

Investigating the Mutual Correlations between Components of Climate-Smart Agriculture, Using DEMATEL Technique

ALI ASADI^{1*}, MARYAM RUSTAEI², KHALIL KALANTARI³

1, Professor Faculty of Economics and Agricultural Development, University of Tehran, Tehran, Iran

2, PhD of student Agricultural development, Faculty of Economics and Agricultural Development, University of Tehran, Tehran, Iran

3, Professor Faculty of Economics and Agricultural Development, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: Jul. 2, 2018- Accepted: Apr. 16, 2019)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has introduced climate-smart agriculture as a resistant and productive agriculture for better management of resources. This study aimed to recognition and obtaining the affecting or undergoing (cause and effect, and mutual relationship) components of climate-smart agriculture. DEMATEL technique was employed to identify and extract the Mutual relationships (effective or influential, causal and causal relationships) of the components of the climate-smart agriculture and the extent to which they interact with this agricultural system. The research was applied to a descriptive-survey method. The statistical population of the study was 15 experts in agricultural development, Agricultural extension and education, meteorology and soil science, University of Tehran. The research instrument was a questionnaire whose validity (its appearance and content) was confirmed by the opinion of professors of Tehran University. In this research, Excel software and DEMETLIC technique have been used to analyze the data. According to the results of the research, the most effective variable among the main components of agriculture in the climate-smart agricultural, increase in adaptability with effect intensity of 0.34 and the most effective the influence variable is, income sustainability with the effect intensity of 0.44, and also climate-smart agriculture with 11.18 highest interaction (both effect And effect sustainability) and income sustainability with a coefficient of 8.63 has the least interaction with other components and the agricultural system itself. The results indicate that among the main sub-components of agriculture, climate-smart agricultural is the most effective variable, improvement of water management with the intensity of 0.59 and the most effective variable, maintaining land use with the intensity of 0.53, and in terms of interaction, agricultural climate with a coefficient 3.14. The highest and 0.55 percent of agricultural insurance products have the least interaction with other subspecies and the agricultural system itself.

Keywords: Climate change, Climate-smart agriculture, DEMATEL technique.

Introduction

There is a general scientific agreement that global climate change poses a substantial threat to agriculture, particularly in regions where production is marginal. However, the potential impacts on agriculture are uncertain. This issue is problematic for regions that rely heavily on agricultural production to engender economic resilience. Some degree of productivity and adaptive improvement will be needed to overcome the destructive effects of climate change in the next 10-20 years, but the extent of the change is currently unclear. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) concluded that continued emission of greenhouse gases would cause further global warming and long-lasting changes in all components of the climate system. Climate change has emerged as a major threat to agriculture and food security, and will impact the livelihood of a substantial portion of the world's population. One proposed method for achieving such improvements is climate-smart agriculture (CSA), an approach to agricultural development and policy-making that emphasizes the use of farming techniques that increases productivity and yield,

enhances adaptation to climate change and reduces greenhouse gas emissions. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has introduced climate-smart agriculture as a resistant and productive agriculture for better management of resources. This study aimed to recognition and obtaining the affecting or undergoing (cause and effect, and mutual relationship) components of climate-smart agriculture

Materials and Methods

To better understand optimal use of climate-smart agriculture (CSA) methods in agricultural development and policy-making to increase productivity and yield, we first identify the criteria used to evaluate the CSA. Based on an extensive literature review we define the CSA criteria. The principle components of the system are based on the definition reached by the FAO. DEMATEL technique was employed to identify and extract the Mutual relationships (effective or influential, causal and causal relationships) of the components of the climate-smart agriculture and the extent to which they interact with this agricultural system. The research was applied to a descriptive-survey method. The statistical population of the study was 15 experts in agricultural development, Agricultural extension and education, meteorology and soil science, University of Tehran. The research instrument was a questionnaire whose validity (its appearance and content) was confirmed by the opinion of professors of Tehran University. In this research, Excel software and DEMATEL technique have been used to analyze the data.

Results and Discussion

According to the results of the research, the most effective variable among the main components of agriculture in the climate-smart agricultural, increase in adaptability with effect intensity of 0.34 and the most effective the influence variable is, income sustainability with the effect intensity of 0.44, and also climate-smart agriculture with 11.18 highest interaction (both effect And effect sustainability) and income sustainability with a coefficient of 8.63 has the least interaction with other components and the agricultural system itself. The results indicate that among the main sub-components of agriculture, climate-smart agricultural is the most effective variable, improvement of water management with the intensity of 0.59 and the most effective variable, maintaining land use with the intensity of 0.53, and in terms of interaction, agricultural climate with a coefficient 3.14, The highest and 0.55 percent of agricultural insurance products have the least interaction with other subspecies and the agricultural system itself.

Conclusions

It is clear that climate change is directly affecting agricultural productivity and increasing the variability of annual output. Agriculture is also a principal contributor to GHG emissions. The use of CSA techniques can avoid the worst of these outcomes by integrating policies and tools to limit climate change impacts into the planning and implementation of sustainable agricultural strategies. CSA identifies synergies and trade-offs among food security, adaptation, and mitigation as a basis for informing and reorienting policies in response to climate change. In addition, CSA calls for a set of actions by policymakers and producers at both local and global levels, to enhance the resilience of agricultural systems and livelihoods and reduce the risk of food insecurity (Lipper, 2014). In recent years the DEMATEL technique has attracted increased attention from both practitioners and researchers due to its capacity to simultaneously handle complex relationships between components of intricate systems. Our evaluation results indicate that among the agricultural components of the climate, reduced emissions of GHG is seen as the most important component, followed by increased attempts to engage in adaptation mechanisms and implementing practices to increase productivity. These findings may assist policymakers and researchers adopt the optimal set of actions to appropriately implement the right mix of CSA mechanisms. From the findings of this study, two models were extracted, including: 1- general relationships between components and 2- model of relationships between subcomponents. Finally, according to the results and findings of the research, the necessary suggestions are expressed in the form of three sections: increasing compatibility, income stability and reducing greenhouse gases.

