



Review Paper

Climate Change Adaptation Strategies in  
Agriculture Sector; Criteria and Prioritization  
Technique

O. Jamshidi<sup>1\*</sup> and S.M.J. Sobhani<sup>2</sup>

Abstract

The importance of adaptation to climate change in the agricultural sector due to its vulnerable nature to climate risks is more than other economic sectors. Adaptation strategies in the agricultural sector should be designed and applied in a way that reduce losses and also sustain the livelihoods of the vast majority of working households. Due to the existence of different criteria, it is necessary to use decision-making techniques in order to prioritize and ultimately select adaptation strategies. Therefore, the purpose of this study is to investigate the criteria and prioritization techniques to identify the most appropriate climate change adaptation strategies in the agricultural sector. This qualitative research was done by content analysis of literature using MAXQDA software to identify criteria, prioritization technique and finally selecting climate change adaptation strategies in the agriculture sector. Based on findings, indicators of climate change adaptation strategies are divided into two main costs and benefits categories. In the cost category, emphasis was on the criteria of the minimum cost of implementation, maintenance, and other costs. Also in the benefits category, the criteria are divided into five sub-categories: institutional-political, environmental, social, economic, and climatic. Based on the results, different methods and techniques have been proposed to prioritize and select appropriate strategies. However, it is not possible to recommend one of them in all situations, but this choice should be made in accordance with the situation, purpose, and level of available information resources. For this purpose, the strengths and weaknesses of the most common methods of prioritization and selection of adaptation mechanisms to climate change are presented. These methods including multi-criteria analysis, hierarchical analysis, economic analysis, and network analysis, have been discussed in this study to better identify and select the most suitable set of strategies.

**Keywords:** Climate Change, Agriculture Sector, Adaptation, Strategies, Criteria.

Received: November 22, 2021

Accepted: February 8, 2022

مقاله مروری

سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی؛  
معیارها و تکنیک‌های اولویت‌بندی

امید جمشیدی<sup>۱\*</sup> و سید محمد جواد سبحانی<sup>۲</sup>

چکیده

اهمیت سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی به دلیل ماهیت آسیب‌پذیر آن نسبت به مخاطرات اقلیمی، بیش از سایر بخش‌های اقتصادی است. سازوکارهای سازگاری در بخش کشاورزی باید به شکلی طراحی و به کار برده شوند که علاوه بر کاهش ضررهای وارده، پایداری معیشت بخش عظیمی از خانوارهای شاغل در این بخش را نیز حفظ کنند. به دلیل وجود معیارهای مختلف و متعدد، نیاز است از تکنیک‌های تصمیم‌گیری به منظور اولویت‌بندی و انتخاب نهایی سازوکارهای سازگاری استفاده گردد. بنابراین، هدف تحقیق حاضر بررسی معیارها و تکنیک‌های اولویت‌بندی جهت شناسایی مناسب‌ترین سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی می‌باشد. این پژوهش کیفی با روش تحلیل مضمون مقالات و منابع کتابخانه‌ای به شناسایی معیارها و روش‌های اولویت‌بندی و نهایتاً انتخاب بهترین سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی بوسیله نرم‌افزار MAXQDA پرداخته است. بر اساس نتایج پژوهش، معیارهای سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی در دو مقوله اصلی هزینه‌ها و فایده تقسیم‌بندی می‌شوند. در بخش هزینه به حداقل بودن هزینه کاربرد، حفظ و نگهداری و سایر هزینه‌ها تمرکز شده است. در بخش فایده نیز معیارها در قالب مقوله‌های فرعی پنجگانه نهادی-سیاسی، زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و اقلیمی قرار گرفته‌اند. بر مبنای یافته‌ها، روش‌ها و تکنیک‌های متفاوتی به منظور اولویت‌بندی و انتخاب سازوکارهای مناسب پیشنهاد شده است ولی نمی‌توان در تمامی موقعیت‌ها یکی از آنها را توصیه نمود، بلکه این انتخاب باید متناسب با شرایط، هدف و سطح منابع اطلاعاتی موجود صورت پذیرد. بدین منظور نقاط قوت و ضعف متداولترین روش‌های اولویت‌بندی و انتخاب سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم ارائه شده است. این روش‌ها شامل روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره، تحلیل سلسله‌مراتبی، تحلیل‌های اقتصادی و تجزیه و تحلیل شبکه است که موجب شناسایی بهتر این سازوکارها می‌گردد و در این پژوهش مورد بحث قرار گرفته‌اند.

**کلمات کلیدی:** تغییر اقلیم، بخش کشاورزی، سازگاری، مقابله، معیار.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۹/۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۱۹

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Km 9/Darya Boulevard, Sari, Iran. Email: o.jamshidi@sanru.ac.ir

2- Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture Engineering and Rural Development, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. Email: mj.sobhani@asnrukh.ac.ir

\*- Corresponding Author

Dor: [20.1001.1.17352347.1400.17.4.14.1](https://doi.org/10.1001.1.17352347.1400.17.4.14.1)

۱- استادیار، گروه ترویج و کشاورزی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری ایران.

۲- استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاسانی، ایران.

\*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان بهار ۱۴۰۱ امکان‌پذیر است.



## ۱- مقدمه

است (Nelson, 2009). سازگاری با تغییر اقلیم به مفهوم «تمام تعدیلات و تغییرات در رفتار و یا ساختارهای اقتصادی است که نهایتاً منجر به کاهش آسیب‌پذیری جامعه نسبت به این تغییرات می‌گردد». در این بین هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم<sup>۳</sup> نیز تعریفی کاربردی از سازگاری دارد به نحوی که آن را؛ «تعدیل در سیستم‌های انسانی و طبیعی در واکنش به محرک‌ها یا اثرات اقلیمی واقعی یا مورد انتظار می‌داند که آسیب‌ها را کاسته و یا از فرصت‌های پیش رو استفاده نماید» (Shukla et al., 2019; Field and Barros, 2014). فائو<sup>۴</sup> نیز سازگاری را تغییر در سیستم‌های طبیعی و انسانی در پاسخ به محرک‌های آب و هوایی واقعی، جلوگیری از آسیب‌ها و استفاده از فرصت‌های موجود آمده می‌داند (Atmadja et al., 2021; Glantz et al., 2009). کنوانسیون تغییر اقلیم سازمان ملل متحد<sup>۵</sup> نیز گام‌های عملی در حفاظت از یک کشور یا گروه‌های جمعیتی از یک آسیب و یا مشکل احتمالی که ناشی از تأثیرات تغییر اقلیم است را سازگاری می‌داند. در تعریف دیگری فرآیند یا پیامد آن که منجر به کاهش آسیب یا خطر شود و از مزایای تنوع و تغییر در اقلیم نیز استفاده گردد سازگاری نامیده شده است (UKCIP, 2010). برنامه توسعه سازمان ملل متحد<sup>۶</sup> (۲۰۰۷) نیز سازگاری را اینگونه تعریف کرده است؛ «فرآیندی که در آن راهکارهایی برای تعدیل، مقابله یا بهره‌گیری از مزایای یک رویداد اقلیمی تدوین، توسعه و به کار برده می‌شود». Smit and Wandel (2006) فرآیند، اقدام یا برونداد یک سیستم (خانوار، اجتماع، گروه، بخش، منطقه، کشور) به منظور مقابله بهتر، مدیریت یا تعدیل یک تنش، شرایط در حال تغییر، خطر، ریسک و یا حتی فرصت و همچنین Burton et al. (1998) نیز تعریف رفتار یک فرد، گروه و یا نهاد به منظور کاهش آسیب‌پذیری جامعه در مقابل تغییر اقلیم را سازگاری می‌نامند. در حوزه کشاورزی نیز سازگاری را «کمک به کشاورزان در مقابله با اثرات بالقوه تغییرات اقلیم در آینده» تعبیر کرده‌اند (Iizumi, 2019; Chen and Gong, 2021).

