

Development and validation of appropriate indicators to assess the vulnerability of agricultural areas in drought

NARGES KEFAYATI ¹, KHALIL GHORBANI ^{*2}, GHOLAMHOSSEIN ABDOLLAHZADEH³

1, PhD Student of Irrigation and Drainage, Water Engineering Group, College of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2, Associated Professor, Water Engineering Group, College of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran

3, Associated Professor, Agricultural Extension and Education Group, Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

(Received: Jan. 5, 2020- Accepted: Dec. 29, 2020)

ABSTRACT

Although many indicator-based vulnerability assessing tools for agriculture have been developed in the last decades, considerably less effort has been put on their validation. The aim of this study was to identify and validate appropriate indicators to assess the vulnerability of agricultural areas in drought conditions in Golestan province. In the first stage, by examining the literature on vulnerability in drought conditions, 64 indicators in three dimensions of "exposure", "sensitivity" and "adaptability" were developed and selected. In order to be judged, 30 experts were selected from among the faculty members of the Departments of Water Engineering, Agriculture and Plant Breeding, Agricultural Extension and Education and Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, and experts from the Water Engineers Company. In order to reach the collective agreement of the sample experts and to determine the validity level of the indicators, the average statistics, standard deviation and coefficient of variation were calculated for each of the indicators. To test the hypothesis that the score of the desired indicators is higher than the average, a sample t-test was used. The results showed that, except for one indicator, all other indicators were suitable by experts to assess the vulnerability of agricultural areas in drought conditions.

Keywords: Vulnerability indicators, regional vulnerability, exposure, sensitivity, compatibility.

Introduction

Agriculture is a very complex activity and involves risks or dangers, one of which is the occurrence of drought. When drought begins, the agricultural sector is typically the first to be affected, as drought reduces soil moisture and air, environmental thirst, and reduces the production and yield of agricultural products; Based on this, it can be concluded that drought is a major threat to households and communities that depend on the agricultural sector for livelihood. Drought vulnerability is a function of the nature, size and extent of drought for the system to which it is exposed and its sensitivity and adaptability. Vulnerability to drought is a good measure of the potential for drought losses. Although many studies and researches have been done in the field of drought and its effects inside and outside the country, but at the same time, in none of the previous studies, validation of drought vulnerability indicators has been developed based on an accurate scientific method and statistical techniques. Not strong. The present study seeks to evaluate the validity of suitable indicators for measuring drought vulnerability by scientific method.

Theoretical Framework

The scientific origins of the vulnerability go back to natural and geographical hazards, but today the concept is found in numerous researches such as ecology, medicine, food security, sustainable development, geological changes and climate change. The concept of vulnerability was first used by Okiev and his colleagues (1976). Vulnerability is a dynamic process and many definitions of vulnerability have been proposed. The International Convention on Climate Change (IPCC) defines vulnerability as such, a vulnerability refers to a set of features in which a system is unable to overcome the effects of climate change and its effects. Vulnerability to drought means assessing the threat of drought hazards. A well-known and validated model for vulnerability assessment by the Board of Trustees (IPCC) is presented which results from the performance of three components.

Methodology

In the first step, 64 indicators were selected and reviewed in the context of drought vulnerability in three dimensions of "exposure", "sensitivity" and "compatibility". Subject to the judgment of 30 expert experts selected from among the scientific members of the departments of water engineering, agronomy and plant breeding, extension and training of agriculture and agricultural economics, and experts from the company of active engineers in the field of water. In order to reach the consensus of the sample experts and determine the validity of the indices, mean statistics, standard deviation and coefficient of variation were calculated for each of the indices. One-sample t-test was used to test the hypothesis that the scores of the indices were above average.

Discussion

Table (2) shows the calculated descriptive statistics for the exposure dimension. According to the table, it can be seen that except for one index, the average score for all indicators in this dimension of drought vulnerability is more than 5 and 18 indicators of this set of 19 indicators in this dimension are considered appropriate by respondents and the coefficient of variation Also, less than 0.4 has been obtained for all indicators. Table (3) shows the calculated descriptive statistics related to the sensitivity dimension. According to Table (3), it can be seen that the average score for all indicators of this dimension of drought vulnerability is more than 5 and have a low coefficient of variation. The value of t for all indicators is higher than the critical value (1.96), so all indicators related to the sensitivity dimension were considered appropriate by experts to assess drought vulnerability. According to Table (4), all indicators of this dimension have an average score of 5 and above and have a low coefficient of variation. The value of t for all indicators is greater than the critical value (1.96), so all indicators related to the adaptation dimension were considered appropriate by experts to assess drought vulnerability.

Conclusion & Suggestions

The aim of this study was to evaluate and validate drought vulnerability indices. Out of a total of 64 indicators studied, 63 indicators have been identified as appropriate and 1 index has been identified as inappropriate due to lack of necessary scores and lack of consensus among experts, specialists and local elites. Based on the obtained results, the amount of precipitation was considered as one of the effective indicators in the dimension of exposure. On the other hand, agriculture and the amount of crop production are strongly dependent on the amount of precipitation. This result means that with decreasing rainfall, vulnerability to drought increases in the region. Obviously, people who have more land and cultivate more land are more sensitive to any change in weather conditions, so this type of indicator is more important in terms of sensitivity. The most effective indicators are in terms of adaptation of indicators of education level of the population over six years and literacy rate. Literacy levels often help to acquire different information and skills to cope with drought. That is why it is so important.

تدوین و اعتبارسنجی شاخص های مناسب ارزیابی آسیب پذیری مناطق کشاورزی در شرایط خشک سالی

نرگس کفایتی^۱، خلیل قربانی^{۲*}، غلامحسین عبدالله زاده^۳

۱، دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و

منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

دانشیار، دانشکده مهندسی آب، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

(نویسنده مسئول مکاتبات)*

دانشیار، دانشکده مدیریت کشاورزی، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

گرگان، گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۱۵ - تاریخ تصویب: ۹۹/۱۰/۹)

