ISSN (Print): 2008-6407 ISSN (Online): 2423-7248

Research Paper

Measuring the Iranian Provinces' Vulnerability to Climate Change

Fatemeh Asakereh[1], Zakariya Farajzadeh[2*]

1- M.Sc. Graduate of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran.
2- Associate Professor of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran.

Received: 2021/08/12
Accepted:2023/03/29
PP:89-106

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/JAE.2023.28683.2280

Keywords:
Climate Change, Vulnerability, Readiness, Compatibility

Abstract

Introduction: Climate change and the resulting vulnerability has been emphasized in developing nations increasingly. Regarding the vulnerable situation of Iran, this phenomenon may cause more adverse effects. There is a great divergence among the Iranian provinces in terms of their ability and capability to cope with the climate change effects, needing for more deeply investigation.

Aim: The objective of this study is to measure the vulnerability of the Iranian provinces and to examine their readiness to cope with the damages.

Materials and Methods: Vulnerability measurement includes measuring three components of exposure, sensitivity and adaptive capacity. Different variables were used to measure these components. The compatibility index was measured by subtracting the vulnerability score from the readiness score for each province. The most recent data was applied to calculate the indices.

Findings: The results showed that all provinces, to some extent, are vulnerable to climate change and there is an insignificant difference among them in terms of vulnerability; however, they may be clearly distinguished in terms of their readiness. Boushehr, Charmahal and Bakhtiari and Alborz were found to be more vulnerable with scores ranging from 0.55 to 0.65 while Ilam, Isfahan and Qazvin with scores of 0.35-0.45 were classified as provinces with lowest vulnerability. Based on the readiness scores, Tehran ranked as the first one with score of 0.84 while the corresponding value for other provinces were obtained less than 0.45. The final score or compatibility index of Tehran was obtained 0.65 followed by Semnan, Qazvin and Isfahan with corresponding values of 0.45-0.48.

Citation: Asakereh F, Farajzadeh Z. Measuring the Iranian Provinces' Vulnerability to Climate Change Journal of Agricultural Economics Research. Spring Issue; 2023:89-106

⁎ **Corresponding Author:** Zakariya Farajzadeh
Address: Associate Professor of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran.
Tell: 09171168064
Email: zakariafarajzadeh@shirazu.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Climate change has been comprehensively accepted as a serious threat throughout the world. Climate change and the resulting vulnerability has been emphasized in developing nations increasingly since they are expected to be more affected by climate change compared to the developed countries. Developing countries are more exposed to climate change adverse effects due to their limited capacity to cope with the climate change effects. Regarding the vulnerable situation of Iran, this phenomenon may cause more adverse effects. There is a great divergence among the Iranian provinces in terms of their ability and capability to cope with the climate change effects, needing for more deeply investigation. The objective of this study is to measure the vulnerability of the Iranian provinces and to examine their readiness to cope with the damages.

Method

Vulnerability measurement includes measuring three components of exposure, sensitivity and adaptive capacity. Exposure measures the extent of stress caused by changing climate in human society. Sensitivity quantifies the dependency upon the sectors that are sensitive with respect to climate change. Also, adaptive capacity measures the ability of the society to cope with the potential damages of climate events. Different variables were used to measure these components. The most of variables included in exposure calculation are weather– related. While agricultural yield and output composition variables were included in sensitivity dimension. Income-related and amount of chemical fertilizers use were the main variables applied in adaptive capacity. Some macroeconomic variables were considered for readiness criterion like investment, GDP, education level and Gini coefficient. The compatibility index was measured by subtracting the vulnerability score from the readiness score for each province.

The most recent data was applied to calculate the indices. In order to calculate the vulnerability and readiness scores, two approaches were used. In one approach a similar weights were assigned to the selected variables while in the second approach, the weights assigned to the variables were based on their variation among the provinces and the variables with lager extent of variation received higher values as weights.

Results

The results showed that all provinces, to some extent, are vulnerable to climate change and there is an insignificant difference among them in terms of vulnerability; however, they may be clearly distinguished in terms of their readiness. Boushehr, Charmahal and Bakhtiari and Alborz were found to be more vulnerable with scores ranging from 0.55 to 0.65 while Ilam, Isfahan and Qazvin with scores of 0.35-0.45 were classified as provinces with lowest vulnerability. In addition, in both approaches of assigning weights, there was an insignificant differences in the ranks obtained for the provinces, indicating the vulnerability of the provinces in both approaches. In general, it was found that the variables included in exposure criterion have more ability in discriminating the provinces, indicating the significant role of weather-related variables. Another class of variables that plays a significant role in ranking the provinces are income-related ones. Based on the readiness scores, Tehran ranked as the first one with score of ۰.۸۴ while the corresponding value for other provinces were obtained less than 0.45. The final score or compatibility index of Tehran was obtained 0.65 followed by Semnan, Qazvin and Isfahan with corresponding values of 0.45-0.48. In general, more chances are available in readiness variables rather than vulnerability variables to cope with the climate changes damages.

In readiness criterion, also, investment plays a pivotal role compared to the other variables.

شاپا الکترونیکی: ۷۲۴۸-۲۴۲۳ شاپا چاپی: ۶۴۰۷-۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

سنجش آسیب پذیری استان‌های ایران از تغییرات اقلیمی

فاطمه عساکره[۱]، زکریا فرج زاده[۲*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز، ایران.

۲- دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۱

تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۱/۰۹

شماره صفحات:۱۰۶-۸۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI: 10.30495/JAE.2023.28683.2280

واژه‌های کلیدی:

تغییر اقلیم، آسیب‌پذیری، آمادگی، سازگاری

چکیده

مقدمه: تغییر اقلیم و آسیب‌پذیری ناشی از آن بویژه در کشورهای درحال‌توسعه مورد تأکید قرار گرفته است. این پدیده در مورد ایران با توجه به شرایط اقلیمی آن می‌تواند زمینه آسیب‌پذیری بیش‌تری را فرآهم کند. در مورد ایران تنوع بالای استان‌ها و تفاوت در مقدار برخورداری از امکان مقابله با پیامدهای تغییر اقلیم نیازمند ارزیابی بیش‌تر می‌باشد.

هدف: این مطالعه با هدف سنجش آسیب‌پذیری استان‌های ایران و ارزیابی مقدار آمادگی آن‌ها برای مقابله با آسیب‌ها صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: سنجش آسیب‌پذیری از راه محاسبه سه بعد شامل مواجهه، حساسیت و ظرفیت تطبیقی و با استفاده از دو روش وزن‌دهی ساده و فازی انجام شد. برای هر یک از ابعاد، متغیرهای متعددی بکار گرفته شد. هم‌چنین، از تفاضل شاخص آسیب‌پذیری و شاخص آمادگی، نمره نهایی یا شاخص سازگاری محاسبه شد. برای محاسبه شاخص‌ها از آخرین داده‌های موجود استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌ها مشخص شد تمام استان‌ها آسیب‌پذیر هستند و از نگاه آسیب‌پذیری تفاوت زیادی میان آن‌ها مشاهده نمی‌شود، اما از نظر آمادگی تفاوتی بیش‌تر مشاهده می‌شود. استان‌های بوشهر، چهارمحال‌وبختیاری و البرز با مقدار شاخص ۰/۶۵-۰/۵۵ بیش‌ترین آسیب‌پذیری را نشان دادند و استان‌های ایلام، قزوین و اصفهان با مقدار عددی ۰/۴۵-۰/۳۵ دارای کم‌ترین آسیب‌پذیری ارزیابی شدند. بر اساس مقادیر بدست‌آمده از روش فازی، شاخص آمادگی تهران حدود ۰/۸۴ بدست آمد در حالی‌که این رقم برای سایر استان‌ها کم‌تر از ۰/۴۵ می‌باشد. هم‌چنین، مقدار نمره نهایی یا شاخص سازگاری برای تهران ۰/۶۵ بدست آمد و استان‌های سمنان، قزوین و اصفهان با مقدار شاخص ۰/۴۸-۰/۴۵ در رتبه های بعد قرار گرفتند.

* **نویسنده مسئول:** زکریا فرج زاده

نشانی: دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز، ایران.

تلفن: ۰۹۱۷۱۱۶۸۰۶۴

پست الکترونیکی: zakariafarajzadeh@shirazu.ac.ir

مقدمه

بنا بر تعریف کمیته بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC[1])، تغییر اقلیم به هرگونه تغییر در وضعیت اقلیمی گفته می‌شود که از طریق تغییرات در مقادیر میانگین یا تغییرپذیری در مشخصات آن (به‌وسیله آزمون‌های آماری) قابل شناسایی باشد و برای دوره زمانی معمولاً در حدود یک دهه یا بیش‌تر ادامه یابد (۱۸). تغییر دما و بارش به‌عنوان دو مؤلفه مهم تغییر اقلیم بشمار می‌روند که با تغییر هر کدام از این عوامل، تغییرات اقلیم رخ می‌دهد (۲۴). در تعریفی دیگر مندر (۲۵) تغییر معنی‌دار در متوسط داده‌های هواشناسی در طی یک دوره زمانی معین را تغییر اقلیم نامیده است. با توجه به پیامدهای جدی و گسترده اقتصادی، امروزه از تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی یاد می‌شود (۳۴). به گونه‌ای که برآوردها نشان می‌دهد افزایش دمای کره زمین تا ۲ درجه سانتی‌گراد، معادل ۱ تا ۷ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی، خسارت ایجاد خواهد کرد و در صورتی که این افزایش به ۵ درجه سانتی‌گراد برسد، ممکن است این خسارت تا ۳۰ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی افزایش یابد (۲۱).

اثر تغییر اقلیم بر تمامی‌کشورها یکسان نیست، اما انتظار می‌رود کشورهای در حال‌توسعه اثرات منفی بیش‌تری را متحمل شوند (۳۸). کشورهای درحال‌توسعه در مقابل اثرات تغییرات آب‌وهوایی آسیب‌پذیرترند زیرا از ظرفیت پایین‌تری برای سازگاری برخوردارند. عواملی مانند سطح بالای آسیب‌پذیری، توانایی‌های مالی و سازمانی محدود برای انطباق، سطح پایین تولید ناخالص داخلی سرانه و فقر گسترده می‌تواند پیامدهای نامطلوب ناشی از تغییرات آب‌وهوایی در این کشورها را تشدید کند(۱۹) . لذا، می‌توان گفت تغییر اقلیم تهدیدی برای رشد اقتصادی کشورها و بویژه کشورهای درحال‌توسعه خواهد بود. البته شواهدی نیز وجود دارد دال بر این که تغییرات آب‌و هوایی می‌تواند ضمن ایجاد چالش‌های جدی، برای کشاورزی کشورهای نیم‌کره شمالی فرصت‌هایی نیز به ارمغان آورد (۲۲)، اما انتظار می‌رود در کشورهای درحال‌توسعه موجب آسیب‌پذیری شود.

آسیب‌پذیری فرآیندی پویا است (۶). این پویایی افزون بر این‌که شامل تغییر معیار سنجش آسیب‌پذیری در طول زمان است می‌تواند به معنی تفاوت در تلقی افراد و گروه‌ها از آسیب‌پذیری نیز باشد (۳۰). از همین رو، تعیین معیار برای آسیب‌پذیری دشوار است (۱۴). شاخص آسیب‌پذیری آب‌و هوایی[2](CVI) برای نخستین بار در سال ۲۰۰۵ ارایه شد (۳۹) و یونسکو آن را به‌عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی عنوان کرد و مورد استفاده قرار داد. به‌طور کلی صرف‌نظر از تعدد متغیرهای مورد استفاده، آسیب‌پذیری به‌عنوان تلفیقی از سه عامل درمعرض قرارگرفتن (مواجهه)[3]، حساسیت[4] و ظرفیت تطبیقی[5](انطباق) معرفی شده است که برای هر یک از سه عامل یادشده متغیرها یا معیارهای متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تلفیق این عوامل به گونه مشترک آسیب‌پذیری یک سیستم را تعیین می‌کند (۲). این سه جنبه (عامل) در قالب یک شاخص با یکدیگر ترکیب می‌شوند که از آن با عنوان شاخص آسیب‌پذیری یاد می‌شود (۲۹).

