جغرافیا و روابط انسانی، پاییز ۱٤۰٤، دوره۸، شماره۳، صص۲۰۸-۱۹٤

ارزیابی تاثیر تغییرات اقلیمی بر پوشش گیاهی و آبی شهرستان رشت

ساره پاکاریان*[۱]، وحید ریاحی[۲]، مصطفی یلقی[۳]،

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
sarehpakarian@khu.ac.ir
۲-دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳-دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۱٤۰٤/۰٦/۰۹ تاریخ بازنگری: ۱٤۰٤/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۰۸/۲۸

چکیده

پوشش گیاهی و منابع آبی از عناصر حیاتی برای پایداری محیطی و زیست‌پذیری هر منطقه‌اند. وجود منابع آبی پایدار در کنار اقلیم مرطوب، از مهم‌ترین عوامل حفظ پوشش گیاهی به شمار می‌رود. کاهش پوشش گیاهی و منابع آبی می‌تواند پیامدهای جدی و گسترده‌ای از جمله بحران آب، تخریب اکوسیستم‌ها و کاهش کیفیت زندگی را به دنبال داشته باشد. از این رو، هدف تحقیق حاضر، بررسی تغییرات محیطی سطوح آبی، تغییرات پوشش گیاهی و تغییرات کاربری اراضی شهرستان رشت است. برای انجام این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ی لندست ۵(TM)، ۷(ETM+)، ۸ و ۹ (OLI/TIRS) استفاده شده که از سایت Earth Explorer برای اخذ تصاویر استفاده شد و تغییرات سطوح آبی و پوشش گیاهی در بازه زمانی ۱۹۹٤-۲۰۲٤ با فاصله شش ساله مورد بررسی قرار گرفتند که برای پردازش این تصاویر از نرم‌افزار ENVI بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که شهرستان رشت با روند نگران‌کننده‌ای از کاهش پهنه‌های آبی مواجه بوده، به طوری که از ۱۳.۰۵ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹٤ به ۸.۰۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲٤ رسیده است. اوج کاهش پهنه آبی در سال ۲۰۱۲ با مساحت ۲.۸۱ کیلومتر مربع ثبت شده و افزایش قابل توجهی در سال ۲۰۱۸ داشته که احتمالاً ناشی از سیل سراسری کشور در مارس ۲۰۱۸ بوده است. در مقابل، تحلیل شاخص NDVI نیز کاهش تدریجی پوشش گیاهی، به ویژه در نواحی نزدیک به مرکز شهر و بخش‌های شرقی و جنوب شرقی را نشان می‌دهد. این کاهش عمدتاً به دلیل گسترش فزاینده مناطق انسان‌ساخت، شهرنشینی و تغییر کاربری اراضی زراعی و جنگلی است. یافته‌ها حاکی از فشار فزاینده انسانی بر منابع طبیعی و لزوم اتخاذ سیاست‌های مدیریت پایدار زمین و منابع آب، شامل حفاظت و احیای پهنه‌های آبی، کنترل گسترش ساخت و ساز بی‌رویه و تقویت پوشش سبز شهری برای تضمین پایداری زیست‌محیطی منطقه است. از جمله اثرات زیست‌محیطی و اکوسیستم این روند می‌توان به تخریب اکوسیستم‌های آبی و تنوع زیستی، کاهش نفوذپذیری زمین، افزایش رواناب سطحی، جزایر حرارتی شهری و آسیب‌پذیری در برابر تغییرات اقلیمی اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: شهرستان رشت، تغییرات سطح آب، تغییرات پوشش گیاهی، لندست، تغییرات اقلیمی

doi: 10.22034/gahr.2025.556475.2617 شاپا الکترونیکی:2645-3851

مقدمه

افزایش جمعیت در دهه‌های اخیر موجب تغییرات ساختاری و عملکردی در شهرها شده است (Goa et al., 2015). این رشد سریع شهری، با تأثیر بر کاربری و پوشش زمین، پیامدهای منفی برای محیط زیست به دنبال داشته است (کاکه ممی و همکاران، ۱۳۹۹). امروزه درگیری بر سر منابع محدود و تأثیر تغییرات آب و هوایی بر عملکرد کشاورزی و امنیت غذایی یک نگرانی عمده در سراسر جهان است، زیرا کشاورزی یکی از آسیب پذیرترین و حساس‌ترین بخش‌ها به شرایط آب و هوایی است. تغییرات اقلیمی یکی از تنش‌های غالب است که جوامع و افراد در مناطق روستایی باید با آن کنار بیایند. خطرات و خطرات مشابه شامل کاهش تولید محصولات زراعی، ناامنی غذایی ناشی از افزایش هزینه‌های مواد غذایی و آوارگی در بسیاری از کشورهای آفریقایی است. در نتیجه، بحث در مورد تاب‌آوری خانوارهای روستایی و تکمیل استراتژی‌های سازگاری با خطرات آب و هوایی بسیار مهم است (Umar Demisse et al., 2022). تغییرات آب و هوایی (CC) یک پدیده جهانی غیرقابل انکار و یک چالش مبرم زمان ما است. این به تغییرات طولانی مدت و اغلب غیرقابل پیش‌بینی در الگوهای آب و هوایی زمین اشاره دارد که شامل افزایش دما، تغییر روند بارش، و تشدید رویدادهای شدید آب و هوایی است. البته، وقتی از تغییرات اقلیمی صحبت میکنیم بایستی توجه کنیم که اقلیم خود پدیده پایداری نیست، اقلیم به طور طبیعی ماهیتی متغیر دارد. تجربه دورههای مختلف یخبندان در گذشته به وضوح این موضوع را ثابت می‌کند. این دوره های سرد کره زمین با مشکلات بزرگی در زندگی انسان همراه بوده که مهاجرت از نواحی شمالی به نواحی جنوبی نمود عینی آن محسوب می‌شود. علاوه بر این، در میان دوره‌های طولانی یخبندان، شواهدی از افزایش ناگهانی گرمایش زمین نیز وجود دارد (Bradley and Weiss, 2001). با توجه به اهمیت کشاورزی برای رفاه، درک چگونگی تأثیر تغییرات آب و هوایی بر تاب آوری خانوار و ابتکارات سیاستی بسیار مهم است. شوک‌های ناشی از آب و هوا به طور قابل توجهی بر معیشت خانوارها تأثیر می گذارد (Brown and Shuttler, 2022). علاوه بر این، تأثیر تغییرات آب و هوایی بر عملکرد کشاورزی، یک نگرانی عمده در سراسر جهان است، زیرا کشاورزی یکی از آسیب پذیرترین و حساس ترین بخش ها به شرایط آب و هوایی است. بنابراین، تغییرات اقلیمی یکی از تنش‌های غالب است که جوامع و افراد در مناطق روستایی باید با آن کنار بیایند. خطرات و خطرات مشابه شامل از دست دادن تولید محصولات زراعی ناشی از افزایش هزینه‌های مواد غذایی و آوارگی در بسیاری از کشورهای آفریقایی است (Krishnamurthy et al., 2012). افزایش شرایط شدید آب و هوایی منجر به برخی از یاتاقان‌های دائمی شده است زیرا سیستم‌های طبیعی و انسانی فراتر از توانایی خود برای سازگاری تحت فشار قرار می‌گیرند. این امر با افزایش فراوانی و شدت خطرات شدید آب و هوایی، کاهش عملکرد کشاورزی و کاهش تولید در مناطق آسیب‌پذیر، افزایش خطرات مربوط به بهداشت، افزایش کمبود آب و تشدید آن آشکار می‌شود (گروه بین‌دولتی سازمان ملل در زمینه تغییرات اقلیمی، ۲۰۲۲)[1]. پیامدهای شوک‌های آب و هوایی بر خانوارها می‌تواند قابل توجه باشد، چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت و چه از طریق مسیرهای مستقیم یا غیرمستقیم. به عنوان مثال، بارندگی غیرقابل اعتماد یا دمای بالا به طور مستقیم بر در دسترس بودن منابع، تولید مواد غذایی، کشاورزی، آموزش، بهداشت و خدمات عمومی تأثیر می‌گذارد. با این وجود، شکست محصول ناشی از