چکیده

اگرچه ابزارهای زیادی مبتنی بر شاخص برای ارزیابی آسیب پذیری کشاورزی در دهه های گذشته توسعه یافته است، اما تلاش قابل توجهی برای اعتبارسنجی آنها انجام نشده است. بنابراین، این مطالعه با هدف شناسایی و اعتبارسنجی شاخص های مناسب برای ارزیابی آسیب پذیری مناطق کشاورزی در شرایط خشک سالی در استان گلستان انجام شده است. در مرحله اول با بررسی ادبیات موضوع در زمینه آسیب پذیری در شرایط خشک سالی تعداد ۶۴ شاخص در سه بعد "در معرض قرار گرفتن"، "حساسیت" و "سازگاری" تدوین و انتخاب شد. به منظور اعتبارسنجی در معرض قضاوت ۳۰ کارشناس خبره که از میان اعضای هیات علمی گروه های مهندسی آب، زراعت و اصلاح نباتات، ترویج و آموزش کشاورزی و اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و کارشناسان شرکت مهندسیین فعال در زمینه آب انتخاب شده بودند، قرار گرفت. به منظور دستیابی به توافق جمعی کارشناسان نمونه و تعیین سطح اعتبار شاخص ها، آماره های میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای هر کدام از شاخص ها محاسبه گردید. جهت بررسی این فرضیه که امتیاز شاخص های مورد نظر بیش تر از حد میانگین است، از آزمون t تک نمونه ای استفاده شده است. نتایج نشان داد که، به جز یک شاخص، بقیه شاخص ها از نظر کارشناسان برای ارزیابی آسیب پذیری مناطق کشاورزی در شرایط خشک سالی مناسب می باشند.

واژه های کلیدی: شاخص های آسیب پذیری، آسیب پذیری منطقه ای، در معرض قرار گرفتن،

حساسیت، سازگاری.

مقدمه

خشک سالی باعث کاهش رطوبت در خاک و هوا، تشنگی محیطی و کاهش تولید و عملکرد محصولات کشاورزی می شود؛ بر این اساس می توان استنباط کرد که خشک سالی تهدیدی بزرگ برای خانوارها و جوامعی است که برای امرار معاش به بخش کشاورزی وابسته هستند (Campbel, 2011). پدیده خشک سالی تصویری

کشاورزی فعالیتی بسیار پیچیده و در برگیرنده خطرات یا ریسک هایی است که وقوع خشک سالی یکی از آنها است (Roufeil, 2005). زمانی که خشک سالی آغاز می شود، به طور معمول، بخش کشاورزی نخستین بخشی است که تحت تأثیر قرار می گیرد، زیرا

از زمین‌های بایر، از بین رفتن محصولات زراعی و تلاش گیاهان برای زنده ماندن است. این پدیده به آهستگی و در زمان طولانی به وقوع می‌پیوندد و گاهی دوره تداوم آن پیش از چند سال است (Smith, 2000). توزیع نامناسب و نامنظم بارش منجر به خشک‌سالی شده که اثرگذاری‌های منفی را بر تولید محصول‌های کشاورزی در آینده به همراه خواهد داشت (Yin et al., 2016). شعاع تأثیر این بلای خزنده در روستاها بیش از دیگر نقاط بوده، در این بین جامعه کشاورزی بیش‌ترین پیامدهای ناشی از آن را تجربه می‌کند. از این‌رو، کشاورزان بیش‌ترین گروه آسیب‌پذیر به‌شمار می‌روند (Sharafi and Zarafshani, 2011). آسیب‌پذیری بر اثر خشک‌سالی، تابعی از ماهیت، اندازه و میزان خشک‌سالی برای سیستمی که در معرض آن قرار می‌گیرد و حساسیت و ظرفیت سازگاری با آن است (Tatli and Turkes, 2011). آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی معیار مناسبی از احتمال بروز زیان‌های ناشی از خشک‌سالی است. از این‌رو، نخستین گام برای مقابله با خشک‌سالی و تعدیل تبعات آن، شناخت و درک عمیق تبعات آن و درک ابعاد و شاخص‌های آسیب‌پذیری جهت برنامه‌ریزی برای ارتقای آستانه تاب‌آوری است (Taleshi et al., 2017).

ریشه علمی آسیب‌پذیری به مخاطره‌های طبیعی و جغرافیایی برمی‌گردد، اما امروزه این مفهوم در تحقیقات متعددی مانند اکولوژیکی، پزشکی، امنیت غذایی، توسعه پایدار، تغییرات زمین‌شناسی و تغییرات آب و هوا دیده می‌شود (Fussel, 2007). مفهوم آسیب‌پذیری برای اولین بار از سوی (Okeefe et al, 1976)، به‌کار گرفته شد. آسیب‌پذیری فرآیندی پویا است (Blauhut, 2015) و تعاریف متعددی در مورد آسیب‌پذیری ارائه شده است. مجمع بین‌الدول تغییرات آب و هوایی (IPCC)، آسیب‌پذیری را این‌گونه تعریف می‌کند، آسیب‌پذیری اشاره به مجموعه‌ای از ویژگی‌های دارد که در آن یک سیستم قادر به غلبه بر عوارض ناشی از تغییرات آب و هوایی و اثرات ناشی از آن نباشد (McCarthy, 2011). آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی، به‌معنای ارزیابی تهدید ناشی از مخاطرات خشک‌سالی می‌باشد (Deressa, 2010). مدل شناخته شده و تأیید شده برای

ارزیابی آسیب‌پذیری توسط هیئت بین‌الدول (IPCC) ارائه شده که این مدل، نتیجه عملکرد سه مؤلفه است. این سه مؤلفه عبارت‌اند از: در معرض خطر قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری سیستم^۳ برای مقابله با خطر و یا بهبود اثر خطر (Adger, 2006). در معرض قرار گرفتن، به مفهوم درجه، مدت، اندازه، بزرگی و وسعتی است که یک سیستم در تماس با خطر است و بر میزان و شدت آسیب‌پذیری اثر می‌گذارد (Kazmierczak and Handley, 2011). حساسیت عبارت از درجه‌ای که یک سیستم در معرض محرک‌های یک پدیده یا رویداد قرار می‌گیرد و به‌طور منفی یا مثبت، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. حساسیت یک سیستم با آسیب‌پذیری رابطه مستقیم دارد (Aymone and Ringler, 2011). ظرفیت سازگاری، ظرفیت سیستم برای کاهش اثرات ناشی از تنش و آشفتگی حاصل از آسیب‌پذیری است. ظرفیت سازگاری با آسیب‌پذیری رابطه معکوس دارد. بدین‌معنی که هر چه قدر توانایی سیستم برای روبرویی با مخاطرات بیش‌تر باشد، آسیب‌پذیری آن کم‌تر است (Fussel, 2007). جهت ارزیابی آسیب‌پذیری شاخص‌های زیادی تدوین و مورد استفاده قرار گرفته است (Meul et al., 2009). علی‌رغم توجه گسترده به توسعه و بکارگیری شاخص‌ها در ارزیابی آسیب‌پذیری به خشک‌سالی، تلاش‌های اندکی برای اعتبارسنجی آن‌ها صورت گرفته است (Rigby et al., 2001). معیار کلیدی در اعتبارسنجی شاخص‌ها، پاسخ به این سوال اساسی است که آیا شاخص‌ها به درستی انتخاب شده‌اند؟