در معرض قرار گرفتن (مواجهه) عبارت از مقدار تحریک‌پذیری جامعه و بخش‌های تأمین‌کننده نیازهای انسان از تغییر شرایط آب‌و هوایی است. حساسیت نیز درجه اثرپذیری مردم و بخش‌های تأمین‌کننده نیاز مردم از آشفتگی‌های ایجادشده توسط اقلیم را در بر می‌گیرد. افزایش مقدار وابستگی به بخش‌های دارای حساسیت بالا نسبت به آب و هوا و نسبت جمعیتی که در معرض خطر تغییر اقلیم قرار دارند می‌تواند باعث افزایش حساسیت شود. هم‌چنین، ظرفیت – تطبیقی توانایی جامعه و بخش‌های تولیدی در جهت کاهش اثرپذیری از پیامدهای زیان‌بار و منفی حوادث آب‌وهوایی را در بر می‌گیرد (۱۲).

همه کشورها بسته به موقعیت جغرافیایی یا وضعیت اقتصادی–اجتماعی با چالش‌هایی برای سازگاری با تغییر اقلیم روبرو هستند. لذا، در هر کشوری شناخت آسیب‌پذیری در مقابل تغییرات آب‌وهوا برای کمک به سازگاری ضروری است (۱۸). از جمله اقدامات برای مقابله با آسیب‌پذیری انجام پیش‌بینی متغیرهای آب‌و هوایی است. هر چند این پیش‌بینی‌ها برای تمام فعالیت‌های اقتصادی بسیار باارزش هستند، اما همواره دو مسأله مهم وجود دارد؛ یکی از این مسائل چگونگی انتقال مؤثر پیش‌بینی‌های انجام شده به بخش‌های آسیب‌پذیر جامعه است و مسأله دیگر، چگونگی و مقدار استفاده کشاورزان از پیش‌بینی‌ها برای آمادگی در برابر شرایط جوی است (۱۱). از این رو، لازم است افزون بر پیش‌بینی متغیرهای آب و هوایی بر روی جنبه‌های آمادگی و مقابله نیز تمرکز صورت گیرد.

برحسب متغیرهای معرفی‌شده برای سنجش آسیب‌پذیری، در هر کشوری درسطح منطقه‌ای تفاوت‌های قابل‌ملاحظه وجود دارد (۲۶). به‌گونه‌ای که ممکن است کاهش آسیب‌پذیری در سطح ملی به معنای کاهش آسیب‌پذیری در سطح منطقه‌ای نباشد. با این حال، ارزیابی آسیب‌پذیری در سطح منطقه‌ای مهم است زیرا ممکن است بر اساس زمان و مکان متفاوت اقدامات مقابله‌ای متفاوتی مورد نیاز باشد (۲۸). در همین خصوص شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد مناطق ساحلی پرجمعیت چین احتمالاً نسبت به مناطق داخلی کم‌جمعیت‌تر آسیب‌پذیرتر است. هم‌چنین، حوضه آمازون برزیل در مقایسه با قسمت‌های جنوبی آن که در آب‌وهوای معتدل قرار دارند ممکن است از تغییرات آب‌وهوایی (به دلیل جنگل‌زدایی و بیابان‌زایی) بیش‌تر متأثر شده و آسیب بیش‌تری ببینند (۱). لذا، ضرورت دارد که آسیب‌پذیری به‌صورت محلی یا منطقه‌ای در درون یک کشور مطالعه شود. این ضرورت بویژه در مورد ایران که خود دارای تنوع اقلیمی بالایی است اهمیت بسیار زیادی دارد. با توجه به محدودیت داده‌های در دسترس در سطح منطقه می‌توان از داده‌های استانی استفاده کرد.

ایران از مناطق آب‌و هوایی کم باران جهان بشمار می‌رود به‌گونه‌ای که مقدار بارندگی ایران حدود یک‌سوم متوسط جهانی است و با بارندگی سالانه ۲۷۰ میلی‌متر، دارای اقلیمی خشک و نیمه‌خشک است و یکی از کشورهایی است که با کمبود جدی آب مواجه است و این کمبود آب بر تولید کشاورزی تأثیر زیادی خواهد داشت (۴).

1- Intergovernmental Panel on Climate Change
2 . Climate Vulnerability Index (CVI)
3 . Exposure
4 . Sensitivity
5. Adaptive capacity

افزون بر این، شواهدی از افزایش دما نیز وجود دارد (۲۴). کاهش مقدار بارش، به‌همراه افزایش دمای هوا بیانگر این است که ایران طی چند دهه گذشته به‌گونه تصاعدی خشک‌تر شده است و روند کاهشی بارش در ایران بر خلاف میانگین جهانی است (۳). لذا، به‌نظر می‌رسد ایران از تغییرات آب‌و هوایی بسیار آسیب‌پذیر خواهد بود. نکته دارای اهمیت آن است که کاهش رشد اقتصادی ایران می‌تواند حتی به مراتب بالاتر از بخش کشاورزی باشد.[1] شواهد نشان می‌دهد آسیب‌پذیری در کل اقتصاد دارای اهمیتی کم‌تر از بخش کشاورزی نیست و لذا، باید کل اقتصاد نیز مورد توجه قرار گیرد. از سوی دیگر، تفاوت‌های منطقه‌ای نیز دارای اهمیت است. از همین رو، در این مطالعه سنجش آسیب‌پذیری برای اقتصاد ایران با استفاده از داده‌های استانی انجام شده است.

مطالعات گذشته نشان می‌دهد تغییر اقلیم از جنبه‌های گوناگونی بر زندگی جوامع تأثیرگذار است. این اثرگذاری در مورد همه فعالیت‌ها و بویژه فعالیت‌های کشاورزی مشاهده می‌شود (۳۳). هر چند شواهدی از پیامدهای مثبت ناشی از تغییر اقلیم در نیم‌کره شمالی (۲۲) و حتی ایران (استان فارس) (۲۷) هم مشاهده شده است، اما به‌نظر می‌رسد عمدتاً اثرات زیان‌بار می‌باشد. مطالعات انجام‌شده در حوزه‌ی آسیب‌پذیری از تغییرات آب و هوایی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. برخی از آن‌ها آسیب‌پذیری را در سطح خرد و در میان خانوارها ارزیابی کرده‌اند و اغلب مطالعات، در این گروه قرار می‌گیرند. دسته دوم شامل مطالعاتی است که سطح کلان و بخش کشاورزی را مورد توجه قرار داده‌اند. در میان مطالعات داخلی نیز تمرکز مطالعات معطوف به دسته نخست بوده است. در بیان تفاوت این دو سطح از مطالعه آسیب‌پذیری می‌توان گفت در سطح خرد همان‌گونه که در مطالعه نصرنیا و زیبایی (۳۱) نیز آمده است آسیب‌پذیری دارای ابعاد گوناگونی همانند اقتصادی، زیرساختی، روان‌شناختی، تکنیکی و اجتماعی–فرهنگی است، اما در سطح کلان کشوری و منطقه‌ای یا زیربخش اغلب مطالعات تلاش کرده‌اند عوامل تعیین‌کننده و هم‌چنین، عوامل اثرگذار بر آسیب‌پذیری و آمادگی مقابله را شناسایی کنند. وجه مشترک هر دو گروه یادشده ارایه شاخص‌هایی برای سنجش آسیب‌پذیری است. در این بخش تلاش شده است از دوگروه یادشده مطالعات متعددی مرور شود.

از جمله مطالعاتی که به ارزیابی و ارایه شاخص‌هایی برای سنجش آسیب‌پذیری پرداخته‌اند مطالعه‌ی نست و همکاران (۳۲) است که نقش شاخص‌ها را در ارزیابی آسیب‌پذیری کشاورزی در برابر تغییرات آب‌وهوایی بررسی کردند. شاخص‌های بکار گرفته‌شده برای سنجش آسیب‌پذیری شامل سه گروه درمعرض قرار گرفتن (مواجهه)، حساسیت و ظرفیت تطبیقی بودند. ارزیابی آسیب‌پذیری که بر اساس نظرسنجی از کارشناسان انجام شد حاکی از نیاز به ادغام جنبه‌های کمی و کیفی و چگونگی ارایه و به‌کارگیری این شاخص‌ها بود. البته، این مطالعه آمادگی کشاورزی را ارزیابی نکرده است. مطالعه محبوبی وهمکاران (۲۳) نیز با هدف سنجش آسیب‌پذیری و آمادگی کشاورزان برای مواجهه با شرایط خشک‌سالی در شهرستان کاشمر، نشان داد مهم‌ترین آسیب‌های اقتصادی شامل "گران‌شدن علوفه در منطقه، افزایش هزینه‌های تولید و کاهش مقدار سرمایه‌گذاری در تولید محصول" می‌باشد. هم‌چنین، مشخص شد رابطه معنی‌دار بین سابقه کار کشاورزی، سن، تعداد اعضای خانواده، مقدار درآمد فعالیت‌های کشاورزی و مقدار امکانات و تجهیزات در دسترس پاسخ‌گویان برای مواجهه با خشک‌سالی و ارزیابی آنان از آسیب‌های ناشی از خشک‌سالی وجود دارد. مطالعه اشتو (۱۶) نیز که با هدف شناخت عوامل تعیین‌کننده آسیب‌پذیری و اندازه‌گیری سطح آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی در جنوب اتیوپی در برابر عدم امنیت غذایی ناشی از خشک‌سالی انجام شد نشان داد آسیب‌پذیری در برابر امنیت غذایی در مناطق مورد مطالعه به‌ویژه در مناطق کم‌رطوبت بسیار گسترده است. هم‌چنین، یافته‌ها نشان داد درآمد مزرعه، استفاده از آبیاری و اعتبارات به مقدار قابل‌توجهی آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی را در برابر عدم امنیت غذایی کاهش می‌دهد. در مطالعه مشابه دیگری برنت(۷) عوامل آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی در برزیل را شامل دسترسی به سیستم آبیاری، درآمد غیرکشاورزی، اندازه‌ی زمین، تولیدات مزرعه و حقوق بازنشستگی عنوان کرد.

در ایران نیز نتایج مطالعه مؤمنی و زیبایی (۲۷) نشان داد که اثرات رفاهی تغییر اقلیم در بیش‌تر موارد مثبت است اما این اثرات در مورد تولیدکنندگان فراتر از مصرف‌کنندگان است. مشخص شد رفاه در گرم‌ترین و مرطوب‌ترین سناریو تا ۱۳ درصد افزایش می‌یابد. در نهایت مشخص شد که درجه حرارت در تغییر رفاه جامعه، نسبت به بارندگی نقش بیش‌تری ایفا می‌کند. البته این یافته به معنی مطلوب بودن موقعیت در استان فارس نیست چرا که یافته‌های مطالعه نصرنیا و همکاران (۳۰) نشان داد بیش از ۳۷ درصد خانوارهای کشاورزی استان فارس حتی قبل از وقوع پدیده خشک‌سالی آسیب‌پذیر هستند و با وقوع خشک‌سالی این رقم به بیش از ۵۸ درصد افزایش پیدا می‌کند. در سطح استانی مطالعه حسینی و شریف‌زاده (۱۷) نیز که در روستاهای استان کرمان انجام شد نشان‌داد آسیب‌پذیری در برابر خشک‌سالی ناشی از ساختار اقتصادی و اجتماعی، نظام معیشت خانوار، ضعف در زیرساختارها، محدودیت ارگان‌های مسئول، عوامل فرهنگی–روان‌شناختی و عوامل آب‌وهوایی می‌باشد. اکرامی و همکاران (۱۵) نیز نشان دادند می‌توان از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[2]) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP[3]) برای تهیه نقشه آسیب‌پذیری ناشی از خشک‌سالی کشاورزی اقدام کرد. این مطالعه در شهرستان تفت انجام شد.

ارزیابی در سطح کلان و تحلیل عوامل تعیین‌کننده آسیب‌پذیری کم‌تر مورد توجه بوده و مطالعات معدودی در دسترس است. از معدود

۱- یک درجه سانتیگراد افزایش دما نسبت به میانگین آن، بیش از ۲/۵ درصد کاهش تولید بخش کشاورزی را به‌همراه دارد. درحالی‌که یک درصد کاهش در بارندگی بیش از ۰/۴ درصد کاهش‌تولید را رقم خواهد زد. در سطح اقتصاد ایران نیز در ازای یک درجه سانتی‌گراد افزایش میانگین دما، انتظار می‌رود تولید به میزان ۶/۶–۵ درصد کاهش یابد (۲۴).