[1]. Intergovermental Panel on Climate Change

شوک‌های آب و هوایی، شوک‌های اضافی بازار را ایجاد می‌کند که به مصرف، درآمد و در دسترس بودن غذا ضربه می‌زند. به دلیل شوک‌های کوتاه مدت، فقر و ناامنی غذایی ممکن است فقط مدت کوتاهی طول بکشد که نشان دهنده حساسیت خانوارهای غیر فقیر و ایمن غذایی است. برخی از مردم در طول زمان ثروت جمع می‌کنند و زندگی خود را بهتر می‌کنند، در حالی که شوک‌ها دیگران را به فقر و ناامنی غذایی وادار می‌کند (Berisso Oumer, 2016). هنگام بررسی اثرات تغییرات آب و هوایی از دیدگاه عدالت، ضروری است که اطمینان حاصل شود که آسیب پذیرترین اعضای جامعه به طور ناعادلانه تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند. تامین آب تمیز و بهداشت، بهبود شرایط مسکن و کمک به کشاورزان در مقیاس کوچک برای انطباق با شرایط محیطی در حال تغییر، همگی نمونه‌هایی از مداخلاتی هستند که به رفع نیازهای آسیب پذیرترین اعضای جامعه کمک می‌کنند (March and Filler, 2022). اگرچه بخش‌های مختلف اقتصادی اعم از کشاورزی، جنگلداری، آب، صنعت، گردشگری، انرژی و حتی بازارهای مالی و بیمه از تغییرات اقلیم متأثر می‌شوند، لیکن در این میان بخش کشاورزی وابسته‌ترین بخش به اقلیم بوده و اقلیم تعیین‌کننده اصلی مکان، منابع تولید و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است. افزون بر این بخش کشاورزی سهم بالایی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه داشته و از ارتباطات گسترده‌ای با دیگر بخش‌های اقتصادی برخوردار است. مجموعه این ویژگی‌ها بخش کشاورزی را به محور اصلی مباحث سیاستی و پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده در رابطه با تغییر اقلیم و راهبردهای مختلف کنترل گازهای گلخانه‌ای در سطوح جهانی و ملی تبدیل کرده است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲). بسیاری از مناطق جهان تقاضای آب در بخش‌های صنعتی، کشاورزی و شرب از عرضه طبیعی آب فراتر رفته است. بخش کشاورزی مسئول ۷۰ درصد برداشت آب جهانی است و سهم این بخش از مصرف آب در آفریقا ۸۲ درصد، آمریکا ٤۹ درصد، آسیا ۸۱ درصد و در اروپا ۲۲ درصد است (شرقی و همکاران ۱۳۹۵). تغییر در تاریخ کاشت، طول دوره رشد، میزان تبخیر تعرق از سطح گیاهان و باران مؤثر از جمله آثار تغییر اقلیم میباشند که میتواند تقاضای آب در بخش کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به افزایش سرانه مصرف آب در کشور، محدودیت منابع آبی، افزایش جمعیت، نیاز روزافزون کشور به امنیت غذایی و پائین بودن راندمان آبیاری در مزارع، بازنگری روش‌های آبیاری امری اجتناب ناپذیر بوده و در این راستا هرگونه کشت در بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب و به ویژه زراعت برنج به عنوان پر مصرف‌ترین گیاه و رایج‌ترین کشت در شمال کشور است (شیداییان و همکاران، ۱۳۹۳). بطور کلی توسعه مناطق شهری باعث تغییر در پوشش گیاهی و چشم‌اندازهای طبیعی شده که بر عوامل محیطی مانند جذب تابش خورشیدی، آلبدو، تبخیر و انتقال حرارت به خاک اثر می‌گذارد و در نتیجه رژیم دمای منطقه‌ای را تغییر می‌دهد (Pal and Ziaol, 2017). جایگزینی پوشش‌های طبیعی با سطوح نفوذ ناپذیری نظیر آسفالت و بتن که ظرفیت گرمایی بالایی دارند، از عوامل افزایش دمای سطح زمین است (Keshtkar and Viogt, 2016). دمای سطح زمین تحت تأثیر انرژی خالص موجود در سطح زمین بوده و به عواملی مانند انرژی ورودی، گسیل‌مندی سطح، رطوبت و جریان هوا وابسته است (Buettner and Ken, 1994). این پارامتر یکی از متغیرهای کلیدی در تحلیل‌های اقلیمی و محیط زیستی محسوب می‌شود و فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی روی سطح زمین را کنترل می‌کند (Guha and Govil, 2021). هرچند که در کوتاه‌مدت ممکن است تغییرات اقلیمی در برخی از مناطق تأثیرات و نتایج مثبتی بر زندگی و ساختار اقتصادی این جوامع داشته باشد، همچنین، این موضوع به دلیل احساس نیاز به بررسی آن در ادبیات تغییرات اقلیمی به زبان فارسی و با توجه به اینکه ایران به لحاظ

اقتصادی یکی از نواحی بسیار آسیب‌پذیر در برابر تغییرات اقلیمی به‌شمار می‌آید، حائز اهمیت ویژه‌ای است. در این راستا در پژوهش حاضر استفاده از فناوری سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل آن‌ها با استفاده از ابزارهایی مانند ENVI و GIS Pro به عنوان راهکار و ابزاری مؤثر مورد توجه قرار گرفته است. با توسعه فناوری‌های نوین و مزایای متعدد داده‌های ماهواره‌ای مانند پوشش گسترده، تنوع سنجنده‌ها و دقت مناسب تفکیک مکانی و زمانی، کاربرد این داده‌ها در مطالعات سطح زمین و بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی افزایش یافته است (فیضی زاده و میر رحیمی، ۱۳۸۷). بنابراین پژوهش حاضر با هدف تاثیر اقلیم بر پوشش گیاهی به بررسی این تاثیرات می‌پردازد و از این رو با سوالات زیر در این پژوهش روبرو هستیم: ۱. اقلیم چه تاثیری بر پوشش گیاهی شهرستان رشت نیز می‌گذارد؟2. تاثیر پهنه‌های آبی بر پوشش گیاهی شهرستان رشت را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