بررسی روابط متقابل مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند با استفاده از تکنیک DEMATEL

علی اسدی^{۱*}، مریم روستایی^۲، خلیل کلانتری^۳

۱، استاد دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

۲، دانشجوی دکتری توسعه کشاورزی، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران

۳، استاد دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۱ - تاریخ تصویب: ۹۸/۱/۲۷)

چکیده

تغییر اقلیم یکی از بزرگترین چالش‌های پیش‌روی بشر در قرن حاضر است که ادامه آن تهدید بزرگی برای آینده بشری و محیط زیست خواهد بود. کشاورزی به علت وابستگی زیاد به شرایط اقلیمی، بیش از سایر بخش‌ها در معرض خطرهای تغییرات اقلیمی قرار دارد و از آن‌جا که کشورهای در حال توسعه به شدت به کشاورزی وابسته‌اند، تأثیر تغییر اقلیم بر تولیدات این کشورها مخاطرات جدی را به همراه خواهد داشت. بهبود امنیت غذایی همزمان با کنترل تغییر اقلیم و حفظ اکوسیستم‌های حیاتی، نیازمند گذار به سوی سامانه‌های پربازده‌تر تولید محصولات کشاورزی می‌باشد که نهاده‌ها را به شکلی کارا تر مصرف کنند، نوسان کمی دارند، دارای پایداری بیشتری در تولیدات هستند و در مقابل تغییرات ناگهانی و بلندمدت اقلیم انعطاف بیشتری از خود نشان دهند. سازمان خواروبار جهانی الگویی را موسوم به کشاورزی اقلیم هوشمند به عنوان یک نظام کشاورزی تاب‌آور و مولد جهت مدیریت بهتر منابع در شرایط تغییر اقلیم معرفی کرده است. این الگو سه اصل ایجاد ظرفیت تاب‌آوری و سازگاری با شرایط تغییر اقلیم، افزایش پایدار بهره‌وری و درآمد در بخش کشاورزی و کاهش یا حذف انتشار گازهای گلخانه‌ای در صورت امکان را مدنظر قرار می‌دهد. هدف از این پژوهش شناسایی و استخراج روابط متقابل (تأثیرگذار یا تأثیرپذیر، روابط علی و معلولی) مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند و میزان تعامل آن‌ها با این نظام کشاورزی است. پژوهش از نوع کاربردی و روش پژوهش از نوع توصیفی-پیمایشی بود. جامعه آماری پژوهش خبرگان و اساتید توسعه کشاورزی، ترویج و آموزش کشاورزی، اقلیم و خاکشناسی دانشگاه تهران بودند که ۱۵ نفر از آن‌ها از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. ابزار پژوهش پرسشنامه می‌باشد که روایی (ظاهری و محتوایی) آن بر اساس نظر اساتید دانشگاه تهران تأیید گردید. در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Excel و تکنیک دیمتل استفاده گردیده است. روش دیمتل از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس مقایسه‌های زوجی است. از یافته‌های این تحقیق، دو مدل روابط کلی بین مولفه‌ها و مدل روابط بین زیرمولفه‌ها استخراج گردید. با توجه به نتایج تحقیق اثرگذارترین متغیر در بین مولفه‌های اصلی کشاورزی اقلیم هوشمند، افزایش سازگاری با شدت اثر ۰/۳۴ و اثرپذیرترین متغیر، پایداری درآمد با شدت اثر ۰/۴۴- می‌باشد و همچنین کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۱۱/۱۸ بیشترین تعامل (هم‌اثر می‌گذارد و هم‌اثر می‌پذیرد) و پایداری درآمد با ضریب ۸/۶۳ کمترین تعامل را با سایر مولفه‌ها و خود نظام کشاورزی دارد. نتایج حاکی از این است که در بین زیرمولفه‌های اصلی کشاورزی اقلیم هوشمند اثرگذارترین متغیر، بهبود مدیریت آب با شدت اثر ۰/۵۹ و اثرپذیرترین متغیر، حفظ کاربری اراضی با شدت اثر ۰/۵۳- می‌باشد و از لحاظ تعامل، کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۳/۱۴ بیشترین و بیمه محصولات کشاورزی با ضریب ۰/۵۵ کمترین تعامل را با سایر زیرمولفه‌ها و خود نظام کشاورزی دارد. در انتها با توجه به نتایج و یافته‌های حاصل از تحقیق، پیشنهادهای لازم در قالب سه بخش افزایش سازگاری، پایداری درآمد و کاهش گاز گلخانه‌ای بیان شده است.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، کشاورزی اقلیم هوشمند، تکنیک DEMATEL