شاخص در فرهنگ لغت به معنی نشانگر و نماینده تعریف شده است. شاخص‌ها، آماره‌های فردی یا ترکیبی هستند که ویژگی‌های مهم یک سیستم را منعکس می‌کنند (Hart, 1999). اصولاً یک شاخص، متغیری است که اطلاعاتی در مورد سایر متغیرها که ارزیابی آنها مشکل است، ارائه می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری مدنظر قرار گیرد (Gras et al., 1989). شاخص‌ها معمولاً کمی، کیفی و یا ترکیبی بوده که در

1. Exposure
2. Sensitivity
3. Adaptive capacity

گرفت. مقالاتی که میانگین امتیاز آن‌ها بالای ۵ بود از روش‌های دقیقی استفاده نمودند. نتایج نشان داد که پرسشنامه کیفیت اجمالی یک معیار معتبر جهت ارزیابی کیفیت مقالات است.

یکی از اولین مطالعات، در زمینه تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب از نظر فعالیت‌های آموزشی و ترویجی انجام شد. این مطالعه در فاز اول با بررسی منابع تعداد ۱۳۷ شاخص آموزشی و ترویجی، را شناسایی و برای اعتبارسنجی در معرض داوری ۱۸۰ کارشناس ترویج در ۶ استان منتخب قرار داد. سپس، در فاز دوم مطالعه، داده‌های مربوط به ۱۳۳ شاخص گردآوری، و شاخص ترکیبی محاسبه و وضعیت استان‌ها از این نظر رتبه‌بندی شد. نتایج پژوهش نشان داد که به جز چهار شاخص، بقیه شاخص‌ها از نظر داوران برای برنامه‌ریزی و ارزشیابی فعالیت‌های آموزشی و ترویجی مناسب بودند (Kalantari et al., 2006).

Kalantari et al. (2010) در تحقیقی به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های توسعه پایدار مناطق روستایی پرداختند. از این‌رو، ۱۱۲ شاخص در سه بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی تدوین و از طریق پرسشنامه در معرض قضاوت و داوری ۶۳ نفر از متخصصان دانشگاهی و سازمان‌های اجرایی قرار گرفت. برای اعتبارسنجی و دستیابی به اجماع نظر متخصصان از آماره‌های میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و آزمون من‌ویتنی استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که از مجموع ۱۱۲ شاخص مورد بررسی، ۹۸ شاخص از نظر کارشناسان به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای برنامه‌ریزی روستایی در شرایط ایران شناسایی شدند.

Abdolahzadeh et al. (2010) در مطالعه‌ای به

تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب جهت تحلیل نابرابری‌های فضایی توسعه کشاورزی در استان فارس پرداختند. در مرحله اول با مرور ادبیات در زمینه توسعه کشاورزی و شاخص‌سازی، تعداد ۹۲ شاخص در پنج بعد تدوین و انتخاب شد و جهت اعتبارسنجی در معرض قضاوت ۵۷ کارشناس خبره که از میان اعضای هیات علمی دانشکده‌های کشاورزی انتخاب شده بودند، قرار گرفت. به منظور دستیابی به توافق جمعی کارشناسان نمونه و تعیین سطح اعتبار شاخص‌ها، آماره‌های مد،

فرآیند ارزیابی به شکل عددی تبدیل شده و اطلاعات کلیدی را در مورد پدیده‌های طبیعی ارائه می‌دهند (Pepperdin, 2002). آن‌ها فراتر از داده‌های ساده بوده و تلاش دارند تا روندها یا روابط علت و معلولی را نشان دهند (Mofidi Chelan et al., 2017). دو دسته از شاخص‌ها که معمولاً در تحقیقات مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل شاخص‌های ساده و ترکیبی هستند. شاخص‌های ساده از تقسیم یک متغیر نشانگر بر یک مخرج مناسب و شاخص‌های ترکیبی از مجموع تعدادی از شاخص‌های ساده حاصل می‌شوند (Girardin et al., 1999). از یک‌طرف، این شاخص‌ها باید واجد خصوصیت‌های چون دقت، قابلیت دسترسی به موقع، جهت‌گیری عملی، قابلیت سنجش و اثبات باشند و از سوی دیگر، ارتباط کامل بین شاخص‌های مورد نظر و مسئله مورد بررسی باید مد نظر قرار گیرد (Barrera, 2002). بنابراین، شاخص‌ها به هر منظوری که به کار برده شوند، روش‌شناسی بهبود و توسعه آن‌ها باید مبتنی بر استانداردهای علمی که بیانگر یک شیوه جهت تعیین اعتبار آن‌ها است، صورت گیرد (Gilmour, 1973). محققان زیادی به ضرورت تعیین روایی برای شاخص‌ها تأکید کرده‌اند (Smith et al, 2000). بنابراین این تحقیق با هدف تدوین و تعیین روایی یا اعتبار شاخص‌های سنجش آسیب‌پذیری به خشکسالی انجام شده است.

برخی مطالعات خارجی اعتبار سنجی شاخص‌ها را به‌صورت هدفمند، مورد توجه قرار داده‌اند. از آن جمله در پژوهشی، روش‌شناسی سه مرحله‌ای برای اعتبارسنجی شاخص‌های بهبود ارزیابی پیامدهای اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه داده شده است. این رهیافت مبتنی بر اعتبارسنجی در سه مرحله، توسط گروه تحقیق، کارشناسان و سپس، سایر افراد مرتبط در اجتماع بود، که این شیوه می‌تواند قابلیت اعتماد نتایج به‌دست‌آمده را تا حد زیاد افزایش دهد (Cloquell, Ballester et al., 2006).

Oxman and Guyatt (1991)، در تحقیقی اعتبارسنجی شاخص کیفیت مقالات علمی را مورد بررسی قرار دادند. جهت ارزیابی از پرسشنامه کیفیت اجمالی استفاده نمودند. ابتدا ۳۶ مقاله توسط ۹ کارشناس با استفاده از پرسشنامه مورد ارزیابی قرار

میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای هر کدام از شاخص‌ها محاسبه گردید. نتایج نشان داد که، از دیدگاه کارشناسان و از میان ۹۲ شاخص، ۸۷ شاخص برای تحلیل نابرابری فضایی توسعه کشاورزی مناسب بوده و تنها پنج شاخص نامناسب هستند.