2- Geographic Information System
3- Analytic Hierarchy Process

مطالعات، سارکودی و استریزوف(۳۵) است که به بررسی ارتباط بین آسیب‌پذیری و تغییر شرایط آب و هوایی و آمادگی سازگاری در ۱۹۲ کشور پرداختند. نتایج نشان داد آفریقا به‌عنوان آسیب‌پذیرترین قاره در برابر تغییرات آب‌وهوایی است و در مورد شاخص‌های در معرض قرار گرفتن (مواجهه) و ظرفیت تطبیقی آسیب‌پذیری بالایی دارد در حالی که کشورهای توسعه‌یافته از جمله نروژ، سوئیس، کانادا، سوئد، انگلستان، فنلاند، فرانسه، اسپانیا و آلمان به‌دلیل قدرت اقتصادی از آسیب‌پذیری کم‌تری در برابر تغییراقلیم برخوردار هستند. پژوهش دیگری که عوامل اثرگذار بر آسیب‌پذیری و آمادگی مقابله را شناسایی کرده است عبدالظاهر و همکاران (۱) می‌باشد که تأثیر درجه نوآوری یک کشور در مقابله با آسیب‌پذیری ناشی از تغییرات آب و هوایی را ارزیابی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد نوآوری آسیب‌پذیری یک کشور را تعدیل می‌کند. باسبی و همکاران(۸) اذعان داشتند که آسیب‌پذیری در برابر تغییرات محیطی نه تنها توسط عوامل فیزیکی بلکه در اثر عوامل مرتبط با حکم‌رانی (دولت) نیز ایجاد می‌شود. آن‌ها اظهار داشتند شرایط جمعیتی، اجتماعی و سیاسی ممکن است حساسیت کشورها و ظرفیت مقابله را نسبت به تغییرات آب‌و هوایی تقویت کند.

در ایران نیز در رابطه با ارزیابی آسیب‌پذیری در برابر تغییرات آب وهوایی محمدخانی و جمالی (۲۶) با استفاده از شاخص آسیب پذیری (CVI) نشان دادند استان‌های البرز و همدان بیش‌ترین مقدار آسیب‌پذیری و به تبع آن کم‌ترین سازگاری با تغییرات اقلیم را نسبت به سایر استان‌ها دارند و خوزستان و تهران کم‌ترین مقدار آسیب‌پذیری نسبی را دارا هستند.

همان‌گونه که مشاهده شد اغلب مطالعات موجود، در سطح خانوارها به ارایه شاخص‌های آسیب‌پذیری و ارزیابی آسیب‌پذیری پرداخته‌اند و در سطح منطقه با استفاده از متغیرهای سطح کلان مطالعات اندکی وجود دارد. با توجه به همین خلأ این مطالعه با هدف سنجش مقدار آسیب‌پذیری و مقدار آمادگی برای مقابله با پیامدهای تغییرات اقلیمی در میان استان های ایران انجام شد. برای این منظور از متغیرهای متعددی استفاده شده است که در بخش بعد معرفی شده است.

مبانی نظری و روش پژوهش

همان‌گونه که در ابتدای مطالعه نیز عنوان شد شاخص آسیب‌پذیری از سه بعد در معرض‌قرار گرفتن (مواجهه)، حساسیت و ظرفیت تطبیقی (انطباق) تشکیل می‌شود (۳۲). آسیب‌پذیری به‌عنوان تلفیقی از سه عامل یادشده در نظر گرفته می‌شود که برای هر یک از آن‌ها متغیرها یا معیارهای متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تلفیق این شاخص‌ها به‌طور مشترک آسیب‌پذیری سیستم مورد مطالعه را تعیین می‌کند (۲). شاخص‌های ترکیبی به‌دلیل توانایی در لحاظ‌کردن ابعاد متعدد برای ارزیابی آسیب‌پذیری مناسب هستند (۲۹). از این شاخص‌ها معمولاً برای تهیه نقشه آسیب‌پذیری استفاده می‌شود (Preston et al., 2017). برای محاسبه این شاخص‌ها و هم‌چنین، شاخص آمادگی با مرور ادبیات موجود (۱،۱۲،۳۲) متغیرهای زیر انتخاب شد (جدول ۱).

جدول ۱- متغیرهای مورد استفاده در محاسبه شاخص‌های آسیب‌پذیری و آمادگی

متغیرهای شاخص مواجهه	متغیرهای شاخص حساسیت	متغیرهای شاخص ظرفیت تطبیقی	متغیرهای شاخص آمادگی
ضریب تغییرات دمای بهار دوره ۹۷-۱۳۸۵	تراکم جمعیت	نرخ بیکاری	ضریب جینی شهری
ضریب تغییرات دمای تابستان دوره ۹۷-۱۳۸۵	سهم اشتغال بخش کشاورزی(٪)	درآمد سرانه روستایی	ضریب جینی روستایی
ضریب تغییرات دمای پاییز دوره ۹۷-۱۳۸۵	سهم مساحت اراضی زراعی و باغی	سرانه سطح زیرکشت خانوار روستایی	نرخ باسوادی مردان بالاتر از ۱۵ سال
ضریب تغییرات دمای زمستان دوره ۹۷-۱۳۸۵	درصد سطح زیرکشت آبی	مصرف کود اوره (در هکتار)	نرخ باسوادی زنان بالاتر از ۱۵ سال
تغییرات بارندگی بهار دهه ۱۳۹۰ نسبت به دهه ۱۳۵۰(٪)	متوسط عملکرد گندم	مصرف کود سوپرفسفات (در هکتار)	نسبت افراد با درجه دکتری به جمعیت
تغییرات بارندگی تابستان دهه ۱۳۹۰ نسبت به دهه ۱۳۵۰(٪)	متوسط عملکرد جو	مصرف سایر کودها (در هکتار)	درصد خانوارهای دارای اینترنت
تغییرات بارندگی پاییز دهه ۱۳۹۰ نسبت به دهه ۱۳۵۰(٪)	متوسط عملکرد ذرت		سرانه پرونده قضایی (در هزار نفر جمعیت)
تغییرات بارندگی زمستان دهه ۱۳۹۰ نسبت به دهه ۱۳۵۰(٪)	متوسط عملکرد برنج		نسبت سرمایه گذاری به GDP
تغییرات روزهای یخبندان دهه	شاخص تنوع		سرانه سرمایه گذاری

۱۳۹۰ نسبت به دهه ۱۳۵۰(٪)	(سهم سطح زیرکشت غلات)
اشتغال خصوصی (٪)	

محاسبه شاخص آسیب پذیری به دو روش انجام شد. در روش نخست برای تمامی ابعاد آن وزن یکسانی لحاظ شد و سپس با وزن یکسان مقدار متوسط محاسبه شد. در روش دوم از الگوی فازی بمنظور وزن‌دهی استفاده شد که در ادامه معرفی شده است. افزون بر آسیب پذیری، شاخص آمادگی نیز محاسبه شد و در نهایت، با استفاده از روش ارایه شده توسط چن و همکاران (۱۲) شاخص سازگاری بدست آمد.

روش نخست: محاسبه شاخص‌های آسیب‌پذیری‌و آمادگی با وزن یکسان متغیرها

در این روش ابتدا با استفاده از رابطه زیر داده‌های متغیرها بدون واحد و به مقادیر بین ۰ و ۱ تبدیل شدند (۱۲).

$$\text{نمره} = \left| \text{جهت پارامتر} - \frac{\text{مقدار مرجع} - \text{متغیر مقدار}}{\text{مقدار حداقل} - \text{حداکثر مقدار}} \right| \quad (۱)$$

در رابطه بالا مقدار مرجع از میان مقدار حداقل و مقدار حداکثر انتخاب می شود. اگر در مورد متغیری مقادیر حداقل (حداکثر) آن مطلوب باشد مقدار حداقل (حداکثر) به‌عنوان مقدار مرجع خواهد بود. هم‌چنین، پارامتر "جهت" برای محاسبه شاخص آسیب‌پذیری مقدار صفر و برای محاسبه شاخص آمادگی مقدار ثابت یک را اختیار می‌کند (۱۲).

استفاده از رابطه بالا منجر به ایجاد مقادیری نرمال در دامنه ۰-۱ می شود که مقادیر بالاتر برای معیارهای آسیب‌پذیری به معنی آسیب‌پذیری بالاتر و مقادیر بالاتر برای شاخص آمادگی به معنی آمادگی بیش‌تر برای مقابله با آسیب‌پذیری خواهد بود. تلفیق شاخص‌های آسیب‌پذیری و آمادگی نمره نهایی موسوم به ND-Gain را نتیجه می‌دهد که از آن به‌عنوان شاخص سازگاری تعبیر می‌شود. این الگوی محاسبه که توسط چن و همکاران (۱۲) ارایه شده است در دامنه ۰-۱ قرار می‌گیرد:

$$\text{نمره‌نهایی}\left(\text{شاخص سازگاری}\right) = 0.5 * (\text{مقدار شاخص آمادگی}) + (1 - \text{مقدار شاخص آسیب پذیری}) \quad (۲)$$

روش دوم: محاسبه‌ی شاخص‌های آسیب‌پذیری و آمادگی با وزن غیریکسان (روش فازی)

در این روش همان‌گونه که در ادامه نیز آمده است وزن هر یک از متغیرها بر اساس مقدار تفاوت میان مشاهدات تعیین می‌شود و هر چه مقدار یک متغیر دامنه تغییرات بیش‌تری داشته باشد وزن بزرگ‌تری به آن تعلق خواهد گرفت. فرض می‌کنیم $i \in [1, N]$ و N تعداد نقاط (استان‌ها) مورد مطالعه و $j \in [1, M]$ j نیز متغیرهای منتخب مورد استفاده است. هم‌چنین، فرض می‌کنیم که X_{ij} مقداری است که متغیر j برای استان i اختیار می‌کند. اگر مقادیر متغیرهای مورد استفاده را به‌صورت صعودی رتبه‌بندی کنیم که طی آن مقادیر بالاتر برای متغیر یاد شده به معنی آسیب‌پذیری بیش‌تر یا آمادگی کم‌تر باشد آنگاه تابع عضویت متغیر j را برای منطقه i یعنی $\mu_j(i)$ را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد (۵):

(۳)

$$\mu_j(i) = \begin{cases} 1 & if \quad x_j^i \le x_j^{\min} \\ \dfrac{x_j^{\max} - x_j^i}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \le x_j^i \le x_j^{\max} \\ 0 & if \quad x_j^i \ge x_j^{\max} \end{cases}$$

که در آن $x_j^{\min} = Min_i(x_j^i)$ و $x_j^{\max} = Max_i(x_j^i)$. تابع $\mu_j(i)$ درجه آسیب‌پذیری (آمادگی) iامین استان را نسبت به متغیر j اندازه‌گیری می‌کند. به‌همین ترتیب اگر متغیرها را به‌صورت نزولی مرتب کنیم تابع عضویت $\mu_j(i)$ به‌صورت زیر تعریف خواهد شد:

(۴)

$$\mu_j(i) = \begin{cases} 1 & if \quad x_j^i \ge x_j^{\max} \\ \dfrac{x_j^i - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \le x_j^i \le x_j^{\max} \\ 0 & if \quad x_j^i \le x_j^{\min} \end{cases}$$

توابع یادشده توابعی افزایشی از درجه آسیب‌پذیری (آمادگی) منطقه بوده و مقادیری بین صفر و یک اختیار می‌کنند. با توجه به این‌که متغیرهای مورد استفاده نامتجانس هستند لذا، لازم است به گونه‌ای متجانس گردند. در این مطالعه با استفاده از روش پیشنهادی سریولی و زنی (۱۰) برای تابع عضویت متغیرهای مورد استفاده میانگین وزن هندسی به‌صورت زیر تعیین شد:

(۵)

$$\mu(i) = \sum_{i=1}^{M} w_j \mu_j(i)$$

در رابطه بالا $w_j \ge 0$ و $\sum_{j=1}^{M} w_j = 1$. در این رابطه w_j وزن متغیر j است. چیپرو و مارتینتی (۱۳) معتقدند مقادیر وزن متغیرها باید بین حداکثر و حداقل آن‌ها باشد. این معیار ارتباط متقابل میان متغیرها را لحاظ می‌کند. بر این اساس وزن متغیرها به‌صورت زیر تعریف می‌شود(۵):

(۶)

$$w_j = \ln(\frac{1}{\mu_j}) / \sum_{j=1}^{M} \ln(\frac{1}{\mu_j})$$

$$\bar{\mu} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \mu_j(i) \quad (۷)$$

در رابطه بالا w_j تابعی معکوس از میانگین سطح شاخص‌ها نسبت به شاخص j است. تابع لگاریتمی نیز بیانگر آن است که سطح شاخص تابعی غیرخطی از متغیرهای مورد استفاده می‌باشد.