همانگونه که مشخص است تعاریف بالا از جنبه‌های مختلف دارای تفاوت می‌باشند. اولاً، تمامی تعاریف فوق واژه‌های متفاوتی برای توصیف این که سازگاری چیست؟ به کار برده‌اند. کلمات کلیدی تعاریف فوق که بیانگر سازگاری است؛ تعدیل<sup>۷</sup>، گام‌های عملی<sup>۸</sup>، فرآیند<sup>۹</sup> و پیامد<sup>۱۰</sup> است که هر کدام از آنها می‌توانند توسط ذینفعان مختلف به صورت متفاوتی تعبیر شوند. به نظر می‌رسد "فرآیند" مفهومی است که دارای حیطه‌ای گسترده و باز است و اشاره به زمان یا موضوع مرجع خاصی نمی‌کند و به راحتی می‌توان آنرا با مفاهیمی چون "گام" و "تعدیل" برابر دانست. "تعدیل" نیز به نظر اشاره به فرآیندی دارد که

امروزه مبحث تغییر اقلیم<sup>۱</sup> به دلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن بر روی اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی و سیستم‌های اجتماعی انسانی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است (Berrang et al., 2021; Feola et al., 2015). از طرفی بخاطر غالب بودن بخش کشاورزی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه و همچنین کمبود منابع برای اتخاذ راهکارها و سیاست‌های سازگاری با تغییر اقلیم، این کشورها در مقایسه با کشورهای توسعه یافته نسبت به پدیده تغییر اقلیم آسیب‌پذیرتر هستند (Azadi et al., 2021; Fischer et al., 2005). واقعیت این است که اقلیم در گذشته تغییر کرده است و این تغییر در آینده نیز ادامه دارد، بنابراین ناتوانی جامعه هدف در مقابله و یا سازگاری با آن سبب آسیب‌پذیری جامعه مذکور خواهد شد (Berrang et al., 2021; IPCC, 2007). پیامدها و ریسک‌های ناشی از تغییر اقلیم می‌تواند از طریق سازگاری کاهش یافته و مدیریت شود. آنها سازگاری را فرآیندی می‌دانند که طی آن سازوکارهایی برای تعدیل، مقابله و کسب منفعت از پیامدهای رویدادهای اقلیمی اتخاذ می‌گردد (Sippel et al., 2020; Mertz et al., 2009). اما نکته حائز اهمیت این است که اکثر تحقیقات مرتبط با تغییر اقلیم معطوف به بررسی اثرات این پدیده بر بخش‌های مختلف اقتصادی بوده و در رابطه با نقش معیارها و تکنیک‌های موجود در بخش کشاورزی که می‌توان از آنها برای سازگاری با تغییر اقلیم و کاهش خسارت ناشی از آن استفاده کرد، تحقیقات بسیار محدودی صورت گرفته است (Azadi et al., 2021; Enete and Amusa, 2010). بدیهی است بهره‌برداری موفقیت‌آمیز از نظام‌های کشاورزی و تولید پایدار در آینده و همچنین تأمین امنیت غذایی نسل‌های آتی کشور مستلزم آگاهی دقیق از معیارها و تکنیک‌ها در مواجهه با تغییرات اقلیمی از یک طرف و شناخت وضعیت آسیب‌پذیری جوامع در خطر و ارائه سازوکارها و راهکارهای سازگاری با پدیده تغییر اقلیم از طرف دیگر می‌باشد. بنابراین در این پژوهش، سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین، با توجه به اهمیت فرآیند انتخاب سازوکارهای مناسب، معیارهای مطرح شده توسط تحقیقات شاخص صورت گرفته و نهایتاً تکنیک‌های اولویت‌بندی و انتخاب این سازوکارها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲- سازگاری

سازگاری مفهومی است که هم برای سیاست‌گذاران و هم برای محققان حائز اهمیت می‌باشد و تاکنون تعاریف‌های متعددی از آن ارائه شده

منتهی به یک هدف یا استاندارد شود. به هر صورت، این تفاوت به نظر کوچک و جزیی می‌تواند انتظارات متفاوتی را از سوی کاربران مختلف ایجاد نماید. اما به نظر می‌رسد که تعریف هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم، تعریف کامل‌تری نسبت به بقیه موارد است.

### ۳- سازوکارهای عملی سازگاری با تغییر اقلیم

با توجه به آسیب‌پذیر بودن کشاورزان خصوصاً در کشورهای درحال توسعه، سازگاری با اقلیم درحال تغییر ضروری است (Jeyrani and Morid, 2019). برای این منظور نیز سازوکارهای مختلفی وجود دارد. برای نمونه کشاورزان می‌توانند با تغییر نوع کشت، استفاده کارآتر از منابع و نهاده‌ها و تغییر تاریخ‌های کشت و برداشت و غیره از اثرات منفی این پدیده در امان باشند. اما باید توجه داشت که معرفی سازوکارها باید مطابق شرایط اقتصادی، اجتماعی و محیطی جامعه میزبان و شدت اثرات تغییر اقلیم باشد. تاکنون تحقیقات مختلفی در خصوص اثرات تغییر اقلیم و سازگاری با آن انجام شده است که برخی از آنها به تفکیک در جدول ۱ ذکر شده است.

همانگونه که نشان داده شد، سازگاری نسبت به تغییر اقلیم مسأله‌ای اساسی هم در تحقیقات علمی و هم در عرصه عمل است (Dogulu and Kentel, 2015). درحال حاضر شناخت زیادی از سازوکارهای سازگاری و مقابله با تغییر اقلیم وجود دارد. اما با این حال، عدم توجه و نبود اطلاعات در خصوص مزایا، معایب و اثربخشی‌های گزیدارهای مختلف سازگاری که خود ناشی از عدم اطمینان نهفته در اثرات آتی تغییرات اقلیمی است، مشکلاتی را به وجود آورده است (De Silva and Dayawansa, 2021). یکی از راه‌های فائق آمدن برای این مشکل انتخاب سازوکارها براساس معیارهایی قابل اعتماد و اعتبار است. انتخاب این معیارها برای اولویت‌بندی و انتخاب بهترین سازوکارها با توجه به شرایط جامعه میزبان باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش اثربخشی می‌شود. در همین راستا (Füssel (2009 معتقد است که سازگاری نسبت به تغییر اقلیم به شدت مورد محور<sup>۱۱</sup> می‌باشد چراکه وابسته به شرایط اقلیمی، زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی بخش یا منطقه هدف است.

### ۴- معیارهای انتخاب سازوکارهای مناسب سازگاری

معیارها و شاخص‌ها روشی برای کمی‌سازی سطح آسیب‌پذیری و یا سازگاری با تغییر اقلیم است. یک معیار سنجشی از یک ویژگی، و شاخص نیز مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و یا به عبارتی دربرگیرنده چند معیار

است. معیارها و شاخص‌ها ابزارهایی مفید در فرآیند تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی هستند چراکه امکان مقایسه ویژگی‌های مختلف را مهیا می‌کنند (Wamsler et al., 2020). استفاده از معیارها و شاخص‌ها یکی از روش‌ها پرکاربرد در تحقیقات مرتبط با اثرات تغییر اقلیم، آسیب‌پذیری و یا سازگاری است که در تحقیقات مختلفی به کار برده شده است (Adger et al., 2005; De Silva and Dayawansa, 2021).

انتخاب سازوکارهای سازگاری مناسب به دلیل عدم حتمیت، شدت و تجمعی بودن اثرات تغییر اقلیم، فرآیندی چالش‌برانگیز است (Fünfgeld and McEvoy, 2011). همچنین، وجود محدودیت‌هایی مانند کمبود منابع و ظرفیت‌ها و توان قانونی مناسب، انتخاب و اجرای تمام سازوکارهای سازگاری را عملاً غیرممکن می‌سازد. از طرفی این امکان وجود دارد که انتخاب برخی از سازوکارها، راه به کارگیری سایر گزینه‌ها را مسدود نماید (Wamsler et al., 2020). با توجه به اهمیت معیارها برای انتخاب سازوکارهای سازگاری، تحقیقات مختلفی این نکته را مدنظر قرار داده و ملاحظات یا معیارهایی را معرفی نموده‌اند که برخی از آنها در جدول ۲ نشان داده شده است.