Taleshi et al. (2016) در تحقیقی به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب جهت ارزیابی تاب‌آوری در برابر مخاطره خشک‌سالی در حوضه حبله‌رود پرداختند. در این پژوهش معیارها و شاخص‌های مختلفی از ادبیات نظری استخراج و از طریق پرسشنامه در معرض داوری ۳۵ نفر از کارشناسان متخصص قرار گرفت. در گام آخر میانگین و انحراف معیار هر یک از شاخص‌ها محاسبه شده و شاخص‌هایی با میانگین بیش‌تر از ۳ و انحراف معیار کم‌تر از ۱ انتخاب شدند. در این پژوهش ۲۵ شاخص مناسب مورد تأیید متخصصان، کارشناسان امور اجرایی و خبرگان محلی معرفی گردید.

Mofidi Chelan et al. (2016) در تحقیقی به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های ارزیابی پایداری اجتماعی ناحیه عرفی مرتعی با تأکید بر مراتع ییلاقی سهند پرداختند. در این پژوهش، ۸۷ شاخص ارزیابی پایداری تدوین و از طریق پرسشنامه در معرض قضاوت و داوری متخصصان قرار گرفت. برای اعتبارسنجی علاوه بر آماره‌های توصیفی از آزمون کروسکال‌والیس استفاده شد و در نهایت، شاخص‌هایی که مد، میانه و میانگین آن‌ها بیش‌تر از ۳ و انحراف معیار کم‌تر از ۱ انتخاب شدند. در این پژوهش، تعداد ۵۰ شاخص از بین ۸۷ شاخص تدوین شده استخراج و در قالب ۱۳ مولفه معرفی شد که می‌توانند در ارزیابی و سنجش پایداری اجتماعی مورد استفاده قرار گیرند.

اگر چه مطالعات و پژوهش‌های زیادی در داخل و خارج کشور در زمینه خشک‌سالی و اثرات آن انجام گرفته است، ولی در عین حال در هیچ‌یک از مطالعات قبلی اقدام به تدوین اعتبارسنجی شاخص‌های آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی بر اساس یک روش علمی دقیق و مبنای فنون آماری قوی نشده است. مطالعه حاضر با روش علمی در پی بررسی اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب برای سنجش آسیب‌پذیری به خشک‌سالی است.

روش تحقیق

این مطالعه در دو مرحله انجام گرفته است. در مرحله اول با بررسی ادبیات موضوع در زمینه آسیب‌پذیری بخش کشاورزی به خشک‌سالی با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و مرور منابع مقالات مرتبط، ۶۴ شاخص در سه بعد در معرض قرار گرفتن (۱۹ شاخص)، حساسیت (۲۵ شاخص) و سازگاری (۲۰ شاخص) تدوین و انتخاب گردید. این شاخص‌ها در قالب یک پرسشنامه در مقیاس ۱ تا ۱۰ طبق چهار معیار ۱- آسان بودن نحوه محاسبه آن، ۲- شفافیت و معتبر بودن، ۳- دسترسی به داده‌های آن در سطح منطقه و ۴- ساده و قابل فهم بودن در معرض قضاوت ۳۰ کارشناس خبره که از میان اعضای هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان گروه‌های مهندسی آب، زراعت و اصلاح نباتات، ترویج و آموزش کشاورزی و اقتصاد کشاورزی و کارشناسان شرکت مهندسیین فعال در زمینه آب که به صورت هدمند انتخاب شده بودند، قرار گرفت. معیارهای انتخاب نمونه‌ها داشتن فعالیت‌های پژوهشی در زمینه مرتبط با آسیب‌پذیری، شاخص‌سازی و خشک‌سالی بود. همچنین، از دیگر معیارها دسترس‌پذیری و تمایل به پاسخگویی نیز مد نظر قرار گرفت. پس از محاسبه میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات هر یک از شاخص‌ها، میزان توافق جمعی پاسخگویان در خصوص شاخص مورد نظر مشخص شد. با توجه به اینکه امتیاز شاخص‌ها در دامنه‌ای بین ۱ تا ۱۰ تعیین شد؛ بنابراین، شاخصی که متوسط امتیاز آن بیش‌تر از ۵ به دست آمده، به عنوان شاخص مناسب و امتیاز کم‌تر از ۵ نیز به عنوان شاخص نامناسب تعیین شده است. همچنین، جهت بررسی این فرضیه که امتیاز میزان شاخص‌های مورد نظر بیش‌تر از حد میانگین (با توجه به طیف مورد استفاده در اینجا امتیاز ۵) است و از اعتبار کافی برخوردار است، از آزمون t تک‌نمونه‌ای استفاده شده است. بنابراین فرضیات زیر تدوین شد.

نقیض ادعا: شاخص مورد استفاده فاقد اعتبار $H_0: \mu_i \leq 0.5$
است (میانگین شاخص کم‌تر و مساوی از حد متوسط نمره پنج).

ادعا: شاخص مورد استفاده دارای اعتبار است $H_1: \mu_i > 0.5$

میانگین شاخص بیش تر از حد متوسط نمره پنج).

کاهش دهد. به عنوان مثال، افزایش شیب باعث می شود که آب از دسترس گیاه خارج شود و در نتیجه، در معرض قرار گرفتن خطر خشک سالی کشاورزی افزایش می یابد. جدول (۲) آماره های توصیفی محاسبه شده مربوط به بعد در معرض قرار گرفتن را نشان می دهد. با توجه به جدول مشاهده می شود که به جز یک شاخص، متوسط امتیاز حاصل برای کلیه شاخص های این بعد از آسیب پذیری خشک سالی بیش از ۵ می باشد و ۱۸ شاخص از این مجموعه شاخص های ۱۹ گانه در این بعد از نظر پاسخگویی مناسب تشخیص داده شده و ضریب تغییرات نیز برای کلیه شاخص ها کم تر از ۰/۴ به دست آمده است. ضریب تغییرات پایین، نشان دهنده این است که توافق نظر مناسبی بین پاسخگویی در خصوص میزان مناسب شاخص ها برای ارزیابی آسیب پذیری مناطق کشاورزی به خشک سالی وجود دارد. چنانچه شاخصی دارای ضریب تغییرات بالاتری نسبت به سایر شاخص ها برخوردار باشد به این مفهوم است که پاسخگویی از اتفاق نظر کمتری در خصوص میزان مناسب آن دارند. بنابراین شاخص می تواند در اولویت های بعدی از نظر ارزش و اعتبار قرار گیرد. از طرفی، مقدار t برای شاخص میزان آب ذخیره شده در منطقه، کم تر از مقدار بحرانی (۱/۹۶) است. بنابراین، فرض صفر برای این شاخص پذیرفته می شود و می توان نتیجه گرفت که شاخص مزبور برای ارزیابی آسیب پذیری خشک سالی معیار مناسبی نمی باشد. عدم دسترسی به آب ذخیره در منطقه، کشاورزی را تحت تاثیر قرار می دهد. به طوری که در شرایط خشک سالی نمی توان از آب ذخیره در منطقه استفاده نمود. وقوع خشک سالی های متمادی در منطقه منجر به افت سطح چاه و در نتیجه مشکل کم آبی می شود. از شاخص های مناسب و دارای بیشترین اجماع می توان به شاخص هایی مانند میزان بارش، دمای حداکثر، دمای حداقل، سرعت باد اشاره کرد.

جهت تحلیل به این صورت عمل می شود، مرز مشخص کننده تائید یا عدم تائید فرض صفر، مقدار آماره استاندارد در سطح ۰/۹۵ است. در این سطح اطمینان آماره استاندارد برابر با ۱/۹۶ است، به این معنی که هر شاخصی که مقدار آماره t از ۱/۹۶ کوچک تر باشد در محدوده H_0 قرار می گیرد و هر شاخصی که مقدار آماره t آن از ۱/۹۶ بزرگ تر باشد، در محدوده H_1 است و می توان گفت که شاخص های مورد استفاده جهت ارزیابی آسیب پذیری در حد مناسب است.

یافته ها

ویژگی های پاسخگویی

از نظر ترکیب جنسی، ۱۶ درصد از این پاسخگویی زن و ۸۴ درصد مرد بودند. از نظر میزان تحصیلات ۶۷ درصد دارای مدرک تحصیلی دکتری و ۳۳ درصد نیز دارای تحصیلات فوق لیسانس بودند. از نظر مرتبه علمی، ۵۹ درصد دانشیار و ۴۱ درصد استادیار از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بودند. متوسط سابقه کار پاسخگویی ۱۰ سال بود.

جدول ۱- توزیع فراوانی افراد مورد مطالعه از نظر سمت اجرایی با دانشگاهی

سمت	فراوانی	درصد
عضو هیات علمی	۱۲	۴۰
دانشجو	۸	۲۶/۷
کارشناس شرکت مشاور	۱۰	۳۳/۳
مجموع	۳۰	۱۰۰

ارزیابی سطح اعتبار شاخص ها

شاخص های مربوط به بعد در معرض قرار گرفتن: تعیین شاخص ها، بر اساس شاخص هایی است که روی آسیب پذیری خشک سالی کشاورزی موثر باشند. در بعد، در معرض قرار گرفتن باید شاخص هایی انتخاب شوند که اثر آن خطر خشک سالی کشاورزی افزایش یا

جدول ۲- اعتبارسنجی شاخص‌های مربوط به بعد در معرض قرار گرفتن

طبقه‌بندی شاخص‌ها	شاخص	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	sig	مقدار t	وضعیت شاخص
اقلیمی	میزان بارش	۹/۲	۱/۴۱	۰/۱۵۳	۰/۰۰۰**	۱۹/۸۶	مناسب
	دمای حداکثر	۹/۱	۱/۴۴	۰/۱۵۹	۰/۰۰۰**	۱۸/۸	مناسب
	دمای حداقل	۹	۱/۵۸	۰/۱۷۶	۰/۰۰۰**	۱۶/۷۴	مناسب
	سرعت باد	۸/۷	۱/۶۸	۰/۱۹۳	۰/۰۰۰**	۱۴/۶۴	مناسب
	ساعت آفتابی	۸/۵	۱/۸۶	۰/۲۲	۰/۰۰۰**	۱۲/۳۹	مناسب
	تعداد روزهای ابری	۸/۴	۲	۰/۲۳۸	۰/۰۰۰**	۱۱/۲۹	مناسب
	فراوانی خشکسالی	۸	۱/۹۳	۰/۲۴۱	۰/۰۰۰**	۱۰/۳۲	مناسب
	میزان شدت تابش خورشید	۷/۹	۲/۰۳	۰/۲۵۷	۰/۰۰۰**	۹/۴۹	مناسب
محیطی	شدت خشکسالی	۷/۶	۲/۱۶	۰/۲۸۶	۰/۰۰۰**	۷/۸۸	مناسب
	شیب زمین کشاورزی	۷/۷	۱/۸۷	۰/۲۴۲	۰/۰۰۰**	۹/۶۶	مناسب
	سطح کشت کل محصولات	۷/۴	۱/۸	۰/۲۴۲	۰/۰۰۰**	۸/۹	مناسب
	طول فصل رشد	۷/۸	۱/۸۹	۰/۲۴۳	۰/۰۰۰**	۹/۷۳	مناسب
	سطح پوشش گیاهی	۷/۱	۱/۷۴	۰/۲۴۵	۰/۰۰۰**	۸/۰۵	مناسب
	میزان شدت تابش خورشید	۷/۹	۲/۰۳	۰/۲۵۷	۰/۰۰۰**	۹/۴۹	مناسب
	تلفات محصولاتی که خشکسالی تجربه نموده	۶/۷	۱/۷۴	۰/۲۶۱	۰/۰۰۰**	۹/۳۳	مناسب
	ظرفیت آب قابل استفاده	۶/۳	۱/۷۵	۰/۲۷۶	۰/۰۰۰**	۵/۰۷	مناسب
	بافت خاک	۷/۲	۲/۰۷	۰/۲۸۸	۰/۰۰۰**	۶/۹۹	مناسب
	میزان رطوبت منطقه	۶/۹	۲/۰۳	۰/۲۹۴	۰/۰۰۰**	۶/۲۳	مناسب
	میزان آب ذخیره در منطقه	۴/۵	۲/۱۸	۰/۴۹	۰/۱۳۶	۱/۵۲	نامناسب

* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

شاخص‌های مربوط به بعد حساسیت

در بعد حساسیت باید شاخص‌هایی انتخاب شوند که نسبت به خشکسالی کشاورزی حساسیت داشته باشند. به‌عنوان مثال، شاخص درصد اراضی اجاره‌ای نسبت به خشکسالی حساس است. زیرا شخصی که زمینی اجاره می‌کند علاوه بر هزینه اجاره باید خسارت ناشی از خشکسالی هم متحمل شود و نسبت به خشکسالی حساس‌تر می‌باشد. جدول (۳) آماره‌های توصیفی محاسبه شده مربوط به بعد حساسیت را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۳) مشاهده می‌شود که، متوسط امتیاز حاصل برای کلیه شاخص‌های این بعد از آسیب‌پذیری خشکسالی بیش از ۵ می‌باشد و از مقدار ضریب تغییرات پایینی برخوردار هستند. ضریب تغییرات

پایین برای شاخص‌ها بیانگر اجماع نظر مناسب در بین پاسخگویان در خصوص مناسب بودن شاخص‌های مربوط به بعد حساسیت است. مقدار t برای کلیه شاخص، بیش‌تر از مقدار بحرانی (۱/۹۶) است. بنابراین، تمامی شاخص‌ها مربوط به بعد حساسیت از نظر کارشناسان برای ارزیابی آسیب‌پذیری خشکسالی، مناسب تشخیص داده شدند. از شاخص‌های مناسب و دارای بیش‌ترین اجماع می‌توان به شاخص‌هایی مانند درصد سطح زمین کشت شده دیم، درصد سطح زیرکشت آبی، میزان مصرف کود در واحد سطح اشاره کرد.

جدول ۳- اعتبارسنجی شاخص های مربوط به بعد حساسیت

طبقه بندی شاخص ها	شاخص	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	sig	مقدار t	وضعیت شاخص
	درصد سطح زمین کشت شده دیم	۷/۵	۱/۷۲	۰/۲۳	۰/۰۰۰**	۹/۵۶	مناسب
	درصد سطح زیرکشت آبی	۷/۵	۱/۷۴	۰/۲۳۴	۰/۰۰۰**	۹/۳۳	مناسب
	میزان مصرف کود در واحد سطح	۶/۹	۱/۶۶	۰/۲۴	۰/۰۰۰**	۷/۷۱	مناسب
	درصد اراضی آبیاری تحت پوشش آبیاری سنتی	۷/۲	۱/۷۹	۰/۲۴۸	۰/۰۰۰**	۸/۲۶	مناسب
	درصد زمین آبیاری شده	۷/۵	۱/۹۵	۰/۲۵۹	۰/۰۰۰**	۸/۶	مناسب
	درصد زمین قابل کشت	۷/۴	۱/۹۳	۰/۲۶	۰/۰۰۰**	۸/۳۴	مناسب
	میزان عملکرد محصولات	۷	۱/۹۴	۰/۲۶۱	۰/۰۰۰**	۷/۳۷	مناسب
محیطی	درصد اراضی تحت پوشش آبیاری تحت فشار	۷/۴	۱/۹۴	۰/۲۶۴	۰/۰۰۰**	۸/۰۷	مناسب
	درصد کشت محصولات بهاره به جای پاییزه	۷	۱/۸۶	۰/۲۶۵	۰/۰۰۰**	۷/۲۱	مناسب
	دوره آبیاری	۶/۹	۱/۸۴	۰/۲۶۶	۰/۰۰۰**	۶/۸۸	مناسب
	وسعت اراضی	۷/۸	۲/۰۹	۰/۲۶۸	۰/۰۰۰**	۸/۸۹	مناسب
	درصد کشت مکانیزه	۷/۲	۱/۹۶	۰/۲۷	۰/۰۰۰**	۷/۵۱	مناسب
	درصد کشت سنتی	۷/۱	۱/۹۶	۰/۲۷۵	۰/۰۰۰**	۷/۳۳	مناسب
	میزان دسترسی به نهاده کشاورزی	۶/۷	۲/۱۵	۰/۲۸۶	۰/۰۰۰**	۵/۷۸	مناسب
	درصد زمین های هموار و مسطح	۷/۲	۲/۱۵	۰/۲۹۹	۰/۰۰۰**	۶/۷۴	مناسب
	دسترسی به منبع آب	۷/۲	۲/۱۵	۰/۲۹۹	۰/۰۰۰**	۶/۷۴	مناسب
	تنوع محصولات	۶/۶	۲/۲۲	۰/۳۳۵	۰/۰۰۰**	۴/۸۹	مناسب
محیطی	رطوبت قابل استفاده خاک	۶/۶	۲/۲۵	۰/۳۴۲	۰/۰۰۰**	۴/۶۸	مناسب
	درصد زمین به بذر مقاوم به خشکسالی	۶/۱	۲/۱	۰/۳۴۵	۰/۰۰۰**	۳/۴۵	مناسب
	درصد محصول کشت شده با تعرق کمتر	۶	۲/۲۵	۰/۳۷۳	۰/۰۰۰**	۳/۰۲	مناسب
	کارایی مصرف آب	۶/۵	۲/۴۵	۰/۳۸	۰/۰۰۰**	۳/۹۳	مناسب
	سطح زمین کشت نشده ناشی از کمبود آب	۵/۹	۲/۳۳	۰/۳۹۴	۰/۰۰۰**	۲/۵۹	مناسب
اقتصادی	درصد اراضی شخصی	۷/۱	۲/۲	۰/۳۱۲	۰/۰۰۰**	۶/۲۳	مناسب
	تعداد قطعات زمین	۷/۲	۲/۴۱	۰/۳۳۷	۰/۰۰۰**	۵/۹۴	مناسب
	درصد اراضی اجاره ای	۵/۳	۲/۳۲	۰/۳۴۹	۰/۰۰۰**	۴/۷۴	مناسب

* معنی داری در سطح ۰/۰۵ و ** معنی داری در سطح ۰/۰۱

شاخص های مربوط به بعد سازگاری

برای همه شاخص ها بیش تر از مقدار بحرانی (۱/۹۶) است. بنابراین، تمامی شاخص ها مربوط به بعد سازگاری از نظر کارشناسان برای ارزیابی آسیب پذیری خشک سالی، مناسب تشخیص داده شدند. از شاخص های مناسب و دارای بیش ترین اجماع می توان به شاخص هایی مانند سواد زنان، سواد جمعیت بالای شش سال و نرخ باسوادی اشاره کرد. بنابراین، شاخص های سواد زنان، سواد جمعیت بالای شش سال و نرخ باسوادی بیش ترین امتیاز را کسب نمودند. سطح

در بعد ظرفیت سازگاری باید شاخص هایی انتخاب شوند که روی ظرفیت سازگاری نسبت به خشک سالی کشاورزی اثر گذار باشند. به عنوان مثال، شاخص سطح درآمد خانوار، ظرفیت سازگاری خانوار را نسبت به خشک سالی کشاورزی نشان می دهد و شاخصی تاثیرگذار است. بر اساس جدول (۴) کلیه شاخص های این بعد دارای میانگین امتیاز ۵ به بالا بوده و از مقدار ضریب تغییرات پایینی نیز برخوردار هستند. مقدار t

تحصیلات باعث افزایش سطح آگاهی کشاورزان می‌شود و آنچه مسلم است، این است که سطح تحصیلات به عنوان یک اهرم اساسی، کشاورزان را هنگام رویارویی با مخاطرات یاری می‌دهد.