پس از محاسبه مقادیر شاخص سازگاری (نمره نهایی) اقدام به گروه‌بندی استان‌ها بر اساس این شاخص شد. برای این منظور تحلیل

خوشه‌ای دو مرحله‌ای استفاده شد. در این رهیافت ابتدا تعداد گروه‌ها مشخص و سپس با استفاده از روش k–میانگین گروه‌بندی می‌شوند. این روش برای دسته‌بندی مشاهدات، ابتدا هر قلم را به خوشه‌ای نسبت می‌دهد که دارای نزدیک‌ترین فاصله به مشاهده مرکزی (میانگین) است. سپس فاصله اقلیدسی هر مشاهده را از مرکز دسته‌ها محاسبه و آن را مجدداً به نزدیک‌ترین دسته دوباره تخصیص می‌دهد. فاصله اقلیدسی بین دو مشاهده نیز به شکل زیر است (۲۰):

(۸)

$$d(x,y)=\sqrt{(x-y)'A(x-y)}$$

که درآن $A=S^{-1}$ و S ماتریس واریانس‌ها و کواریانس‌های نمونه است. در مقایسه با روش‌های رقیب برای خوشه‌ای کردن این روش ترجیح داده می‌شود (۲۰). مزیت این روش در آن است که بدون نیاز به اطلاع از تعداد خوشه‌های قابل تقسیم می‌توان مشاهدات را تقسیم‌بندی کرد (۳۶).

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه مقادیر هر یک از متغیرهای معرفی شده در جدول (۱) در سطح استان‌ها می‌باشد که از منابع گوناگون شامل سالنامه آماری مرکز آمار ایران، پایگاه اطلاعاتی بانک مرکزی و سازمان هواشناسی استخراج شد. متغیرهای آب‌وهوایی شامل مقادیر بارندگی و تعداد روزهای یخبندان به‌صورت مقادیر متوسط دهه‌های ۱۳۵۰ و ۱۳۹۰ مورد استفاده قرار گرفت. دما برای دوره ۹۷–۱۳۸۵به‌صورت میانگین دوره به‌کار گرفته شد. از داده‌های سال ۱۳۹۸ برای متغیرهای نرخ بیکاری، سرمایه‌گذاری، اشتغال بخش کشاورزی و اشتغال بخش خصوصی استفاده شده است. مقادیر داده‌های سایر متغیرها نیز متعلق به سال ۱۳۹۵ می‌باشد.

نتایج و بحث

یافته‌های مطالعه در دو بخش ارایه شده است. بخش نخست مبتنی بر روش نخست معرفی شده در بخش روش پژوهش است که برای هر سه جزء شاخص های آسیب‌پذیری وزن یکسانی در نظر می‌گیرد یا در واقع روش غیروزنی است. در بخش دوم یافته‌های حاصل از روش فازی آمده است که برای اجزای این شاخص وزن‌های متفاوتی نسبت می‌دهد.

نتایج روش غیروزنی

نتایج حاصل از محاسبه اجزای شاخص آسیب‌پذیری (ظرفیت تطبیقی، حساسیت و مواجهه)، آمادگی و سازگاری برای هر استان در جدول (۲) و همچنین، نمودارها (۱) تا (۳) ارایه شده است. بمنظور رعایت اختصار نتایج بدست‌آمده برای هر سه شاخص آسیب‌پذیری در قالب نمودار (۱) ارایه شده‌است. همچنین،، با توجه به این‌که شاخص ترکیبی نیز خود به‌صورت میانگین سه جز می‌باشد لذا، از همین نمودار برای ارائه استنباط در خصوص مقدار شاخص ترکیبی نیز استفاده شده است. زیرا مقادیری که برای شاخص ترکیبی بدست آمده است در واقع برابر با یک سوم مجموع سه جزئی است که در نمودار مشاهده می شود.

نتیجه محاسبه شاخص آسیب‌پذیری (ظرفیت تطبیقی) در برابر تغییرات اقلیم برای استان‌های ایران در نمودار (۱) آمده است. از نتایج بدست آمده از جدول (۲) و نمودار (۱) مشخص می‌شود که محدوده شاخص آسیب‌پذیری(ظرفیت تطبیقی) دربرابر تغییرات اقلیم از ۰/۱۷۷ تا ۰/۶۵۵ می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود به ترتیب استان‌های زنجان (۰/۱۷۷)، اردبیل(۰/۲۸۳) و کردستان (۰/۲۸۵) دارای کم‌ترین ظرفیت تطبیقی و استان‌های البرز (۰/۶۵۵)، بوشهر (۰/۶۵۲) و خوزستان (۰/۶۰۹) نیز به ترتیب دارای بیش‌ترین (بالاترین) ظرفیت انطباق می‌باشند. به نظر می‌رسد بر اساس این شاخص، الگوی جغرافیایی چندانی قابل تصور نیست زیرا استان‌های برخوردار مانند آذربایجان شرقی و فارس در زمره استان‌های آسیب‌پذیر قرار گرفته‌اند. این نتایج نشان می‌دهد که ممکن است برخی از استان‌ها در مورد برخی از متغیرهای کشاورزی فارغ از شرایط کلان استان دارای شرایط بهتری نسبت به دیگر استان‌ها باشند. نکته احتمالی در مورد این شاخص آن است که معمولاً با افزایش مصرف نهاده کودشیمیایی در این شاخص مقدار آسیب‌پذیری نیز افزایش می‌یابد و استان‌های برخوردار معمولاً مصرف کودشیمایی بالایی دارند.

نتایج محاسبه شاخص حساسیت نیز در نمودار (۱) نشان می‌دهد که این شاخص در دامنه ۰/۲۶۶ تا ۰/۶۵۹ قرار دارد. استان‌های فارس (۰/۲۶۷)، اصفهان (۰/۲۶۸) و ایلام (۰/۳۴۶) به ترتیب کم‌ترین آسیب‌پذیری (حساسیت) و بوشهر (۰/۶۵۹)، خراسان شمالی (۰/۵۷۵) و زنجان (۰/۵۵۹) نیز به ترتیب بالاترین(بیش‌ترین) آسیب‌پذیری (حساسیت) را نسبت به بقیه استان‌ها دارند. همان‌گونه که پیش‌تر هم مشخص شد متغیرهای این گروه عمدتاً ناظر بر متغیرهای عملکرد محصولات است و لذا، می‌تواند تفاوت بهره‌وری میان استان‌ها را در مناطق روستایی نشان دهد. برخلاف شاخص ظرفیت تطبیقی، استان‌های برخوردار بویژه در حوزه کشاورزی در زمره استان‌های کم‌ترآسیب‌پذیر قرار دارند. محاسبه ضریب همبستگی این دو شاخص نیز نشان داد همبستگی بین دو شاخص در حدود ۰/۱۰– قرار دارد.

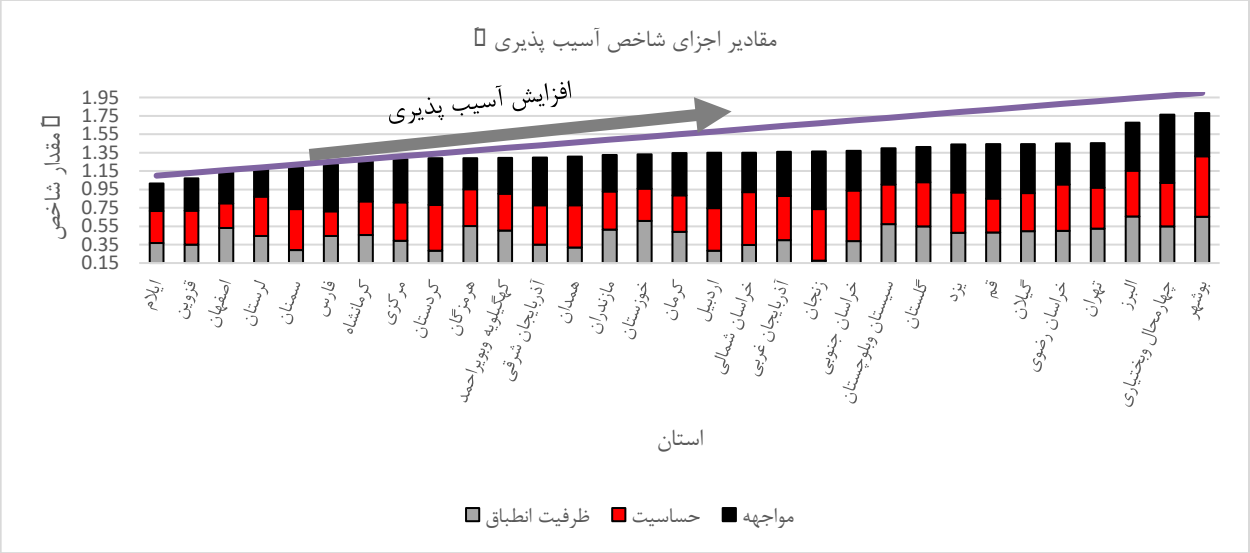
نتایج بدست‌آمده برای شاخص مواجهه (در معرض قرارگرفتن) نیز همان‌گونه که در نمودار (۱) آمده است در دامنه ۰/۷۳۸–۰/۲۹۹ نوسان می‌کند و کم‌ترین مقدار آن به ترتیب مربوط به استان‌های ایلام (۰/۲۹۹)، لرستان (۰/۳۰۸) و هرمزگان (۰/۳۳۹) و بالاترین مقدار آن نیز به ترتیب به استان‌های چهارمحال‌وبختیاری(۰/۷۳۸)، زنجان (۰/۶۲۸) و اردبیل(۰/۶۰۳) اختصاص دارد. مشابه دو شاخص قبل در اینجا نیز الگوی جغرافیایی مشاهده نمی‌شود. این شاخص که مبتنی بر متغیرهای آب و هوایی است در واقع، نشان می‌دهد که تغییرات متغیرهای آب و هوایی دارای الگوی جغرافیایی خاصی نیست و در تمام استان‌ها اعم از میانگین بارندگی بالا و پایین در سطوح گوناگون آسیب‌پذیری مشاهده می‌شود. همچنین،، محاسبه مقادیر ضریب همبستگی نشان داد این شاخص با شاخص ظرفیت تطبیقی همبستگی منفی در حدود ۰/۲ دارد و این همبستگی با شاخص حساسیت مثبت و در سطح ۰/۳ قراردارد.