در جمع‌بندی مطالب ذکر شده و با استناد به تحقیقات انجام شده و معیارهای ارائه شده، شش معیار کلی را برای بررسی این که آیا یک سازوکار سازگاری موفق است یا خیر می‌توان به شرح زیر معرفی نمود:

- ۱- ثابت نگه داشتن ریسک خطرات اقلیمی، حداقل در سطح حاضر؛
- ۲- کاهش ریسک در صورتی که سطح ریسک حال حاضر برای جامعه میزبان بالا و غیرقابل پذیرش باشد، ۳- به حداقل رساندن تماس جمعیت‌ها یا گروه‌های آسیب‌پذیرتر با خطرات اقلیمی، ۴- هزینه اثربخش بودن، ۵- عدالت در توزیع منافع و ۶- پایدار بودن

قدم بعدی پس از انتخاب معیارهای انتخاب سازوکارهای مناسب سازگاری با تغییر اقلیم، انتخاب شیوه بررسی و جمع‌بندی این معیارهاست. (Champalle et al. (2015 معتقدند که به منظور شناسایی بهترین سازوکارهای سازگاری در مکاتب مختلف ادبیات نظری تغییر اقلیم، روش‌های مختلفی ارائه شده‌اند که هدف اصلی آنها رتبه‌بندی با درنظر گرفتن معیارهایی شفاف و ساده است. این روش‌ها گستره وسیعی از تکنیک‌های اولویت‌بندی شاخص‌ها تا ابزارهای پیچیده تصمیم‌گیری چند متغیره با هدف انطباق سازگاری با جریان توسعه را دربر می‌گیرد. در جدول ۳ نمونه‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌های اولویت‌بندی و انتخاب سازوکارهای سازگاری در تحقیقات مختلف ذکر شده است.

**Table 1- Examples of some introduced adaptation strategies for agricultural sector in different regions**

**جدول ۱- مثال‌های از سازوکارهای سازگاری معرفی شده بخش کشاورزی در مناطق مختلف**

محقق	جامعه/ محصول	سازوکار سازگاری
Ndamani and Watanabe (2015)	منطقه لاورا غنا/ پیمایش خانوار	استفاده از واریته‌های اصلاح شده، سیستم‌های آبیاری، تنوع محصولات، تنوع در فعالیت‌های کشاورزی، تغییر تاریخ کشت، اتخاذ فعالیت‌هایی برای درآمد زایی، جنگل زراعی
Kamruzzaman (2015)	بنگلادش/ پیمایش خانوار	کشت واریته‌ها و محصولات مختلف، تغییر تاریخ کشت و برداشت، تغییر اندازه زمین، تغییر از تولید محصولات کشاورزی به دامی، تغییر از فعالیت‌های کشاورزی به غیر کشاورزی، افزایش استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین، استفاده از بیمه، استفاده از یارانه
Nhamo et al. (2014); Fosu-Mensah et al. (2012)	غنا/ خانوار	تنوع محصولات، تغییر تاریخ کشت، تعبیه کانال‌های زهکشی، استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی، استفاده از روش‌های حفظ رطوبت خاک
Ugwoke et al. (2012)	نیجریه/ پیمایش خانوار	تغییر تاریخ کشت و برداشت، کمک دولت با پرداخت تسهیلات برای سیستم‌های آبیاری، راه اندازی کمپین توسط رسانه‌ها برای آگاه سازی جامعه از تغییر اقلیم و اثرات آن
Sahu and Mishra (2013)	هند/ کشاورزان/ پیمایش	بذرکاری مجدد، تغییر ترکیب محصولات، تغییر تاریخ کشت
Okonya et al. (2013)	اوگاندا/ کشاورزان سبب زمینی- کار/ مصاحبه	ذخیره غذا، تنوع منابع درآمدی، زهکشی، کشت واریته‌های با عملکرد بالا و مقاوم به خشکی و آفت و بیماریها، کشت دیم، استفاده از آفت کشها و علف کشها، تغییر تاریخ کشت، استفاده از روشهای حفاظت از خاک در مقابل فرسایش، توقف کشت تک محصولی، کشت بی خاکورزی یا کم خاکورزی
Apata (2011); Apata et al. (2009)	نیجریه/ سبب زمینی کاران	کشاورزی تلفیقی، کشت مخلوط، کشت درخت، استفاده از واریته‌های مختلف، تغییر تاریخ کشت و برداشت، استفاده از سیستم‌های آبیاری، استفاده از فنون حفاظت از منابع آب و خاک
Mengistu (2011)	اتیوپی/ پیمایش خانوار	بهبود پیش‌بینی‌های هواشناسی، استفاده از ارقام مقاوم به خشکی و سیستم‌های آبیاری، تغییر تاریخ کشت
Bishaw et al. (2013)	اتیوپی و کنیا/ پیمایش	تغییر سطح زیر کشت، سیستم‌های نوین آبیاری، ساخت سرپناه و بادشکن، کشاورزی حفاظتی
Barbier et al. (2009)	شمال بورکینافاسو/ کشاورزان/ پیمایش	تغییر در سطح زیر کشت، استفاده از واریته‌های متفاوت (زودرس، مقاوم به خشکی)، استفاده از مکانیسم‌های مدیریت منابع آب، استفاده از کشاورزی حفاظتی
Gyampoh et al. (2008)	غنا/ پیمایش خانوار	استفاده از واریته‌های مقاوم به خشکی، تجاری‌سازی کشاورزی، مدیریت بهتر منابع آب
Yang et al. (2007)	چین/ تحلیل‌های اقتصادی	تغییر ترکیب کشت محصولات، استفاده از فناوریهای جدید
De Silva and Dayawansa (2021)	سریلانکا/ تحلیل داده‌های ثانویه	ارزیابی و نقشه‌برداری، کشاورزی دقیق، اصلاح سیاست‌های ملی و بین‌المللی در زمینه بهره‌برداری از منابع آبی
Obayelu (2014)	نیجریه/ پیمایش خانوار	استفاده از گونه‌های گیاهی جدید که مقاومت بالاتری دارند، تنوع کشت محصولات مختلف، معرفی و استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری، استفاده کشاورزان از داده‌های هواشناسی
Gwimbi (2009)	زیمباوه/ محصول پنبه/ داده‌های سری زمانی و پیمایش	استفاده از واریته‌های مختلف، چنندکشتی، افزایش بهره‌وری آبیاری، تکنیک‌های حفاظت از منابع آب و خاک، استفاده از پیش‌بینی‌های هواشناسی
Trærup and Bakkegaard (2015)	دانمارک/ مرور سیستماتیک منابع	افزایش کارایی آب مصرفی با استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری، تغییر تاریخ کشت، تغییر کاربری اراضی، تغییر گونه‌های گیاهی (استفاده از گیاهان مقاوم به خشکی)، مدیریت تلفیقی آفات، معرفی واریته‌های جدید، مدیریت پایدار خاک، به کارگیری عملیات کشاورزی پایدار، استفاده از بیمه کشاورزی، استفاده از فناوری‌های جدید و پایدار، استقرار سیستم‌های هشدار دهنده آفات و بیماری‌ها
Sippel et al. (2020)	مرور جهانی/ سیستماتیک منابع	کشاورزی هوشمند اقلیمی (CSA) کشاورزی هوشمند آسیب‌پذیر (VSA) پیش‌بینی حوادث بحرانی توسط کشاورزان، اندازه‌گیری پیامدهای حوادث، شناسایی «استراتژی‌های مقابله‌ای» کشاورزان، ارزیابی سرمایه معیشتی کشاورزان هنگام مواجهه با یک حادثه.