جدول ۴- اعتبارسنجی شاخص‌های مربوط به بعد ظرفیت سازگاری

وضعیت شاخص	مقدار t	sig	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	شاخص	طبقه‌بندی شاخص‌ها
مناسب	۱۱/۰۸	۰/۰۰۰**	۰/۲۱۱	۱/۶۳	۷/۷	سواد زنان	اجتماعی
مناسب	۱۰/۷۴	۰/۰۰۰**	۰/۲۱۴	۱/۶۴	۷/۷	سواد جمعیت بالای شش سال	
مناسب	۱۱/۴۲	۰/۰۰۰**	۰/۲۱۵	۱/۷	۷/۹	نرخ باسوادی	
مناسب	۱۱/۲۶	۰/۰۰۰**	۰/۲۱۶	۱/۷	۷/۹	تراکم جمعیت	
مناسب	۱۱/۰۸	۰/۰۰۰**	۰/۲۱۹	۱/۷۳	۷/۹	سن سرپرست خانوار	
مناسب	۹/۷۳	۰/۰۰۰**	۰/۲۲۷	۱/۷	۷/۵	بیمه	
مناسب	۹/۷۶	۰/۰۰۰**	۰/۲۳۵	۱/۷۹	۷/۶	سطح تحصیلات سرپرست	
مناسب	۵/۵۱	۰/۰۰۰**	۰/۲۵۴	۱/۶۱	۶/۳	دسترسی به خدمات ترویج کشاورزی	
مناسب	۴	۰/۰۰۰**	۰/۳۴۶	۲/۱۹	۶/۳	آگاهی و دسترسی به اطلاعات هواشناسی	
مناسب	۸/۳۱	۰/۰۰۰**	۰/۲۴۳	۱/۷۴	۷/۲	درصد نیروی کار کشاورز	
مناسب	۶/۶۷	۰/۰۰۰**	۰/۲۶۳	۱/۷۹	۶/۸	درآمد کشاورزی	
مناسب	۶/۹۵	۰/۰۰۰**	۰/۲۷	۱/۸۹	۷	اراضی زیر ۲ هکتار	
مناسب	۵/۰۴	۰/۰۰۰**	۰/۲۷۸	۱/۷۶	۶/۳	ارزش ادوات فیزیکی (زمین)	
مناسب	۴/۷۷	۰/۰۰۰**	۰/۲۸۲	۱/۷۷	۶/۳	ارزش ادوات فیزیکی (ساختمان)	
مناسب	۴/۸۶	۰/۰۰۰**	۰/۲۸۸	۱/۸۳	۶/۳	ارزش ادوات فیزیکی (ماشین آلات)	
مناسب	۳/۹۶	۰/۰۰۰**	۰/۲۹۴	۱/۷۶	۶	سرمایه گذاری خانوار	
مناسب	۶/۲۲	۰/۰۰۰**	۰/۲۹۷	۲/۰۶	۶/۹	درصد خانوار مالک	
مناسب	۳/۷	۰/۰۰۰**	۰/۲۹۹	۱/۷۹	۶	درآمد غیرکشاورزی	
مناسب	۳/۵۳	۰/۰۰۰**	۰/۳۱۳	۱/۸۸	۶	تعداد منابع درآمدی	
مناسب	۳/۹۱	۰/۰۰۰**	۰/۳۱۹	۱/۹۶	۶/۲	پس انداز	

* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

نتیجه‌گیری

کاهش میزان بارش آسیب‌پذیری به خشک‌سالی در منطقه افزایش می‌یابد. این نتیجه با مطالعات et al. Blauhut (2015) که بر میزان بارش به‌عنوان یک شاخص کلیدی برای ارزیابی آسیب‌پذیری کشاورزی به خشک‌سالی اشاره می‌کنند، منطبق است. بدیهی است که افرادی که اراضی بیش‌تری دارند و اراضی بیش‌تری را زیرکشت می‌برند در مقابل هر گونه تغییر شرایط آب و هوایی حساسیت بیش‌تری دارند بنابراین، این نوع شاخص در قسمت حساسیت اهمیت بیش‌تری دارد. بیش‌ترین تأثیرگذاری شاخص‌ها در بعد سازگاری شاخص‌های سطح تحصیلات جمعیت بالای شش سال و نرخ باسوادی می‌باشد. سطح سواد اغلب، به کسب

این مطالعه با هدف ارزیابی و اعتبارسنجی شاخص‌های آسیب‌پذیری خشک‌سالی انجام شد. از مجموع ۶۴ شاخص مورد مطالعه قرار گرفت، تعداد ۶۳ شاخص مناسب تشخیص داده شده‌اند و ۱ شاخص به‌علت عدم کسب امتیازات لازم و عدم اجماع‌نظر بین کارشناسان، متخصصان و نخبگان محلی نامناسب تشخیص داده شده‌اند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میزان بارش به‌عنوان یکی از شاخص‌های اثرگذار در بعد در معرض قرار گرفتن در نظر گرفته شد. از طرفی، کشاورزی و مقدار تولید محصولات وابستگی شدیدی به مقدار نزولات جوی دارد. این نتیجه بدین‌معناست که با

آسیب پذیری کشاورزی در شرایط خشکسالی وجود دارد، پیشنهاد می شود بهره گیری از شاخص های آسیب پذیری در سطوح مختلف کشاورزی در شرایط خشکسالی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. به ویژه نتایج این تحقیق و چارچوب شاخص های ارایه شده در آن می تواند مبنایی برای شناسایی مناطق آسیب پذیر و انجام اقدامات لازم جهت بهبود مدیریت آسیب پذیری کشاورزی در شرایط خشکسالی را فراهم سازد. در این راستا، لازم است در سطوح استانی تا ملی شرایط لازم برای تسهیل دسترسی به داده های این شاخص ها فراهم شود. به ویژه اینکه یکی از معیارهای مهم برای اعتبارسنجی شاخص ها امکان دسترسی آسان به اطلاعات شاخص های موردنظر است.