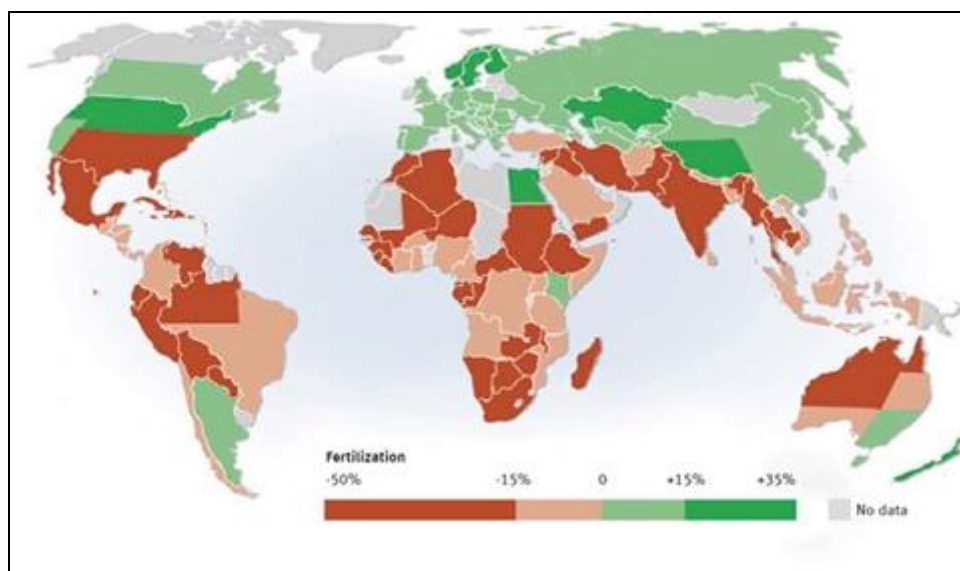
مقدمه

تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های قرن حاضر و آینده، به عنوان واقعیتی مسلم مورد قبول بسیاری از صاحب‌نظران قرار گرفته است (Fussel, 2009; Stott et al., 2010؛ Brandt et al, 2015). بررسی روند داده‌های آب و هوایی در دهه‌های گذشته و همچنین نتایج خروجی از اکثر مدل‌های پیش‌بینی‌کننده اقلیم، حاکی از بروز تغییرات غیرقابل اغماض در اقلیم جهانی است. بسیاری بر این باورند که پدیده گرم شدن کره زمین و تغییر اقلیم، ماحصل فعالیت‌های نادرست انسانی مانند بهره‌گیری بیش از حد از سوخت‌های فسیلی، تغییر گسترده کاربری اراضی و بیابان‌زایی است (Gunawansa, 2011; IPCC, 2007a). بانک جهانی اعلام کرده است که اقلیم زمین تغییر یافته و این تغییر در آینده نیز اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. بدین ترتیب هم بایستی درصد کاهش تغییر اقلیم بود و هم نسبت به تغییرات اقلیمی سازگاری و تعدیل ایجاد کرد (Zarafshani et al, 2016). تغییرات اقلیمی در اثر به هم خوردن توازن انرژی ورودی و خروجی از جو زمین در اثر افزایش انتشار

گازهای گلخانه‌ای نمایان شده که افزایش متوسط دمای زمین، کاهش بارش در مناطق خشک، افزایش سطح آب‌های آزاد در اثر انبساط حرارتی آب اقیانوس‌ها و ذوب شدن یخ‌های قطبی از علائم بارز آن است (Department of environment, 2016). فائو معتقد است تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان یک سوم اضافه می‌شود، اکثر این افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه اتفاق خواهد افتاد. در صورت تحقق این رشد جمعیت، بر اساس برآورد فائو تولیدات کشاورزی باید تا سال ۲۰۵۰، ۶۰ درصد افزایش پیدا کند. البته در صورت ادامه روند کنونی در تغییر اقلیم، بخش کشاورزی به دشواری قادر خواهد بود تعهدات خود در زمینه امنیت غذایی را تحقق بخشد (FAO, 2010). شکل (۱) تغییرات پیش‌بینی شده در تولید محصولات کشاورزی در سال ۲۰۸۰ به دلیل تغییر اقلیم را نشان می‌دهد، همانگونه که مشخص است میزان تولیدات کشاورزی ایران به شدت تحت تاثیر تغییر اقلیم قرار خواهد گرفت و این نیاز به واکاوی موضوعات اقلیمی را تایید می‌کند (Ebrahimi, 2015).

2. Genesis Housing Group (GHG)

1. World bank

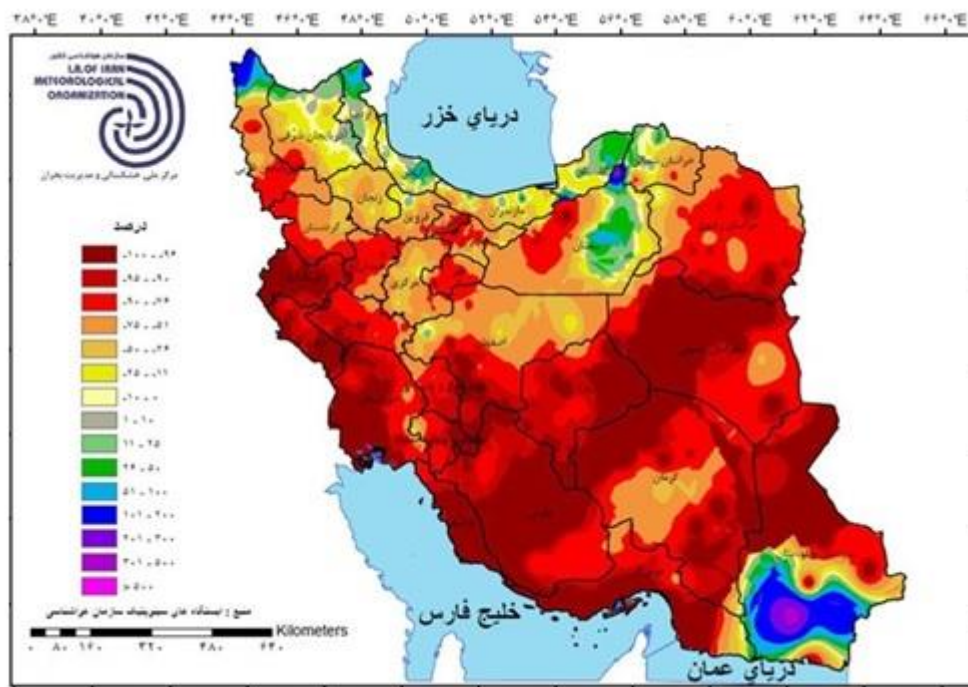


شکل ۱: تغییرات پیش‌بینی شده در تولید محصولات کشاورزی در سال ۲۰۸۰ به دلیل تغییر اقلیم (Ebrahimi, 2015).