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های آسیب‌پذیری، آمادگی و سازگاری در میان استان‌های ایران (روش غیر وزنی)

استان	آسیب پذیری				آمادگی	سازگاری
	ظرفیت تطبیقی	حساسیت	مواجهه	شاخص ترکیبی آسیب پذیری	شاخص آمادگی	نمره‌ی نهایی
آذربایجان شرقی	۰/۳۴۹	۰/۴۲۹	۰/۵۱۸	۰/۴۳۲	۰/۴۶۷	۰/۵۱۸
آذربایجان غربی	۰/۳۹۷	۰/۴۸۲	۰/۴۷۹	۰/۴۵۳	۰/۵۳۷	۰/۵۴۲
اردبیل	۰/۲۸۳	۰/۴۶۳	۰/۶۰۳	۰/۴۴۹	۰/۵۲۷	۰/۵۳۹
اصفهان	۰/۵۳۱	۰/۲۶۸	۰/۳۴۹	۰/۳۸۳	۰/۵۳۰	۰/۵۷۳
البرز	۰/۶۵۵	۰/۵۰۰	۰/۵۲۱	۰/۵۵۹	۰/۵۸۳	۰/۵۱۲
ایلام	۰/۳۶۹	۰/۳۴۶	۰/۳۰۰	۰/۳۳۸	۰/۴۱۴	۰/۵۳۸
بوشهر	۰/۶۵۲	۰/۶۵۹	۰/۴۷۰	۰/۵۹۴	۰/۳۶۴	۰/۳۸۵
تهران	۰/۵۲۵	۰/۴۴۵	۰/۴۸۴	۰/۴۸۴	۰/۷۳۵	۰/۶۲۵
چهارمحال وبختیاری	۰/۵۴۸	۰/۴۷۵	۰/۷۳۸	۰/۵۸۷	۰/۴۲۱	۰/۴۱۷
خراسان جنوبی	۰/۳۸۷	۰/۵۵۳	۰/۴۲۸	۰/۴۵۶	۰/۵۱۲	۰/۵۲۸
خراسان رضوی	۰/۵۰۰	۰/۵۰۳	۰/۴۴۸	۰/۴۸۴	۰/۴۹۷	۰/۵۰۶
خراسان شمالی	۰/۳۴۵	۰/۵۷۵	۰/۴۳۰	۰/۴۵۰	۰/۴۳۸	۰/۴۹۴
خوزستان	۰/۶۰۹	۰/۳۵۱	۰/۳۷۰	۰/۴۴۳	۰/۴۰۷	۰/۴۸۲
زنجان	۰/۱۷۷	۰/۵۵۹	۰/۶۲۸	۰/۴۵۴	۰/۵۶۲	۰/۵۵۴
سمنان	۰/۲۹۰	۰/۴۴۶	۰/۴۵۱	۰/۳۹۵	۰/۵۷۹	۰/۵۹۲
سیستان وبلوچستان	۰/۵۷۳	۰/۴۳۳	۰/۳۹۲	۰/۴۶۶	۰/۲۰۲	۰/۳۶۸
فارس	۰/۴۴۵	۰/۲۶۷	۰/۵۰۹	۰/۴۰۷	۰/۴۸۹	۰/۵۴۱
قزوین	۰/۳۵۱	۰/۳۶۶	۰/۳۵۲	۰/۳۵۶	۰/۵۶۰	۰/۶۰۲
قم	۰/۴۸۲	۰/۳۷۱	۰/۵۹۰	۰/۴۸۱	۰/۴۳۲	۰/۴۷۵
کردستان	۰/۲۸۵	۰/۴۹۶	۰/۵۰۹	۰/۴۳۰	۰/۴۵۳	۰/۵۱۱
کرمان	۰/۴۸۸	۰/۳۹۷	۰/۴۶۰	۰/۴۴۸	۰/۴۱۰	۰/۴۸۱
کرمانشاه	۰/۴۵۶	۰/۳۶۳	۰/۴۵۸	۰/۴۲۶	۰/۵۱۷	۰/۵۴۵
کهگیلویه و بویراحمد	۰/۵۰۴	۰/۳۹۹	۰/۳۹۱	۰/۴۳۱	۰/۳۴۱	۰/۴۵۵
گلستان	۰/۵۴۸	۰/۴۸۰	۰/۳۸۵	۰/۴۷۱	۰/۴۱۶	۰/۴۷۳
گیلان	۰/۴۹۶	۰/۴۱۵	۰/۵۳۳	۰/۴۸۱	۰/۵۵۴	۰/۵۳۶
لرستان	۰/۴۴۳	۰/۴۳۰	۰/۳۰۹	۰/۳۹۴	۰/۵۱۸	۰/۵۶۲
مازندران	۰/۵۱۵	۰/۴۱۳	۰/۳۹۷	۰/۴۴۲	۰/۶۱۰	۰/۵۸۴
مرکزی	۰/۳۹۳	۰/۴۱۸	۰/۴۷۰	۰/۴۲۷	۰/۵۰۵	۰/۵۳۹
هرمزگان	۰/۵۵۳	۰/۳۹۹	۰/۳۳۹	۰/۴۳۰	۰/۳۶۸	۰/۴۶۹
همدان	۰/۳۱۹	۰/۴۶۰	۰/۵۲۷	۰/۴۳۵	۰/۵۱۲	۰/۵۳۹
یزد	۰/۴۷۸	۰/۴۳۹	۰/۵۲۴	۰/۴۸۰	۰/۶۰۵	۰/۵۶۲

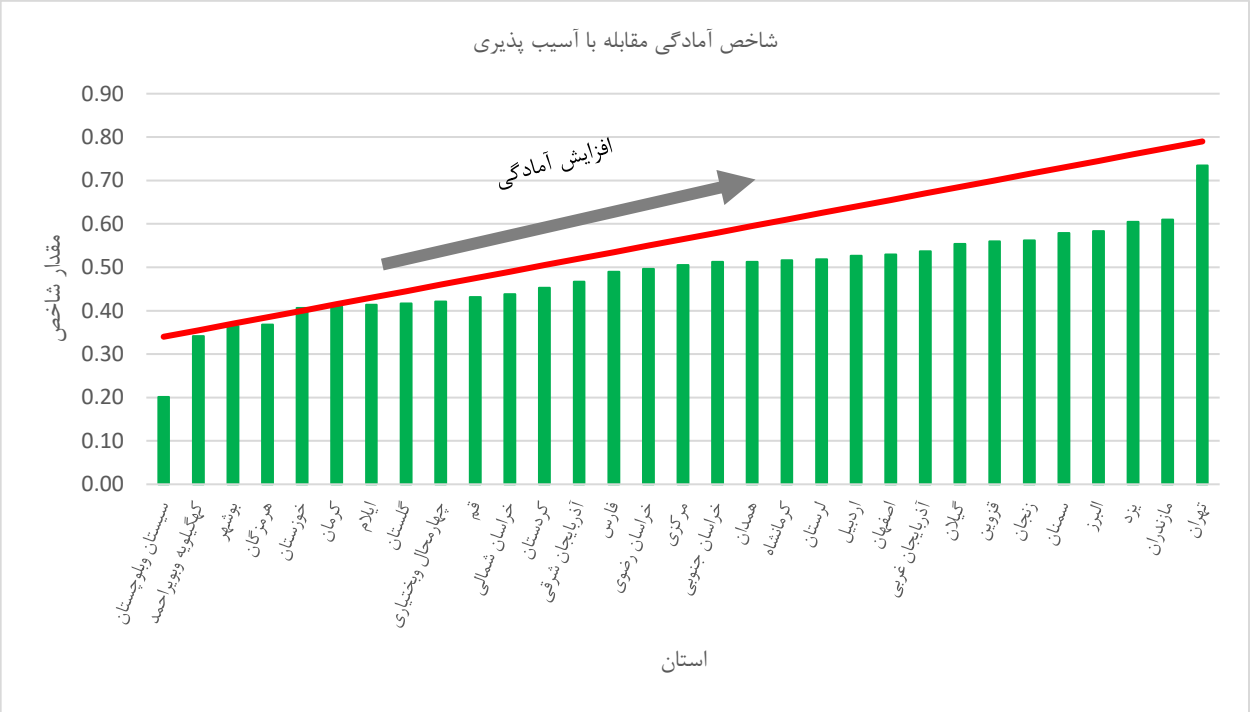
شاخص آسیب‌پذیری ترکیبی (کل) که میانگین حسابی سه شاخص ظرفیت تطبیقی، حساسیت و مواجهه است در دامنه ۰/۵۹۳- ۰/۳۳۸ قرار دارد که در مقایسه با سه شاخص پیشین دامنه نوسان کم‌تری نشان می‌دهد و این تلویحاً به معنی آن است که تمام استان‌ها حداقل در برخی از شاخص‌ها آسیب‌پذیری بالاتری دارند. کم‌ترین آسیب‌پذیری به ترتیب متعلق به استان‌های ایلام، قزوین و اصفهان و بالاترین آسیب‌پذیری به‌ترتیب به بوشهر، چهارمحال و بختیاری و البرز تعلق دارد. در مجموع می‌توان گفت حدود یک سوم از استان‌های کم‌تر آسیب‌پذیر را استان‌های کم‌تر برخوردار تشکیل می‌دهند و استان‌های بزرگ و برخوردار عمدتاً در نیمه آسیب‌پذیرتر قرار دارند. از آن جمله می‌توان به استان‌های تهران، مازندران، خوزستان، خراسان رضوی و گیلان اشاره کرد. محاسبه‌ی ضریب هم‌بستگی نیز نشان‌داد هم‌بستگی شاخص ترکیبی با سه شاخص دیگر در دامنه ۰/۶-۰/۵۲ قرار دارد و لذا، هیچ یک از سه جزء به

تنهایی قادر به اثرگذاری قابل ملاحظه بر آسیب پذیری کل نمی‌باشند.



نمودار ۱- اجزای شاخص آسیب‌پذیری

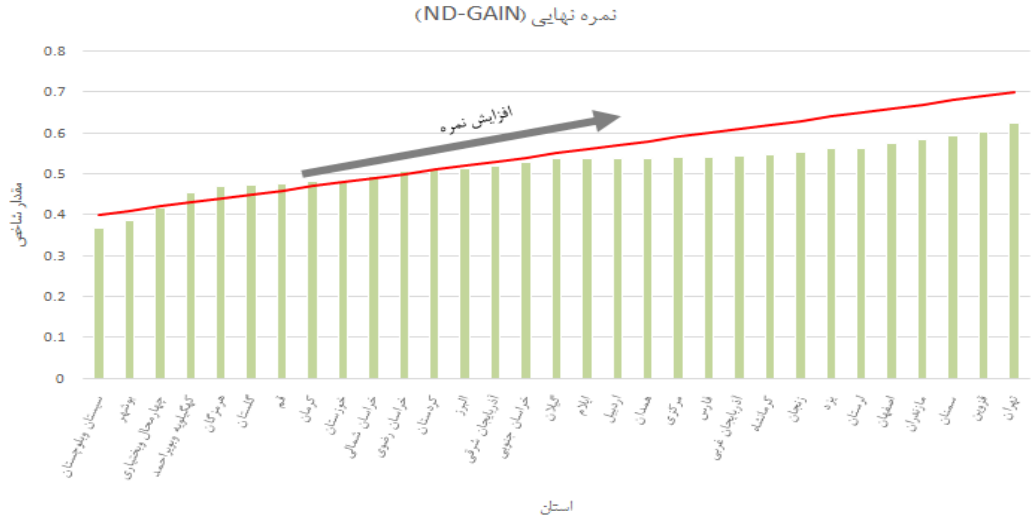
نمودار (۲) نیز نتایج حاصل از محاسبه شاخص آمادگی را برای استان‌ها نشان می‌دهد که مقدار شاخص آمادگی بین ۰/۷۳-۰/۲۰ قرار دارد و استان‌های سیستان و بلوچستان، کهگیلویه‌وبویراحمد و بوشهر دارای کم‌ترین آمادگی و استان‌های تهران، مازندران و یزد نیز به‌ترتیب بالاترین نمره آمادگی را دارند. آن‌چه پیش‌تر با عنوان برخورداری استان‌ها عنوان شد در این نمودار مشاهده می‌شود. به این ترتیب که استان‌های برخوردار از نظر سطح آمادگی عمدتاً در نیمه بالاتر نمودار مشاهده می‌شوند و افزایش آمادگی دارای شیب ملایمی می‌باشد. البته، استان تهران دارای اختلاف قابل‌ملاحظه با سایر استان‌ها می‌باشد. در عین‌حال الزاماً توزیع جغرافیایی مشهود وجود ندارد.



نمودار ۲- شاخص آمادگی مقابله با آسیب‌پذیری

نتایج محاسبه نمره نهایی مواجه با آسیب‌پذیری یا سازگاری در نمودار(۳) آمده است. همان‌گونه که دیده می‌شود به‌ترتیب استان‌های سیستان و بلوچستان، بوشهر و چهارمحال‌وبختیاری دارای نمره نهایی (سازگاری) کم‌تر و هم‌چنین، استان‌های تهران، قزوین، سمنان نیز به ترتیب بیش‌ترین نمره نهایی(سازگاری) را دارند. باتوجه به این‌که استان‌های یادشده دارای آسیب‌پذیری زیاد و آمادگی کم بودند

کم‌ترین نمره نهایی (سازگاری) را به خود اختصاص داده‌اند. استان‌های قزوین و سمنان نیز به‌دلیل آمادگی بالا و آسیب‌پذیری کم‌تر جزو استان‌های با دارای نمره نهایی (سازگاری) بالا قرارگرفتند، اما استان تهران هم دارای آسیب‌پذیری بالا و هم دارای آمادگی بالا می‌باشد.