مبانی نظری

اقلیم یا آب و هوای یک منطقه حالت متوسط کمیت‌های مشخص کننده وضع هوای آن منطقه است(مقدم و رضایی، ۱۳۸۸). زمانی که این کمیت‌ها از حالت متوسط خود منحرف شده و این انحراف در طول زمان ادامه‌دار شوند، تغییر اقلیم صورت می‌گیرد. تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن جاری است. شواهد علمی نشان می‌دهند که اقلیم زمین به علت فعالیت‌های اقتصادی انسان به ویژه تولید گازهای گلخانه‌ای در حال تغییر است و به دلیل افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی توازن مقادیر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین بر هم خورده و مقدار آنها زیاد شده که باعث گرم شدن کره زمین و ایجاد پدیده تغییر اقلیم گشته است(اسلامی، ۱۳۹۰). پوشش گیاهی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های سلامت و تنوع زیستی اکوسیستم‌های طبیعی و انسانی است که نقش اساسی در تداوم فرآیندهای اکولوژیکی و تعادل محیط زیستی دارد (Cabal et al., 2013). ارزیابی و تحلیل تغییرات در پوشش گیاهی از طریق شاخص‌های سنجش از راه دور، مانند NDVI، امکان پایش سریع و مؤثر وضعیت گیاهی در مناطق وسیع را فراهم می‌آورد (Rouse et al., 1974). این شاخص بر اساس تفاوت طیفی در مرزهای مرئی و نزدیک به مادون قرمز کار می‌کند و نشان‌دهنده وضعیت سلامت و تراکم پوشش گیاهی است (Tucker, 1979). پهنه‌های آبی نیز نقش حیاتی در حفظ تعادل اکولوژیکی، تنوع زیستی و فرآیندهای هیدرولوژیکی دارند (Vorosmaty et al., 2000). این پهنه‌ها، به دلیل اهمیت فراوانشان در تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعت، نیازمند برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار هستند. تغییرات در حجم و توزیع پهنه‌های آبی در اثر فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی، می‌تواند تأثیر مستقیم بر سلامت و پایداری اکوسیستم‌های منطقه داشته باشد (Li et al., 2014). در مطالعات مختلف و ارائه نظریه های گوناگون، نظریه ها و ریافت هایی نیز در مورد اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و پوشش گیاهی مورد توجه قرار گرفته است: نظریه تعادل اکولوژیکی بر این فرض استوار است که اکوسیستم‌ها، پس از مدتی تغییر و ناپایداری‌های کوتاه‌مدت، به سمت حالتی از تعادل و پایداری بلندمدت حرکت می‌کنند. در این حالت، فرایندهای زیستی و غیرزیستی در یک چرخه‌های متعادل فعالیت می‌کنند، که باعث حفظ ثبات و تنوع زیستی می‌شود (Odum, 1969). پدیده‌های انسان‌محور مانند تغییرات اقلیمی، شهرسازی و کشاورزی‌های بی‌رویه، مفهوم پایداری و تعادل اکولوژیکی را نسبت به گذشته پیچیده‌تر و چالش‌انگیزتر کرده است. بنابراین، برخی محققین معتقدند که مفهوم تعادل در دنیای امروز نیازمند بازتعریف است، زیرا بیشتر سیستم‌ها در حال حاضر در وضعیت پایداری دائم نیستند و در حال تغییر بوده یا

در حال از بین رفتن هستند. تحلیل پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی بر اساس این نظریه باور دارند که هر گونه تغییر در این عناصر می‌تواند نشان‌دهنده اختلال یا روند تغییرات بلندمدت باشد. نظریه تغییر اقلیم و تأثیر آن بر منابع آب و پوشش گیاهی این نظریه بر اثرات تغییرات اقلیمی بر منابع آبی، پوشش گیاهی و تنوع زیستی تأکید دارد. بر اساس این نظریه، تغییر در الگوهای هطول و نقل و تغییرات دما می‌تواند منجر به تغییرات در توزیع و نوع پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی شود و منجر به کاهش پایداری اکوسیستم‌ها گردد (Vörösmarty et al., 2000). در این نظریه که ذکر شد تغییرات در دما و منابع آب، باعث تغییر در الگوهای رشد و توزیع گیاهان می‌شود، و ممکن است گونه‌های حساس رو به انقراض روند انقراض پیدا کرده یا گونه‌های مقاوم گسترش یابند(Polley et al., 2013). بر اساس این نظریه، هر تغییر در اقلیم، اثرات بلندمدتی بر منابع آب و پوشش گیاهی دارد که نیازمند مطالعات آسیب‌شناسانه، سیاست‌گذاری‌های کارآمد و اقدامات کاهش آسیب است. در واقع، شناخت این اثرات، اساسی‌ترین قدم در مدیریت پایداری اکوسیستم‌ها و منابع طبیعی است.امروزه با توجه به نقش تغییر اقلیم در بخش کشاورزی و مدیریت منابع آب در کشورهای مختلف مطالعات و تحقیق های گوناگونی در این زمینه انجام شده است (محمودی و پرهیزکاری، ۱۳۹٤).

پیشینه پژوهش

در مطالعه‌ای که توسط (Lichenko et al., 2011) برای ایالت نیویورک انجام شده است. اثرات تغییر اقلیم با به کارگیری تحلیل هزینه فایده روی ۸ بخش اقتصادی مهم از حمله کشاورزی بررسی شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که هزینه‌های تغییر اقلیم در ایالت نیویورک که روی این بخش‌ها تا اواسط قرن حاضر ۱۰ میلیارد دلار و در بخش کشاورزی ۱٤۰ – ۲۸۹ میلیون دلار برآورد شده است. در مطالعه (Adriago et al., 2006) ارتباط بین درآمد خالص محصولات کشاورزی و اقلیم در بورکینا فاسو با استفاده از روش ریکاردین بررسی شده است و نتایج نشان می‌دهند که اگر دما ۱ درجه افزایش یابد درآمد خالص محصولات کشاورزی ۱۹.۹ دلار بر هر هکتار کاهش خواهد یافت و اگر بارش ۱ میلی‌متر در ماه افزایش یابد این درآمد به اندازه ۲.۷ دلار در هر هکتار کاهش می‌یابد. طبق مدل آن‌ها تمامی کشاورزان ۷۲ از درآمدشان را به دلیل افزایش در دما و ۸٤ درصد از درآمدشان را به دلیل کاهش در میزان بارش تا سال ۲۰۵۰ از دست خواهند داد. (Patel et al., 2024) نیز به بررسی تاثیر تغییرات کاربری بر دمای سطح زمین پرداختند و نشان دادند که تغییرات در پوشش گیاهی و توسعه شهری باعث افزایش دما و کاهش آسایش دمایی شده است. تیلمن در مقاله‌ای با عنوان "نقش پوشش گیاهی در تنوع زیستی و اقتصاد کشاورزی" ارتباط میان تنوع زیستی پوشش گیاهی و تأثیر آن بر کشاورزی را بررسی می‌کند. در این مطالعه، تأثیر تنوع زیستی بر پایداری و تولید کشاورزی بررسی شده است. تنوع زیستی در سیستم‌های کشاورزی می‌تواند به بهبود مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها کمک کند. نتایج نشان می‌دهند که تنوع زیاد پوشش گیاهی به افزایش تولید و کاهش خطرات اقتصادی کشاورزان منجر می‌شود. این به این معناست که کشاورزانی که از تنوع بیشتری در کشت خود استفاده می‌کنند، در برابر تغییرات اقلیمی و دیگر عوامل استرس‌زا مقاوم‌تر هستند. (Pandy et al., 2022) در ایمفال هند نشان دادند که جنگل‌ها و زمین‌های کشاورزی باعث کاهش افزایش دما می‌شوند، در حالی که سکونتگاه‌ها این نرخ را تسریع می‌کنند. در مطالعه‌ای که توسط (El Malouna, 2007) انجام شده است. اثر تغییر اقلیم روی بخش کشاورزی

