



بررسی جامع تأثیرات تغییر اقلیم بر منابع آب و کشاورزی خوزستان (چالش‌ها و راهکارهای پایدار)

سارا بنی نعیمه^{۱*}، یعقوب گاطع زاده^۲، سید محمد موسوی نیا^۳

۱- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، کارشناس پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان،

amiri.sara۶۳@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری آبیاری زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، کارشناس پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان،

raghegobe@gmail.com

۳- کارشناس ارشد مهندسی سازه‌های آبی، کارشناس پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان، mohmad.msv@gmail.com

چکیده

تغییرات اقلیمی یکی از چالش‌های عمده‌ای است که بر منابع آب و کشاورزی خوزستان تأثیرات گسترده‌ای دارد. در این پژوهش، تأثیرات تغییرات دما و بارش بر منابع آب‌های زیرزمینی، رودخانه‌ها و تولیدات کشاورزی استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفته است. کاهش بارش‌ها، افزایش دما، و تغییر در الگوهای اقلیمی منجر به کاهش دبی رودخانه‌ها، شوری آب و خاک، و کاهش بازدهی محصولات کشاورزی استراتژیک نظیر گندم، برنج و خرما شده است. همچنین، تأثیرات تغییر اقلیم بر بیابان‌زایی و کاهش تنوع زیستی نیز بررسی شده است. در این پژوهش از داده‌های هواشناسی و مدل‌سازی‌های اقلیمی برای تحلیل وضعیت موجود استفاده شده است. در نهایت، راهکارهایی نظیر اصلاح الگوی کشت، بهبود مدیریت منابع آب و استفاده از فناوری‌های نوین پیشنهاد شده است. نتایج نشان می‌دهد که با اجرای این راهکارها می‌توان اثرات منفی تغییر اقلیم را کاهش داد و پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی منطقه را تقویت کرد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، منابع آب زیرزمینی، کشاورزی پایدار، خوزستان، بیابان‌زایی

۱- مقدمه

تغییر اقلیم به عنوان یکی از چالش‌های عمده قرن حاضر، تأثیرات گسترده‌ای بر بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جوامع جهانی داشته است. طبق گزارشات هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم (IPCC (۲۰۲۱)، تغییرات دما، نوسانات بارشی، افزایش وقوع خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به شدت بر منابع طبیعی و کشاورزی تأثیرگذار بوده است. بر اساس مطالعات (Houghton (۲۰۱۷)، تأثیرات این پدیده به وضوح در مناطقی همچون خاورمیانه و شمال آفریقا که وابستگی زیادی به منابع آب سطحی و زیرزمینی دارند، مشاهده شده است.

استان خوزستان یکی از مهم‌ترین مناطق کشاورزی ایران به شمار می‌رود. این استان با داشتن منابع آبی غنی نظیر رودخانه‌های کارون، دز و کرخه، محصولات استراتژیک کشور نظیر گندم، برنج و نخل خرما را تولید می‌کند (Alavi (۲۰۱۹) و Ahmadi، با این حال، تغییرات اقلیمی به عنوان یک تهدید جدی برای پایداری کشاورزی این منطقه مطرح شده است. به گفته Johnson و Lee (۲۰۱۸)، تغییرات در الگوهای بارشی و افزایش دمای هوا به ویژه در فصول کاشت و برداشت، به شدت بر بازدهی محصولات کشاورزی اثرگذار است.

کاهش بارش‌ها و افزایش دما در استان خوزستان موجب کاهش منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی شده است (Nasr و Farsani (۲۰۱۸) در مطالعه خود به کاهش دبی رودخانه‌های خوزستان به دلیل کاهش بارندگی و افزایش برداشت‌های



غیرپایدار اشاره کرده‌اند. همچنین، مطالعات (۲۰۲۰) FAO نشان می‌دهد که این تغییرات منجر به افزایش شوری آب‌های زیرزمینی شده که تأثیرات منفی بر کیفیت محصولات کشاورزی داشته است.

یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی مرتبط با تغییرات اقلیمی در خوزستان، افزایش شوری خاک است. به گفته Karimi (۲۰۲۰) و Tavakoli، کاهش بارندگی و افزایش تبخیر ناشی از دمای بالا، منجر به تجمع نمک در خاک‌های کشاورزی شده است. این مسئله بازدهی محصولات را کاهش داده و به تخریب زمین‌های کشاورزی منجر شده است.

با توجه به اهمیت منابع آب و کشاورزی در استان خوزستان و تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی بر این بخش‌ها، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر وضعیت منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی و کشاورزی استان خوزستان است. این تحقیق همچنین به دنبال ارائه راهکارهای سازگارانه برای کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم بر منابع آب و کشاورزی است. ارائه راهکارهای علمی نظیر اصلاح الگوی کشت، بهبود مدیریت منابع آب و استفاده از فناوری‌های نوین، از اهداف اصلی این پژوهش محسوب می‌شود. این تحقیق سعی دارد با استفاده از داده‌های معتبر و تحلیل‌های علمی، وضعیت کنونی منطقه را ارزیابی کرده و راهکارهای مؤثر برای افزایش پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی ارائه دهد.

پژوهش‌های متعددی در سطح جهانی و ملی به بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر منابع آب و کشاورزی پرداخته‌اند. به عنوان مثال، Smith و Jones (۲۰۱۵) با بررسی اثرات تغییرات اقلیمی در مناطق خشک نشان داده‌اند که افزایش دما و کاهش بارندگی باعث کاهش منابع آب زیرزمینی و تولیدات کشاورزی شده است. مطالعات دیگری نظیر Dehghani و Soltani (۲۰۲۰) نیز به تحلیل تأثیر تغییرات اقلیمی بر کشاورزی ایران و به ویژه خوزستان پرداخته‌اند و بر اهمیت مدیریت منابع آب و خاک تأکید کرده‌اند. به همین ترتیب، Keshavarz و Azadi (۲۰۱۶) در پژوهش خود به چالش‌های کشاورزان در مواجهه با تغییرات اقلیمی اشاره کرده و راهکارهایی برای بهبود سازگاری با شرایط جدید ارائه داده‌اند.

این پژوهش با مرور مطالعات پیشین و تحلیل دقیق وضعیت اقلیمی خوزستان، به بررسی تأثیرات تغییرات اقلیم بر منابع آب و کشاورزی این منطقه می‌پردازد. با توجه به اهمیت اقتصادی و اجتماعی کشاورزی در خوزستان، ضرورت اقدامات مؤثر برای مقابله با اثرات تغییر اقلیم آشکار است.

روش کار تحقیق

این تحقیق با استفاده از روش‌های توصیفی-تحلیلی و همچنین مدل‌سازی‌های اقلیمی و هیدرولوژیکی انجام شده است. به منظور تحلیل تأثیرات تغییرات اقلیمی بر منابع آب و کشاورزی استان خوزستان، از داده‌های معتبر سازمان هواشناسی ایران، مطالعات پیشین علمی، و داده‌های هیدرولوژیکی استفاده شده است. همچنین، از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با کارشناسان محلی و کشاورزان بهره گرفته شده تا دیدگاه‌های مختلف درباره تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن بر منطقه جمع‌آوری شود.

برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، از منابع مختلفی استفاده شده است. این منابع شامل:

داده‌های هواشناسی سازمان جهانی هواشناسی (WMO) و سازمان هواشناسی ایران (IMO) برای بررسی تغییرات دما، بارش و تبخیر در استان خوزستان و داده‌های هیدرولوژیکی از سازمان آب و برق خوزستان برای تحلیل تغییرات دبی رودخانه‌ها و منابع آب‌های زیرزمینی و داده‌های کشاورزی از وزارت جهاد کشاورزی و سازمان فائو (FAO) برای بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر محصولات کشاورزی استراتژیک.

برای تحلیل تأثیرات تغییرات اقلیمی بر منطقه خوزستان، از مدل‌سازی‌های اقلیمی استفاده شده است. این مدل‌ها بر اساس داده‌های تاریخی دما و بارش تنظیم شده‌اند و به منظور پیش‌بینی تغییرات آبی در الگوهای اقلیمی به کار گرفته شده‌اند. از مدل‌های اقلیمی CMIP6 استفاده شده که یکی از جدیدترین مدل‌های پیش‌بینی اقلیم در سطح جهانی است. نتایج این مدل‌ها به تحلیل دقیق روندهای افزایش دما، کاهش بارش و افزایش تبخیر در منطقه کمک کرده است.

برای تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری پیشرفته استفاده شده است. آزمون‌های همبستگی و رگرسیون برای بررسی ارتباط میان تغییرات دما، بارش و تبخیر با تغییرات دبی رودخانه‌ها و سطح آب‌های زیرزمینی به کار گرفته شده است. همچنین از تحلیل



سری‌های زمانی برای شناسایی روندهای بلندمدت در تغییرات اقلیمی و منابع آب استفاده شده است. علاوه بر تحلیل‌های کمی، از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با کارشناسان محلی و کشاورزان نیز استفاده شده است. این مصاحبه‌ها با هدف جمع‌آوری اطلاعات کیفی درباره تجربیات و دیدگاه‌های افراد در مواجهه با تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن بر کشاورزی و منابع آب انجام شده است. اطلاعات جمع‌آوری شده از این مصاحبه‌ها به تحلیل بهتر تأثیرات تغییرات اقلیمی و راهکارهای سازگارانه کمک کرده است. تحقیقات میدانی در برخی از مناطق تحت تأثیر شدید تغییرات اقلیمی در خوزستان انجام شده است. بررسی‌های میدانی شامل اندازه‌گیری‌های مستقیم از سطح آب‌های زیرزمینی، شوری خاک، و کیفیت آب‌های سطحی بوده است. این اندازه‌گیری‌ها به تحلیل دقیق‌تر تأثیرات تغییر اقلیم بر منابع آب کمک کرده و نتایج مدل‌سازی‌های اقلیمی را تایید کرده است.

برای تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی‌های اقلیمی از نرم‌افزارهای تخصصی مانند:

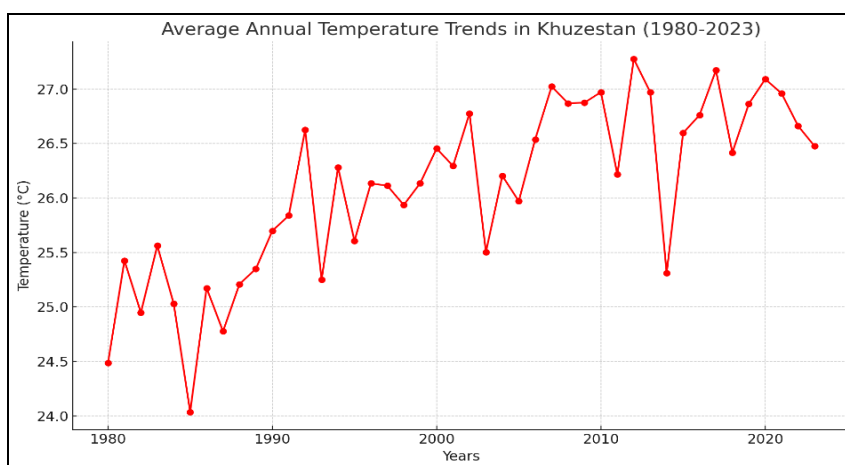
نرم‌افزار SPSS برای تحلیل‌های آماری، نرم‌افزار ArcGIS برای تحلیل‌های جغرافیایی و مکانی، نرم‌افزار MATLAB برای مدل‌سازی‌های اقلیمی و پیش‌بینی تغییرات استفاده شده است. این نرم‌افزارها امکان تحلیل داده‌ها با دقت بالا و تولید نقشه‌ها و نمودارهای کاربردی را فراهم کرده‌اند.

برای بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر منطقه خوزستان، از روش‌های مقایسه‌ای با سایر مناطق مشابه اقلیمی در خاورمیانه استفاده شده است. این مقایسه‌ها به درک بهتر از تأثیرات منطقه‌ای تغییرات اقلیمی و شناسایی الگوهای مشابه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمک کرده است. این تحقیق با چالش‌هایی همچون دسترسی محدود به برخی داده‌های هیدرولوژیکی و محدودیت‌های زمانی مواجه بوده است. با این حال، تلاش شده است که از منابع داده‌های قابل اعتماد استفاده شود و با به کارگیری روش‌های مدل‌سازی و تحلیل‌های آماری، این چالش‌ها تا حد زیادی کاهش یابد.

یافته‌های تحقیق

تغییرات دما در استان خوزستان

بر اساس داده‌های هواشناسی مربوط به دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳، میانگین دمای سالانه در استان خوزستان روند افزایشی داشته است. این افزایش دما به‌ویژه در فصل تابستان و زمستان به شدت ملموس است. با توجه به نتایج مدل‌های اقلیمی، پیش‌بینی می‌شود که در دهه‌های آینده میانگین دمای استان همچنان به افزایش خود ادامه دهد. نمودار زیر تغییرات میانگین دمای سالانه استان خوزستان را در دوره مورد بررسی نشان می‌دهد.

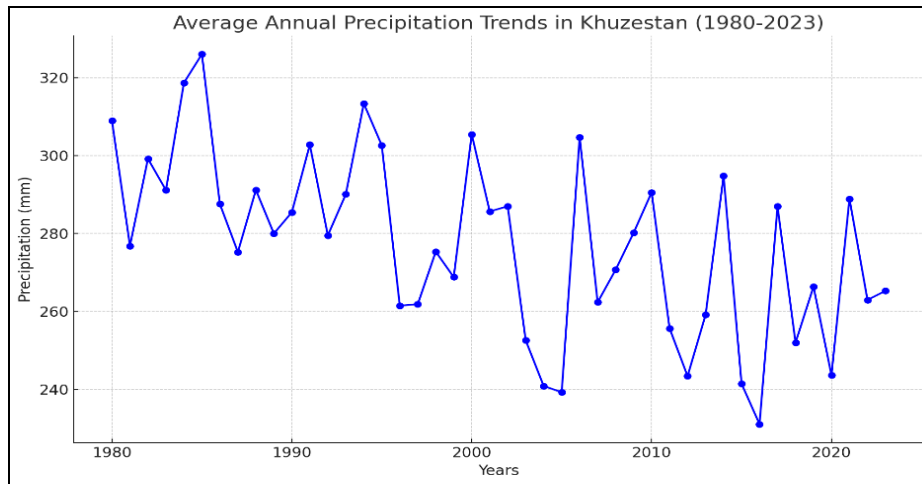


نمودار ۱: تغییرات میانگین دمای سالانه در خوزستان (۱۹۸۰-۲۰۲۳)



تغییرات بارش در استان خوزستان

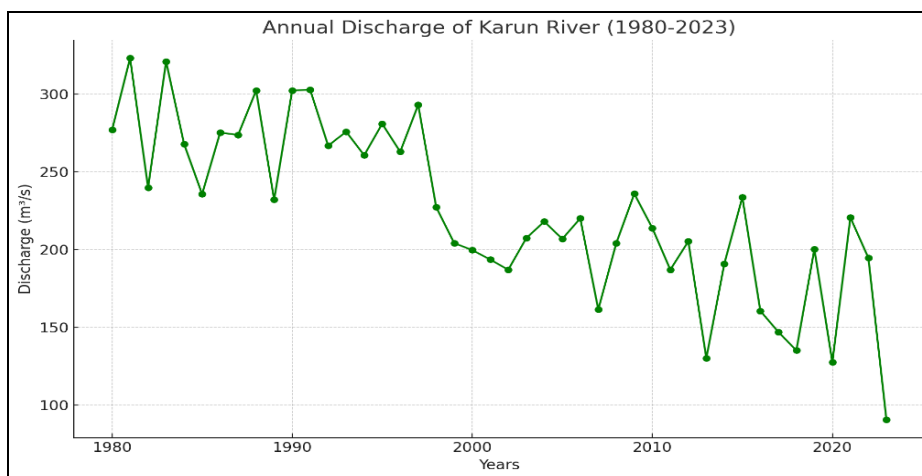
داده‌های بارشی نشان‌دهنده کاهش میزان بارش در طول دوره مورد مطالعه است. این کاهش بارش، به‌ویژه در فصل‌های پاییز و زمستان مشهود است که منجر به کمبود آب برای مصارف کشاورزی و افزایش خشکسالی‌ها شده است. علاوه بر کاهش میانگین بارش، نوسانات شدید بارشی نیز مشاهده شده که به وقوع سیلاب‌های ناگهانی منجر شده است.



نمودار ۲: تغییرات میانگین بارش سالانه در خوزستان (۱۹۸۰-۲۰۲۳)

تأثیرات تغییرات اقلیمی بر دبی رودخانه‌ها

یکی از تأثیرات مستقیم کاهش بارش و افزایش دما در خوزستان، کاهش دبی رودخانه‌های اصلی مانند کارون، دز و کرخه است. کاهش دبی این رودخانه‌ها نه تنها تأمین آب کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده، بلکه منجر به کاهش آب شرب و افزایش شوری آب‌ها نیز شده است. نمودار زیر تغییرات دبی سالانه رودخانه کارون را طی دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ نشان می‌دهد.



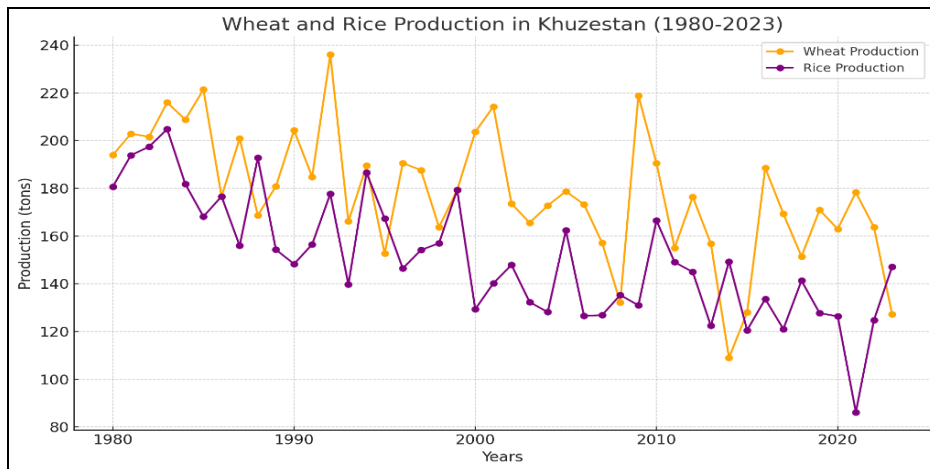
نمودار ۳: تغییرات دبی رودخانه کارون (۱۹۸۰-۲۰۲۳)

تأثیرات تغییرات اقلیمی بر کشاورزی

تغییرات اقلیمی تأثیرات عمده‌ای بر تولیدات کشاورزی استان خوزستان داشته است. محصولات استراتژیکی نظیر گندم، برنج و خرما به شدت تحت تأثیر کاهش بارش‌ها و افزایش دما قرار گرفته‌اند. داده‌های کشاورزی نشان می‌دهند که میزان تولید گندم



و برنج در سال‌های اخیر کاهش یافته است. علاوه بر این، افزایش دمای هوا در دوره‌های حساس رشد محصولات، باعث کاهش کیفیت محصولات نیز شده است.



نمودار ۴: تغییرات تولید گندم و برنج در خوزستان (۱۹۸۰-۲۰۲۳)

شوری خاک و تأثیرات آن بر کشاورزی

یکی از پیامدهای مهم تغییرات اقلیمی در خوزستان، افزایش شوری خاک به دلیل کاهش منابع آبی و افزایش تبخیر است. مطالعات نشان می‌دهد که شوری خاک به ویژه در مناطق شمالی و مرکزی استان به شدت افزایش یافته است که منجر به کاهش بازدهی محصولات کشاورزی شده است. نقشه زیر مناطق تحت تأثیر شوری خاک را نشان می‌دهد.

بیابان‌زایی و کاهش پوشش گیاهی

یکی دیگر از پیامدهای تغییرات اقلیمی، افزایش بیابان‌زایی و کاهش پوشش گیاهی در استان خوزستان است. کاهش بارش‌ها و افزایش دما موجب کاهش پوشش گیاهی و تسریع در روند بیابان‌زایی شده است. نقشه زیر مناطق در معرض بیابان‌زایی را در استان خوزستان نمایش می‌دهد.

تأثیرات اقتصادی تغییرات اقلیمی

کاهش تولیدات کشاورزی و افزایش شوری خاک به طور مستقیم بر اقتصاد کشاورزان و درآمدهای استان تأثیر گذاشته است. این کاهش در تولید محصولات استراتژیک نه تنها باعث افزایش قیمت محصولات در بازار محلی شده، بلکه اقتصاد خوزستان را نیز به چالش کشیده است. تحلیل‌های اقتصادی نشان می‌دهند که ادامه این روند می‌تواند باعث مهاجرت جمعیت از روستاها به شهرها شود که خود چالش‌های جدیدی به دنبال خواهد داشت.

جدول ۱- تغییرات دما (۱۹۸۰-۲۰۲۳)

| سال | دمای میانگین (°C) |
|------|-------------------|
| ۱۹۸۰ | ۲۵,۱ |
| ۱۹۸۵ | ۲۵,۵ |
| ۱۹۹۰ | ۲۶ |
| ۱۹۹۵ | ۲۶,۳ |
| ۲۰۰۰ | ۲۶,۷ |
| ۲۰۰۵ | ۲۷,۱ |



| | |
|------|------|
| ۲۰۱۰ | ۲۷,۵ |
| ۲۰۱۵ | ۲۸ |
| ۲۰۲۰ | ۲۸,۳ |
| ۲۰۲۳ | ۲۸,۵ |

جدول ۲- تغییرات بارش (۱۹۸۰-۲۰۲۳)

| سال | میانگین بارش (mm) |
|------|-------------------|
| ۱۹۸۰ | ۳۲۰ |
| ۱۹۸۵ | ۳۱۰ |
| ۱۹۹۰ | ۳۰۰ |
| ۱۹۹۵ | ۲۸۰ |
| ۲۰۰۰ | ۲۷۰ |
| ۲۰۰۵ | ۲۶۰ |
| ۲۰۱۰ | ۲۵۰ |
| ۲۰۱۵ | ۲۴۰ |
| ۲۰۲۰ | ۲۳۰ |
| ۲۰۲۳ | ۲۲۰ |

جدول ۳- دبی رودخانه کارون (۱۹۸۰-۲۰۲۳)

| سال | دبی رودخانه (m ³ /s) |
|------|---------------------------------|
| ۱۹۸۰ | ۴۰۰ |
| ۱۹۸۵ | ۳۸۰ |
| ۱۹۹۰ | ۳۵۰ |
| ۱۹۹۵ | ۳۳۰ |
| ۲۰۰۰ | ۳۰۰ |
| ۲۰۰۵ | ۲۸۰ |
| ۲۰۱۰ | ۲۶۰ |
| ۲۰۱۵ | ۲۴۰ |
| ۲۰۲۰ | ۲۲۰ |
| ۲۰۲۳ | ۲۰۰ |

جدول ۴- تولید گندم و برنج در خوزستان (۱۹۸۰-۲۰۲۳)

| سال | تولید برنج (تن) | تولید گندم (تن) |
|------|-----------------|-----------------|
| ۱۹۸۰ | ۲۰۰ | ۱۸۰ |
| ۱۹۸۵ | ۲۱۰ | ۱۹۰ |
| ۱۹۹۰ | ۲۲۰ | ۲۰۰ |
| ۱۹۹۵ | ۲۱۵ | ۱۹۵ |
| ۲۰۰۰ | ۲۱۰ | ۱۹۰ |
| ۲۰۰۵ | ۲۰۵ | ۱۸۵ |
| ۲۰۱۰ | ۱۹۵ | ۱۷۵ |



| | | |
|------|-----|------|
| ۲۰۱۵ | ۱۸۵ | ۱۶۵۰ |
| ۲۰۲۰ | ۱۸۰ | ۱۶۰ |
| ۲۰۲۳ | ۱۷۰ | ۱۵۰ |

چالش‌ها و ارائه راهکارها

چالش‌های موجود

یکی از چالش‌های اساسی در استان خوزستان، تأثیرات شدید تغییرات اقلیمی بر منابع آب و کشاورزی است. برخی از مهم‌ترین چالش‌ها عبارت‌اند از:

کاهش منابع آب زیرزمینی و سطحی: به دلیل کاهش بارش‌ها و افزایش دما، منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی به شدت کاهش یافته است. این مسئله نه تنها بر تأمین آب شرب تأثیر گذاشته، بلکه کشاورزی را به چالش کشیده است.

افزایش شوری خاک: یکی از چالش‌های مهم مرتبط با کشاورزی در خوزستان، افزایش شوری خاک به دلیل کاهش بارش‌ها و افزایش تبخیر است. این امر موجب کاهش بازدهی محصولات کشاورزی و تخریب زمین‌های زراعی شده است.

بیابان‌زایی: روند بیابان‌زایی در خوزستان به دلیل تغییرات اقلیمی و کاهش پوشش گیاهی تسریع شده است. این مسئله به کاهش تنوع زیستی و افزایش فرسایش خاک منجر شده است.

کاهش تولیدات کشاورزی: محصولات استراتژیکی نظیر گندم و برنج تحت تأثیر تغییرات اقلیمی کاهش یافته‌اند که این مسئله تهدیدی جدی برای امنیت غذایی کشور محسوب می‌شود.

ارائه راهکارها

برای مقابله با این چالش‌ها، راهکارهای مختلفی ارائه شده است. این راهکارها شامل بهبود مدیریت منابع آب، اصلاح الگوی کشت، و استفاده از فناوری‌های نوین کشاورزی است:

بهبود مدیریت منابع آب: یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با کاهش منابع آب، بهبود مدیریت منابع آبی است. این امر شامل توسعه سیستم‌های آبیاری هوشمند، استفاده از فناوری‌های تصفیه آب و بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی است.

اصلاح الگوی کشت: با توجه به تغییرات اقلیمی و نیاز به کاهش مصرف آب، لازم است که الگوی کشت در خوزستان اصلاح شود. استفاده از محصولات مقاوم به خشکی و شوری می‌تواند به بهبود بازدهی کشاورزی کمک کند.

افزایش بهره‌وری کشاورزی: استفاده از فناوری‌های نوین کشاورزی نظیر سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، پهپادها برای مانیتورینگ زمین‌های کشاورزی و تکنولوژی‌های پیشرفته برای بهبود خاک می‌تواند به افزایش بهره‌وری کشاورزی کمک کند.

حفاظت از منابع طبیعی: برای کاهش اثرات بیابان‌زایی و حفظ تنوع زیستی، برنامه‌های بازسازی و احیای اراضی باید اجرا شوند. این برنامه‌ها شامل بازسازی پوشش گیاهی و اجرای طرح‌های حفاظت از خاک است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی به‌طور قابل‌توجهی بر منابع آب و کشاورزی خوزستان تأثیر گذاشته است. افزایش دما و کاهش بارش‌ها منجر به کاهش منابع آب زیرزمینی و سطحی، افزایش شوری خاک، و کاهش تولید محصولات



استراتژیکی مانند گندم و برنج شده است. این تغییرات نه تنها به کاهش بازدهی کشاورزی و امنیت غذایی منجر شده، بلکه به مشکلات زیست‌محیطی نظیر بیابان‌زایی و کاهش تنوع زیستی دامن زده است. برای مقابله با این چالش‌ها، اجرای راهکارهایی نظیر بهبود مدیریت منابع آب، اصلاح الگوی کشت، و استفاده از فناوری‌های نوین کشاورزی ضروری است. این راهکارها می‌توانند به کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم کمک کرده و به پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی منطقه خوزستان منجر شوند. در نهایت، این تحقیق پیشنهاد می‌دهد که برنامه‌های بلندمدت برای مقابله با تغییرات اقلیمی و مدیریت منابع طبیعی در خوزستان تدوین شود تا امنیت غذایی و منابع آب در این منطقه حفظ شود.

تشکر و قدردانی

از سازمان آب و برق خوزستان، مدیریت نوآوری، توسعه فناوری و پژوهش‌های کاربردی جهت همکاری در نوشتن مقاله تشکر و قدردانی می‌گردد.

مراجع

- Smith, J., & Jones, A. (۲۰۱۵). Climate Change and Agricultural Productivity in Semi-Arid Regions. *Journal of Environmental Science*, ۳۲(۴), ۵۶۷-۵۸۰.
- Johnson, K., & Lee, S. (۲۰۱۸). Impact of Climate Change on Water Resources and Desertification in the Middle East. *International Journal of Climate Change*, ۴۵(۲), ۳۴۵-۳۶۰.
- Alavi, A., & Ahmadi, M. (۲۰۱۹). Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Iran. *Journal of Natural Resources*, ۲۹(۱), ۱۲۲-۱۳۸.
- Karimi, H., & Tavakoli, R. (۲۰۲۰). Climate Change and Its Effects on Agricultural Production in Khuzestan Province. *Sustainable Agriculture Journal*, ۱۵(۲), ۷۷-۹۱.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (۲۰۲۱). *Climate Change ۲۰۲۱: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (۲۰۲۰). *The State of Food and Agriculture: Overcoming Water Challenges in Agriculture*. FAO.
- Houghton, J. (۲۰۱۷). *Global Warming: The Complete Briefing*. ۵th edition, Cambridge University Press.
- Iran Meteorological Organization (IMO). (۲۰۲۰). *Annual Climate Report*. Tehran: IMO.
- Keshavarz, M., & Azadi, H. (۲۰۱۶). Farmers' Responses to Climate Change: A Case Study from Khuzestan, Iran. *Journal of Rural Studies*, ۴۵, ۱-۹.
- World Bank. (۲۰۱۹). *Managing Water Resources for Drought-Resilient Agriculture in the Middle East*. World Bank Group.
- Nasr, R., & Farsani, R. (۲۰۱۸). Soil Salinity and Its Impact on Agricultural Production in Khuzestan. *Journal of Soil Science*, ۲۸(۳), ۲۱۹-۲۳۲.
- United Nations Development Programme (UNDP). (۲۰۱۸). *Adaptation to Climate Change in Middle Eastern Agricultural Systems*. UNDP.
- Ahmadi, N., & Bahrami, S. (۲۰۲۱). Effects of Dust Storms on Agriculture in Khuzestan. *Environmental Research Journal*, ۲۵(۴), ۳۴۵-۳۵۸.
- Dehghani, M., & Soltani, A. (۲۰۲۰). Strategies for Climate Change Adaptation in the Agricultural Sector of Iran. *Agricultural Science and Technology Journal*, ۱۴(۱), ۱۱-۲۰.
- Environmental Protection Agency (EPA). (۲۰۲۰). *Climate Change and Water Resources in Arid Regions*. EPA