**Table 2- Criteria and considerations of selecting adaptation strategies**

**جدول ۲- معیارها و ملاحظات انتخاب سازوکارهای سازگاری**

منبع	معیارها و ملاحظات
UNFCCC (2007); Azadi et al. (2021)	اثر بخش <sup>۱۳</sup> در کاهش آسیب پذیری و افزایش انعطاف پذیری پذیرش اجتماعی و مقبولیت <sup>۱۳</sup>
Stern and Stern (2007)	انطباق و هم افزایی با اهداف دیگر از جمله کاهش آسیب پذیری کارآیی <sup>۱۴</sup> (افزایش مزایا و کاهش هزینه ها)
Harley (2006)	عادلانته، به ویژه برای گروه های آسیب پذیر
Agrawala (2006)	هماهنگی / یکپارچگی بیشتر با اهداف، برنامه ها و فعالیت های اجتماعی
Swart and Res (2007)	مشارکت، درگیر بودن و حمایت بیشتر ذینفعان
O'Brien et al. (2007)	مغایرت با هنجارها و سنن اجتماعی
Palutikof et al. (2019)	امکان پذیری سیاسی، اشتغالزایی، امکان پذیری مالی، سرعت کاربرد و اجرا، حفظ منابع محیط زیستی
Brooks et al. (2011)	پایدار (پایداری زیست محیطی و نهادی)
Palutikof et al. (2019)	پاسخگو به بازخوردها و منعطف در یادگیری
Brown et al. (2012)	طراحی شده برای دامنه و زمان مناسب
Repetto (2008)	احتمال اجتناب از سوء سازگاری
Carmin and Dodman (2013)	کاربرد پذیر در طیف وسیعی از سناریوهای اقلیمی و اجتماعی
UNFCCC (2007) Fünfgeld and McEvoy (2011);	موجود بودن منابع مورد نیاز (شامل اطلاعات، منابع مالی، رهبری و ظرفیت مدیریتی)
Papathoma-Köhle et al. (2016)	در دسترس، شفاف، مشارکتی بودن و امکان پذیر از لحاظ سیاسی
UKCIP (2010)	اثر بخشی، کارآیی، برابری، انعطاف پذیری، پایداری، عمل پذیری، معتبر بودن
Naulleau et al. (2021)	کارآیی، اثر بخشی

**Table 3- Examples of method/technique of prioritizing adaptation strategies**

**جدول ۳- نمونه هایی از روش / تکنیک های اولویت بندی سازوکارهای سازگاری**

تحقیقات مرتبط	روش / تکنیک
Naulleau et al. (2021); Smith et al. (2009); UKCIP (2010); UNFCCC (2007)	تجزیه و تحلیل هزینه / فایده
UKCIP (2010); UNFCCC (2007); Naulleau et al. (2021)	تحلیل هزینه-اثر بخشی
Ebi and Burton (2008); UNFCCC (2007); Naulleau et al. (2021)	تجزیه و تحلیل چند معیاره
Feenstra et al. (1998); Geethalakshmi et al. (2011); Ansari Mahabadi et al. (2019)	ارزیابی زیست محیطی و مدیریتی
Mizina et al. (1999)	ماتریس تصمیم پذیرش و بازنمایی گزیدارهای سازگاری
UNFCCC (2007)	چارچوب ارزیابی ریسک
Glantz and Ausubel (1988); Glantz and Ausubel (1984)	مقایسه تاریخی یا جغرافیایی؛ پیش بینی با قیاس
Smit et al. (2000)	تغییر و تنوع اقلیمی
Geethalakshmi et al. (2011); Champalle et al. (2015)	تحلیل های مبتنی بر سناریو
Palutikof et al. (2019); Champalle et al. (2015)	تحلیل سلسله مراتبی
De Bruin et al. (2009)	تحلیل های روند خطرات اقلیمی و نقشه کشی اجتماعی
Debela et al. (2015)	نقطه نظر متخصصین
Champalle et al. (2015)	رویکرد تجزیه و تحلیل شبکه محور

طبقه‌ای از مفاهیم کلی‌تر) و کدگذاری انتخابی (فرآیند انتخاب یک طبقه به‌عنوان مقوله اصلی و ربط دادن دیگر طبقه‌ها به این مقوله) در نرم‌افزار MAXQDA انجام شده است (Kuckartz and Rädiker, 2019).

در این پژوهش از متن منابع و مقالات کدهای باز شامل بخش‌های سازکارهای عملی سازگاری با اقلیم، معیارهای انتخاب سازوکارهای مناسب سازگاری و همچنین روش/تکنیک‌های اولویت‌بندی سازوکارهای سازگاری استخراج شده‌اند. سپس، در جمع‌بندی این مضامین نقاط قوت و ضعف متداول‌ترین روش‌های اولویت‌بندی و انتخاب سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم تنظیم شده‌اند. در نهایت معیارهای سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم به استناد نقاط قوت و ضعف هر روش به عنوان الگویی جهت تصمیم‌گیری در قالب ۲ مقوله اصلی و ۵ مقوله فرعی با ۲۰ کد انتخابی گزارش شده است.

## ۶- نتیجه‌گیری

اهمیت سازگاری برای کاهش اثرات اقتصادی و اجتماعی تغییر اقلیم باعث شده است که تحقیقات مختلف، سازوکارهای متنوعی را جهت این امر معرفی نمایند. با این حال نیاز است که سازوکارها بر مبنای معیارهایی مشخص و قابل اتکا انتخاب شوند تا حداکثر بهره‌وری از آنها عاید و جامعه میزبان در مقابله با این پدیده توانمند شود. البته باید توجه داشت که شناسایی، ارزیابی و رتبه‌بندی سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم فرایندی پیچیده و پویا است که در سطوح و بخش‌های مختلف و همچنین میزان مداخله‌گیری‌های متفاوت صورت می‌پذیرد. سازگاری با تغییر اقلیم به نوبه خود در برگیرنده عدم حتمیت‌های فراوانی بوده و محدوده زمانی گسترده‌ای از گذشته تا آینده را دربر می‌گیرد. باید توجه نمود که استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری برای اولویت‌بندی سنج‌های سازگاری امری ضروری است. جمع‌بندی مطالعات صورت گرفته نیز نشان داد که معیارهای زیادی در ارزیابی سازوکارهای سازگاری وجود دارد، با این حال انتخاب این معیارها برای تصمیم‌گیری امری موردی بوده و نیاز است که این فرایند مطابق با اهداف در نظر گرفته شده و با دقت صورت پذیرد.

با توجه به تعدد معیارهای مربوط به ارزیابی سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی؛ چارچوب معیاری برگرفته از تحقیقات مختلف ارائه می‌گردد (تصویر ۱). همانگونه که از تصویر فوق مشخص است، به طور کلی معیارهای انتخاب سازوکارهای سازگاری در دو دسته هزینه‌ها و منافع تقسیم‌بندی می‌شوند؛

همانگونه که در جدول بالا مشخص است، روش‌های متعددی برای انتخاب و اولویت‌بندی معیارهای سازگاری وجود دارد. با این حال یک روش جامع و مورد توافق همه برای ارزیابی سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم وجود ندارد (Dogulu and Kentel, 2015)، اما جمع‌بندی مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که تکنیک‌هایی مانند تجزیه و تحلیل چند متغیره<sup>۱۵</sup> بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین، تحلیل هزینه فایده<sup>۱۶</sup>، تحلیل اثربخشی هزینه<sup>۱۷</sup> و تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۱۸</sup> و اخیراً رویکرد تجزیه و تحلیل شبکه‌محور<sup>۱۹</sup> روش‌های پرکاربردی است که در تحقیقات مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند (در جدول ۴ مروری بر پرکاربردترین تکنیک‌های اولویت‌بندی و انتخاب سازوکارهای سازگاری به همراه نقاط قوت و ضعف هر کدام نشان داده شده است).

## ۵- روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف در زمره تحقیقات توسعه‌ای با رویکرد تحلیل کیفی انجام شده است. بدین منظور با مطالعه سیستماتیک مقالات معتبر و سایر منابع کتابخانه‌ای به روش تحلیل مضمون، معیارها و روش‌های اولویت‌بندی سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی شناسایی و طبقه‌بندی شدند. تحلیل مضمون<sup>۲۰</sup>، روشی برای شناخت، تحلیل و گزارش الگوهای موجود در داده‌های کیفی است. این روش، فرایندی برای تحلیل داده‌های متنی است و داده‌های پراکنده و متنوع را به داده‌هایی غنی و تفصیلی تبدیل می‌کند. برای تحلیل مضمون از روش شش مرحله‌ای (Brown and Clarke, 2006) شامل مراحل آشنا شدن با داده‌ها، تولید کدهای اولیه، جستجوی مقالات و منابع، بررسی مقوله‌ها، تعریف و نامگذاری مقوله‌ها و در نهایت آماده‌سازی گزارش استفاده شد. بدین ترتیب که در فاز اول این پژوهش، اقدام به مطالعه و بازخوانی داده‌های جمع‌آوری شده از متن مقالات و منابع مرتبط با سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم شد تا با داده‌ها آشنایی صورت بگیرد. در فاز دوم، بعد از آشنایی کلی با داده‌ها، به استخراج کدهای اولیه و کشف روابط بین کدها پرداخته شد. در فاز سوم، تلاش شد تا کدها با هم ترکیب و مضامین و مقوله‌ها شکل گیرند. در فاز چهارم، کدهای ترکیب شده دوباره بازنگری و بررسی شدند تا اطمینان حاصل شود که کدهای ترکیب شده از لحاظ مفهومی و معنایی تناسب و همسویی دارند. در فاز پنجم، به توصیف کدها و مقوله‌ها پرداخته شد و در فاز ششم گزارش نتایج تهیه شد (Terryet al., 2017). تجزیه و تحلیل داده‌ها در سه مرحله کدگذاری باز (کدگذاری خط به خط)، کدگذاری محوری (ترکیب کدها و ایجاد

**Table 4- An overview of the description, strengths, and weaknesses of the most common method of prioritizing and selecting climate change adaptation strategies**

**جدول ۴- نقاط قوت و ضعف متداول ترین روش های اولویت بندی و انتخاب سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم**

روش	توصیف / برون داد	نقاط قوت	نقاط ضعف
تحلیل چند معیاره	هدف این روش مقایسه گزیدارهای مختلف براساس چندین معیار با یک روش کمی و سیستماتیک است. در این روش امکان وزن دهی شاخص های مختلف نیز وجود دارد.	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از ترکیبی از داده های کمی (رتبه بندی و وزن دهی هر معیار)</li> <li>کم هزینه و سریع بودن: ساده و شفاف</li> <li>استفاده ترکیبی از نظرات و قضاوت های ذینفعان و کارشناسان</li> <li>استفاده از دانش محلی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>موردی و ذهنی بودن چراکه کارشناسان و یا ذینفعان پاسخ دهنده نظر یکسانی در مورد رتبه و وزن هر معیار ندارند.</li> <li>تجزیه و تحلیل کمی عدم حتمیت ها ممکن است به شدت ذهنی باشد.</li> <li>هزینه بالای جمع آوری اطلاعات</li> <li>چالش وزن دهی به شاخص ها مخصوصاً زمانی که تعداد شاخص ها گسترده و ماهیت آنها با هم تفاوت زیادی دارد</li> </ul>
تحلیل سلسله مراتبی	یکی از روش های تصمیم گیری چند متغیره که قادر است تعامل بین معیارهای مختلف در موقعیت های پیچیده را بوجود آورد.	<ul style="list-style-type: none"> <li>امکان فرموله کردن موارد به صورت ترتیبی</li> <li>امکان استفاده از معیارهای کمی و کیفی</li> <li>قابلیت در نظر گرفتن معیارهای زیاد</li> <li>دقت بالا و قضاوت و توافق گروهی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>وقتی معیارها و گزینه ها زیاد باشد، مقایسه زوجی متعددی مورد نیاز است.</li> </ul>
تحلیل هزینه-فایده	تحلیل هزینه-فایده منافع و هزینه های سازوکارهای سازگاری را قالب شاخص های مالی و پولی ارزیابی می کند و به صورت گسترده در مسائل مربوط به مدیریت کاربرد دارد. برون داد این تحلیل مواردی مانند ارزش حال خالص، نرخ بازگشت داخلی و یا نسبت های هزینه و فایده است.	<ul style="list-style-type: none"> <li>مقایسه و جمع بندی مقولات مختلف در یک معیار</li> <li>امکان مقایسه چند گزینه با استفاده از یک معیار مشترک</li> <li>کم هزینه و سریع بودن، ساده و شفاف</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>لزوم تبدیل تمام معیارها به سنجه های پولی و مالی</li> <li>عدم توجه به مسائل اجتماعی مانند برابری</li> <li>لزوم تعیین نرخ تنزیل منافع آینده برای بررسی در زمان حال</li> <li>عدم استفاده از روش های جامع و تفصیلی در تصمیم گیری</li> <li>عدم در نظر گرفتن منافع غیرمستقیم</li> </ul>
تحلیل هزینه-اثر بخشی	هدف این تحلیل، مقایسه گزینه های جانشین هنگامیکه منافع یک گزیدار به صورت شاخصهای اقتصادی قابل سنجش نیست، می باشد. به عبارتی این روش گزیدارهایی که کمترین هزینه را در دستیابی به هدف دارند، مشخص می سازد. برون داد این روش معرفی کارآمدترین گزینه با توجه به منافع است.	<ul style="list-style-type: none"> <li>مناسب برای زمانی که مزایا قابل تبدیل به سنجه های مالی نیستند</li> <li>مناسب برای سنجش معیارهایی که ارزش گذاری آنها مشکل است</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>در نظر نگرفتن ابعادی مانند امکان پذیری، برابری و غیره</li> <li>مناسب برای زمانیکه تنها یک معیار مورد توجه است</li> <li>نیاز به اطلاعات اضافی (جدا از اطلاعات پولی و مالی)</li> </ul>
رویکرد شبکه محور	یکی از روش های تحلیل چند معیاره که امکان بررسی شبکه ای از ارتباطات درونی بین معیارها و سازوکارها را ایجاد می کند.	<ul style="list-style-type: none"> <li>افزایش مشارکت عاملان و ذینفعان</li> <li>استفاده از دانش محلی</li> <li>ترکیب دیدگاه های ذینفعان و کارشناسان</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>سوگیری ذهنی</li> <li>زمانبر بودن</li> </ul>

با توجه به روش های بررسی شده، می توان دو مقوله اصلی را برای انتخاب معیارهای سازگاری در نظر گرفت. تقسیم بندی این دو مقوله اصلی شامل فایده و هزینه هایی است که در انتخاب این معیارها تأثیر می گذارد:

تحمیل می‌شود. برای نمونه کاهش بارندگی و خشکسالی باعث از بین رفتن محصولات زراعی خواهد شد و بخش دولتی نیز مجبور خواهد شد هزینه‌های گزافی را برای حمایت از آسیب‌دیدگان متحمل شود. **معیارهای مربوط به فایده:** گروه دوم از معیارهای انتخاب سازوکارهای سازگاری موثر با تغییر اقلیم، منافع حاصله از سازوکار و یا فناوری است. اگرچه در برخی موارد (خصوصاً در حوزه منافع اجتماعی) این معیارها فراتر از سنجش‌های اقتصادی و کمی است، اما استفاده از معیارهای مختلف در مؤلفه‌های نهادی/سیاستی، زیست‌محیطی، اقتصادی و اقلیمی می‌تواند راه‌گشای انتخاب بهترین گزینه‌ها را ممکن کند. ذکر این نکته ضروری است که بسیاری از معیارهای مذکور نسبت به معیارهای مشخص هزینه‌ها، انتزاعی‌تر و مبتنی بر نظر کارشناسان و متخصصان و در نهایت کاربرد انواع روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است.

**معیارهای مربوط به هزینه:** با توجه به اهمیت هزینه اثربخش بودن سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم مخصوصاً در جوامع روستایی و کشاورزی، نیاز است تا سازوکارهای انتخاب شده دارای حداقل هزینه کاربرد و حفظ و نگهداری و غیره و بالاترین اثربخشی باشند. مرحله راه‌اندازی یک تکنولوژی یا فناوری بیشترین بخش هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد و کمینه بودن آن باعث ترغیب جامعه میزبان به کاربست فرایند مذکور می‌شود. برای نمونه سازوکار نصب سیستم آبیاری تحت فشار باید متناسب با توان مالی هزینه‌کرد کشاورز باشد. هزینه نگهداری و تجهیزات نیز باید متناسب با منافع و سودآوری ایجاد شده توسط آن تکنولوژی یا سازوکار بوده و از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد. در معیار حداقل بودن سایر هزینه‌ها نیز باید ذکر نمود که در صورتی که سازوکار سازگاری در نظر گرفته شده اجرا و به کار برده نشود، چه هزینه‌های اضافی به جامعه محلی و یا بخش دولتی

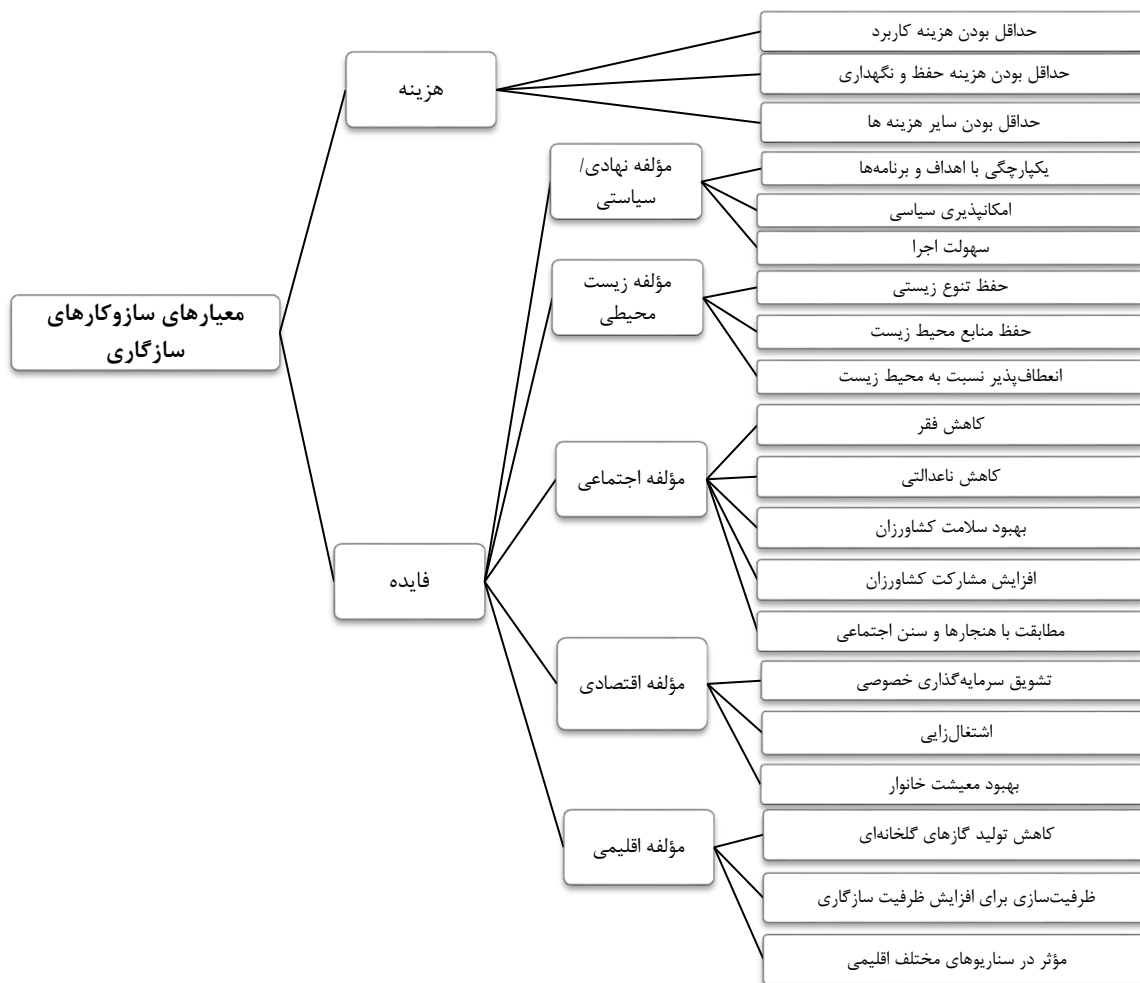


Fig. 1- Climate change adaptation strategies measures

شکل ۱- معیارهای سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم



تلفیقی کمی و کیفی استفاده می‌کنند و ۵- کاربرد کم این روش‌ها در بررسی سازوکارهای مناسب جوامع و مناطق دورافتاده را می‌توان نام برد.

یافته‌های تحقیق نشان داد معیارهای ثابت و جهان‌شمولی جهت انتخاب سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم وجود ندارد. بنابراین اگرچه روش‌ها و تکنیک‌های متفاوتی به منظور انتخاب سازوکارهای مناسب پیشنهاد شده است ولی نمی‌توان در تمامی موقعیت‌ها یکی از آنها را توصیه نمود. لازم است که با توجه به هدف، مقیاس انتخاب سازوکارها و داده‌های موجود بهترین روش انتخاب شود. از این رو به منظور انتخاب بهترین تکنیک، درخت تصمیم زیر پیشنهاد می‌شود. با استفاده از این درخت تصمیم و پاسخ به چند سوال مطرح شده، مناسب‌ترین گزینه پیشنهادی جهت اولویت‌بندی و حتی وزن‌دهی به معیارها معرفی می‌گردد.

ارزیابی سازوکارهای سازگاری با تغییر اقلیم با توجه به معیارهایی از جمله هزینه‌اثربخش بودن، پایداری، عدالت در توزیع منافع، ثابت نگه‌داشتن سطح ریسک و حداقل‌سازی تماس گروه‌های آسیب‌پذیر با خطرات اقلیمی منجر به انتخاب مناسب‌ترین سازوکارها می‌گردد. پس از تعیین معیارهای انتخاب سازوکارهای سازگاری، تکنیک‌های متعددی برای اولویت‌بندی این سازوکارها وجود دارد. از مهمترین این تکنیک‌ها، تحلیل چند معیاره، تحلیل هزینه فایده، تحلیل اثربخشی هزینه و تحلیل سلسله‌مراتبی بود. اما همانگونه که Champalle et al. (2015) معتقدند این روش‌ها دارای نارسایی‌ها و معایبی نیز از می‌باشند. از جمله؛ ۱- مشارکت محدود ذینفان در شناسایی و اولویت‌بندی سازوکارها- نیز به اهمیت مشارکتی بودن این فرآیند تأکید دارند- ۲- تأکید بر تعداد محدودی از روش‌ها باعث کاهش توجه به دیدگاه‌های متفاوت و بعضاً مخالف شده و از قدرت تعمیم نتایج می‌کاهد، ۳- توجه محدود و کم به تعامل و تأثیر متقابل سازوکارها با هم حین اجرا، ۴- خلاء پژوهش‌هایی که از روشهای

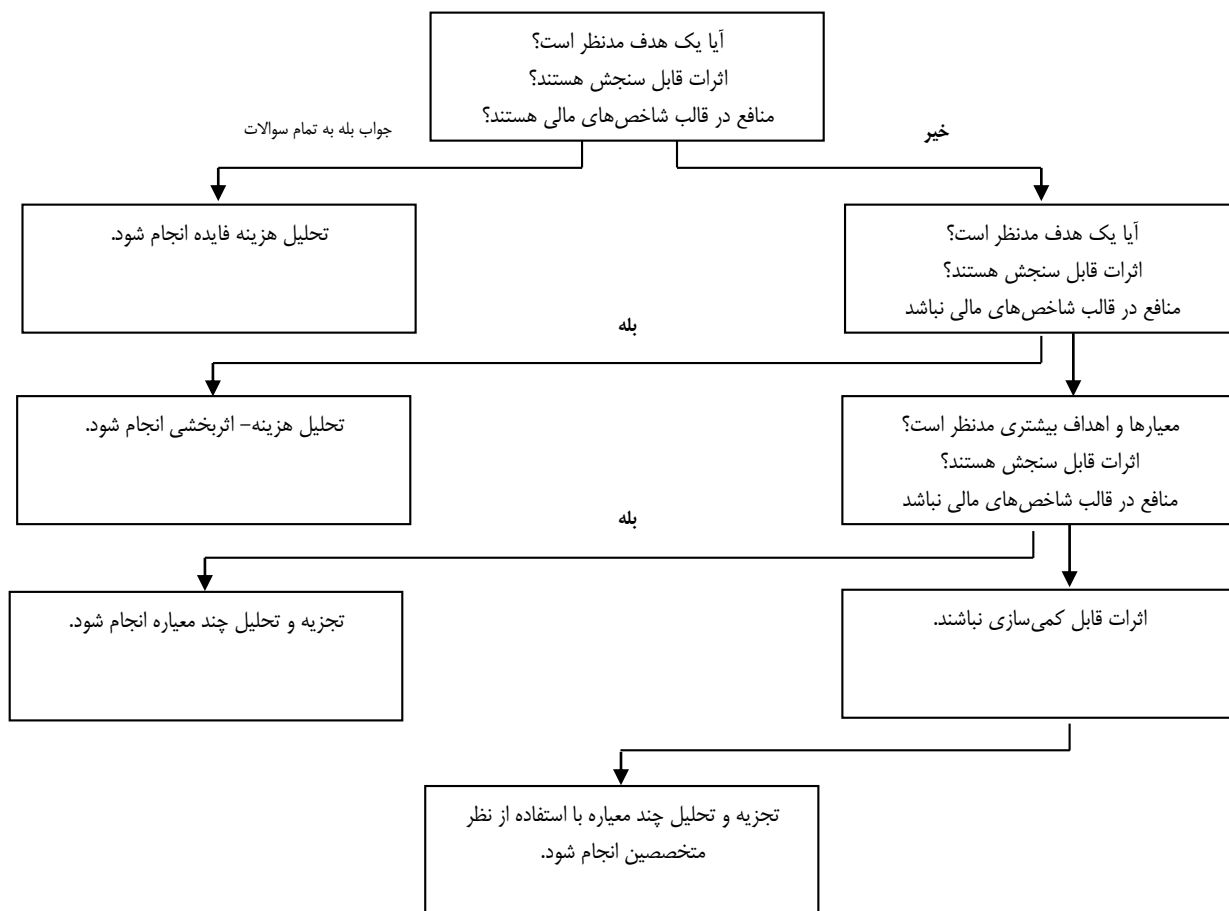


Fig. 2- Decision tree for selecting analyzing method of climate change adaptation measures

شکل ۲- درخت تصمیم انتخاب روشهای تجزیه و تحلیل معیارهای سازگاری با تغییر اقلیم

## بی نوشتها

- 1- Climate Change
- 2- Adaptation
- 3- IPCC
- 4- Food and Agriculture Organization (FAO)
- 5- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
- 6- United Nations Development Programme (UNDP)
- 7- Adjustment
- 8- Practical Steps
- 9- Process
- 10- Outcome
- 11- Context-Specific
- 12- Effective
- 13- Legitimacy
- 14- Efficient
- 15- Multi-Criteria Analysis (MCA)
- 16- Cost-Benefit Analysis (CBA)
- 17- Cost-Effectiveness Analysis (CEA)
- 18- Analytic Hierarchy Process (AHP)
- 19- Analytic Network Process (ANP)
- 20- Thematic Analysis

## ۷- مراجع

- Adger W N, Arnell N W, & Tompkins E L (2005) Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15(2):77-86
- Agrawala S (2006) Putting climate change in the development mainstream. *Bridge Over Troubled Waters: Linking Climate Change and Development* 23-43
- Ansari Mahabadi S, Massah Bavan A R, & Bagheri A (2019) Evaluation of adaptation strategies to climate change based on social, economic and environmental resilience indicators. *Iran-Water Resources Research* 14(5):265-277 (In Persian)
- Apata T (2011) Factors influencing the perception and choice of adaptation measures to climate change among farmers in Nigeria. *Environmental Economics* 2(4):74-83
- Apata T G, Samuel K D, & Adeola A O (2009) Analysis of climate change perception and adaptation among arable food crop farmers in south western Nigeria. *International Association of Agricultural Economists' Conference, Beijing, China, August 16-22*
- Atmadja S, Martius C, Leonard S, & Sanz Sanchez M J (2021) Transformational change to reduce

deforestation and climate change impacts—A review of definitions, concepts and drivers in scientific and grey literature. Rome, FAO.

- Azadi H, Moghaddam S M, Burkart S, Mahmoudi H, Van Passel S, Kurban A, & Lopez-Carr D (2021) Rethinking resilient agriculture: From climate-smart agriculture to vulnerable-smart agriculture. *Journal of Cleaner Production* 319(1):1-10
- Barbier B, Yacouba H, Karambiri H, Zoromé M, & Somé B (2009) Human vulnerability to climate variability in the Sahel: farmers' adaptation strategies in northern Burkina Faso. *Environmental Management* 43(5):790-803
- Berrang-Ford L, Siders A R, Lesnikowski A, Fischer A P, Callaghan M W, Haddaway N R, ... & Abu T Z (2021) A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate change. *Nature Climate Change* 11(11):989-1000
- Bishaw B, Neufeldt H, Mowo J, Abdelkadir A, Muriuki J, Dalle G, ... & Mbow C (2013) Farmers' strategies for adapting to and mitigating climate variability and change through agroforestry in Ethiopia and Kenya. Corvallis, Oregon (USA): Forestry Communications Group: Oregon State University
- Brooks N, Anderson S, Ayers J, Burton I, & Tellam I (2011) Tracking adaptation and measuring development. International Institute for Environment and Development, London
- Brown C, Ghile Y, Laverty M, & Li K (2012) Decision scaling: Linking bottom-up vulnerability analysis with climate projections in the water sector. *Water Resources Research* 48(9):1-12
- Brown V, & Clarke V (2006) Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3(2):77-101
- Burton I, Smith J, & Lenhart S (1998) Adaptation to climate change: theory and assessment. *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies* 5(1):5-20
- Carmin J, & Dodman D (2013) Engaging science and managing scientific uncertainty in urban climate adaptation planning. In *Successful Adaptation to Climate Change*, Routledge 244-258
- Champalle C, Ford J D, & Sherman M (2015) Prioritizing climate change adaptations in Canadian Arctic communities. *Sustainability* 7(7):9268-9292
- Chen S, & Gong B (2021) Response and adaptation of agriculture to climate change: Evidence from