درکامرون بررسی شد. آنها نشان دادند که درآمد خالص بخش کشاورزی با کاهش میزان بارش و یا افزایش دما کاهش می‌یابد. اگرچه فاکتورهای فیزیکی مثل خاک و ... اثر قابل توجهی روی کشاورزی این منطقه دارند. اقلیم اثر قابل توجه تری روی محصولات و انواع فعالیت‌های کشاورزی دارد و به این نتیجه رسیدند که ۲.۵ درجه سانتی گراد افزایش در دما منجر به کاهش درآمدهای خالص حاصل از کشاورزی در این کشور به اندازه ۰.۵ میلیارد دلار می‌شود و کاهش ۷ و ١٤ درصدی در میزان بارش به ترتیب منجر به افزایش ۱.۹٦ و ۳.۸ میلیارد دلاری در درآمد این بخش می شود. در مطالعه (Reed et al., 2007) اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و ماهیگیری در منطقه ای در افریقای جنوبی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از مطالعه آنان نشان می‌دهد که اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی بین ۱.۱ تا ٦.۲ از GDP و اگر بخش ماهیگیری هم در نظر گرفته شود. همچنین میتوان به مطالعه (Artor and Abizadeh, 1998) اثرات بالقوه تغییر اقلیم روی کشاورزی در منطقه پر برای در کانادا اشاره نمود. در این مطالعه نتایج نشان می‌دهد که با افزایش متوسط دمای سالانه به میزان ۲.٦ تا ٤.٦ درجه سانتی‌گراد درآمدهای بخش کشاورزی به میزان ۷ تا ۱۸ کاهش خواهد یافت. (رضایی، ۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان "تأثیر تغییرات زمین‌دار بر کشاورزی و معیشت روستائیان در مناطق شمالی کشور" به بررسی تأثیر تغییرات زمین‌دار و معضلات ناشی از آن بر معیشت کشاورزان روستایی در شمال کشور می‌پردازد. هدف این پژوهش آن است که ارتباطات بین تغییرات زمین‌دار و معیشت کشاورزان را شناسایی کرده و راهکارهایی برای بهبود وضعیت آن‌ها ارائه دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که تغییرات زمین‌دار به کاهش زمین‌های قابل کشت و در نتیجه کاهش درآمد کشاورزان منجر شده است. آن‌ها با مشکلات روزافزون اقتصادی مواجه هستند که باعث ناپایداری معیشت آن‌ها شده است. مطالعات بسیاری در اقصی نقاط جهان به بررسی این پدیده‌ها از بعد اقتصادی پرداخته‌اند که تمرکز اغلب آنان بررسی این پدیده روی بخش کشاورزی بوده است. نتایج تمامی این مطالعات نشان دهنده اثرگذاری اقلیم و تغییرات آن بر بخش‌های کشاورزی بوده است.

مواد و روش پژوهش

در این مطالعه به جهت برآورد پهنه‌های ابی شهرستان رشت از شاخص تفاوت نرمال شده آب (NDWI)[1] استفاده شد. در این راستا از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ (TM)، لندست ۷ (ETM^+)، لندست ۸ و ۹ (OLI/TIRS) و برای شش مقطع زمانی ۱۹۹٤، ۲۰۰۰، ۲۰۰٦، ۲۰۱۲، ۲۰۱۸ و ۲۰۲٤ با فاصله شش ساله و برای ۳۰ سال از سال ۱۹۹٤ تا ۲۰۲٤ مورد بررسی قرار گرفت. این تصاویر به سبب اینکه در منطقه کمترین پوشش ابری را شامل می‌شدند، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. تصاویر انتخاب شده برای ماه‌های مارس، آوریل و می بودند که از سایت Earth Explorer[2] برای اخذ تصاویر بهره گرفته شد(جدول ۱). همچنین این تصاویر از مجموعه تصاویر کالکشن ۲ و لول ۱ هستند که به این جهت برای پردازش بهتر و محاسبه پهنه آبی سد گلستان، نیاز به انجام فرایندهای پیش پردازش بود و در این راستا برای تصاویر هر شش مقطع زمانی فرایندهای تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری با استفاده از نرم‌افزار ENVI انجام شد. لازم به ذکر است که تصاویر مربوط به لندست ۷ (سال ۲۰۰٦ و ۲۰۱۲) دارای گپی در هنگام اخذ تصاویر داشتند که محاسبات و پردازش تصاویر را با مشکل مواجه می‌کردند، بنابراین برای رفع این مشکل از افزونه GapFill در نرم‌افزار ENVI نیز بهره گرفته شد و گپ موجود در آن اصلاح گردید.

[1]. Normalized difference water index
[2]. https://earthexplorer.usgs.gov/

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره لندست ۵، ۷، ۸ و ۹

ردیف	تاریخ	ماهواره	سنجده	پوشش ابر (درصد)
۱	1994/05/21	لندست ۵	TM	۱.۰۰
۲	2000/05/13	لندست ۷	ETM^+	۵.۰۰
۳	2006/05/30	لندست ۷	ETM^+	۱.۰۰
٤	2012/05/30	لندست ۷	ETM^+	۱.۰۰
۵	2018/03/20	لندست ۸	OLI/TIRS	۲.٦٦
٦	2024/04/29	لندست ۹	OLI/TIRS	۰.۳۳

برای عملیات پس از پردازش و کار بر روی تصاویر موجود و برآورد سطوح آبی شهرستان رشت، نیاز به محاسبه‌ای بین باندهای تصاویر بود که محاسبه آن نیز در محیط نرم‌افزار ENVI انجام شد. در واقع برای برآورد سطح آبی یا شاخص تفاوت نرمال شده آب (NDWI) در لندست ۵ و ۷ (TM و ETM^+)، محاسبات بین باندهای سبز و مادون قرمز نزدیک و برای لندست ۸ و ۹ (OLI/TIRS) محاسبات بین باندهای آبی و مادون قرمز نزدیک بود (رابطه ۱ و ۲).

$$NDWI^{OLI/TIRS}\ \frac{(\text{Blue}-\text{NIR})}{(\text{Blue}+\text{NIR})} \quad (۱)$$

$$NDWI^{TM/ETM^+}\ \frac{(\text{Green}-\text{NIR})}{(\text{Green}+\text{NIR})} \quad (۲)$$

که در آن NDWI شاخص تفاوت نرمال شده آب، OLI/TIRS و TM/ETM^+ نام سنجنده‌ها و NIR، Blue و Green باندهای تصاویر هستند.

به جهت برآورد پوشش‌های گیاهی شهرستان رشت نیز از شاخص تفاوت نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)[1] استفاده شد. برای عملیات پس از پردازش و کار بر روی تصاویر موجود و برآورد پوشش گیاهی شهرستان رشت، نیاز به Rescale کردن مقادیر پیکسل‌های تصاویر بود تا این مقادیر بین ۰ و ۱ قرار بگیرند و روند محاسبه شاخص پوشش گیاهی بهتر صورت گیرد (رابطه ۳). در واقع برای برآورد پوشش گیاهی یا شاخص تفاوت نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) در تمامی سنجنده‌های لندست ۵ و ۷ (TM و ETM^+) و ۸ و ۹ (OLI/TIRS) محاسبات بین باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک بود (رابطه ٤).

*float((b1 le 0)*0 + (b1 ge 10000)*1 + (b1 gt 0 and b1 lt 10000)*float (b1/10000.0))* (۳)

در رابطه ۳ دستور بدین صورت بیان شده است که مقادیری که کمتر از ۰ هستند همان ۰ در نظر گرفته، مقادیری که بیش از ۱۰.۰۰۰ هستند برابر با ۱ و مقادیری که بین ۰ تا ۱۰.۰۰۰ هستند، تبدیل به اعشار شده و بر عدد ۱۰.۰۰۰ تقسیم شود.