نمودار ۳- نمره نهایی مواجه با آسیب‌پذیری (ND-GAIN)

نتایج روش فازی

در این بخش نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های آسیب پذیری، آمادگی و سازگاری به روش فازی ارایه شده است. نتایج این قسمت از محاسبات نیز در جدول (۳) و نمودارهای (۴) تا (۶) آمده است. در این بخش نتایج به‌صورت مقایسه با روش نخست تحلیل شده است و بمنظور رعایت اختصار تنها بر روی تفاوت‌های مشاهده شده در رتبه‌بندی دو روش تمرکز می‌کنیم. افزون بر این مقادیر شاخص‌های محاسبه‌شده از دو روش در قالب نقشه جغرافیایی ارایه شده است.

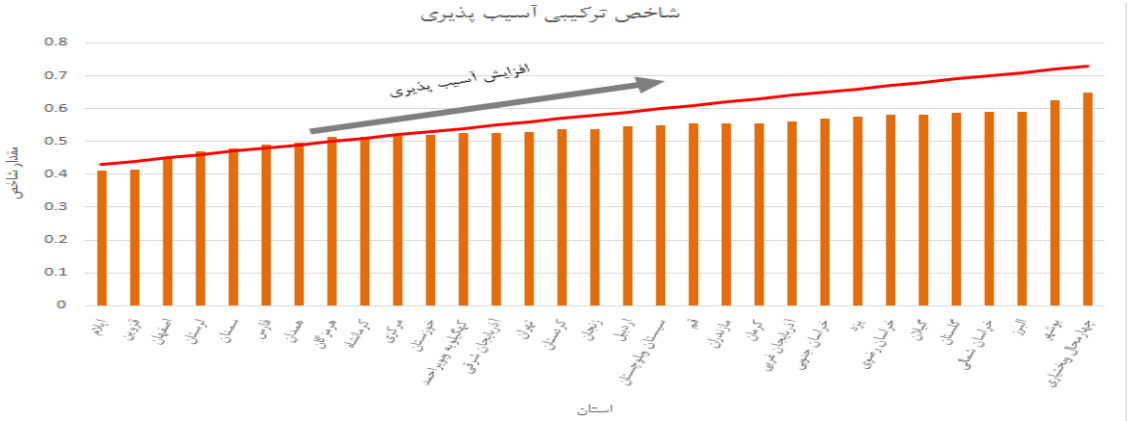
جدول ۳- مقادیر شاخص‌های آسیب‌پذیری، آمادگی و سازگاری در میان استان‌های ایران (روش فازی)

استان	شاخص آسیب‌پذیری	شاخص آمادگی	شاخص سازگاری	استان	شاخص آسیب‌پذیری	شاخص آمادگی	شاخص سازگاری
آذربایجان شرقی	۰/۵۳	۰/۳۲	۰/۴۰	فارس	۰/۴۹	۰/۳۲	۰/۴۱
آذربایجان غربی	۰/۵۶	۰/۳۳	۰/۳۹	قزوین	۰/۴۲	۰/۳۵	۰/۴۷
اردبیل	۰/۵۵	۰/۳۳	۰/۳۹	قم	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۴۰
اصفهان	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۴۶	کردستان	۰/۵۴	۰/۲۷	۰/۳۷
البرز	۰/۵۹	۰/۳۹	۰/۴۰	کرمان	۰/۵۶	۰/۲۷	۰/۳۶
ایلام	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۴۴	کرمانشاه	۰/۵۱	۰/۳۴	۰/۴۱
بوشهر	۰/۶۲	۰/۲۰	۰/۲۹	کهگیلویه وبویراحمد	۰/۵۲	۰/۲۰	۰/۳۴
تهران	۰/۵۳	۰/۸۴	۰/۶۵	گلستان	۰/۵۹	۰/۲۸	۰/۳۵
چهارمحال وبختیاری	۰/۶۵	۰/۲۸	۰/۳۲	گیلان	۰/۵۸	۰/۳۶	۰/۳۹
خراسان جنوبی	۰/۵۷	۰/۳۴	۰/۳۹	لرستان	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۴۳
خراسان رضوی	۰/۵۸	۰/۳۳	۰/۳۷	مازندران	۰/۵۶	۰/۴۲	۰/۴۳
خراسان شمالی	۰/۵۹	۰/۲۹	۰/۳۵	مرکزی	۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۴۰
خوزستان	۰/۵۲	۰/۲۴	۰/۳۶	هرمزگان	۰/۵۱	۰/۲۱	۰/۳۵
زنجان	۰/۵۴	۰/۳۹	۰/۴۳	همدان	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۴۲
سمنان	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۴۸	یزد	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۴۳
سیستان وبلوچستان	۰/۵۵	۰/۱۲	۰/۲۹				

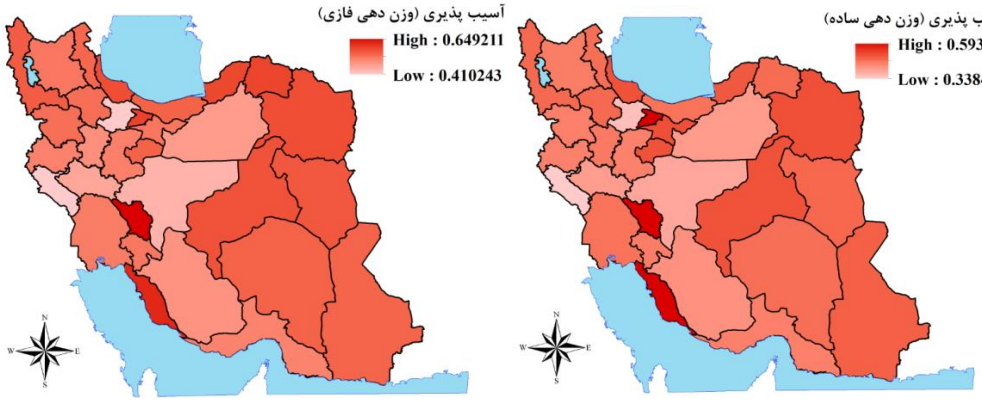
مأخذ: یافته‌های پژوهش

در مورد شاخص آسیب‌پذیری ضریب همبستگی میان دو روش بیش از ۹۰ درصد بدست آمد. هم‌چنین، مشخص‌شد در مورد ۱۰ استان از مجموع ۳۱ استان یعنی حدود یک سوم، رتبه بدست آمده برای دو روش یکسان بود. این استان‌ها عبارتند از: اردبیل، اصفهان، البرز، ایلام، سمنان، فارس، قزوین، گیلان، لرستان و یزد. در مورد اغلب این استان‌ها مقدار آسیب‌پذیری در سطح پایینی قرار دارد. به

عبارت دیگر دو روش در مورد استان‌های کم‌تر آسیب‌پذیر تعارض کمی دارند. هم‌چنین،، در مورد حدود یک سوم از آن‌ها (۹ استان) تفاوت رتبه ۱ یا ۲ رتبه بود. به این ترتیب ۲۱ استان در دو روش یا دارای رتبه یکسان هستند یا حداکثر دو رتبه تفاوت دارند. بیش‌ترین تفاوت در مورد استان تهران و خراسان شمالی دیده شد که به ترتیب ۱۴ و ۱۰ رتبه تفاوت نشان دادند. البته، در مورد استان تهران مقدار آسیب‌پذیری رو به کاهش گذاشته و رتبه استان تهران از چهارمین استان آسیب‌پذیر به ۱۸امین استان تغییر یافته است، اما در مورد استان خراسان شمالی مقدار آسیب‌پذیری افزایش یافته است. بررسی دقیق‌تر نشان داد در مورد استان تهران بالا بودن عملکرد تولید غلات از مهم‌ترین دلایل بهبود رتبه و کاهش آسیب‌پذیری است. افزون بر این نوسانات پایین عوامل اقلیمی هم مؤثر است. هم‌چنین، در مورد استان خراسان شمالی به‌گونه مشخص پایین‌بودن سطح درآمد روستایی که خود ناشی از عملکرد پایین است و اشتغال بالای کشاورزی در کنار استفاده زیاد از نهاده کودشیمیایی موقعیت این استان را در شرایط مخاطره‌آمیز قرار داده است. تعلق گرفتن وزن بالا به این عوامل در روش فازی موجب تنزل رتبه استان خراسان شمالی شده است. در رتبه‌های بعدی قم و کردستان قراردارند که در مورد قم متغیرهای مقدار سطح‌زیرکشت آبی بالا و اشتغال پایین کشاورزی در کنار درآمد سرانه بالا موجب کاهش شدت آسیب‌پذیری شده است در حالی‌که در مورد کردستان همانند خراسان شمالی عملکرد پایین و مصرف بالای کودشیمیایی مقدار آسیب‌پذیری را افزایش داده است. همان‌گونه که در جدول (۳) و نمودار(۴) مشخص است با وزن دادن به متغیرها بیش‌ترین آسیب‌پذیری به ترتیب به چهارمحال‌وبختیاری، بوشهر و البرز تعلق گرفته است وکم‌ترین آسیب‌پذیری نیز به ترتیب متعلق به ایلام، قزوین و اصفهان می باشد.



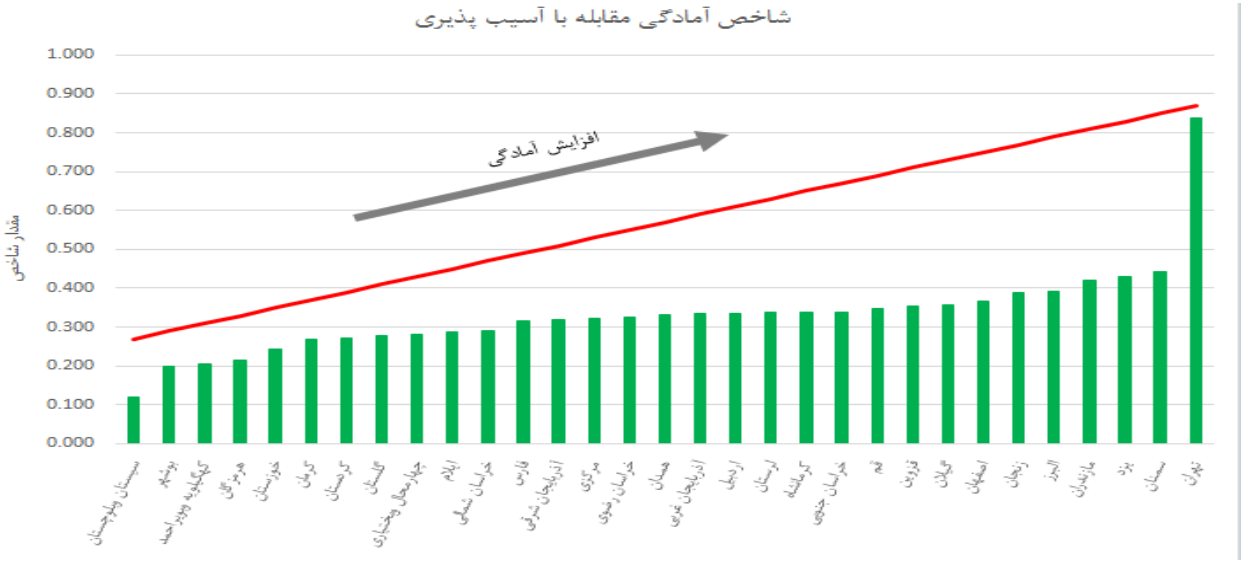
نمودار ۴- شاخص آسیب‌پذیری (روش فازی)