- China. *Journal of Development Economics* 148(1):1-14
- De Bruin K, Dellink R B, Ruijs A, Bolwidt L, van Buuren A, Graveland J, ... & Van Ierland E C (2009) Adapting to climate change in The Netherlands: An inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives. *Climatic Change* 95(1):23-45
- De Silva R P, & Dayawansa N D K (2021) Climate change vulnerability in agriculture sector: an assessment and mapping at divisional secretariat level in Sri Lanka. *Earth Systems and Environment* 5(3):725-38
- Debela N, Mohammed C, Bridle K, Corkrey R, & McNeil D (2015) Perception of climate change and its impact by smallholders in pastoral/agropastoral systems of Borana, South Ethiopia, *SpringerPlus* 4(1):1-12
- Dogulu N, & Kentel E (2015) Prioritization and selection of climate change adaptation measures: A review of the literature. 36th IAHR World Congress. Hague, Netherlands
- Ebi K L, & Burton I (2008) Identifying practical adaptation options: an approach to address climate change-related health risks. *Environmental Science & Policy* 11(4):359-369
- Enete A A, & Amusa T A (2010) Challenges of agricultural adaptation to climate change in Nigeria: A synthesis from the literature. International conference on enhancing agricultural adaptation to climate change. Enugu, Nigeria
- Feenstra J F, Burton I, Smith J B, & Tol R S (1998) Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies. United Nations Environment Programme: <http://hdl.handle.net/20.500.11822/32746>
- Feola G, Lerner A M, Jain M, Montefrio M J F, & Nicholas K A (2015) Researching farmer behavior in climate change adaptation and sustainable agriculture: Lessons learned from five case studies. *Journal of Rural Studies* 39(1):74-84
- Field C B, & Barros V R (Eds.) (2014) Climate change 2014—Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects. Cambridge University Press
- Fischer G, Shah M N, Tubiello F, & Van Velhuizen H (2005) Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360(1463):2067-2083
- Fosu-Mensah B Y, Vlek P L, & MacCarthy D S (2012) Farmers' perception and adaptation to climate change: A case study of Sekyedumase district in Ghana. *Environment, Development and Sustainability* 14(4):495-505
- Fünfgeld H, & McEvoy D (2011) Framing climate change adaptation in policy and practice. Victorian Centre for Climate Change Adaptation Research, Melbourne
- Füssel H M (2009) An updated assessment of the risks from climate change based on research published since the IPCC Fourth Assessment Report. *Climatic Change* 97(3):469-482
- Geethalakshmi V, Lakshmanan A, Rajalakshmi D, Jagannathan R, Sridhar G, Ramaraj A P, ... & Anbzhagan R (2011) Climate change impact assessment and adaptation strategies to sustain rice production in Cauvery basin of Tamil Nadu. *Current Science* 101(3):342-347
- Glantz M H, & Ausubel J H (1984) The Ogallala Aquifer and carbon dioxide: Comparison and convergence. *Environmental Conservation* 11(2):123-131
- Glantz M H, & Ausubel J H (1988) Impact assessment by analogy: Comparing the impacts of the Ogallala aquifer depletion and CO<sub>2</sub>-induced climate change. *Societal Responses to Regional Climate Change* 5(4):113-124
- Glantz M H, Gommers R, & Ramasamy S (2009) Coping with a changing climate: Considerations for adaptation and mitigation in agriculture. Environment and Natural Resources Management Series, Monitoring and Assessment-Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy
- Gwimbi P (2009) Cotton farmers' vulnerability to climate change in Gokwe District (Zimbabwe): Impact and influencing factors. *JAMBA: Journal of Disaster Risk Studies* 2(2):81-92
- Gyampoh B A, Idinoba M, & Amisah S (2008) Water scarcity under a changing climate in Ghana: Options for livelihoods adaptation. *Development* 51(3):415-417
- Harley C D, Randall Hughes A, Hultgren K M, Miner B G, Sorte C J, Thornber C S, ... & Williams S L (2006) The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters* 9(2):228-241
- Iizumi T (2019) Emerging adaptation to climate change in agriculture. *Adaptation to Climate Change in Agriculture*, Springer International Publishing, Switzerland 3-16

- IPCC (2007) Fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Working group II, Cambridge, UK
- IPCC (2014) Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability: Regional aspects. Cambridge University Press, UK
- Kamruzzaman M (2015) Farmers' perceptions on climate change: A step toward climate change adaptation in Sylhet Hilly Region. *Universal Journal of Agricultural Research* 3(2):53-58
- Kuckartz U, & Rädiker S (2019) Analyzing qualitative data with MAXQDA. Springer International Publishing, Switzerland
- Lioubimtseva E, & Henebry G M (2009) Climate and environmental change in arid Central Asia: Impacts, vulnerability, and adaptations. *Journal of Arid Environments* 73(11):963-977
- Mengistu D K (2011) Farmers' perception and knowledge on climate change and their coping strategies to the related hazards: Case study from Adiha, central Tigray, Ethiopia. *Agricultural Sciences* 2(2):138-145
- Mertz O, Halsnæs K, Olesen J E, & Rasmussen K (2009) Adaptation to climate change in developing countries. *Environmental Management* 43(5):743-752
- Mizina S V, Smith J B, Gossen E, Spiecker K F, & Witkowski S L (1999) An evaluation of adaptation options for climate change impacts on agriculture in Kazakhstan. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4(1):25-41
- Naulleau A, Gary C, Prévot L, & Hossard L (2021) Evaluating strategies for adaptation to climate change in grapevine production—A systematic review. *Frontiers in Plant Science* 11(1):1-20
- Ndamani F, & Watanabe T (2015) Farmers' perceptions about adaptation practices to climate change and barriers to adaptation: A micro-level study in Ghana. *Water* 7(9):4593-4604
- Nelson G C, Rosegrant M W, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, ... & Lee D (2009) Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation. *Intl Food Policy Res Inst*
- Nhamo N, Donald M, & Fritz O T (2014) Adaptation strategies to climate extremes among smallholder farmers: A case of cropping practices in the Volta Region of Ghana. *British Journal of Applied Science & Technology* 4(1):198-213
- Obayelu O A, Adepoju A O, & Idowu T (2014) Factors influencing farmers' choices of adaptation to climate change in Ekiti State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)* 108(1): 3-16
- O'brien K A R E N, Eriksen S, Nygaard L P, & Schjolden A N E (2007) Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy* 7(1):73-88
- Okonya J S, Syndikus K, & Kroschel J (2013) Farmers' perception of and coping strategies to climate change: Evidence from six agro-ecological zones of Uganda. *Journal of Agricultural Science* 5(8):252-270
- Palutikof J P, Street R B, & Gardiner E P (2019) Decision support platforms for climate change adaptation: An overview and introduction. *Climatic Change* 153(4):459-476
- Papathoma-Köhle M, Promper C, & Glade T (2016) A common methodology for risk assessment and mapping of climate change related hazards-implications for climate change adaptation policies. *Climate* 4(1)8-19
- Repetto R (2008) The climate crisis and the adaptation myth. Yale School of Forestry & Environmental Studies New Haven, CT
- Sahu N C, & Mishra D (2013) Analysis of perception and adaptability strategies of the farmers to climate change in Odisha, India. *APCBEE Procedia* 5(1)123-127
- Shukla P R, Skea J, Calvo Buendia E, Masson-Delmotte V, Pörtner H O, Roberts D C, ... & Malley J (2019) IPCC, 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems
- Sippel S, Meinshausen N, Fischer E M, Székely E, & Knutti R (2020) Climate change now detectable from any single day of weather at global scale. *Nature Climate Change* 10(1):35-41
- Smit B, & Wandel J (2006) Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16(3):282-292
- Smit B, Burton I, Klein R J, & Wandel J (2000) An anatomy of adaptation to climate change and variability. In *Societal adaptation to climate variability and change*. Springer, Dordrecht 223-251

- Smith J B, Vogel J M, & Cromwell J E (2009). An architecture for government action on adaptation to climate change. An editorial comment, *Climatic Change* 95(1):53-61
- Stern N, & Stern N H (2007) *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge University Press
- Swart R O B, & Raes F (2007) Making integration of adaptation and mitigation work: Mainstreaming into sustainable development policies? *Climate Policy* 7(4):288-303
- Terry G, Hayfield N, Clarke V, & Braun V (2017) Thematic analysis. *The SAGE Handbook of Qualitative Research in Psychology* 2(1):17-37
- Trarup S L M, & Bakkegaard R K (2015) Evaluating and prioritizing technologies for adaptation to climate change. A hands on guidance to multi criteria analysis (MCA) and the identification and assessment of related criteria. UNEP DTU Partnership, Copenhagen
- Ugwoke F O, Nnadi F N, Anaeto C F, Aja O O, & Nwakwasi R N (2012) Crop farmers' perception of and adaptation to climate change in Orlu agricultural zone of Imo state, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension* 16(2):212-223.
- UKCIP (2010) *The UKCIP Adaptation Wizard v 3.0–UKCIP*. Oxford, UK.
- UNDP (2007) *United Nations development programme: Fighting climate change: Human solidarity in a divided world*. Palgrave Macmillan UK.
- UNFCCC (2007) *Investment and financial flows to address climate change*. Bonn: UNFCCC.
- Wamsler C, Alkan-Olsson J, Björn H, Falck H, Hanson H, Oskarsson T, ... & Zelmerlow F (2020) Beyond participation: When citizen engagement leads to undesirable outcomes for nature-based solutions and climate change adaptation. *Climatic Change* 158(2):235-254
- Yang X, Lin E, Ma S, Ju H, Guo L, Xiong W, ... & Xu Y (2007) Adaptation of agriculture to warming in Northeast China. *Climatic Change* 84(1):45-58