتند. حداکثر فرکانس گرد و غبار صحرا در فصول بهار و تابستان مشاهده شد، در حالی که نوع شهری مقدار حداکثری در طول فصل سرد داشت.

نتیجه این مطالعه به خوبی مشخص می کند آلودگی نیز یکی دیگر از مهمترین معضلات (URL5) این شهرستان است که در نتیجه تغییرات کاربری اراضی و تخریب جنگل‌ها و افزایش نواحی بایر روز به روز بر این معضل افزوده می‌گردد. در راستای مطالعه انجام شده (Rezaei ei al., 2019) مشخص می گردد بیش ترین غبار موجود روی تهران که شامل شهرستان ملارد است از نوع صحرا و با منشا بیابانی است که منطبق بر نتایج مطالعه حاضر است که نشان میدهد ملارد در حال بیابانی شدن است. بنابراین، به‌کارگیری تدابیر لازم برای جلوگیری از کاهش نواحی پوشیده‌شده از جنگل و درخت ضروری است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

فشارها بر منابع طبیعی، نیاز به تکنیک‌های سریع و مقرون به‌صرفه نظارت بر اکوسیستم را برای آگاهی از پیشرفت به سمت اهداف زیست‌محیطی جهانی ایجاد کرده است. داده‌های ماهواره‌ای به دلیل وضوح فضایی و زمانی بالا و تهیه داده‌های منظم از مزایای بسیاری برای پایش پدیده‌های طبیعی از جمله پوشش گیاهی دارد. شاخص پوشش گیاهی یکی از شاخص‌های مهم در اهداف توسعه پایدار است. جنگل‌ها به طور فزاینده‌ای تحت تأثیر گرم شدن آب‌وهوا، میکروب‌ها، افزایش دوره‌های خشکی، آلاینده‌های کشاورزی (نیتروژن)، آلاینده‌های جوی ناشی از حمل‌ونقل، پاکسازی جنگل‌ها و سایر فعالیت‌های انسانی تحت فشار قرار می‌گیرند. این بدان معناست که این فشار باعث می‌شود که از مساحت نواحی پوشیده-شده از گیاهان کاهش یابد که مغایر با اهداف توسعه پایدار است.

در این پژوهش تلاش شد تا با استفاده از داده‌های پوشش گیاهی و کاربری اراضی یکی از سنجنده‌های کاربردی (مادیس) برای پایش تغییرات پوشش گیاهی در شهرستان ملارد با تأکید بر اهداف توسعه پایدار استفاده گردد و در نتیجه میزان تغییرات یکی از مهمترین مشخصه‌های توسعه پایدار بررسی شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان تغییرات شاخص پوشش گیاهی با تغییرات کابرای اراضی هماهنگی را نشان می‌دهد؛ در همه ماه‌ها، روند کاهشی در مساحت شاخص NDVI در آستانه‌های بزرگتر از ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ مشاهده گردید و از طرفی نتایج داده‌های کاربری اراضی نیز آن را تأیید نمود؛ به طوری که بر نواحی زمین‌های بایر و همچنین بیشه‌زارهای باز افزوده شده و از میزان نواحی علفزار و زمین‌های زراعی کاسته شده است.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شهرستان ملارد به سمت بیابانی شدن پیش می‌رود و همین امر سبب شده است که از یک طرف فقر، گرسنگی و عدم امنیت غذایی ناشی از کاهش زمینهای زراعی بر منطقه افزایش یابد و از طرف دیگر نیز میزان سیل و رخدادهای حدی نیز در این شهرستان افزایش یابد. علاوه بر اینها آلودگی هوا و پدیده ریزگردها نیز به معضل بزرگی برای آن تبدیل شود. لذا، در دستور کار قرار دادن رسیدگی به این شهرستان از منظر محافظت از پوشش گیاهی در راستای اهداف توسعه پایدار امری ضروری تلقی می‌گردد. در این زمینه تحلیل منطقه‌ای سیاست‌های مبارزه با بیابان‌زایی در آمریکای لاتین، شش عامل مرتبط با موفقیت در بهبود مدیریت زیست‌محیطی و کنترل بیابان‌زایی را شناسایی کرد که دو مورد اخر یعنی سرمایه گذاری دولتی و مشوقها بطور گسترده ای می تواند برای جلوگیری از بیابانزایی شهرستان ملارد در نظر گرفته شود:

• توسعه نهادی مشارکتی. کشورهایی که هماهنگی خوبی بین نهادهای ملی دارند، ظرفیتی برای تأثیرگذاری بر سیاست های عمومی در مورد مسائل زیست محیطی ایجاد کرده اند. گنجاندن بخش خصوصی مداخلات را تسهیل کرده است. انجمن بین‌المللی بیابان‌ها و بیابان‌زایی، بستری برای مشارکت بازیگران دولتی و جامعه مدنی فراهم نموده است.

• ترویج آموزش و پژوهش. کشورهایی که دارای استراتژی های بلندمدت قوی برای ترویج تحقیق و آموزش هستند، بیشترین منابع را برای ترویج کنوانسیون های ریو و مدیریت زیست محیطی سرزمین های خشک سرمایه گذاری کرده اند.

• اقدام غیرمتمرکز در سطوح منطقه ای و شهری. نهادهای غیرمتمرکز که پروژه‌های زیست‌محیطی را در سطوح منطقه‌ای و شهری اجرا می‌کنند، به‌عنوان کانال‌های دوطرفه عمل می‌کنند: شناسایی نیازها و پیشنهادات از پایین به بالا، و کاربرد برنامه‌ها و استراتژی‌ها از بالا به پایین.

• ارزیابی تاثیر کمی. دانش ۴۰ سال تلاش برای مبارزه با بیابان‌زایی توسط سازمان‌های غیر دولتی، دانشگاه‌ها و مؤسسات دولتی در گزارش‌های سازمانی پراکنده است و ارزیابی سیستماتیک تأثیرات مداخله وجود ندارد. ظرفیت محدودی برای جمع آوری داده ها در مورد تخریب زمین و اثرات اقدامات بازسازی وجود دارد. وضعیت ضعیف در مورد نظارت سیستماتیک و ارزیابی تأثیر، یادگیری از تلاش های قبلی و فعلی را محدود می کند.

• سرمایه گذاری منابع دولتی در اجرای طرح های محلی. برخی از دولت ها سهم سرمایه گذاری ملی در حفاظت و مدیریت منابع طبیعی را افزایش داده اند. هدایت این منابع از طریق ارگان های دولتی منطقه ای و شهری منجر به استقلال بیشتر در تصمیم گیری، افزایش ظرفیت مذاکره با سرمایه گذاران مشترک و تخصیص بیشتر پروژه ها شده است.

• مشوق ها برای بازسازی و حفاظت زمین. دولت ها به طور کلی ظرفیت ضعیفی برای اجرای قوانین زیست محیطی دارند و بخش خصوصی به طور سنتی تمایلی به در نظر گرفتن هزینه های زیست محیطی ندارد. تجربه با انگیزه های اقتصادی و غیراقتصادی با جوامع محلی و تولیدکنندگان کوچک تا متوسط موفقیت آمیز بوده است، اما اکنون نیاز به سیستم سازی دارد.

منابع و مأخذ

بینش، نگین، نیک سخن، محمد حسین ، سارنگ، امین (۱۳۹۶) آشکارسازی روند تغییرات دما و بارش سالانه و فصلی تهران طی دوره ۱۹۸۴-۲۰۱۴ . مجله علمی و ترویجی نیوار، شماره ۹۶-۹۷، بهار و تابستان ۱۳۹۶ (دو فصلنامه)

پردل، فاطمه، ابراهیمی، عطاالله و عزیزی، زهرا (۱۳۹۶) پایش تغییرات مکانی و زمانی تولید گیاهی از طریق محاسبه و تعمیم شاخصهای گیاهی مبتنی بر ماهواره لندست ۸ (مطالعه موردی: مرتع مرجن بروجن). نشریهٔ علمی پژوهشی مرتع، ۱۱(۲): ۱۶۶-۱۷۸.

پور اصغر سنگاچین، فرزام (۱۳۹۴). اهداف توسعه هزاره (MDG) و اهداف توسعه پایدار (SDG) (از MDGتا SDG). ماهنامه اجتماعی، اقتصادی، علمی و فرهنگی کار و جامعه - شماره ۱۸۶ - آبان ماه ۱۳۹۴

پیری، حامد، اکبری، الهه، فرهادی، علی و صادقی، محمد (۱۳۹۳). بررسی تغییرات پوشش گیاهی باغات، مراتع و مسارع شهرستان ملارد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM و شاخص NDVI، دومین کنگره بین‌المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنگره بین‌المللی سازه، معماری و توسعه شهری.

علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۸۵). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.

فرجزاده، منوچهر، فتحنیا، امان‌اله، علیجانی، بهلول، ضیائیان، پرویز (۱۳۹۰). ارزیابی اثر عوامل آب‌وهوایی بر پوشش گیاهی منطقه زاگرس با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره‌ای، فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۸، شماره ۱، ص ۱۲۳-۱۰۷.

کامل نارستان، محبوبه ، سعیدافخم الشعرا، محمد رضا ، دادرسی سبزوار، ابوالقاسم (۱۴۰۰) پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از داده های سنجش ازراه دور (مطالعه موردی: منطقه پخش سیلاب کلاته سادات شهرستان سبزوار). مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار، ۱(۳).

نیک پور، نورالله، نگارش، حسین ، فتوحی، صمد، حسینی، زین العابدین ، بهرامی، شهرام (۱۳۹۷) پایش روند تغییرات پوشش گیاهی (NDVI)، یکی از مهمترین شاخص های تخریب سرزمین (در استان ایلام). نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۵(۴) ۲۱-۴۸.

Adeel, Z., et al. 2006. Overcoming One of the Greatest Environmental Challenges of Our Times: Re-thinking Policies to Cope with Desertification. A Policy Brief based on The Joint International Conference: "Desertification and the International Policy Imperative" Algiers, Algeria, 17-19 December, 2006

Apollonio C, Gabriella Balacco, Antonio Novelli, Eufemia Tarantino and Alberto Ferruccio Piccinni (2016) . Land Use Change Impact on Flooding Areas: The Case Study of Cervaro Basin (Italy) , Sustainability 2016, 8, 996; doi:10.3390/su8100996.

Du Pisani, J. A (2006). Sustainable development – historical roots of the concept. Environmental Sciences, 3(2), 83–96. Doi:10.1080/15693430600688831 [Taylor & Francis Online], [Google Scholar]

Friedl Mark A., Damien Sulla-Menashe, Bin Tan, Annemarie Schneider, Navin Ramankutty, Adam Sibley, Xiaoman Huang (2010). MODIS Collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets, Remote Sensing of Environment 114 (2010) 168–182.

Gu, Z.H.; Chen, J.; Shi, P.J.; Xu, M (2005). Correlation analysis of NDVI difference series and climate variables in Xilingole steppe from 1983 to 1999. Acta Phytoecol. Sin. 29, 753–765. (In Chinese) [Google Scholar]

Honeck E, Castello R , Chatenoux B, Richard JP, Lehmann A and Giuliani G(2018). From a Vegetation Index to a Sustainable Development Goal Indicator: Forest Trend Monitoring Using Three Decades of Earth Observations across Switzerland, ISPRS Int. J. Geo-Inf (2018). 7, 455; doi:10.3390/ijgi7120455

Huete, A. J.,(1999). MODIS vegetation index (mod 13), algorithm theoretical basis document. Version 3, 2University of Virginia Department of Environmental Sciences Clark Hall Charlottesville. 1999.

Kussul N ,Mykola Lavreniuk,Andrii Kolotii,Sergii Skakun,Olena Rakoid &Leonid Shumilo (2020). A workflow for Sustainable Development Goals indicators assessment based on high-resolution satellite data, International Journal of Digital Earth Volume 13, 2020 – Issue 2: 309-321.

Lee, HK(2018). The potential implementation of green infrastructure assessment using high-resolution National Agriculture Imagery Program data for sustainable hazard mitigation, International Journal of Sustainable Development & World Ecology ,Volume 25, 2018 – Issue 4:371-381.

Ma, Y.L.; Yu, W.H.; Fang, X.Q. Change of grass growth in the Hulunbuir steppe in response to global warming. Arid Land Geogr. 27, 29–34.

Nataliia Kussul, Mykola Lavreniuk, Andrii Kolotii, Sergii Skakun, Olena Rakoid & Leonid Shumilo (2020) A workflow for Sustainable Development Goals indicators assessment based on high-resolution satellite data, International Journal of Digital Earth, 13:2, 309-321, DOI: 10.1080/17538947.2019.1610807

Olang, L.; Fürst, J(2011). Effects of land cover change on flood peak discharges and runoff volumes: Model estimates for the Nyando River Basin, Kenya. Hydrol. Process, 25, 80–89.

Ouyang, Z.; Zheng, H.; Xiao, Y.; Polasky, S.; Liu, J.; Xu, W.; Wang, Q.; Zhang, L.; Xiao, Y.; Rao, E.; et al (2016). Improvements in ecosystem services from investments in natural capital. Science, 352, 1455–1459.

Pattison, I.; Lane, S.N(2011). The link between land-use management and fluvial flood risk: A chaotic conception? Prog. Phys. Geogr. 36, 72–92.

Peet, R. (1999). Theories of development. New York: Guilford Press.

Reyes, G. E (2001). Four main theories of development: modernization, dependency, word-system, and globalization. Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas, 4(2), 109–124. University of Pittsburgh, USA.

Rezaei, M., Farajzadeh, M., Mielonen, T., Ghavidel Y., 2019. Discrimination of aerosol types over the Tehran city using 5 years (2011–2015) of MODIS collection 6 aerosol products. Journal of Environmental Health Science and Engineering. https://doi.org/10.1007/s40201-018-00321-2

Szwagrzyk M, Kaim D, Price B, Wypych A, Grabska E, Kozak J (2018). Impact of forecasted land use changes on flood risk in the Polish Carpathians. Nat Hazards 94:227–240. https://doi.org/10.1007/s11069-018-3384-y

Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2006). Economic development (8th ed.). Reading: Addison-Wesley.

Ukaga, U., Maser., C., & Reichenbach, M (2011). Sustainable development: principles, frameworks, and case studies. International Journal of Sustainability in Higher Education, 12(2), Emerald Group Publishing Limited. Doi:10.1108/ijshe.2011.24912bae.005.

Vadrevu K et al., (2017). Land cover, land use changes and air pollution in Asia: a synthesis, Environ. Res. Lett. 12 120201

World Resources Institute. Forests and SDGs: Taking a Second Look|World Resources Institute. Available online: https://www.wri.org/blog/2017/09/forests-and-sdgs-taking-second-look (accessed on 9 October 2018).

URL1: https://www.mehrnews.com/news

URL2:http://scholar.ulethbridge.ca/parastoo_emami/files/sustainable_development_in_1.pdf

URL3: Mongabay. "Deforestation statistics for [selected country name]". Accessed on [date] from rainforests.mongabay.com.

URL:https://www.aparat.com

URL5: http://www.isna.ir/news/