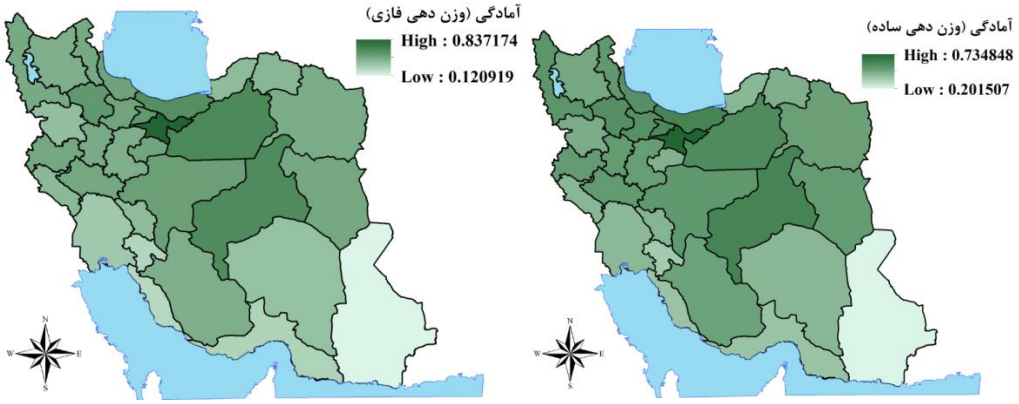
شکل ۱- توزیع جغرافیایی شاخص آسیب‌پذیری بر اساس روش وزن‌دهی ساده و فازی

در مورد شاخص آمادگی نیز ضریب هم‌بستگی میان دو روش بیش از ۸۷ درصد بدست آمد. هم‌چنین، در مورد ۱۳ استان از مجموع ۳۱ استان، رتبه بدست‌آمده برای دو روش یکسان بود. این استان‌ها عبارتند از: آذربایجان شرقی، تهران، چهارمحال‌و بختیاری، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خوزستان، زنجان، سیستان‌وبلوچستان، کرمان، گلستان، گیلان، هرمزگان و یزد. هم‌چنین، در مورد حدود یک سوم از آنها (۹ استان) تفاوت رتبه ۱ یا ۲ رتبه بود. به این ترتیب ۲۲ استان در دو روش یا دارای رتبه یکسان هستند یا حداکثر دو رتبه تفاوت دارند. به‌نظر می‌رسد در مجموع تفاوت رتبه‌بندی دو روش در مورد شاخص آمادگی حتی از شاخص آسیب‌پذیری نیز کم‌تر است. بیش‌ترین تفاوت در مورد استان قم، آذربایجان‌غربی و کردستان دیده شد که به ترتیب ۱۲، ۶ و ۵ رتبه تفاوت نشان دادند که در مورد استان قم مقدار آمادگی افزایش‌یافته و رتبه استان قم از رتبه ۲۲ به رتبه ۱۰ تغییر یافته است، اما در مورد استان‌های آذربایجان‌غربی و کردستان مقدار آمادگی کاهش یافته است. بررسی عمیق‌تر استان قم نشان داد بالا بودن مقدار تحصیلات و پایین بودن ضریب جینی در این استان

در مقایسه با سایر استان‌ها از مهم‌ترین دلایل بهبود رتبه آن و افزایش آمادگی این استان است. هم‌چنین، در مورد استان آذربایجان غربی و کردستان به‌طور مشخص پایین بودن سرانه‌سرمایه‌گذاری و هم‌چنین، پایین‌بودن مقدار باسوادی زنان و مردان موقعیت این استان‌ها را در آمادگی پایین قرار داده است. نتایج محاسبه آمادگی به روش فازی که در جدول (۳) و نمودار (۵) ارایه شده است نشان می‌دهد بیش‌ترین آمادگی به ترتیب متعلق به تهران، سمنان و یزد است وکم‌ترین آمادگی نیز به ترتیب مربوط به استان‌های سیستان و بلوچستان، بوشهر و کهگیلویه‌وبویراحمد است. یکی از نکات بسیار دارای اهمیت فاصله تهران با سایر استان‌ها می‌باشد. در حالی‌که نمره آمادگی تمامی استان‌ها به جز تهران در دامنه ۰/۴۴-۰/۱۲ قرار دارد، این نمره برای تهران حدود ۰/۸۴ است. به بیان دیگر تهران از ۸۴ درصد بالاترین آمادگی ممکن در ایران برخوردار است و این آمادگی در مورد استان سیستان‌وبلوچستان تنها به ۱۲ درصد می‌رسد. نقشه جغرافیایی نیز نشان می‌دهد در روش فازی به‌گونه نسبی آمادگی استان‌های واقع در شمال غربی اندکی کاهش یافته است (شکل ۲).

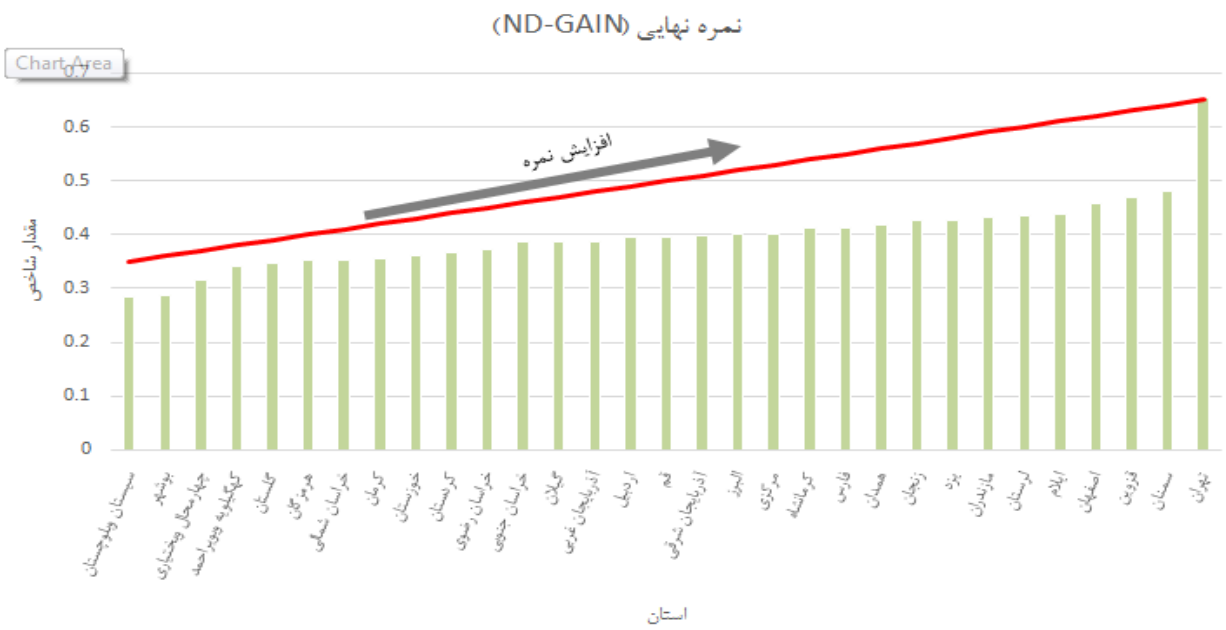


نمودار ۵- شاخص آمادگی مقابله با آسیب‌پذیری

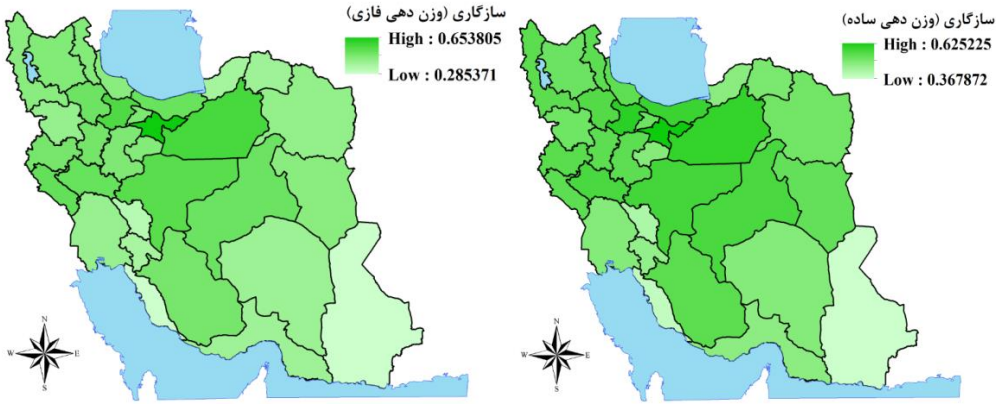


شکل ۲- توزیع جغرافیایی شاخص آمادگی بر اساس روش وزن‌دهی ساده و فازی

در رابطه با نمره نهایی مواجه با آسیب‌پذیری (ND-GAIN) که با عنوان شاخص سازگاری ارایه شده است نیز ضریب هم‌بستگی ۸۶/۸ درصد بدست آمد و مشخص شد ۱۰ استان از مجموع ۳۱ استان دارای رتبه‌ی یکسان در دو روش می‌باشند و ۱۵ استان دیگر (تقریباً نصف استان‌ها) دارای اختلاف رتبه ۱ تا ۳ هستند. بیش‌ترین تفاوت رتبه نیز متعلق به استان‌های ایلام (۱۰)، قم (۹) و آذربایجان‌غربی (۸) می‌باشد. در خصوص استان ایلام بهبود شاخص آمادگی در روش فازی موجب بهبود رتبه آن شده است. در حالی‌که در مورد استان قم بهبود قابل‌ملاحظه شاخص آمادگی در حالی موجب بهبود سازگاری شده است که روش فازی آسیب‌پذیری آن را بالاتر ارزیابی می‌کند. در مورد استان آذربایجان غربی نیز روش فازی به‌گونه‌ای محسوس آمادگی پایینی ارزیابی کرده است. همان‌گونه که در جدول (۳) و نمودار (۶) آمده است بیش‌ترین نمره را به‌ترتیب استان‌های تهران، سمنان، قزوین و کم‌ترین نمره را استان‌های سیستان‌و بلوچستان، بوشهر، چهارمحال‌و بختیاری دارند. بر اساس نقشه جغرافیایی نیز اختلاف میان استان‌ها از نظر آمادگی در روش غیروزنی بالاتر دیده می‌شود در حالی‌که روش فازی تفاوت آن‌ها را اندکی تعدیل کرده است (شکل ۳).

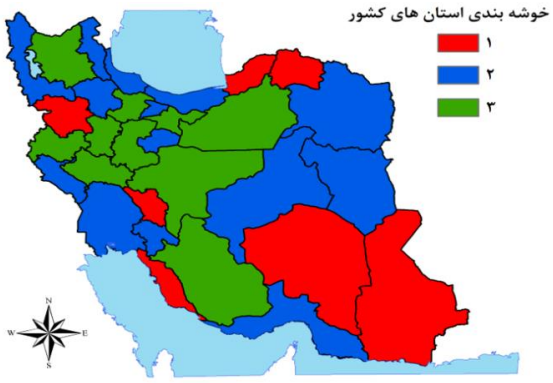


نمودار ۶- نمره نهایی (ND-GAIN) یا شاخص سازگاری به روش فازی



شکل ۳- توزیع جغرافیایی شاخص سازگاری (نمره نهایی) بر اساس روش وزن‌دهی ساده و فازی

در انتها با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای استان‌ها از نظر نمره شاخص سازگاری به سه گروه تقسیم شدند. لازم به اشاره است که با توجه به برتری نسبی روش فازی در رتبه‌بندی از رتبه‌های بدست‌آمده از این روش استفاده شد. نتایج خوشه‌بندی در نقشه جغرافیایی شکل (۴) آمده است. به‌گونه مشخص استان‌های مرکزی ایران در رتبه بالاتری قرار دارند و استان‌های واقع در حاشیه از رتبه‌هایی پایین‌تر برخوردار هستند. به گونه‌ای که از میان ۷ استان واقع در پایین‌ترین رتبه، ۵ استان در نوار مرزی هستند. از نکات دارای اهمیت آن است که استان‌های نوار شمالی ایران در زمره استان‌های آسیب‌پذیرتر قرار گرفته‌اند. از دیگر نکات قابل توجه آن است که برخی از استان‌های غربی که محروم تلقی می‌شوند از نظر آسیب‌پذیری در مقایسه با سایر استان‌ها شرایط بهتری دارند.