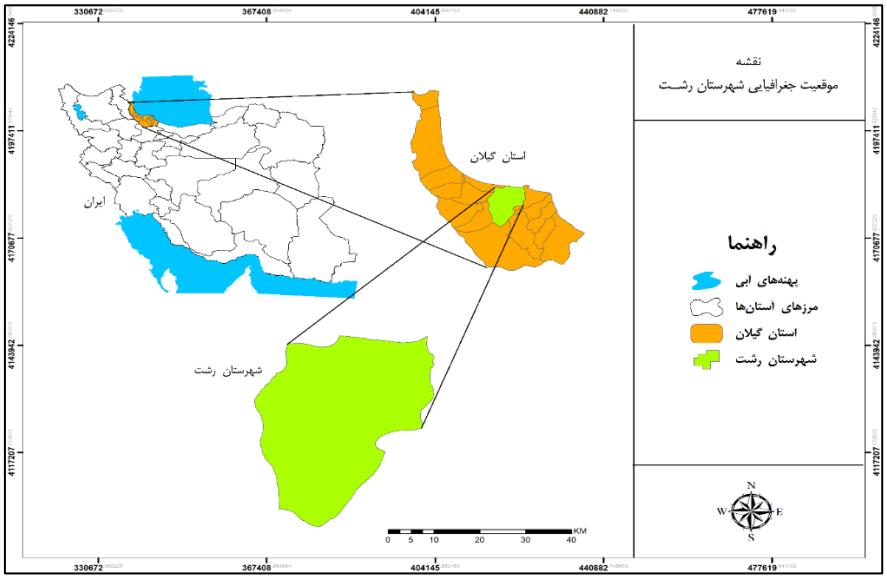
$$NDVI^{OLI/TIRS\ ,TM/ETM^+}\ \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red)} \quad (٤)$$

[1]. Normalized difference vegitation index

که در آن NDVI شاخص تفاوت نرمال شده پوشش گیاهی، OLI/TIRS و TM/ETM^{+} نام سنجنده‌ها و NIR و Red باندهای تصاویر هستند.

قلمرو جغرافیایی پژوهش

شهرستان رشت در استان گیلان و در شمال ایران، در مرکز این استان و در ناحیه جلگه‌ای بین دریای خزر و کوه‌های البرز واقع شده است. استان گیلان با مساحت ۱٤۰٤٤ کیلومترمربع و جمعیتی بیش از ۲.۵ میلیون نفر در شمال ایران واقع است(شکل ۱). این شهرستان به طور تقریبی بین مدارهای ۳۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ٤۹ درجه و ۲۵ دقیقه تا ٤۹ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی قرار دارد. از شمال به دریای خزر و شهرستان خمام، از شرق به شهرستان آستانه اشرفیه، از جنوب به شهرستان رودبار و شهرستان شفت، و از غرب به شهرستان صومعه سرا و شهرستان خمام محدود می‌شود. ارتفاع شهر رشت از سطح دریا به طور متوسط حدود ۱۰ متر است. شهرستان رشت عمدتاً جلگه‌ای است و از ناهمواری‌های قابل توجهی برخوردار نیست، اما در نواحی جنوبی آن به تدریج به دامنه‌های کوهستانی البرز منتهی می‌شود. آب و هوای شهرستان رشت معتدل و مرطوب است و تحت تأثیر دریای خزر قرار دارد. میزان بارندگی در این منطقه بسیار زیاد است (مرکز آمار ایران،۱۳۹۵).

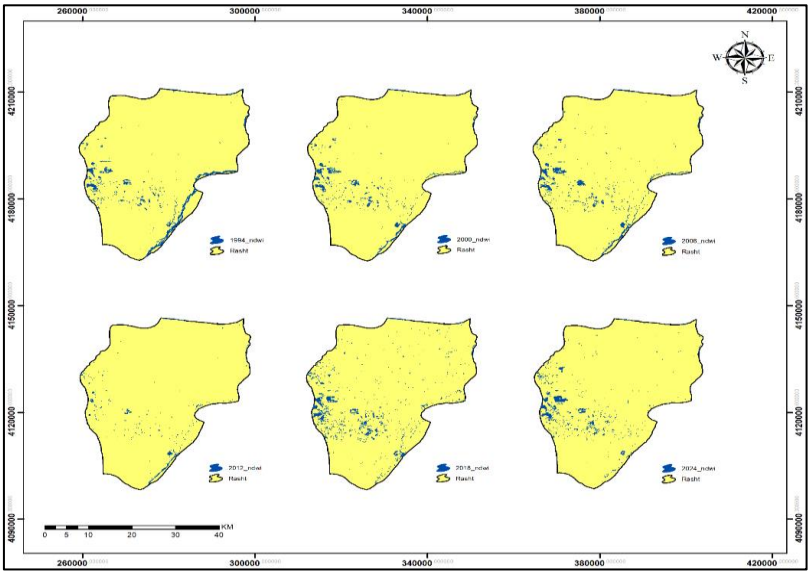


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان رشت

یافته‌های پژوهش

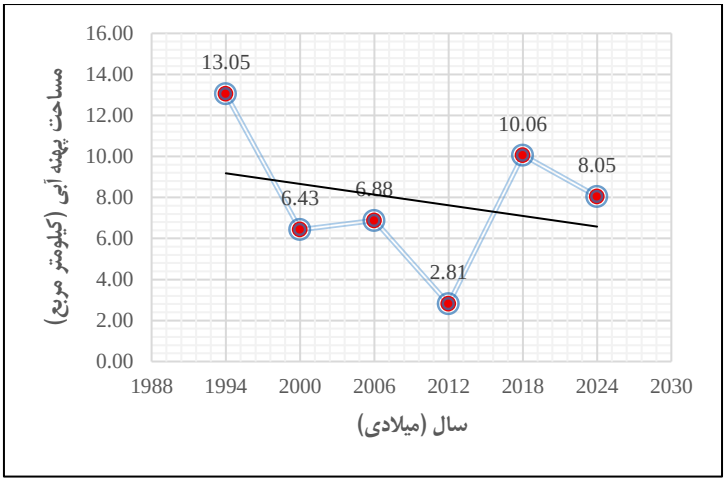
یافته‌های حاصل از پردازش و محاسبات در تصاویر مربوط به سطوح آبی و پوشش گیاهی شهرستان رشت تغییرات و نوساناتی را در هر سال نشان می‌دهد. از لحاظ سطوح آبی این شهرستان در سال ۱۹۹٤ در حدود ۱۳.۰۵ کیلومتر مربع بوده که در واقع بالاترین میزان پهنه آبی در سال‌های مورد بررسی بوده است. در سال ۲۰۰۰ و در طی ٦ سال آینده نیز

مساحت آبی این شهرستان در حدود ٦.٦٢ کیلومتر مربع کاهش یافته و مساحت آن برابر با ٦.٤٣ کیلومتر مربع بوده است. در سال ٢٠٠٦ و در طی ١٢ سال، پهنه آبی این شهرستان دارای کمی افزایش بوده و مساحت آن به حدود ٦.٨٨ کیلومتر مربع رسیده اما در سال ٢٠١٢ پهنه آبی این شهرستان کاهش بسیار شدیدی داشته است به طوری که میزان پهنه آبی کل شهرستان در این سال برابر با ٢.٨١ کیلومتر مربع بوده است اما دوباره در ٦ سال بعدی یعنی سال ٢٠١٨ افزایش شدید آب اتفاق افتاده است که میزان پهنه آبی این شهرستان از ٢.٨١ کیلومتر مربع در سال ٢٠١٢ به حدود ١٠.٠٦ کیلومتر مربع در سال ٢٠١٨ افزایش یافته است و روند صعودی بی‌سابقه را طی کرده است. این افزایش مساحت آبی می‌تواند به دلیل واقعه سیل سراسری کشور در ماه مارس ٢٠١٨ یا اوایل فروردین سال ١٣٩٨ خورشیدی باشد که دقیقا در همین ماه اتفاق افتاد. در نهایت در سال ٢٠٢٤ و در طی ٣٠ سال، مساحت پهنه آبی این شهرستان دوباره کاهش کمی داشته و از ١٠.٠٦ کیلومتر مربع در سال ٢٠١٨ به ٨.٠٥ کیلومتر مربع در سال ٢٠٢٤ کاهش یافته است (شکل ٢).



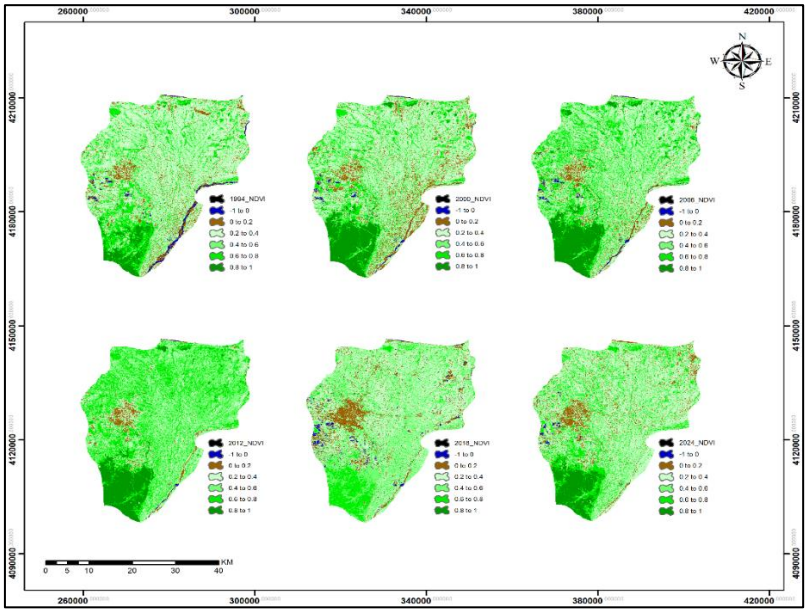
شکل ٢: نقشه تغییرات پهنه آبی شهرستان رشت از سال ١٩٩٤ تا ٢٠٢٤

به صورت کلی، تجمع پهنه‌های آبی در این شهرستان در قسمت جنوب شرقی آن به دلیل وجود رودخانه و قسمت مرکزی این شهرستان به دلیل وجود اراضی کشاورزی در تمامی سال‌ها بیشتر از قسمت‌های دیگر بوده است. تغییرات و نوسانات زیادی در این ٣٠ سال در شهرستان رشت اتفاق افتاده اما به طور کلی روند ٣٠ ساله پهنه آبی این شهرستان نشان می‌دهد که روند تغییرات آب در حال کاهش است (شکل ٣).



شکل ۳: نمودار تغییرات پهنه آبی شهرستان رشت از سال ۱۹۹٤ تا ۲۰۲٤

به صورت کلی، کاهش مداوم و تدریجی پهنه‌های آبی در شهرستان رشت، فارغ از پوشش گیاهی، پیامدهای جدی و گسترده‌ای از جمله بحران اب و کمبود منابع، تخریب اکوسیستم‌های آبی و تنوع زیستی، تاثیر بر معیشت و اقتصاد محلی و چالش‌های توسعه شهری و زیر ساختی خواهد داشت. از لحاظ پوشش گیاهی نیز برای بازه زمانی ۳۰ ساله (۲۰۲٤-۱۹۹٤ با فاصله شش ساله) برای شهرستان رشت صورت گرفت و پوشش گیاهی نیز تغییرات خود را در این ۳۰ سال نشان می‌دهد. شکل ٤، روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده (NDVI) را در شهرستان رشت طی یک بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله و در شش مقطع شش‌ساله نشان می‌دهد. رنگ سبز پررنگ در این نقشه‌ها نمایانگر پوشش گیاهی متراکم و سالم، و رنگ‌های روشن‌تر نشان‌دهنده کاهش تراکم یا زوال پوشش گیاهی است. رنگ قهوه‌ای کاربری‌های انسان‌ساخت و رنگ آبی نیز آب‌های موجود در این شهرستان است.



شکل ٤: نقشه تغییرات پوشش گیاهی شهرستان رشت از سال ۱۹۹٤ تا ۲۰۲٤

شکل ٤، نمایانگر تغییرات زمانی شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده (NDVI) در شهرستان رشت طی شش دوره‌ی شش‌ساله از سال ۱۹۹٤ تا ۲۰۲٤ است. در این تحلیل، رنگ سبز پررنگ نمایانگر تراکم بالای پوشش گیاهی سالم،

رنگ سبز کم‌رنگ‌تر نشان‌دهنده پوشش گیاهی با تراکم پایین‌تر، رنگ قهوه‌ای بیانگر مناطق با کاربری انسان‌ساخت (نواحی شهری، ساختمانی و توسعه‌یافته) و رنگ آبی نشان‌دهنده پهنه‌های آبی شامل رودخانه‌ها، تالاب‌ها و آب‌بندان‌هاست. در سال ۱۹۹٤، بخش اعظم شهرستان رشت به‌ویژه نواحی جنوبی (بیشترین تراکم پوشش گیاهی)، شمالی، شمال‌شرقی و نوار حاشیه‌ای اطراف شهر دارای پوشش گیاهی متراکم و سالم است که با رنگ سبز نسبتا پررنگ مشخص شده‌اند. این دوره را می‌توان نقطه‌ی سلامت اکولوژیکی منطقه دانست که تحت تأثیر بارندگی فراوان، اقلیم معتدل و نبود گسترش شدید شهرنشینی بوده است. از سال ۲۰۰۰ به بعد، روندی کاهشی در تراکم پوشش گیاهی در مناطق نزدیک به مرکز شهر رشت و قسمت شرقی و جنوب شرقی شهرستان قابل مشاهده است اما در قسمت جنوبی شهرستان افزایش بالای تراکم پوشش گیاهی وجود دارد. البته این کاهش تراکم در نزدیکی شهر و قسمت شرقی و جنوب شرقی در سال‌های ۲۰۰٦ و ۲۰۱۲ به‌طور محسوسی گسترش یافته است، که می‌تواند ناشی از افزایش کاربری‌های غیرکشاورزی، رشد جمعیت و تغییر در الگوی بهره‌برداری از اراضی باشد. در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۲٤، بخش‌هایی از نواحی پیرامونی شهرستان هنوز هم پوشش گیاهی نسبتاً خوبی دارند، به‌ویژه در نواحی جنوبی و شمال‌شرقی، اما در مجموع شدت رنگ سبز پررنگ کاهش یافته و نشانه‌هایی از تخریب یا زوال تدریجی پوشش گیاهی در برخی نقاط به‌چشم می‌خورد، به ویژه در سال ۲۰۱۸ که نسبت به سال ۲۰۲٤ دارای تراکم پوشش گیاهی کمتری است که این عامل می‌تواند به دلیل سیل سراسری رخ داده در مارس ۲۰۱۸ یا نشانه‌ای از اثرات تجمعی تغییرات اقلیمی، تخریب جنگل‌ها و گسترش سکونتگاه‌های انسانی باشد. با این حال، در سال‌های اخیر، در برخی مناطق پیرامونیِ پهنه‌های آبی، گسترش سکونتگاه‌ها و کاهش تدریجی پوشش سبز دیده می‌شود که ممکن است خطراتی برای اکوسیستم‌های آبی و کیفیت منابع آب در پی داشته باشد. همچنین در سال ۱۹۹٤ سطح مناطق انسان‌ساخت محدود است و بیشتر به هسته‌ی مرکزی شهر رشت محدود می‌شود. اما با گذر زمان، به‌ویژه از سال ۲۰۰٦ به بعد، افزایش گسترده‌ای در این کاربری مشاهده می‌شود. رنگ قهوه‌ای در تصاویر به‌وضوح بیانگر رشد پراکنده و نامتوازن شهر و توسعه‌ی فیزیکی مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی در مناطق اطراف شهر است. در سال ۲۰۲٤، گسترش انسان‌ساخت‌ها به میزان قابل توجهی افزایش یافته و به درون نواحی دارای پوشش گیاهی نفوذ کرده است، به‌گونه‌ای که بخشی از فضاهای سبز پیشین به بافت شهری تبدیل شده‌اند. این گسترش نه‌تنها منجر به کاهش سطح پوشش گیاهی شده، بلکه در درازمدت پیامدهایی چون جزایر حرارتی شهری، کاهش نفوذپذیری زمین و افزایش رواناب سطحی را نیز به‌دنبال خواهد داشت. از طرف دیگر، پهنه‌های آبی در این تصاویر شامل رودخانه‌ها، کانال‌های آبرسانی، تالاب‌ها و آب‌بندان‌های منطقه هستند. در بیشتر دوره‌ها، این پهنه‌ها وضعیت نسبتاً پایداری داشته‌اند، اگرچه در برخی دوره‌ها کاهش جزئی در برخی مناطق قابل تشخیص است. وجود منابع آبی پایدار در کنار اقلیم مرطوب، از مهم‌ترین عوامل حفظ پوشش گیاهی در برخی نواحی شهرستان رشت به‌شمار می‌رود. همچنین در شکل ٤ مشاهده می‌شود که مناطق شهری و انسان‌ساخت در این شهرستان تا سال ۲۰۲٤ رشد کرده و این رشد شهری در سال ۲۰۱۸ نیز بیشتر از سال‌های دیگر از جمله سال ۲۰۲٤ دیده می‌شود که این عامل نیز می‌تواند به دلیل کمبود پوشش گیاهی و تخریب کاربری‌ها و از طرفی سیل رخ داده در سال ۲۰۱۸ باشد که مناطق شهری و انسان‌ساخت را به طور بیشتری در تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد، در صورتی که در ٦ سال بعد و در سال ۲۰۲٤ انتظار می‌رود شهرها رشد کنند. به صورت کلی، تحلیل تصاویر NDVI در شش دوره زمانی از سال ۱۹۹٤ تا ۲۰۲٤ نشان می‌دهد که شهرستان رشت

با وجود اقلیم مساعد و منابع آبی فراوان، به دلیل گسترش روزافزون مناطق انسان‌ساخت، با روندی تدریجی در کاهش پوشش گیاهی مواجه بوده است. این روند اگرچه در برخی دوره‌ها متوقف یا کند شده، اما در مجموع نشانه‌ای از فشار فزاینده انسانی بر منابع طبیعی و لزوم مدیریت پایدار اراضی و بازنگری در سیاست‌های توسعه شهری می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تحقیقات انجام‌شده بر روی تأثیر تغییرات اقلیمی بر پوشش گیاهی این منطقه نشان می‌دهد که این تغییرات تأثیرات عمیق، وسیع و گاهی حتی غیرقابل جبرانی بر روی معیشت و فعالیت‌های اقتصادی مردم این منطقه دارند. این پژوهش به‌کمک یک روش توصیفی-تحلیلی و به بررسی ابعاد مختلف تأثیر تغییرات اقلیمی پرداخته است. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نه تنها نگرانی‌های ساکنان این منطقه را نمایان می‌سازد، بلکه بر لزوم توجه خاص به چالش‌های پیش روی این افراد تأکید می‌کند. بنا بر بررسی‌ها، عواملی مانند افزایش دما، تغییر الگوهای بارش و افزایش دفعات وقوع حوادث طبیعی نظیر سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها به شدت بر معیشت ساکنان مؤثر بوده‌اند. تغییر در الگوهای آب و هوایی منجر به کاهش محصولات کشاورزی و ناپایداری در تأمین آب شده است که این خود بر اقتصاد روستایی تأثیر مستقیمی دارد. محصولات کشاورزی که بخش عمده‌ای از درآمد روستاییان را تشکیل می‌دهد، تحت تأثیر این تغییرات به‌طور قابل توجهی کاهش یافته است. کشاورزی، به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع درآمد و معیشت، با چالش‌های جدی مواجه شده و این وضعیت به کاهش کیفیت زندگی و بحران اقتصادی برای خانوارها منجر شده است.

تحلیل نقشه‌های پهنه‌های آبی (NDWI) نشان‌دهنده یک روند نگران‌کننده از دست دادن این منابع حیاتی در شهرستان رشت است. این کاهش، پیامی واضح درباره ضرورت بازنگری فوری در رویکردهای توسعه و مدیریت منابع طبیعی ارسال می‌کند. ادامه این روند بدون اقدامات جدی و پایدار، آینده‌ای با کمبود شدید آب، تخریب زیست‌محیطی گسترده و مشکلات جدی اجتماعی-اقتصادی برای رشت و ساکنان آن به همراه خواهد داشت. سیاست‌گذاری‌های مبتنی بر حفظ و احیای پهنه‌های آبی، و مهار گسترش بی‌رویه ساخت و ساز در اراضی حساس، از اهمیت حیاتی برخوردار است. در این راستا، برای تضمین آینده‌ای پایدار و پرآب برای رشت، لازم است رویکردی جامع و چندبعدی در پیش گرفته شود که هم شامل حفاظت از آنچه باقی مانده و هم احیای آنچه از دست رفته است، باشد. بازنگری و اجرای سخت‌گیرانه طرح‌های آمایش سرزمین و کاربری اراضی (مناطق حفاظت شده آبی، نقشه‌های پهنه‌بندی دقیق و توسعه فشرده شهری)، مدیریت جامع و یکپارچه منابع آب (کاهش هدر رفت، تصفیه و بازچرخانی فاضلاب، جمع‌آوری آب باران و بهره‌آوری آب در کشاورزی)، فرهنگ‌سازی و آموزش عمومی (افزایش آگاهی عمومی و مشارکت جوامع محلی)، پایش پژوهش مستمر (سیستم پایش جامع و پژوهش‌های کاربردی) و تقویت چارچوب قانونی (قوانین بازدارنده و هماهنگی بین‌بخشی) از جمله راهکارهایی هستند که می‌توانند به کاهش پهنه‌های شهرستان رشت کمک کنند. همچنین، در تحلیل روند تدریجی کاهش شاخص پوشش گیاهی (NDVI) نیز می‌توان گفت که زنگ خطری برای پایداری محیطی و زیست‌پذیری منطقه به‌شمار می‌رود. اگرچه اقلیم مرطوب و منابع آبی متعدد همچنان از ظرفیت‌های بالقوه شهرستان برای حفظ تعادل اکولوژیکی محسوب می‌شوند، اما افزایش فزاینده مناطق انسان‌ساخت از جمله گسترش شهرنشینی، تبدیل اراضی زراعی و جنگلی به کاربری‌های ساختمانی، و زیرساخت‌های

توسعه‌ای به شکل مستقیم موجب زوال تدریجی پوشش گیاهی شده است. پیامدهای احتمالی آینده که این شهرستان ممکن است با آن مواجه شود عواملی از قبیل افزایش خطرات زیست‌محیطی، افزایش دمای محلی و جزایر حرارتی، کاهش کیفیت زندگی و خدمات اکوسیستمی، تهدید تنوع زیستی و آسیب‌پذیری در برابر تغییرات اقلیمی هستند. در این راستا باید سیاست‌های مدیریت پایدار زمین و منابع طبیعی را تدوین کرده، گسترش بی‌رویه ساخت‌وساز و شهرنشینی را محدود کرده، پوشش سبز شهری و احیای فضاهای سبز از دست‌رفته را افزایش داده، نظارت بر تغییرات کاربری زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های GIS را تقویت کرده و در نهایت در زمینه اهمیت حفاظت از پوشش گیاهی آموزش عمومی نیز باید صورت گیرد. از سوی دیگر، این پژوهش به سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران محلی و ملی این نکته را یادآور می‌شود که تعامل و همکاری میان نهادهای مختلف، می‌تواند به تقویت تاب‌آوری جامعه روستایی در برابر خطرات ناشی از تغییرات اقلیمی کمک کند. این همکاری باید شامل برنامه‌ریزی‌های جامع برای توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در مناطق روستایی باشد. نتیجه‌گیری نهایی این تحقیق تأکید بر این نکته دارد که برای پایدارسازی اقتصاد روستاهای تحت تأثیر تغییرات اقلیمی، نیاز به تلاش‌های جمعی و برنامه‌ریزی‌های دقیق و همه‌جانبه است. هیچ کس نمی‌تواند به تنهایی از پس چالش‌های مربوط به تغییرات اقلیمی برآید و این موضوع مستلزم یک رویکرد هماهنگ و کارآمد به‌عنوان یک برنامه ملی است. در نهایت، توجه به تجارب و دانش محلی در کنار استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند راه‌حل‌های مؤثری برای حمایت از اقتصاد این جوامع بیابد و به بهبود وضعیت موجود کمک کند. از آنجا که تغییرات اقلیمی یک موضوع جهانی است، ساکنان این منطقه نیز باید به اقدامات ملی و بین‌المللی توجه کنند و در این راستا، هم‌افزایی و مشارکت با سایر جوامع و کشورهای همسایه می‌تواند تجربیات با ارزش و نوآوری‌هایی را به ارمغان بیاورد که نه‌تنها برای شهرستان رشت بلکه برای سایر نقاط کشور قابل استفاده باشد. توجه به بعد اجتماعی و فرهنگی این تغییرات و فراهم کردن فضایی برای گفت‌وگو و تبادل نظر میان ساکنان ، می‌تواند به تسهیل در تطبیق با تغییرات اقلیمی و ارتقاء کیفیت زندگی آن‌ها کمک شایانی کند. بدین ترتیب، تأمین آینده‌ای پایدار برای روستاییان ساکن در این منطقه در مواجهه با چالش‌های اقلیمی، نیازمند یک رویکرد جامع و همکاری میان تمامی ذینفعان است.

منابع

۱. پرهیزکاری، ابوذر، محمودی، ابوالفضل، شوکت فدایی، محسن. (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۹(۱ (پیاپی ۳۳))، ۲۳-۴۹.

۲. رضائی، مریم و جوان نژاد، رضا. (۱۳۹۸). بررسی تغییر اقلیم بر کشاورزی استان مازندران. چهارمین همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه.

۳. شیداییان، مجید، ضیاتباراحمدی، میرخالق، و فضل اولی، رامین. (۱۳۹۳). تاثیر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری و عملکرد محصول برنج (مطالعه موردی: دشت تجن). آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸(۶)، ۱۲۹۷-۱۲۸۴.

۴. فیضی‌زاده، بختیار، حاجی میر رحیمی، مهدیه السادات. (۱۳۸۷). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی شیءگرا (مطالعه موردی: شهرک اندیشه). همایش ژئوماتیک.

۵. کاکه ممی، آزاد، قربانی، اردوان، اصغری سراسکانرود، صیاد، قلعه، احسان، غفاری، سحر. (۱۳۹۹). بررسی رابطه تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی با دمای سطح زمین در شهرستان نمین. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۱(۲)، ۲۷-٤۸.

۶. مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). فصلنامه آماری، نشریه آمار و اطلاعات راهبردی.

۷. مقدم، ف.، رضایی، ح. (۱۳۸۸). نقد روش اقلیم بندی دومارتن برای بارش حداکثر روزانه در ایران به کمک روش گشتاورهای خطی. مجله فنی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، دوره دوم، شماره دوم، ۹۳-۱۰۳.

۸. مومنی، سکینه و زیبایی، منصوره. (۱۳۹۲). اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، شماره ۳، ۱٦۹-۱۷۹.

Reference

9. Arthur, M., & Abizadeh, F. (1998). Potential effect of climate change on agriculture in the prairie region of Canada. Western Journal of Agriculture Economics, 13(2), 216-224.
10. Berisso, O. (2016). Determinants of consumption expenditure and poverty dynamics in urban Ethiopia: Evidence from panel data.
11. Brown, A. R., Lilley, M., Shutler, J., Lowe, C., Artioli, Y., Torres, R., Berdalet, E., & Tyler, C. R. (2020). Assessing risks and mitigating impacts of harmful algal blooms on mariculture and marine fisheries. Reviews in Aquaculture, 12(3), 1663–1688.
12. Buettner, K. J., & Kern, C. D. (1965). The determination of infrared emissivities of terrestrial surfaces. Journal of Geophysical Research, 70(6), 1329-1337.
13. Cabal, J., et al. (2013). Vegetation indices and environmental indicators: An overview. Remote Sensing, 5(4), 2085-2102.
14. Demisse, U., Bazezew, A., & Bantigegen, S. (2024). Rural households' resilience to the adverse impacts of climate variability and food insecurity in the North-eastern highlands of Ethiopia. [Journal Name], 10, e32960.
15. Guha, S., & Govil, H. (2021). An assessment on the relationship between land surface temperature and normalized difference vegetation index. Environment, Development and Sustainability, 23, 1944-1963.
16. Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., & Zhang, X. (2015). Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. Landscape and Urban Planning, 135, 1-10.
17. Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 1-23.
18. IPCC. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change.
19. IPCC. (2022). Climate Change 2022. Impact, Adaptation and Vulnerability: Summary for Policymakers; IPCC WGII Sixth Assessment Report. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

20. Keshtkar, H., & Voigt, W. (2016). Potential impacts of climate and landscape fragmentation changes on plant distributions: Coupling multi-temporal satellite imagery with GIS-based cellular automata model. Ecological Informatics, 32, 145-155.
21. Krishnamurthy, P., Lewis, K., & Choularton, R. (2012). Climate impacts on food security and nutrition. World Food Programme (WFP) Met Office Hadley Centre.
22. Leichenko, R., Major, C. D., Johnson, K., Patrick, L., & O'Grady, M. (2011). An economic analysis of climate change impacts and adaptations in New York State. ClimAID.
23. Li, X., et al. (2014). Spatiotemporal variation of water bodies and its relationship with land use change in the Yellow River Basin. Environmental Management, 54(4), 668-680.
24. March, A., & Failler, P. (2022). Small-scale fisheries development in Africa: Lessons learned and best practices for enhancing food security and livelihoods. Marine Policy, 136, 104925.
25. Molua, M. E., & Lambi, C. M. (2007). The economic impact of climate change on agriculture in Cameroon. Policy Research Working Paper, 4364.
26. Odum, E. P. (1969). Basic Ecology. Saunders.
27. Ouedraogo, M., & Dembele, Y. (2006). Economic impact assessment of climate change on agriculture in Burkina Faso: A Ricardian approach. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa (CEEPA).
28. Pandey, A., Mondal, A., Guha, S., Upadhyay, P. K., & Singh, D. (2024). Land use status and its impact on land surface temperature in Imphal city, India. Geology, Ecology, and Landscapes, 8(3), 261-275.
29. Patel, S., Intraganthi, M., & Jwarne, R. (2024). A comprehensive systematic review: Impact of land use land cover on land surface temperature. Journal of Environmental Science and Technology, 45(2), 123-135.
30. Reid, H., Sahlen, L., MacGregor, J., & Stage, J. (2007). The economic impact of climate change in Namibia. International Institute for Environment and Development, Discussion Paper 07-02.
31. Rouse, J. W., et al. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA Special Publication, 351, 309-317.
32. Shahgedanova, M., & Burth, T. (1998). Urban heat island. Geography Review, 11(3), 36-41.
33. Shah, K. U., Dulal, H. B., & Awojobi, M. T. (2020). Food security and livelihood vulnerability to climate change in Trinidad and Tobago. In Food Security in Small Island States (pp. 219–237). Springer, Singapore.
34. Vorosmarty, C. J., et al. (2000). Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. Science, 289(5477), 284-288.
35. Weiss, H., & Bradley, R. (2001). What drives societal collapse? Science, 291, 609-610.