اطلاعات و مهارت های مختلف برای مقابله و کنار آمدن با خشکسالی کمک می کند. به همین علت، اهمیت زیادی دارد.

بر پایه نتایج به دست آمده می توان استنباط کرد که محققان، متخصصان، برنامه ریزان و مدیران در حوزه آسیب پذیری می توانند برای انجام فعالیت های مختلف تحقیقی، اجرایی و ارزیابی از شاخص های اعتبارسنجی شده در این مطالعه بهره گرفته و در فرآیند مطالعات و برنامه ریزی های خود استفاده کنند. این پژوهش می تواند در بخش کشاورزی و مقابله با خشکسالی، ایجاد بانک اطلاعات شاخص های آسیب پذیری و کمی کردن آن ها در راستای مدیریت خشکسالی در کشور باشد.

در این راستا، با توجه به نتایج و یافته های تحقیق، با توجه به این که شاخص های فراوانی برای ارزیابی

REFERENCES

1. Abdolazade, Gh., Kalantari, Kh., Asadi, A. & Daneshvar, Zh. (2010). Compilation and validation of appropriate indicators to analyze spatial inequalities of agricultural development. (Case Study: Fars Province). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2-41(1): 111-125. (In Farsi)
2. Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16: 268-281.
3. Aymone Gbetibouo, G. & Ringler, C. (2009). Mapping South African farming sector vulnerability to climate change and variability. The World Bank, Washington, D.C. *Discussion Paper 0610*.
4. Barrera, A. (2002). Proposal and Application of a Sustainable Development Index. *Ecological Indicators*, 2: 251-256.
5. Blauhut, V., Stahl, K. & Kohn, I. (2015). *The dynamics of vulnerability to drought in Europe*. Research and Science-Policy Interfacing, Chapter, Taylor & Francis group, London.
6. Campbell, D., Barker, D. & Geregor, D. (2011). Dealing with Drought Small Farmers and Environmental Hazards in Southern St. Elizabeth, Jamaica. *Applied Geography*, 31 (1): 146-158.
7. Cloquell-Ballester, V. A., Monderde-Diaz, R. & Santamarina-Siurana, M. C. (2006). Indicators validation for the improvement of environmental and social impact quantitative assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 26: 79-105.
8. Deressa. T. (2010). Assessing of vulnerability in Ethiopian agriculture to the climate change and adaption strategies, *PhD thesis*, environmental economics, university of Pretoria.
9. Fussel, H. M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17: 155-167.
10. Gilmour, P. (1973). A general validation procedure for computer simulation models. *Australian Computer Journal*, 5: 127-131.
11. Girardin, P., Bockstaller, C. & van der Werf, H. M. G. (1999). Indicator Tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 13: 5-21.
12. Gras, R., Benoit, M., Deffontaines, J. P., Duru, M., Lafarge, M., Langlet, A. & Osty, P. (1989). *Le Fait Technique en Agronomie*. Activite' Agricole, Concepts et Me'thodes d'E'tude. In: Bockstaller,
13. Hart, M. (1999). *Guide to sustainable community indicators*. North Andover, Hart Environmental Data.
14. Kazmierczak, A. & Handley, J., (2011). *The vulnerability concept: use within GRaBS*. Available online at: http://www.grabs-eu.org/Kazmierczak_Handley_vulnerability_review.docx
15. Kalantari, Kh., Asadi, A., Abdolazade, Gh. & Rahimzade, M. (2006). Validation of extension indices to rank provinces in terms of educational-extension activities. *Journal of Agriculture*, 8(2): 57-70. (In Farsi)
16. Kalantari, Kh., Asadi, A. & Chobian, Sh. (2010). Developing and Validating Sustainable Development Indicators for Rural Areas. *Urban and Regional Studies and Research*. 1(2): 69-86. (In Farsi)

17. Mc-Carthy, N., Lipper, L. & Branca, G. (2011). Climate Smart Agriculture: Smallholder Adoption and Implications for Climate Change Adaptation and Mitigation. *Working paper*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
18. Meul, M., Nevens, F. & Reheul, D. (2009). Validating sustainability indicators: Focus on ecological aspects of Flemish dairy farms. *Ecological indicator*, pp. 284-295.
19. Mofidi Chelan, M., Barani, H, Abedi Sarvestani, A. & Moatamedi, J. (2017). Compilation and validation of social sustainability indicators of rangeland customary systems with emphasis on Sahand rangelands. *Rangeland Scientific Journal*, 11(4): 422-435. (In Farsi)
20. Oxman, A., & Guyatt, H. (1991). Validation of an index of the quality of review article. *Journal Clin Epidemiol*, 44(11): 1271-1278.
21. Pepperdine, S., (2002). *Social indicators of rural community sustainability: An example from the Woody Yaloak catchment*, Department of geography and environment study, university of Melbourne.
22. Rigby, D., Woodhouse, P., Young, T. & Burton, M. (2001). Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics*, 39, 3, 463-478.
23. Roufeil, L., & Lipzker, A. (2007). Psychology services in rural and remote Australia. In Psych: *The Bulletin of the Australian Psychological Society Ltd*, 29(5): 8-9.
24. Sharafi, L., & Zarafshani, K. (2011) Assessment of technical and psychological vulnerability of wheat farmers during drought. *Iranian Journal of Agricultural Extension and Education Sciences*, 7(1): 1-15. (In Farsi)
25. Smith, O. H., Petersen, G. W. & Needelman, B. A. (2000). Environmental indicators of agroecosystems. *Advances in Agronomy*, 69: 75-97.
26. Taleshi, M., Aliakbari, A., Jafari, M. & Akhlaghi, J. (2017). Formulation and validation of appropriate indicators for evaluation of rural resilience against drought risk. Case Study: Hableh Rood catchment. *Journal of Rangeland and Desertification Research*, 24(4): 881-896. (In Farsi)
27. Tatli, H. & Turkes, M. (2011). Empirical Orthogonal Function Analysis of the Palmer Drought Indices, *Agricultural and Forest Meteorology*, 151 (7): 981-991.
28. Yin, x., Olesen, E., Wang, M., Öztürk, I., Zhang, H. & Chen, F. (2016). Impacts and adaptation of the cropping systems to climate change in the Northeast Farming Region of China. *European journal of Agronomy*, 78. 60-72.
29. Zakieldean, S.A. (2009). Adaptation to climate change: A vulnerability assessment for Sudan. Key highlights in sustainable agriculture and natural resource management. *International Institute for Environment and Development*.