شکل ۴- گروه‌بندی استان‌ها بر اساس شاخص سازگاری

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

روند موجود داده‌های دما (۲۴) و بارندگی ایران (۳) حاکی از جدی بودن تغییر اقلیم در ایران است. شواهد موجود جهانی نیز آسیب‌پذیری (۲۱) و به‌گونه مشخص آسیب‌پذیری کشاورزی کشورهای در حال توسعه را گوشزد می‌کند (۳۸). در چنین شرایطی کنکاش موقعیت ایران به دلیل تنوع اقلیمی بالا و متوسط بارندگی پایین (۴۰) بسیار دارای اهمیت است. در مجموع، آسیب‌پذیری میان استان‌ها را می‌توان در سطح بالایی ارزیابی کرد. استان‌های بوشهر، چهارمحال‌و بختیاری و البرز در زمره آسیب‌پذیرترین استان‌ها و استان‌های ایلام، قزوین و اصفهان جزو استان‌های کم‌تر آسیب‌پذیر بشمار می‌روند. در صورتی که این استان‌ها را در نظر نگیریم تفاوت میان سایر استان‌ها در هر دو روش چندان بالا نیست و لذا، تمامی استان‌ها را می‌توان آسیب‌پذیر عنوان کرد. در اینجا برای مقایسه دقیق‌تر می‌توان از وزن‌های ارایه شده توسط روش فازی استفاده کرد. در مجموع می‌توان گفت متغیرهای ایجادکننده زمینه آسیب‌پذیری در قالب دو گروه قابل تقسیم است؛ گروه نخست متغیرهای شاخص مواجهه را در بر می‌گیرد و بر اساس یافته‌ها مشخص شد متغیرهای مواجهه دارای بالاترین نقش در ایجاد تفاوت میان استان‌ها هستند. در حالی‌که این مجموعه عمدتاً متغیرهای اقلیمی مانند پراکنش بارندگی و متوسط دما را در بر می‌گیرد. لذا، می‌توان گفت بخشی مهم از زمینه آسیب‌پذیری تا حد زیادی ناشی از متغیرهای خارج از کنترل است و اقدامات مقتضی چندانی در خصوص این گروه قابل دست‌یابی نخواهد بود. گروه دوم را می‌توان شامل متغیرهایی دانست که تا حدودی قابل کنترل و تغییر است. در میان این گروه نیز مجموعه متغیرهای ناظر بر درآمد دارای اهمیت بالایی هستند. از جمله این متغیرها می‌توان به درآمد سرانه روستایی، متوسط سطح‌زیرکشت هر بهره‌بردار و مقدار عملکرد غلات منتخب اشاره کرد. تمام این متغیرها در قالب درآمد قابل تقسیم است. یافته‌هایی مشابه در مطالعه برنت (۷) در برزیل نیز مشاهده می‌شود. هم‌چنین،، متغیرهای ساختار اشتغال نیز از اهمیتی بالا برخوردارند. در همین خصوص توصیه می‌شود با انجام سرمایه‌گذاری‌های هدفمند زمینه کاهش آسیب‌پذیری استان‌های آسیب‌پذیرتر فرآهم شود.

به نظر می‌رسد برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بیش از آن‌که در مورد متغیرهای آسیب‌پذیری قدرت مانور و دامنه انتخاب داشته باشند در خصوص متغیرهای ایجاد آمادگی برای مقابله، از فرصتی بهتر برخودار هستند. در میان متغیرهای ایجاد آمادگی نیز بیش‌ترین عامل ایجادکننده تفاوت، سرمایه‌گذاری است و به‌نظر می‌رسد به همین دلیل، استان تهران دارای بالاترین سطح آمادگی است. این در حالی است که همانند مطالعه محمدخوانی و جمالی (۲۶) آسیب‌پذیری استان تهران در سطح بالایی ارزیابی شد. از دیگر متغیرهای دارای اهمیت نیز مقدار تحصیلات یا به‌گونه مشخص می‌توان گفت مقدار سرمایه انسانی است. با توجه به نقش بالای دولت در سرمایه‌گذاری در اقتصاد ایران، در این خصوص نیز توصیه می‌شود انجام سرمایه‌گذاری‌ها در میان استان‌ها از اولویت مبتنی بر ایجاد آمادگی برای مقابله با آسیب‌های ناشی از تغییر اقلیم برخوردار باشد. در همین زمینه لازم به اشاره است که در دوره ۹۵-۱۳۸۲ همواره بیش از یک چهارم و در برخی از سال‌ها حدود یک‌سوم از مجموع سرمایه‌گذاری ایران توسط دولت انجام شده است (۹).

در مجموع نیز بر اساس نمره سازگاری مشخص شد که لحاظ کردن استان‌هایی مانند استان‌های نوار شمالی در زمره استان‌های برخوردار و مقاوم در مقابل خشک‌سالی چندان دقیق نیست و استفاده از معیارهای جهانی مطرح در مطالعات (۱۲) ابعاد متفاوتی از آسیب‌پذیری را آشکار می‌کند که می‌تواند برای سیاست‌گذاری‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در همین خصوص به‌طور مشخص به استفاده از روش فازی می‌توان اشاره کرد که از قدرت تمایز و رتبه‌بندی بالایی برخوردار است. با این حال، می‌توان توصیه کرد در مطالعات آتی از متغیرها و داده‌های بیش‌تری برای انجام دقیق‌تر مطالعه استفاده کنند.

References

1- Abdelzaher DM, Martynov A, Abdelzaher AM. Vulnerability to climate change: Are innovative countries in a better position?. Research in International Business and Finance, 2020, 51: 101098.

2- Adger WN, Brooks N, Bentham G, Agnew M. Eriksen S. New indicators of

vulnerability and adaptive capacity. Tyndall Centre for Climate Change Research. 2004.
3- Alizadeh Choobari O, Najafi MS. Trends and changes in air temperature and precipitation over different regions of Iran. Journal of the Earth and Space Physics, 2016, 43(3): 569-584. (In Farsi)
4- Barani N, Karami A. Annual trend analysis of climate parameters of temperature and precipitation in decuple agroecology regions of Iran. Environmental Sciences, 2019, 17(4): 75-90. (In Farsi)
5- Berenger V, Verdier-Chouchane A. Multidimensional measures of well-being: Standard of living quality of life across countries. World Development, 2007, 35(7): 1259-1276.
6- Blauhut V, Stahl K, Kohn I. The dynamics of vulnerability to drought in Europe, Research and Science-Policy Interfacing, Andreu et al., (Eds), Chapter, Taylor & Francis Group, London. 2015.
7- Brant S. Assessing the vulnerability to drought in Ceara, Northeast Brazil. Retrieved from: 2007, https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/57432.
8- Busby JW, Cook KH, Vizy EK, Smith TG, Bekalo M. Identifying hot spots of security vulnerability associated with climate change in Africa. Climate Change, 2014, 124 (4): 717–731.
9- Central Bank of Iran, Available at: 2016, http://tsd.cbi.ir/Display/Content.aspx.
10- Cerioli A, Zani S. A fuzzy approach to the measurement of poverty. In Income and wealth distribution, inequality and poverty (pp. 272-284). Berlin, Heidelberg: Springer. 1990.
11- Changnon SA, Kunkel KE, Pielke JR, Changnon SA. Temporal fluctuations in weather and climate extremes that cause economic and human health impacts: A review. Bulletin of American Meteorological Society, 1999, 80: 1077-1098.
12- Chen C, Noble I, Hellmann J, Coffee J, Murillo M, Chawla N. University of Notre Dame Global Adaptation Index Country Index Technical Report. Retrieved from: 2015,https://gain.nd.edu/assets/254377/nd_gain_technical_document_2015.pdf.
13- Chiappero Martinetti E. Standard of living evaluation based on Sen's Approach: Some methodological suggestions. Notizie di Politeia, 1996, 12(43/44): 37–53.
14- Downing TE, Butterfield R, Cohen S, Huq S, Moss R, Rahman A, Sokona Y, Stephen L. Vulnerability indices: Climate change impacts and adaptation. United Nations Environment Program, Policy Series 3. New York: United Nations. 2001.
15- Ekrami M, Fathimarj A, Barkhordari J. Assessment agricultural drought vulnerability in arid and s-arid climates using GIS and AHP, A case study for Taft Township, Yazd province, Iran. Journal of Irrigation and Water Engineering, 2015, 20: 107-117. (In Farsi)
16- Eshetu F, Guye A. Determinants of rural households' vulnerability to food insecurity in Gamo Gofa Zone, Southern Ethiopia. Retrieved from: 2020, https://www.researchgate.net/publication/340990952_Determinants_of_Rural_Households'_Vulnerability_to_Food_Insecurity_in_Gamo_Gofa_Zone_Southern_Ethiopia.
17- Hosseini M, Sharifzadeh A. A narrative of the vulnerability of rural and nomadic communities as a result of drought crisis in Kerman province. National Conference on Sustainable Rural Development, Kermanshah, 2009, 1-23. (In Farsi)
18- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Fifth Assessment Report - Impacts, Adaptation and vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, London. 2014.
19- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Fifth Assessment Report - Impacts, Adaptation and vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
Iranian Meteorological Organization. (2016). 2014. <http://www.irimo.ir/eng/index.php>
20- Johnson RA, Wichern DW. Applied Multivariate Statistical Analysis. 6th Ed. New Jersey. Pearson Prentice Hall. 2012.
21- Kemfert C. Climate Protection Requirements–the Economic Impact of Climate Change. In Handbook Utility Management Springer, Berlin: Heidelberg. 2008, 725-739.
22- Kovats RS, Valentini R, Bouwer LM. Europe. In: Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J. (Eds.), Climate Change 2014: Impacts,

Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014, pp. 1267–1326.
23- Mahboobi M, Shamkouiyan S, Abdollazadeh G. Measurement the farmer's vulnerability and readiness for facing with drought conditions, Case: Kashmar County. Geographic Space, 2018, 62: 171-190. (In Farsi)
24- Malakootikhah Z, Farajzadeh Z. The effect of climate change on economic growth in Iran. Journal of Agricultural Economics and Development, 2020, 34(2): 223-238
25- Mander WJ. Dictionary of global climatic change. 2nd Revised Ed. London: VCL Press. 1994.
26- Mohammadkhani M, Jamali S. Iran's vulnerability assessment to climate change. Dam and Hydroelectric Power Plant, 2015, 2(4): 54-65. (In Farsi)
27- Momeni S, Zibaei M. The potential impacts of climate change on the agricultural sector of Fars province. Journal of Agricultural Economics and Development, 2013, 27(3): 169-179. (In Farsi)
28- Monterroso-Rivas AI, Conde-Álvarez AC, Pérez-Damian JL, López-Blanco J, Gaytan-Dimas M, Gómez-Díaz JD. Multi-temporal assessment of vulnerability to climate change: Insights from the agricultural sector in Mexico. Climatic Change, 2018, 147(3-4), 457-473.
29- Nardo M, Saisana M. Saltelli A. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Organization for Economic Co-operation and Development, Paris. 2008.
30- Nasrnia F, Zibaei M. Determination farmers' vulnerability patterns to drought in Iran: case study of Bakhtaran basin. Journal of Agricultural Economics Research, 2017, 34:1-37. (In Farsi)
31- Nasrnia F, Zibaei M, Bakhshoodeh M. Vulnerability of farmers in Bakhtaran basin before and after drought: econometric approach. Agricultural Economics, 2017, 12(3): 47-71. (In Farsi)
32- Neset TS, Wiréhn L, Opach T, Glaas E, Linnér BO. Evaluation of indicators for agricultural vulnerability to climate change: The case of Swedish agriculture. Ecological Indicators, 2019, 105, 571-580.
33- Pytric R, Frank E, Alfons OL, Rik L. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses. European Journal of Agronomy, 2010, 32: 91-102.
34- Reidsma P, Ewert F, Lansink AO, Leemans R. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses. European Journal of Agronomy, 2010, 32(1), 91-102.
35- Sarkodie SA, Strezov V. Economic, social and governance adaptation readiness for mitigation of climate change vulnerability: Evidence from 192 countries. Science of the Total Environment, 2019, 656: 150-164.
36- SPSS Inc. SPSS 11.0 Guid to Data Analysis, Prentice Hall, NJ. 2002.
37- Statistical Center of Iran, Available at: 2013, https://www.amar.org.ir.
38- Stern N. The economics of climate change: The Stern review. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. 2007.
39- Sullivan C, Meigh J. Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated index approach: The example of the climate vulnerability index. Water Science and Technology, 2005, 51(5): 69-78.
40- UNFCCC (United Nation Framework Convention on Climate Change), Iran (Islamic Republic of): Intended Nationally Determined Contribution. Available at: 2015, http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx