



## The Effect of Climate Change on the Way of Investing in Modern Irrigation Systems

Samane Arvandi

PhD in Water Science and Engineering, Department of Soil and Water Ministry of Jihad Agriculture, Karaj, Iran.

\*Corresponding Author: [S.arvandi@stu.sanru.ac.ir](mailto:S.arvandi@stu.sanru.ac.ir)

### Keywords:

Environmental hazards,  
Increasing productivity,  
Renewable energy sources,  
Water resources.

### Abstract

#### Introduction

In recent years, crises caused by natural events around the world have dramatically increased. The various effects of climate change on different sectors of production, the environment, and human societies have caused it to be mentioned as one of the most important environmental challenges of the twentieth century. Climate change has wide-ranging effects on how to invest in modern irrigation systems.

Climate change and food security are two fundamental factors in agriculture. Modern irrigation systems are a set of arrangements, solutions, and new technologies. While improving the irrigation efficiency, the actual water needs of the plants are supplied and the soil conditions are kept physically, chemically, and environmentally stable. Considering the importance of investment in this sector and the impact of climate change, this research aims to investigate the impact of climate change on the way of investing in modern irrigation systems.

#### Materials and methods

Generally, climate change has increased the need to invest in modern irrigation systems and resistant and environmentally friendly methods to face the challenges caused by climate change and sustainable agriculture, food security, and protection. Climate change has a great impact on how to invest in modern irrigation systems. These effects are applied through several main and related pathways: increasing water scarcity and changing rainfall patterns, technological advancement, automatic systems, alternative water sources, and renewable energy, policy support and financial incentives adapting to climate change, and reducing vulnerability. These changes and investments generally help to improve agricultural sustainability, increase food security, and protect water resources. Paying attention to these points and implementing them at different levels has an essential role in dealing with the challenges caused by climate change. To increase investment in modern irrigation systems due to climate changes, several

### Received:

29 June 2024

### Revised:

24 September 2024

### Accepted:

24 September 2024

### How to cite this article:

Arvandi, S. (2024). The Effect of Climate Change on the Way of Investing in Modern Irrigation Systems. *Journal of Drought and Climate change Research*, 2(3), 97-110. [10.22077/jdcr.2024.7834.1071](https://doi.org/10.22077/jdcr.2024.7834.1071)



specific strategies can be used. These strategies include using advanced technologies, improving water resources management, creating financial incentives, training and capacity building, and improving infrastructure.

### **Results and Discussion**

Investment in modern irrigation systems is increasing due to climate change and this trend will continue due to the high importance of water resource management and increasing agricultural productivity. However, to succeed in this field, coordinated efforts are needed between governments, international organizations, the private sector, and farmers. Developing new technologies, providing appropriate training, and creating financial incentives increase these investments and deal with the challenges caused by climate change.

### **Conclusion**

With increasing intensity and recurrence of droughts and changing rainfall patterns, traditional irrigation methods become less reliable and the need for more modern and intelligent systems for managing water resources is felt. New technologies like drip irrigation and automated irrigation systems, which utilize sensors and data analysis to optimize irrigation timing, are attracting investments. These technologies not only reduce water consumption but also increase productivity and reduce operating costs. In addition, the use of renewable energy sources such as solar irrigation systems is also extending. These systems are considered a sustainable and cost-effective option for water management, especially in areas where access to electricity is not reliable. Other innovative methods include using recycled water and alternative water sources for irrigation, which reduce the pressure on water resources due to a lack of fresh water. However, careful management is necessary to avoid environmental and health hazards. Also, there is more emphasis on policy frameworks and financial incentives to promote the adoption of new irrigation systems. The focus of investments extends beyond infrastructure, encompassing the empowerment and development of supporting institutions to ensure the effective implementation and maintenance of these technologies.



## تأثیر تغییر اقلیم بر نحوه سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری

سمانه اروندی

دکتری علوم و مهندسی آب، معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.

\*نویسنده مسئول: S.arvandi@stu.sanru.ac.ir

### واژه‌های کلیدی:

مخاطرات زیست‌محیطی، منابع انرژی تجدیدپذیر، افزایش بهره‌وری، منابع آبی.

### چکیده

در سال‌های اخیر بحران‌های ناشی از رویدادهای طبیعی در جهان افزایش چشمگیری داشته است. تأثیرات گوناگون تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف تولیدی، محیط‌زیستی و جوامع انسانی سبب شده از آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی قرن بیست‌ویکم یاد شود. تغییر اقلیم تأثیرات گسترده‌ای بر نحوه سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری دارد. با افزایش شدت و تکرار خشکسالی‌ها و تغییر الگوی بارش‌ها، روش‌های سنتی آبیاری کمتر قابل‌اعتماد می‌شوند و نیاز به سامانه‌های مدرن‌تر و هوشمندتر برای مدیریت منابع آبی احساس می‌شود. سرمایه‌گذاری‌ها به سمت فناوری‌های نوین مانند آبیاری قطره‌ای و سیستم‌های خودکار آبیاری که از حسگرها و تحلیل داده‌ها برای بهینه‌سازی زمان‌بندی آبیاری استفاده می‌کنند، سوق داده می‌شوند. این فناوری‌ها نه تنها مصرف آب را کاهش می‌دهند بلکه باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های عملیاتی نیز می‌شوند. علاوه بر این، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند سامانه‌های آبیاری خورشیدی نیز در حال گسترش است. این سیستم‌ها به‌ویژه در مناطقی که دسترسی به برق قابل‌اعتماد نیست، گزینه‌ای پایدار و مقرون‌به‌صرفه برای مدیریت آب محسوب می‌شوند. روش‌های نوآورانه دیگر شامل استفاده از آب‌های بازیافتی و منابع آب جایگزین برای آبیاری می‌باشد که با توجه به کمبود آب شیرین، فشار بر منابع آبی را کاهش می‌دهند. با این حال، مدیریت دقیق برای جلوگیری از مخاطرات زیست‌محیطی و بهداشتی ضروری است. همچنین، تأکید بیشتری بر چارچوب‌های سیاستی و مشوق‌های مالی برای ترویج پذیرش سامانه‌های نوین آبیاری وجود دارد. سرمایه‌گذاری‌ها نه تنها بر زیرساخت‌ها بلکه بر توانمندسازی و توسعه نهادهای حمایتی برای اجرای مؤثر و نگهداری این فناوری‌ها متمرکز هستند.

### تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۴/۰۹

### تاریخ ویرایش:

۱۴۰۳/۰۷/۰۳

### تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۷/۰۳

## مقدمه

افزایش گازهای گلخانه‌ای ناشی از افزایش فعالیت‌های اقتصادی موجب گرم شدن کره زمین و تغییرات گسترده برگشت‌ناپذیری در تغییرات آب‌وهوایی در سطح جهان شده است. این تغییرات بسته به هر منطقه اثرات مثبت، خنثی و منفی می‌تواند داشته باشد (Janjua, 2014).

اثرات مثبت تغییر اقلیم بر تولیدات بخش کشاورزی در مناطقی از جهان که در نواحی با عرض‌های شمالی بالاتر از ۵۵ درجه قرار دارند، بیشتر است (Ew-2005, ert et al).

همچنین اثرات منفی تغییرات آب‌وهوایی بر تولیدات بخش کشاورزی در مناطقی که گرم و خشک هستند، بیشتر است. اثرات تغییر اقلیم بسته به نوع منطقه متفاوت است. برای مثال تغییرات آب‌وهوایی در مناطق سردسیری مانند تانزانیا موجب افزایش بهره‌وری محصولات کشاورزی شده است (Shiryaevskaya, 2020, at al).

همچنین تغییرات آب‌وهوایی که از سال ۲۰۱۰-۲۰۰۵ در کشور مالای به وقوع پیوست، موجب کاهش ۱/۷ درصد تولید ناخالص داخلی این کشور شد (Pauw at al, 2020). امروزه تغییرات اقلیم مسئله‌ای مهم و حیاتی است که توجه همگان را به‌سوی خود جلب کرده است؛ زیرا بر تجارت، نابرابری درآمد و رشد اقتصادی کشورها اثرگذار است. اثرات تغییرات آب‌وهوایی در برخی از مناطق از لحاظ اقتصادی یک موهبت و مزیت است (Berthelin at al, 2022). اما در کشورهای در حال توسعه‌ای که در مناطق خشک هستند و گرمای زیاد در آنجا حاکم است، یک شکست و بحران اقتصادی و جغرافیایی محسوب می‌شود (Ah-madzadeh at al, 2022).

در مناطق کمتر توسعه‌یافته، تغییرات اقلیم آسیب بیشتری به کشاورزان این مناطق وارد می‌کند. زیرا کشاورزان این مناطق فاقد سرمایه‌های اقتصادی و اجتماعی کافی مانند: آبیاری مدرن و کشت محصولات مقاوم در برابر خشک‌سالی هستند (Wreford at al, 2017؛ Song at al, 2022).

تغییرات اقلیم به‌عنوان ریسک مهمی برای بخش

کشاورزی شناخته می‌شوند؛ زیرا این تغییرات می‌تواند تأثیرات جدی بر روی تولید محصولات کشاورزی و صنایع غذایی و ارزش‌افزوده این بخش داشته باشد (Raihan & Tuspekova, 2022).

صنایع غذایی به منابع طبیعی و محصولات کشاورزی وابسته هستند و تغییر در تولیدات محصولات کشاورزی می‌تواند باعث کاهش تأمین مواد اولیه برای این صنایع شود که در نهایت منجر به افزایش قیمت محصولات غذایی و کاهش رقابت‌پذیری صنایع غذایی با بازارهای جهانی می‌شود (Godfray et al, 2010؛ Dell at al, 2008). افزایش قیمت مواد غذایی آسیب بیشتری به فقرا خواهد زد (De Hoyos & Medvedev, 2009).

تغییرات اقلیم علاوه بر اینکه امنیت غذایی جوامع را از طریق آسیب‌رساندن به محصولات کشاورزی تهدید می‌کند، موجب کند شدن توسعه اقتصادی کشورهای صادرکننده مواد غذایی می‌شود که در کاهش فقر اثرگذار هستند (Ahmadzadeh at al, 2022). کشورهای که در منطقه خاورمیانه هستند، بیشتر در معرض تغییرات اقلیم قرار می‌گیرند. از این‌رو اثراتی که تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و اقتصاد این کشورها دارد، بسیار حائز اهمیت است. زیرا اثراتی که تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی دارد، با توجه به اهمیت بخش کشاورزی در تأمین مواد غذایی آحاد جامعه بسیار زیاد است (Meyghani at al, 2021).

یکی از راه‌های رسیدن به توسعه پایدار، توسعه بخش کشاورزی به‌عنوان یک بخش مهم اقتصادی است. زیرا بدون توسعه بخش کشاورزی، انتظار توسعه سایر بخش‌ها، از جمله بخش صنعت را نمی‌توان داشت (aleemran & aleem-2021؛ Momeni & Banouei, 2018). طبق تجربه‌ای که کشورهای پیشرو در بخش کشاورزی در زمینه تولید محصولات داشته‌اند، نشان می‌دهد که اگر تجهیزات سرمایه‌ای در فعالیت‌های مختلف کشاورزی به کار گرفته شود، سبب افزایش بهره‌وری عوامل تولید از جمله زمین، نیروی کار و مدیریت می‌شود. همچنین علاوه بر اینکه هزینه نهاده‌های تولید و بازدهی مناسبی برای سرمایه‌گذاری خواهد داشت، منجر به مازاد عرضه داخلی و توسعه صادرات محصولات کشاورزی خواهد شد. شاخص ارزش‌افزوده

حفاظت از منابع آبی تضمین گردد.

تغییر اقلیم تأثیرات زیادی بر نحوه سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری دارد. این تأثیرات از طریق چندین مسیر اصلی و مرتبط اعمال می‌شوند؛ افزایش کمبود آب و تغییر الگوی بارش‌ها، پیشرفت فناوری و استفاده از سیستم‌های خودکار، استفاده از منابع آب جایگزین و انرژی‌های تجدیدپذیر، پشتیبانی سیاستی و مشوق‌های مالی، تطبیق با تغییرات اقلیمی و کاهش آسیب‌پذیری. این تغییرات و سرمایه‌گذاری‌ها به‌طور کلی به بهبود پایداری کشاورزی، افزایش امنیت غذایی و حفاظت از منابع آبی کمک می‌کنند. توجه به این نکات و پیاده‌سازی آن‌ها در سطوح مختلف می‌تواند نقشی اساسی در مقابله با چالش‌های ناشی از تغییر اقلیم ایفا کند.

افزایش سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری با توجه به تغییرات اقلیمی مستلزم اتخاذ چندین راهبرد است. این راهبردها شامل استفاده از فناوری‌های پیشرفته آبیاری، بهبود مدیریت منابع آبی، و ایجاد انگیزه‌های مالی برای کشاورزان می‌باشد.

۱) فناوری‌های پیشرفته آبیاری: استفاده از سامانه‌های آبیاری هوشمند مانند میکرو آبیاری و آبیاری بارانی می‌تواند مصرف آب را تا ۳۵-۶۵ درصد کاهش دهد و بازدهی محصولات را افزایش دهد. این سامانه‌ها با استفاده از سنسورهای مختلف و کنترل دقیق، به کشاورزان کمک می‌کنند تا زمان و مقدار آبیاری را بهینه‌سازی کنند.

۲) مدیریت منابع آبی: بهبود مدیریت منابع آبی از طریق مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه‌های رودخانه‌ای و استفاده از پیش‌بینی‌های هواشناسی و مانیتورینگ هیدرولوژیکی می‌تواند بهره‌وری آبیاری را افزایش دهد. ایجاد مخازن ذخیره آب بلندمدت می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا در دوره‌های خشک‌سالی منابع آب قابل‌اعتمادی داشته باشند.

۳) ایجاد انگیزه‌های مالی: دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی می‌توانند با ارائه یارانه‌ها و تسهیلات مالی برای خرید تجهیزات نوین آبیاری، کشاورزان را تشویق به سرمایه‌گذاری در این سامانه‌ها کنند. همچنین، بیمه‌های محصولات کشاورزی که بر مبنای

نیز یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصاد کلان جهت تجزیه و تحلیل و ارزیابی‌ها و به‌نحوی نمایانگر قدرت اقتصادی کشورها است. ارزش‌افزوده هر بخش در اقتصاد نیز نمایانگر اهمیت و سهم آن بخش در اقتصاد است. ارزش‌افزوده بخش کشاورزی که شامل: تولید محصولات کشاورزی، دام‌پروری و صنایع غذایی است، یکی از مؤلفه‌های مهم در توسعه اقتصادی کشورها است. تغییرات اقلیم بر بخش‌های اقتصادی کشور مانند: تولید، درآمد عوامل تولید و درآمد نهادها اثرگذار است. این اثرگذاری روی بخش‌هایی که با بخش کشاورزی مرتبط هستند، بیشتر است و می‌تواند موجب کاهش یا افزایش ارزش‌افزوده این بخش شود و اثرات غیرمستقیمی بر تجارت، توسعه و امنیت غذایی بگذارد، (Khaleghi et al, 2015; Ozdemir, 2022).

یکی از مهم‌ترین نهادها تولید، سرمایه است. زیرا نقش به‌سزایی در افزایش سطح تولید فعالیت‌های اقتصادی و افزایش بهره‌وری دیگر عوامل تولید ایفا می‌کند. از این‌رو یکی از عوامل مهم برای رشد و توسعه بخش‌های اقتصادی، از جمله بخش کشاورزی محسوب می‌شود، (Shahbazi & Saeidpour, 2013).

همان‌گونه که در این مطالعات مشاهده می‌شود تغییر اقلیم و امنیت غذایی دو رکن مهم و اساسی در مباحث کشاورزی می‌باشد. همچنین سامانه‌های نوین آبیاری مجموعه تمهیدات، راهکارها و فناوری‌های جدید اطلاق می‌شود که با عملیاتی کردن آن‌ها ضمن ارتقا راندمان آبیاری، نیاز واقعی آب گیاهان تأمین و شرایط خاک به‌لحاظ فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی پایدار نگه‌داشته می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت سرمایه‌گذاری در این بخش و تأثیر تغییر اقلیم در این مقاله به بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر نحوه سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری پرداخته خواهد شد.

### مواد و روش‌ها

به‌طور کلی، تغییر اقلیم نیاز به سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری را افزایش داده و انتقال به روش‌های کارآمدتر، مقاوم‌تر و دوستدار محیط‌زیست را ضروری کرده است تا با چالش‌های ناشی از تغییر اقلیم مقابله شود و کشاورزی پایدار، امنیت غذایی و

سیستم‌ها از تکنولوژی‌های پیشرفته مانند منطق فازی، شبکه‌های عصبی، و یادگیری ماشینی برای بهینه‌سازی آبیاری بهره می‌برند (IntechOpen, 2022).

#### ۲- مدیریت منابع آب

مدیریت یکپارچه منابع آب: با توجه به افزایش کمبود آب ناشی از تغییرات اقلیمی، مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه‌های رودخانه‌ای اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. این مدیریت شامل بهبود پیش‌بینی‌های هواشناسی و مانیتورینگ هیدرولوژیکی است که به کشاورزان کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در زمینه آبیاری بگیرند (FAO, 2011).

ذخیره‌سازی آب: ایجاد مخازن ذخیره آب و استفاده ترکیبی از آب‌های زیرزمینی و سطحی می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا در دوره‌های خشک‌سالی منابع آب پایدار داشته باشند. این راهکارها به بهبود بهره‌وری آب و کاهش اتلاف آن کمک می‌کنند (FAO, 2011).

#### ۳- ایجاد انگیزه‌های مالی

یارانه‌ها و تسهیلات مالی: دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی می‌توانند با ارائه یارانه‌ها و تسهیلات مالی برای خرید تجهیزات نوین آبیاری، کشاورزان را تشویق به سرمایه‌گذاری در این سامانه‌ها کنند. این مشوق‌ها می‌توانند شامل وام‌های کم‌بهره، تخفیف‌های مالیاتی، و حمایت‌های مالی برای نصب سیستم‌های آبیاری هوشمند باشند (FAO, 2011).

بیمه محصولات کشاورزی: بیمه‌های مبتنی بر شاخص‌های اقلیمی می‌توانند از کشاورزان در برابر ریسک‌های ناشی از تغییرات اقلیمی حمایت کنند. این بیمه‌ها به کشاورزان کمک می‌کنند تا در صورت وقوع خشک‌سالی یا سایر رویدادهای آب و هوایی نامطلوب، خسارت‌های خود را جبران کنند (FAO, 2011).

#### ۴- آموزش و ظرفیت‌سازی

آموزش کشاورزان: ارائه آموزش‌های مناسب به کشاورزان درباره روش‌های بهینه آبیاری و استفاده از فناوری‌های جدید می‌تواند تأثیر مثبتی در افزایش بهره‌وری آب و محصولات داشته باشد. این آموزش‌ها باید شامل اطلاعاتی درباره تأثیرات تغییرات اقلیمی و

شاخص‌های اقلیمی تنظیم می‌شوند، می‌توانند از کشاورزان در برابر ریسک‌های ناشی از تغییرات اقلیمی حمایت کنند.

۴) آموزش و ظرفیت‌سازی: ارائه آموزش‌های مناسب به کشاورزان درباره روش‌های بهینه آبیاری و استفاده از فناوری‌های جدید نیز می‌تواند تأثیر مثبتی در افزایش بهره‌وری آب و محصولات داشته باشد. این آموزش‌ها باید شامل اطلاعاتی درباره تأثیرات تغییرات اقلیمی و نحوه مدیریت بهتر منابع آب باشد.

۵) بهبود زیرساخت‌ها: سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبرسانی مانند شبکه‌های آبیاری تحت فشار و سیستم‌های توزیع آب هوشمند نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. این زیرساخت‌ها می‌توانند کمک کنند تا آب به‌صورت کارآمدتری به مزرعه‌ها منتقل شود و هدررفت آب کاهش یابد.

با توجه به این راهبردها، می‌توان به‌طور مؤثر به تغییرات اقلیمی پاسخ داد و سرمایه‌گذاری‌ها در سامانه‌های نوین آبیاری را افزایش داد.

برای افزایش سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری با توجه به تغییرات اقلیمی، چندین راهبرد مشخص می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. این راهبردها شامل بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، بهبود مدیریت منابع آب، ایجاد انگیزه‌های مالی، آموزش و ظرفیت‌سازی، و بهبود زیرساخت‌ها می‌باشند. در ادامه به هر یک از این راهبردها اشاره شده است:

#### ۱- استفاده از فناوری‌های پیشرفته آبیاری

سامانه‌های آبیاری هوشمند: فناوری‌های نوین مانند میکرو آبیاری و آبیاری بارانی می‌توانند به کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری کمک کنند. به‌عنوان مثال، سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی قادرند تا ۳۵-۶۵ درصد بیشتر از روش‌های سنتی آب صرفه‌جویی کنند و بازدهی محصولات را افزایش دهند. این سامانه‌ها با استفاده از حسگرهای مختلف و داده‌های محیطی، به کشاورزان کمک می‌کنند تا زمان و مقدار آبیاری را بهینه‌سازی کنند (IntechOpen, 2022). کنترل هوشمند: سیستم‌های آبیاری هوشمند با استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم، کنترل دقیق و هوشمندانه‌ای را برای آبیاری فراهم می‌کنند. این

شامل آموزش و توانمندسازی کشاورزان نیز می‌شوند (FAO, 2011).

#### ۲- منابع بخش خصوصی

سرمایه‌گذاری‌های خصوصی: شرکت‌های خصوصی فعال در حوزه کشاورزی و فناوری می‌توانند در توسعه و ترویج سامانه‌های نوین آبیاری سرمایه‌گذاری کنند. این سرمایه‌گذاری‌ها می‌توانند شامل توسعه فناوری‌های جدید، بازاریابی و فروش تجهیزات آبیاری پیشرفته، و ارائه خدمات پس از فروش باشند.

شرکت‌های بیمه: بیمه‌های محصولات کشاورزی که به‌خصوص در برابر ریسک‌های تغییرات اقلیمی طراحی شده‌اند، می‌توانند به کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری کمک کنند. این بیمه‌ها می‌توانند کشاورزان را تشویق به پذیرش فناوری‌های جدید کنند (FAO, 2011).

#### ۳- سازمان‌های بین‌المللی

سازمان‌های بین‌المللی و نهادهای مالی: سازمان‌های بین‌المللی مانند بانک جهانی، سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO) و برنامه توسعه ملل متحد (UNDP) منابع مالی و تکنیکی برای پروژه‌های مرتبط با مدیریت منابع آب و آبیاری فراهم می‌کنند. این سازمان‌ها می‌توانند از طریق وام‌ها، کمک‌های بلاعوض، و پروژه‌های همکاری فنی، سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری را تسهیل کنند (FAO, 2011).

صندوق‌های اقلیمی: صندوق‌های ویژه‌ای مانند صندوق سبز اقلیم (GCF) که برای مقابله با تأثیرات تغییرات اقلیمی تأسیس شده‌اند، می‌توانند به پروژه‌های آبیاری هوشمند کمک مالی کنند. این صندوق‌ها به پروژه‌هایی که هدفشان کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری در کشاورزی است، وام و کمک‌های بلاعوض ارائه می‌دهند.

#### ۴- تسهیلات مالی

وام‌های کم‌بهره و تسهیلات مالیاتی: بانک‌ها و مؤسسات مالی می‌توانند با ارائه وام‌های کم‌بهره و تسهیلات مالیاتی به کشاورزان و شرکت‌های فعال در زمینه آبیاری، سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین را تشویق کنند. این تسهیلات می‌توانند شامل کاهش مالیات

نحوه مدیریت بهتر منابع آب باشد (Patle et al, 2020). توانمندسازی نهادها: ایجاد نهادهای محلی و منطقه‌ای برای حمایت از کشاورزان و اجرای سیاست‌های مدیریتی مؤثر در زمینه آب نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. این نهادها می‌توانند به اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی کمک کنند (Patle et al, 2020).

#### ۵- بهبود زیرساخت‌ها

سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبرسانی: توسعه و بهبود شبکه‌های آبیاری تحت فشار و سیستم‌های توزیع آب هوشمند می‌تواند به کاهش هدر رفت آب و افزایش کارایی آن کمک کند. این زیرساخت‌ها شامل نصب لوله‌های با کارایی بالا، سیستم‌های اتوماتیک کنترل آبیاری، و شبکه‌های توزیع آب پیشرفته می‌شود. با توجه به این راهبردها، می‌توان به‌طور مؤثر به تغییرات اقلیمی پاسخ داد و سرمایه‌گذاری‌ها در سامانه‌های نوین آبیاری را افزایش داد. اجرای این راهبردها نیازمند همکاری نزدیک بین دولت‌ها، سازمان‌های بین‌المللی، بخش خصوصی و کشاورزان است تا بتوان به بهره‌وری بیشتر و پایداری در کشاورزی دست یافت.

منابع سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری با توجه به تغییر اقلیم شامل منابع مختلفی از جمله منابع دولتی، بخش خصوصی، سازمان‌های بین‌المللی و مالیات‌ها و تسهیلات مالی است که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است:

#### ۱- منابع دولتی

بودجه‌های دولتی و یارانه‌ها: دولت‌ها می‌توانند از طریق بودجه‌های اختصاصی و ارائه یارانه‌ها به کشاورزان، سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری را تسهیل کنند. این بودجه‌ها می‌توانند برای خرید تجهیزات آبیاری مدرن، نصب سیستم‌های مدیریت هوشمند آب، و ایجاد زیرساخت‌های لازم مورد استفاده قرار گیرند (IntechOpen, 2022).

برنامه‌های توسعه کشاورزی: برنامه‌های ملی و منطقه‌ای توسعه کشاورزی که توسط دولت‌ها اجرا می‌شوند، می‌توانند شامل مشوق‌هایی برای پذیرش فناوری‌های جدید آبیاری باشند. این برنامه‌ها معمولاً

### نمونه موفق استفاده از بلاک چین در کشاورزی

پروژه‌های پایلوت: برخی از کشورها و شرکت‌ها پروژه‌های پایلوتی را برای استفاده از بلاک چین در کشاورزی و مدیریت منابع آب آغاز کرده‌اند. این پروژه‌ها نشان داده‌اند که استفاده از بلاک چین می‌تواند به بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و افزایش شفافیت کمک کند.

بلاک چین با ویژگی‌های امنیت، شفافیت و قابلیت اجرای قراردادهای هوشمند می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر برای جذب سرمایه‌گذاری‌های مردمی در سامانه‌های نوین آبیاری استفاده شود. این فناوری می‌تواند به کاهش ریسک، افزایش اعتماد عمومی و بهبود مدیریت منابع آبی کمک کند و در نهایت به مقابله با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی بپردازد. وضعیت سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری در جهان با توجه به تغییرات اقلیمی در حال تحول و پیشرفت است. افزایش آگاهی از تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی بر منابع آب و کشاورزی باعث شده تا بسیاری از کشورها و سازمان‌های بین‌المللی به سرمایه‌گذاری در این حوزه توجه بیشتری نشان دهند. در ادامه به بررسی وضعیت سرمایه‌گذاری در این زمینه پرداخته می‌شود:

#### ۱- افزایش سرمایه‌گذاری‌های دولتی و بین‌المللی

دولت‌ها: بسیاری از دولت‌ها بودجه‌های قابل توجهی را به توسعه و ارتقای سامانه‌های نوین آبیاری اختصاص داده‌اند. به عنوان مثال، هند و چین برنامه‌های گسترده‌ای برای بهبود سامانه‌های آبیاری خود به منظور مقابله با خشک‌سالی و کمبود آب دارند. سازمان‌های بین‌المللی: سازمان‌های بین‌المللی مانند بانک جهانی، سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO)، و صندوق بین‌المللی توسعه کشاورزی (IFAD) نیز پروژه‌های متعددی را در کشورهای در حال توسعه اجرا می‌کنند تا به بهبود بهره‌وری آب و ترویج فناوری‌های نوین آبیاری کمک کنند. این سازمان‌ها بودجه‌های مالی و کمک‌های فنی برای اجرای این پروژه‌ها ارائه می‌دهند.

#### ۲- نقش بخش خصوصی و فناوری‌های نوین

شرکت‌های فناوری: شرکت‌های فناوری پیشرفته در

بر خرید تجهیزات آبیاری و ارائه شرایط بازپرداخت مناسب برای وام‌ها باشند (FAO, 2011).

برای افزایش سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری با توجه به تغییرات اقلیمی، نیاز به یک ترکیب متنوع از منابع مالی از جمله منابع دولتی، بخش خصوصی، سازمان‌های بین‌المللی، و تسهیلات مالی است. همکاری و هماهنگی بین این منابع می‌تواند به افزایش بهره‌وری آب و پایداری کشاورزی کمک کند و به مقابله با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی بپردازد.

جذب سرمایه‌گذاری‌های مردمی در سامانه‌های نوین آبیاری با توجه به تغییر اقلیم نیازمند اتخاذ استراتژی‌هایی است که مشوق‌ها و تسهیلات مناسب را فراهم کنند و اعتماد و انگیزه مردم را برای مشارکت افزایش دهند. در ادامه، راهکارهای مؤثری برای جذب سرمایه‌گذاری‌های مردمی در این زمینه ارائه می‌شود؛ ایجاد آگاهی و آموزش، مشوق‌های مالی، پروژه‌های مشارکتی و مدل‌های تجاری، تقویت اعتماد و شفافیت، استفاده از تکنولوژی‌های جدید فناوری که به عنوان راهکار برای ایجاد شفافیت و اطمینان در معاملات مالی مربوط به پروژه‌های آبیاری می‌تواند مورد توجه قرار گیرد فناوری بلاک چین است. این فناوری می‌تواند به کاهش ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری و افزایش اعتماد عمومی کمک کند. با استفاده از این راهکارها و ایجاد شرایط مناسب، می‌توان سرمایه‌گذاری‌های مردمی را در سامانه‌های نوین آبیاری جذب کرد و به مقابله با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی پرداخت. فناوری بلاک چین یکی از نوآورانه‌ترین فناوری‌های دهه‌های اخیر است که در بسیاری از حوزه‌ها، از جمله جذب سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری، کاربرد دارد.

کاربردهای بلاک چین در سامانه‌های نوین آبیاری مشتمل بر چندین رویکرد می‌باشد که به ترتیب عبارت‌اند از: شفافیت در مدیریت منابع مالی، کاهش ریسک و تضمین بازگشت سرمایه، ردیابی و مدیریت منابع آب، پلتفرم‌های سرمایه‌گذاری جمعی، بهبود زنجیره تأمین کشاورزی.



کمک کند.

### نتیجه‌گیری

سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری با توجه به تغییرات اقلیمی در حال افزایش است و این روند به دلیل اهمیت بالای مدیریت منابع آب و افزایش بهره‌وری کشاورزی ادامه خواهد داشت. با این حال، برای موفقیت در این زمینه، نیاز به تلاش‌های هماهنگ بین دولت‌ها، سازمان‌های بین‌المللی، بخش خصوصی و کشاورزان است. توسعه فناوری‌های جدید، ارائه آموزش‌های مناسب و ایجاد مشوق‌های مالی می‌تواند به افزایش این سرمایه‌گذاری‌ها کمک کند و به مقابله با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی بپردازد.

چند نمونه از موفق‌ترین سامانه‌های نوین آبیاری که به تغییرات اقلیمی پاسخ داده و سرمایه‌گذاری‌های موفق‌تری را جذب کرده‌اند عبارت‌اند از:

(۱) سیستم‌های آبیاری بهره‌ور: سیستم‌های آبیاری بهره‌ور مانند سیستم‌های قطره‌ای که به‌طور دقیق آب را به نقاط مورد نیاز گیاهان تأمین می‌کنند. این سیستم‌ها کمترین میزان آب را مصرف می‌کنند و برای کشاورزان اقتصادی‌تر هستند. بسیاری از کشورها، به‌ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند، به سرمایه‌گذاری در این سیستم‌ها پرداخته‌اند.

(۲) سیستم‌های آبیاری هوشمند: این سامانه‌ها از فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا (IoT)، سنسورها و هوش مصنوعی برای مدیریت بهینه مصرف آب استفاده می‌کنند. آن‌ها می‌توانند به‌طور خودکار آبیاری را تنظیم کنند بر اساس شرایط آب و هوایی محلی و نیازهای گیاهان، که از دیدگاه تغییرات اقلیمی بسیار مهم است.

(۳) سیستم‌های آبیاری تجدیدپذیر: این سیستم‌ها بر اساس منابع آبی تجدیدپذیر مانند باران‌آبیاری، آب‌های زیرزمینی بازیافت شده و حتی آب دریا تمرکز دارند. مثال‌هایی از این سامانه‌ها شامل تصفیه آب شور در مناطق نیمه‌خشک و استفاده از آب باران برای آبیاری در مناطق با بارندگی فصلی می‌شوند.

(۴) سیستم‌های آبیاری متناسب با گلخانه‌ها: با افزایش تعداد گلخانه‌ها به‌عنوان پاسخ به تغییرات

حوزه کشاورزی و آبیاری نیز به‌طور فزاینده‌ای در این حوزه سرمایه‌گذاری می‌کنند. این شرکت‌ها به توسعه سامانه‌های هوشمند آبیاری، سنسورهای پیشرفته، و نرم‌افزارهای مدیریت آب پرداخته و این فناوری‌ها را به بازار عرضه می‌کنند.

استارت‌آپ‌ها: استارت‌آپ‌های فعال در حوزه فناوری کشاورزی (AgTech) نیز نقش مهمی در توسعه و ترویج سامانه‌های نوین آبیاری دارند. این شرکت‌ها با ارائه راه‌حل‌های نوآورانه و بهره‌گیری از سرمایه‌گذاری‌های مخاطره‌پذیر (Venture Capital) به کشاورزان کمک می‌کنند تا به فناوری‌های جدید دسترسی داشته باشند.

### ۳- روندهای جهانی و چالش‌ها

افزایش بهره‌وری آب: یکی از اهداف اصلی سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری، افزایش بهره‌وری آب و کاهش هدر رفت آن است. فناوری‌های مدرن مانند آبیاری قطره‌ای و سیستم‌های کنترل هوشمند آبیاری به کشاورزان کمک می‌کنند تا مصرف آب را بهینه کنند و بازدهی محصولات را افزایش دهند.

چالش‌های مالی و فنی: با وجود این‌که سرمایه‌گذاری‌ها در این حوزه در حال افزایش است، چالش‌های مالی و فنی همچنان وجود دارند. هزینه‌های بالای نصب و نگهداری سامانه‌های نوین آبیاری و نیاز به آموزش و توانمندسازی کشاورزان از جمله چالش‌های اصلی هستند. همچنین، تغییرات اقلیمی و نوسانات آب و هوایی نیز بر پایداری این سامانه‌ها تأثیر می‌گذارند.

### ۴- نمونه‌های موفق

کشورهای بسیاری از پیشگامان در زمینه استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری می‌باشند. این کشورها با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و مدیریت کارآمد منابع آب، توانسته‌اند بهره‌وری آب را به‌طور قابل توجهی افزایش داده و به‌عنوان نمونه‌های موفق جهانی مطرح شوند.

به‌عنوان مثال استرالیا با اجرای برنامه‌های گسترده در زمینه مدیریت منابع آب و استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری، توانسته است تأثیرات خشکسالی‌های مکرر را کاهش دهد و به بهبود پایداری کشاورزی

متنوعی قرار دارد. در حالی که ایران با مشکلاتی همچون کاهش تدریجی منابع آبی، بارش‌های نامنظم، خشکسالی‌ها و تغییرات دمایی مواجه است، اما هم‌زمان دارای توانمندی‌هایی نظیر تکنولوژی‌های نوین، دانش فنی، و منابع انسانی دارای مهارت، که می‌تواند به سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری کمک کند.

بعضی از راهکارهایی که می‌توانند وضعیت سرمایه‌گذاری در این زمینه را بهبود بخشند، شامل موارد زیر می‌شود:

(۱) تحریم‌ها و تشویق‌های دولتی: دولت می‌تواند با ارائه تسهیلات مالی، تسهیلات مالیاتی، تشویق به توسعه تحقیقات و توسعه در زمینه سامانه‌های نوین آبیاری، و تنظیم قوانین و مقررات مرتبط، سرمایه‌گذاری در این زمینه را تشویق کند.

(۲) توسعه فناوری: ایران به‌عنوان یک کشور با توانمندی‌های فناوری بالا در برخی زمینه‌ها مانند IT، اشیا (IoT)، هوش مصنوعی، سنسورها و فناوری‌های دیگر، به بهبود بهره‌وری آب در کشاورزی کمک کند که این امر جذابیت بیشتری برای سرمایه‌گذاران دارد. (۳) همکاری با بخش خصوصی: دولت می‌تواند با ایجاد شراکت‌های عمومی-خصوصی (PPP) و ایجاد فرصت‌های سرمایه‌گذاری در زمینه‌های مختلف سامانه‌های نوین آبیاری، از جمله توسعه زیرساخت‌های مرتبط و ارائه خدمات مشاوره‌ای، به سرمایه‌گذاران خصوصی اعتماد بیشتری دهد.

(۴) آموزش و آگاهی‌بخشی: افزایش آگاهی کشاورزان و سرمایه‌گذاران درباره فواید و مزایای سامانه‌های نوین آبیاری و روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب می‌تواند به افزایش سرمایه‌گذاری در این زمینه کمک کند.

به‌طور کلی، با توجه به نیازهای ایران در زمینه مدیریت منابع آبی و تغییرات اقلیمی، سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری به‌عنوان یک راه‌حل مؤثر برای افزایش بهره‌وری و مقاومت در برابر تغییرات اقلیمی می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد.

به‌طور مشخص، ایران با چالش‌های منحصربه‌فردی در زمینه منابع آبی و تغییرات اقلیمی روبه‌رو است.

اقلیمی و نیاز به تولید محصولات زراعی در شرایط آب و هوایی متفاوت، سرمایه‌گذاران به سیستم‌های آبیاری مناسب برای این محیط‌ها سرمایه‌گذاری می‌کنند. این سیستم‌ها معمولاً شامل سیستم‌های آبیاری هیدروپونیک یا نیمه هیدروپونیک و سیستم‌های آبیاری بر اساس اسپری هستند که به‌صورت دقیق آب را به گیاهان ارائه می‌دهند.

این سامانه‌ها نه تنها به کشاورزان کمک می‌کنند تا به بهره‌وری بیشتری از منابع آبی خود برسند، بلکه همچنین مقاومت آن‌ها در برابر تغییرات اقلیمی را افزایش می‌دهند و برای سرمایه‌گذاران جذاب هستند. برخی از موارد جهانی موفق در این زمینه با ذکر منبع به شرح زیر است:

(۱) پروژه تولید غذای آینده در هلند: در هلند، کشوری که با محدودیت منابع آبی مواجه است و در عین حال یکی از بزرگ‌ترین صادرکنندگان محصولات کشاورزی در جهان است، پروژه‌هایی مانند «برنامه تغذیه ۲۰۵۰» مورد توجه قرار گرفته‌اند. این برنامه‌ها به بهبود سامانه‌های آبیاری هوشمند، استفاده از تکنولوژی‌های نوین و افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی تمرکز دارند. (۲) پروژه‌های آبیاری در کشورهای خاورمیانه: کشورهایمانند عربستان سعودی به‌دلیل شرایط آبی و آب و هوایی خاص خود، سرمایه‌گذاری‌های زیادی در زمینه سامانه‌های نوین آبیاری انجام داده‌اند. این کشورها با استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته مانند سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و استفاده از آب شور، به یکی از پیشگامان جهان در این زمینه تبدیل شده است.

(۳) سرمایه‌گذاری‌های چین در آبیاری هوشمند: چین، با مواجهه با مشکلاتی همچون کاهش تدریجی منابع آبی و آلودگی، سرمایه‌گذاری‌های بسیاری در سامانه‌های آبیاری هوشمند و مدیریت بهینه منابع آبی انجام داده است. این سرمایه‌گذاری‌ها عمدتاً در استفاده از تکنولوژی‌های مانند IoT، سنسورها و هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی تمرکز دارد.

وضعیت سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری در ایران تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و شرایط محیطی

در ایران شکل گیرد. در این راستا، رویکردهایی که می‌تواند در سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری در ایران اثربخش باشد عبارت‌اند از:

(۱) استفاده از فناوری‌های نوین: سرمایه‌گذاران می‌توانند در تحقیق و توسعه فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی، سنسورها و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای مدیریت بهینه منابع آبی و سامانه‌های آبیاری سرمایه‌گذاری کنند.

(۲) توسعه سامانه‌های هوشمند آبیاری: سامانه‌های هوشمند آبیاری که قادرند به‌طور دقیق به نیازهای گیاهان در شرایط آب و هوایی متفاوت پاسخ دهند، می‌توانند به کشاورزان کمک کنند تا به بهره‌وری بیشتری از منابع آبی دست یابند.

(۳) توسعه سامانه‌های آبیاری تجدیدپذیر: سرمایه‌گذاری در سامانه‌های آبیاری تجدیدپذیر مانند باران‌آبیاری، تصفیه آب شور، و استفاده از منابع آبی مانند آب شور و آب دریا می‌تواند به کشاورزان در شرایط کمبود آب کمک کند.

(۴) توسعه زیرساخت‌های آبیاری: سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های آبیاری مانند ساخت و نصب شبکه‌های آبیاری مدرن، احداث تأسیسات تصفیه آب، و استفاده از تجهیزات آبیاری پیشرفته می‌تواند به بهبود بهره‌وری آبی در کشاورزی و جلوگیری از هدر رفت منابع آبی کمک کند.

(۵) ترویج آموزش و آگاهی: سرمایه‌گذاران می‌توانند در برگزاری دوره‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی به کشاورزان و سرمایه‌گذاران درباره مزایا و فرصت‌های مرتبط با سامانه‌های نوین آبیاری سرمایه‌گذاری کنند تا آگاهی و استفاده از این فناوری‌ها را افزایش دهند.

این رویکردها، اگر به‌طور هماهنگ و جدی انجام شوند، می‌توانند به بهبود وضعیت سامانه‌های آبیاری در ایران و مقاومت در برابر تغییرات اقلیمی کمک کنند.

#### منابع

Adav, V. S., Singh, A. R., Raut, R. D., & Govindarajan, U. H. (2020). Blockchain technology adoption barriers in the Indian agricultural supply chain:

کاهش منابع آبی، خشکسالی‌های مکرر، بارش‌های نامنظم و افزایش دما از جمله مشکلاتی هستند که تأثیر بسیاری بر کشاورزی و باغبانی ایران دارند. این چالش‌ها سرمایه‌گذاران و دولت را به دنبال راه‌حل‌های نوین و پایدار برای مدیریت منابع آبی می‌کند. در این زمینه، سامانه‌های نوین آبیاری می‌توانند نقش مهمی در بهبود وضعیت منابع آبی و افزایش بهره‌وری در کشاورزی ایران ایفا کنند.

با توجه به این موضوعات، سرمایه‌گذاران و دولت می‌توانند با انجام اقداماتی مانند:

(۱) ارائه تسهیلات مالی: دولت می‌تواند از طریق ارائه تسهیلات مالی، وام‌ها و تخفیف‌های مالیاتی برای سرمایه‌گذاران در زمینه سامانه‌های نوین آبیاری، حوزه‌های جذابی را برای سرمایه‌گذاری فراهم کند. (۲) توسعه زیرساخت‌ها: سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های مرتبط با سامانه‌های نوین آبیاری مانند ایجاد شبکه‌های آبیاری، ساخت و نصب تجهیزات آبیاری مدرن و ارتقا سیستم‌های آبیاری می‌تواند به بهبود عملکرد کشاورزی و جلوگیری از هدر رفت منابع آبی کمک کند.

(۳) پژوهش و توسعه: افزایش سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه سامانه‌های نوین آبیاری و فناوری‌های مرتبط می‌تواند به ارتقا تکنولوژی و بهبود کارایی آبیاری در شرایط مختلف آب و هوایی کمک کند.

(۴) آموزش و اطلاع‌رسانی: برگزاری دوره‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی به کشاورزان و سرمایه‌گذاران درباره فناوری‌های نوین آبیاری و روش‌های بهره‌وری آب می‌تواند باعث افزایش آگاهی و تسهیل در انتخاب و استفاده از این سامانه‌ها شود.

این اقدامات، اگر به‌طور جدی و هماهنگ انجام شوند، می‌توانند به بهبود وضعیت سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری و مدیریت منابع آبی در ایران کمک کنند و در مقابله با تغییرات اقلیمی نقش مهمی ایفا کنند.

سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری با توجه به تأثیرات تغییرات اقلیمی در ایران می‌تواند به شکل‌های مختلفی صورت بگیرد. این سرمایه‌گذاری‌ها باید بر اساس نیازها و چالش‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی

- Climate-smart water technologies for sustainable agriculture, *Journal of Water and Climate Change*, 11(4), 1455–1466, <https://doi.org/10.2166/wcc.2019.257>
- Ewert, F., Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Metzger, M.G. & Leemans, R. (2005). Future scenarios of European agricultural land use. I. Estimating changes in crop productivity. *Agricultura Ecosystem Environmental*, 107, 101–116. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104877>
- Godfray, H. C., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812–818. DOI: 10.1126/science.1185383
- Homani, F., Shahbazi, M., & Afkajo, H. (2018). Investigating the non-linear impact of financial development on the added value of the agricultural sector in the G8 member countries. *Agricultural Economics Research*, 38(10), 135–451. DOI: 10.1126/science.1185383
- <https://blogs.worldbank.org/en/water/towards-new-generation-Irrigation-investments>
- <https://www.worldbank.org/en/events/2022/11/02/innovating-planning-and-modernizing-irrigation-and-water-resources-management-for-climate-mitigation-and-adaptation>
- <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b6-water/chapter-b6-4/en/2011>
- Innovating, Planning, and Modernizing Irrigation and Water Resources Management for Climate Mitigation and Adaptation. (2022). *World Bank Water at COP27*, November 14.
- Janjua, P.Z., Samad, G. & Khan, N. (2014). Climate Change and Wheat Production in Pakistan; autoregressive distributed lag approach. *NJAS Wa-*
- an integrated approach, *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104877. DOI: DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104877
- Ahmadzadeh, K., Manochehri, S., Amani, R., & Samadipour, S. (2022). Climate Change, Trade and Income Inequality: A Quantile Panel Regression Approach. *Journal of Economics and Modeling*, 13(1), 57-92. doi: 10.29252/jem.2022.227221.1755. [In Persian].
- Aleemran, R., & aleemran, S. A. (2021). The Economic Factors Affecting the Value Added of Iran's Agricultural Sector. *Agricultural Economics Research*, 13(1), 191-206. [In Persian]. Dor: 20.1001.1.20086407.1400.13.1.9.8.
- Arbat, G.; Masseroni, D., 2024, The Use and Management of Agricultural Irrigation Systems and Technologies. *Agriculture*, 14, 236. <https://doi.org/10.3390/agriculture14020236>
- Berthelin, J., Laba, M., Lemaire, G., Powlson, D., Tessier, D., Wander, M., & Baveye, P. C. (2022). Soil carbon sequestration for climate change mitigation: Mineralization kinetics of organic inputs as an overlooked limitation. *European Journal of Soil Science*, 73(1), e13221.
- De Hoyos, R. E, & D. Medvedev. (2009). Poverty Effects Of Higher Food Prices. *World Bank Policy Research Working Paper*, 4887, 1–34. <https://doi.org/10.1111/ejss.13221>
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2008). Climate change and economic growth: evidence from the last half-century. *Working Paper*, 14132. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. doi: 10.3386/w14132
- Erion Bwambale, Felix K. Abagale and Geoffrey K. Anornu. (2022). Smart Irrigation for Climate Change Adaptation and Improved Food Security, DOI: 10.5772/intechopen.106628
- G. T. Patle, Mukesh Kumar, Manoj Khanna. (2020).

- Pauw, K., Thurlow, J., & van Seventer, D. (2010). Droughts and floods in Malawi. *Assessing the Economywide Effects. International Food Policy Research Institute (IFPRI) Discussion Paper, 962*, 1-44.
- Praveen, B., & Sharma, P., 2019, A review of literature on climate change and its impacts on agriculture productivity, *Journal of Public Affairs*, 19(4), e1960. <https://doi.org/10.1002/pa.1960>
- Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, tourism, agricultural value-added, and forested area on carbon dioxide emissions in Brazil. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 12(4), 794-814. <https://doi.org/10.1007/s13412-022-00782-w>
- Shahbazi, K., & Saeidpour, L. (2013). Threshold Effects of Financial Development on Economic Growth in D-8 Countries. *Economic Growth and Development Research*, 3(12), 38-21. [In Persian]
- Shiryaevskaya, A., Laura Millan, L., & Olga, T. (2020). *Longest Arctic Shipping Season Tops Off a Year of Climate Disasters*. Bloomberg, December 13. doi: 10.29252/jem.2022.227221.1755
- Song, Y., Zhang, B., Wang, J., & Kwek, K. (2022). The impact of climate change on China's agricultural green total factor productivity. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122054. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122054>
- Wreford, A., Ignaciuk, A., & Gruère, G. (2017). Overcoming barriers to the adoption of climate-friendly practices in agriculture. *gingen Journal of Life Sciences*, 68, 13-91
- Khaleghi, S., Bazazan, F. and Madani, S. (2015). The effect of climate change on the production of the agricultural sector and Iran's economy (social accounting matrix approach). *Social Accounting Matrix Approach*, vol. 7, no. 25, pp. 113-135. [In Persian]. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2013.11.002>
- Kalafatis, S. E. (2018). Comparing climate change policy adoption and its extension across areas of city policymaking. *Policy Studies Journal*, 46(3), 700-719. <https://doi.org/10.1111/psj.12206>
- Liu, P., Hendalianpour, A., Hamzehlou, M., Feylizadeh, M. R., & Razmi, J. (2021). "Identify and rank the challenges of implementing sustainable Supply Chain Blockchain Technology using the Bayesian Best Worst Method", *Technological and Economic Development of Economy*, 27 (3), 565-680. <https://doi.org/10.3846/tede.2021.14421>
- Meyghani, S., Khodaparast Mashadi, M., & Salehnia, N. (2021). The Impacts of Climate Change on Value-Added Agriculture in the MENA Region. *Journal of Economics and Regional Development*, 27(20), 129-158. [In Persian] doi: 10.22067/erd.2021.67927.1003
- Momeni, F. D., & Banouei, S. AA. (2018). The Importance of the Agricultural Sector in Maintaining the Economic-Social Equilibrium of Iran's Urban and Rural Structures. *Quarterly Journal of Space Economy & Rural Development*, 6(4), 17-46. [In Persian].
- Ozdemir, D. (2022). The impact of climate change on agricultural productivity in Asian countries: a heterogeneous panel data approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(6), 8205-8217. <https://doi.org/10.1007/s11356021-16291-2>