اثرات زیان‌بار تغییرات اقلیمی، در مناطق خشک و نیمه‌خشک که کشور ایران نیز در آن قرار دارد، بیشتر به چشم می‌خورد. کاهش مقدار بارندگی و بی‌نظمی در بارش‌های دوره‌ای (سیل)، سرمازدگی، گرمزدگی، طوفان، بادهای گرم، تگرگ، خشکسالی، باران‌های سیل-آسا، تغییر ناگهانی دما، وجود ریزگردها، افزایش آفات و زوال جنگل‌ها از جمله تغییرات اقلیمی گزارش شده در ایران می‌باشد (Alijani et al. 2011؛ Khoshakhlagh et al. 2011؛ Attarod et al. 2013؛ Azarakhshi et al. 2013؛ Attarod؛ Department of Environment, 2016؛ 2013؛ Iran؛ Ahmadi & Radmanesh, 2014؛ et al, 2015؛ Masahboani؛ Meteorological Organization, 2016؛ Soltani & Mosavi، Moradi et al. 2014؛ et al, 2013؛ Negaresh & Zare abyaneh et al. 2015؛ 2015؛ Veisi، 2013؛ Bruvoll et al. 2003). اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی به ویژه در بخش تولید، حاکی از پیامدهای نامطلوبی است که در آینده این بخش را فرا خواهد گرفت، به ویژه افزایش دما و به دنبال آن بالا رفتن غلظت CO_2 جو می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر روی محصولات کشاورزی داشته باشد (Sharghi et al,

2015؛ Ackerman & Stanton, 2012). یکی از نموده‌های بارز تغییر اقلیم خشکسالی است، با توجه به شاخص بلندمدت SPEI (شاخص‌های بارش، تبخیر و تعرق استاندارد شده) در سال‌های اخیر، خشکسالی بخش‌های وسیعی از استان‌های ایران را در بلندمدت فرا گرفته است. با توجه به داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی مجموع بارش دریافتی کشور از ۹۵/۷/۱ تا ۹۵/۸/۳۰ در مقایسه با بازه زمانی مشابه در بلندمدت، ۸ درصد مساحت کشور دچار خشکسالی خفیف، ۳۰ درصد خشکسالی متوسط، ۴۷ درصد خشکسالی شدید و ۱۰ درصد مساحت کشور با خشکسالی بسیار شدید مواجه هستند و در کل ۹۷ درصد مساحت کشور با خشکسالی مواجه است. در شکل (۲)، پهنه‌بندی درصد انحراف مجموع بارش دریافتی ایران توسط مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران سازمان هواشناسی نشان داده شده است (Fateh, 2017).

1. Standardized Precipitation Evapotranspiration Index



شکل ۲- پهنه‌بندی درصد انحراف مجموع بارش دریافتی ایران (Fateh, 2017)

تولید، مصرف نیتروژن معدنی و در نتیجه، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک و در نتیجه افزایش عملکرد در بلندمدت و عامل افزایش بهره‌وری است (Latifi et al, 2018). با توجه به مباحث بیان شده، تاثیرات منفی در اثر تغییر اقلیم در سه دسته عدم به‌کارگیری راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم، کاهش درآمد کشاورزان و افزایش گازهای گلخانه‌ای قابل بررسی است. در شرایط کنونی، انتقال از یک کشاورزی متعارف به یک کشاورزی تاب آور و مولد مستلزم مدیریت بهتر منابع و تحول در قوانین و مقررات، سیاست‌ها و سازوکارهای حکمرانی و سرمایه‌گذاری است. در این زمینه فائو الگویی موسوم به کشاورزی اقلیم هوشمند در کنفرانس لاهه در سال ۲۰۱۰ معرفی نموده است (Kpadonou et al, 2016). این الگو سه اصل ایجاد ظرفیت تاب‌آوری و سازگاری با شرایط تغییر اقلیم، افزایش پایدار بهره‌وری و درآمد در بخش کشاورزی و کاهش یا حذف انتشار گازهای گلخانه‌ای در صورت امکان را مدنظر قرار می‌دهد (FAO, 2010). از این‌رو مسائل مطرح شده در زمینه تغییر اقلیم و اثرات آن، لزوم بررسی کشاورزی اقلیم هوشمند را نشان می‌دهد، بنابراین این تحقیق درصدد بررسی روابط تاثیرگذار و تاثیرپذیر بین مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند با همدیگر و میزان تعامل آن‌ها با نظام کشاورزی اقلیم هوشمند است. در این تحقیق سه مولفه اصلی این نظام شامل افزایش سازگاری با شرایط تغییر اقلیم در زیربخش زراعی و باغی، پایداری درآمد و کاهش گازهای گلخانه‌ای منتج از فعالیت زراعی می‌باشد. در ادامه به بررسی مطالعات مرتبط پرداخته شده است. Arslan et al. (۲۰۱۵) در بررسی تعدادی از عملیات‌های کشاورزی اقلیم هوشمند مانند کم‌خاک‌ورزی، تناوب زراعی، کشت ترکیبی و کشت ردیفی بقولات با ۳ سایر گیاهان و ۴ استفاده از بذره‌ای اصلاح شده به بررسی اثر آن بر عملکرد ذرت در زامبیا پرداختند. در این بررسی مولفه ایجاد ظرفیت تاب‌آوری و سازگاری با شرایط تغییر اقلیم

مطالعات زیادی نشان می‌دهند که مسائل اجتماعی ناشی از تغییر اقلیم در حال وقوع است. در ایران نیز، تغییر در مشخصه‌های اقلیمی با کاهش تولید در محصولات گیاهی، دام و شیلات، سبب افت سطح درآمد و کاهش اشتغال در جوامع روستایی و در نتیجه افزایش مهاجرت به شهرها شده است. در صورتی که کشاورزان مناطق روستایی از ظرفیت مناسب برای رویارویی با ریسک ناشی از تغییر اقلیم برخوردار نباشند، خسارت‌های جبران‌ناپذیری بر پیکره بخش کشاورزی و جامعه روستایی وارد خواهد شد. از این‌رو میزان به‌کارگیری راهکارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی از مسائلی است که در این زمینه قابل ذکر است (Daneshian, 2015; Department of Environment, 2016; Eblaghian et al. 2014; Keshavarz, 2016; Khaleghi et al, 2015). در صورتی که میزان گازهای گلخانه‌ای در داخل اتمسفر، زیادتر از حد متعارف شود، موازنه انرژی زمین بهم می‌خورد و انرژی بیشتری در داخل اتمسفر باقی می‌ماند. انرژی بیشتر، گرم شدن زمین را به دنبال خواهد داشت. از مهم‌ترین ترکیبات گازهای گلخانه‌ای می‌توان به دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیترو (N_2O) و ازن (O_3) اشاره نمود. در ارتباط با تغییر اقلیم ناشی از گازهای گلخانه‌ای، بررسی منابع در ایران نشان می‌دهد که عمده افزایش دی‌اکسید کربن موجود در اتمسفر به علت مصرف بیش از اندازه سوخت‌های فسیلی، از بین رفتن ماده آلی خاک و قطع درختان جنگل می‌باشد. حدود ۱ درصد از متان موجود در اتمسفر از طریق کودهای دامی و ۸ درصد توسط گیاه برنج در شرایط غرقابی تولید می‌شود. منبع اصلی آزاد شدن اکسید نیترو در اتمسفر، نیتروژن موجود در کودهای نیتروژنه یا کودهای دامی و سایر ضایعات در کشاورزی می‌باشد. همه این موارد نقش کشاورزی در تولید گازهای گلخانه‌ای و در نهایت تغییر اقلیم را نشان می‌دهد (Ebrahimi, 2015; Falahi & Hekmati farid, 2015; Sadeghi et al. 2016; yazdanpanah et al, 2015) و این مساله، لزوم استفاده و ترویج روش‌هایی که کشاورزی در آن گازهای گلخانه‌ای کمتری تولید نماید را روشن می‌سازد. از آن جمله می‌توان به کشاورزی حفاظتی اشاره نمود. کشاورزی حفاظتی، با ترکیب روش‌های مدیریت خاک، آب و مواد مغذی موجب صرفه‌جویی در انرژی ورودی

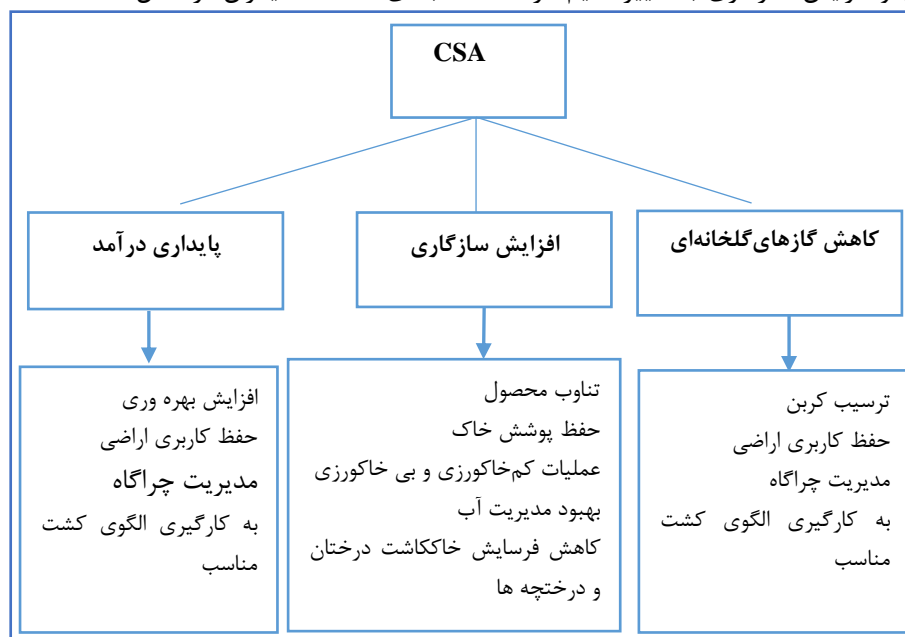
1. Low Tillage
2. Crop rotation
3. Combined cultivation
4. in-row cultivation

اقلیم هوشمند است، در اینجا مولفه افزایش پایدار بهره‌وری و درآمد در بخش کشاورزی مورد توجه است. Hammond et al. (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی شاخص‌های چندگانه خانوار روستایی (RHOMIS) جهت استفاده در کشاورزی اقلیم هوشمند در منطقه غرب آفریقا و آمریکای مرکزی» به بررسی مباحث کشاورزی اقلیم هوشمند در دو منطقه مختلف تانزانیا و گواتمالا پرداخته‌اند. در این مقاله، RHOMIS به عنوان ابزاری برای بررسی کشاورزی اقلیم هوشمند مطرح شده است. در این مقاله اندازه خانوار (کشاورزان کوچک مقیاس - کشاورزان بزرگ مقیاس) بر میزان تحقق کشاورزی اقلیم هوشمند مؤثر است. روابط مولفه‌ها در دو منطقه متفاوت از یکدیگر است. Mwongera et al. (۲۰۱۶) در پژوهش خود با عنوان «ارزیابی سریع کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA-RA): ابزاری برای اولویت‌دهی تکنولوژی‌های ویژه برای کشاورزی اقلیم هوشمند» به بررسی تکنولوژی‌های مورد نیاز برای CSA پرداخته‌اند و به استفاده این تکنولوژی‌ها توسط رهبران محلی، کشاورزان ماهر بومی و سازمان‌های ترویجی اشاره شده است. تکنولوژی‌ها بیشتر در حیطه ایجاد ظرفیت تاب‌آوری و سازگاری با شرایط تغییر اقلیم متناسب با منطقه است. Notenbaert et al. (۲۰۱۶) در مقاله خود به اولویت‌گذاری تأثیرات اقلیم هوشمند در سیستم‌های کشاورزی در منطقه صحرایی آفریقا پرداخته‌اند و دامداری اقلیم هوشمند را مطرح می‌کنند، این نوع دامداری هم از لحاظ کاهش گازهای گلخانه‌ای و هم از لحاظ افزایش سازگاری با تغییر اقلیم دارای اهمیت است. Shirsath et al. (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان «اولویت‌گذاری کشاورزی اقلیم هوشمند بر اساس منطقه» نشان دادند که کشاورزی اقلیم هوشمند مختص مکان است و به شدت تحت تأثیر مکان تغییر می‌کند. برای رسیدن به این نظام کشاورزی باید متناسب با اولویت‌های هر منطقه برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری نمود. Shirsath et al. (۲۰۱۵) در مقاله خود رابطه بین جنگل‌زدایی و کشاورزی اقلیم هوشمند را در ویتنام بررسی می‌کنند، در این مقاله مولفه گاز گلخانه‌ای

نسبت به سایر مولفه‌ها اهمیت بیشتری دارد و کشاورزی حفاظتی به عنوان راهکاری برای افزایش سازگاری با تغییر اقلیم معرفی می‌شود. Branca et al. (۲۰۱۱) در بررسی خود به این نتیجه رسیدند برای آن‌که بخش کشاورزی بتواند بدون فرسایش آب و خاک نیاز غذایی ۹٫۱ میلیارد نفر را در سال ۲۰۵۰ تأمین کند باید به بهبود مدیریت اراضی زراعی و نظام کشاورزی پایدار توجه کند. در این نظام کشاورزی، انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش و ترسیب کربن افزایش می‌یابد، در این تحقیق مولفه کاهش و حذف گاز گلخانه‌ای دارای اولویت بالاتری است. Brandt et al. (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان «چگونه به شناسایی کشاورزی اقلیم هوشمند بپردازیم؟» به مفاهیم و کاربرد کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA) پرداخته‌اند، در این مقاله با روش AHP، طراحی چارچوب نظری چگونگی رسیدن به اهداف کشاورزی اقلیم هوشمند در کنیا بیان شده است. در این مقاله تأکید می‌شود که این نظام کشاورزی به شدت وابسته به مکان می‌باشد و شروع سلسله مراتبی مقاله را با سه مولفه اصلی ایجاد ظرفیت تاب‌آوری و سازگاری با شرایط تغییر اقلیم، افزایش پایدار بهره‌وری و درآمد در بخش کشاورزی و کاهش یا حذف انتشار گازهای گلخانه‌ای تحلیل می‌شود. Hochman et al. (۲۰۱۷) در تحقیق - شان با عنوان «مدیریت ریسک اقلیمی برای کشاورزان دینفع در هند (معرفی کشاورزی اقلیم هوشمند)» به شبیه‌سازی عوامل آب و هوایی و پیش‌بینی تغییرات اقلیمی (۲۰۲۱-۲۰۴۰) در آینده پرداخته‌اند و در نتیجه دینفعان را به کارگیری راهکارهای متناسب و قوی جهت سازگاری ترغیب می‌کنند. با توجه به شرایط اقلیمی پیش‌بینی شده برای هند، مولفه سازگاری با شرایط تغییر اقلیمی از سایر مولفه‌ها ارجحیت بیشتری دارد و با تقویت آن در کنار سایر مولفه‌ها می‌توان به نظام کشاورزی اقلیم هوشمند دست یافت. Sain et al. (۲۰۱۷) در یک مقاله به بیان ارزش‌ها و منافع کشاورزی اقلیم هوشمند در منطقه خشک گواتمالا پرداخته‌اند. بر اساس این مقاله، سرمایه‌گذاری مؤثر و کارآمد یکی از مولفه‌های مهم در رسیدن به ارزش و منافع کشاورزی

منطقه است و اهداف کشاورزی اقلیم هوشمند را محقق می‌سازند. Lipper et al. (۲۰۱۴) به بررسی کشاورزی اقلیم هوشمند برای امنیت غذایی پرداخته اند و مولفه ها و مفاهیم آن را تشریح می‌کند. مدل نظری و جمع بندی مطالعات دیگران در شکل (۳) آمده است.

مدنظر قرار گرفته است، جنگل‌زدایی از طریق افزایش گازهای گلخانه‌ای، رابطه‌ای معکوس با کشاورزی اقلیم هوشمند دارد. Wilkes et al. (۲۰۱۶) بررسی کردند که تغییر ژنتیکی در گوسفندان محلی گزینه‌ای برای کاهش گازهای گلخانه‌ای و افزایش سازگاری با تغییر اقلیم در



شکل ۳- مدل نظری

ماهیت و نوع پژوهش، کمی است. برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش از دو روش کتابخانه‌ای و پیمایشی استفاده شد. از روش کتابخانه‌ای برای جمع‌آوری ادبیات موضوع و شناسایی متغیرهای کلی و جزئی کشاورزی اقلیم هوشمند از منابع موثق و همچنین، از روش پیمایشی به جهت جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای ماتریس ارتباطات استفاده شده است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه بود که روایی (ظاهری و محتوایی) آن بر اساس نظر اساتید دانشگاه تهران تأیید گردید. جامعه آماری پژوهش خبرگان و اساتید توسعه کشاورزی، ترویج و آموزش کشاورزی، اقلیم و خاکشناسی دانشگاه تهران بودند که ۱۵ نفر از آن‌ها به دلیل نیاز به اطلاعات تخصصی و خیرگی در موضوع مورد بحث، از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. با کنار هم قرار دادن محتوای مبانی نظری و مصاحبه‌ها از متخصصان، متغیرهای کلی و جزئی مورد نیاز موضوع تحقیق به دست آمد (جدول ۱). متغیرهای کلیدی مورد بررسی در این تحقیق سه مولفه اصلی افزایش سازگاری با شرایط

در این مقاله به دنبال بررسی روابط متقابل (تاثیرگذار و تاثیرپذیر) مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند و میزان تعامل آن‌ها با این نظام در شرایط اقلیمی ایران هستیم. در ابتدا با بررسی ادبیات موضوع، مولفه‌ها و زیرمولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند به دست آمد و از آن‌ها دو پرسشنامه استخراج شد. پرسشنامه اول روابط کلی و پرسشنامه دوم روابط جزئی بین متغیرها را بررسی می‌کند. با تحلیل دیمتل این پرسشنامه‌ها در نرم افزار EXCLE، روابط بین مولفه‌ها و میزان تعامل این مولفه‌ها با کشاورزی اقلیم هوشمند استخراج شدند. در انتها نتایج و پیشنهادات این تحقیق بیان شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ میزان و درجه کنترل متغیرها، غیرآزمایشی و از لحاظ نحوه جمع‌آوری داده‌ها، میدانی (پیمایشی) است. همچنین، دیدگاه کلی حاکم بر این پژوهش با توجه به

al.2017; Hammond et al. 2016; Lipper et al. 2014; Mwangera et al. 2016; Notenbaert et al, 2016; Arslan et al. 2016; Wilkes et al Shirsath et al. 2010; FAO استفاده شده است. در جدول ۱، مولفه‌های اصلی و فرعی نشان داده شده است. برای تحلیل روابط این متغیرها از تکنیک دیمتل در نرم‌افزار Excle استفاده شده است.

تغییر اقلیم در زیربخش زراعی و باغی، پایداری درآمد و کاهش گازهای گلخانه‌ای منتج از فعالیت زراعی است که از FAO استخراج شده و در پرسشنامه اول مورد بررسی قرار گرفتند. این سه مولفه اصلی، تحت تاثیر متغیرهای دیگری هستند که در پرسشنامه دوم مورد بررسی قرار گرفتند و از تحقیقات (Branca et al. 2011; Brandt et al. 2015; Hochman et al. 2017; Sain et

جدول ۱- مولفه‌های اصلی کشاورزی اقلیم هوشمند

متغیرهای کشاورزی اقلیم هوشمند			
افزایش سازگاری	پایداری درآمد	کاهش گازهای گلخانه‌ای (GHG)	
کشاورزی حفاظتی	افزایش بهره‌وری	ترسیب کربن	
تناوب محصول	کاهش ضایعات	حفظ کاربری اراضی	
حفظ پوشش خاک	متنوع سازی فعالیت‌ها	مدیریت چراگاه	
عملیات کم‌خاک‌ورزی و کاشت درختان و درختچه‌ها	بیمه محصولات کشاورزی	به‌کارگیری الگوی کشت مناسب	
بی‌خاک‌ورزی			

منبع: یافته‌های تحقیق

۱- تشکیل ماتریس اولیه در خصوص مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند:
در گام اول، عناصر ماتریس، که همان ۱۵ مولفه مندرج در جدول (۱) بوده را مشخص کرده و شدت تاثیر عناصر بر یکدیگر در قالب امتیازدهی از ۰ تا ۴ توسط خبرگان مورد قضاوت قرار گرفت و میانگین این نظرات در جدول (۲) ارائه گردید. لازم به ذکر است که عدد ۰ نمایانگر بدون تاثیر بودن، عدد ۱ نمایانگر تاثیر خیلی کم، عدد ۲ نمایانگر تاثیر کم و اعداد ۳ و ۴ به ترتیب نمایانگر تاثیر زیاد و خیلی زیاد می‌باشند. ورودی هر خانه در این جدول، نشان‌دهنده شدت تاثیر عنصر موجود در آن ردیف بر عنصر موجود در آن ستون است. در این جدول باید توجه داشت که اگر تاثیر A (متغیر ردیف) بر B (متغیر ستون) زیاد باشد لزوماً تاثیر B بر A معکوس نیست. با توجه به اینکه به دنبال میزان تعامل مولفه‌ها با خود نظام کشاورزی اقلیم هوشمند هم می‌باشیم، این مولفه کنار سایر زیرمولفه‌ها در ماتریس وارد شده است.

روش دیمتل، رویکرد جامعی برای ساخت و تجزیه تحلیل یک مدل ساختاری است که بر اساس نظریه گراف بوده و بر پایه قضاوت خبرگان، یک مدل ساختاری را در قالب روابط علت و معلولی بین عناصر ارائه می‌دهد (Gabus & Fontela, 1973). این روش نه تنها قادر است روابط بین عناصر را نشان دهد، بلکه می‌تواند درجه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنان را نیز مشخص نماید (Tzeng & Huang, 2011). انجام این روش مستلزم پیاده سازی چندگام است که در ادامه به تشریح مراحل پرداخته می‌شود. به دلیل مشابهت این مراحل برای هر دو پرسشنامه، جزئیات برای پرسشنامه دوم که زیرمولفه‌ها در آن بررسی شده‌اند، بیان می‌شود و نتایج پرسشنامه اول که روابط کلی بین متغیرهای اصلی را نشان می‌دهد، در بخش نتایج بیان خواهد شد.

1. Dematel Technique

جدول ۲- ماتریس میانگین نظرات خبرگان

کشاورزی اقلیم هوشمند(CSA)	افزایش پایدار بهره وری و درآمد در بخش کشاورزی			(ایجاد ظرفیت سازگاری با شرایط تغییر اقلیم) به کارگیری عملیات جنگل زراعی			(ایجاد ظرفیت سازگاری با شرایط تغییر اقلیم) به کارگیری عملیات کشاورزی حفاظتی			کاهش یا حذف انتشار گازهای گلخانه ای			
	بیمه محصولات کشاورزی	متنوع سازی فعالیتها	کاهش ضایعات	افزایش بهره وری	کاشت درختان و درختچه ها	کاهش فرسایش خاک	بهبود مدیریت آب	عملیات کم خاکورزی و بی خاکورزی	حفاظت از پوشش خاک	تناوب محصول	به کارگیری الگوی کشت مناسب	مدیریت چراگاه	حفظ کاربری اراضی
کشاورزی اقلیم هوشمند(CSA)	۰	۲/۸	۲/۵	۲/۶	۲	۰/۲	۲/۵	۳/۱	۳	۲/۵	۲/۵	۱	۲/۵
بیمه محصولات کشاورزی	۳/۸	۰	۰/۵	۰	۱/۵	۰	۰/۱	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۰	۰
متنوع سازی فعالیتها	۲/۵	۰/۱	۰	۰/۶	۱	۰/۵	۰/۲	۰/۳	۱/۵	۲/۸	۰	۲/۵	۰/۵
کاهش ضایعات	۲	۰	۰	۰	۲	۰/۸	۰	۰/۲	۰/۴	۰	۰	۰	۰
افزایش بهره وری	۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۱	۰	۱	۰/۵	۱	۰	۰
کاشت درختان و درختچه ها	۲/۷	۰	۰/۵	۰	۰	۲/۵	۱/۵	۰	۱/۵	۰	۰	۱	۲
کاهش فرسایش خاک	۲/۵	۰	۰	۱/۵	۱	۰	۲/۵	۲	۳/۱	۳/۲	۰	۲/۵	۲/۴
بهبود مدیریت آب	۳/۸	۰	۰	۱/۲	۱/۵	۰/۵	۰	۲/۳	۳/۵	۳/۲	۲	۲/۹	۳/۱
عملیات کم خاکورزی و بی خاکورزی	۳/۱	۰	۰	۱	۰	۰/۵	۰	۰/۵	۳/۷	۱	۱	۲/۵	۲
حفاظت از پوشش خاک	۳/۹	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۲/۵	۰	۰	۰	۰	۳/۲
تناوب محصول	۲/۸	۰/۵	۱/۵	۰	۰	۰/۸	۰/۱	۰/۸	۱/۵	۰	۰	۳/۱	۳/۵
به کارگیری الگوی کشت مناسب	۳/۵	۱	۰	۰	۰/۵	۱/۳	۳/۲	۰/۵	۳/۱	۲	۰	۲	۲
مدیریت چراگاه	۳	۰	۰	۰	۱	۱/۵	۱/۳	۰	۳/۴	۰	۰	۳/۱	۲/۱
حفظ کاربری اراضی	۳/۷	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۱/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۸
ترسیب کربن	۳/۱	۰	۰	۰	۰/۵	۳/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۵	۰

منبع: یافته‌های تحقیق

۲- تشکیل ماتریس نرمال

X ماتریس نرمال، Z همان ماتریس اولیه، Z_{ij} نمایانگر اعداد مربوط به سطر i ام و ستون j ام و s معکوس بیشترین مجموع است (Buykožkan & Cifici, 2012).

$$X = s \cdot Z \quad (1)$$

$$S = \frac{1}{\max_{j=1}^n \sum_{i=1}^n z_{ij}} \quad (2)$$

با توجه به جدول (۲) بیشترین مجموع، برابر با ۴۲/۹ است.

در گام دوم دیتمل، از ماتریس میانگین نظرات خبرگان ماتریس نرمال تشکیل داده می‌شود. در ماتریس نرمال شده ارتباط مستقیم بین مولفه‌ها مدنظر قرار گرفته می‌شود تا شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم محاسبه گردد. ماتریس نرمال در جدول (۳) ارائه شده است. جهت محاسبه ماتریس نرمال، هر کدام از خانه‌های جدول (۲)، مطابق با معادلات ۱ و ۲، در معکوس بیشترین مجموع آن جدول ضرب شد. در این معادلات،

جدول ۳- ماتریس نرمال شده

کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)	بیمه محصولات کشاورزی	متنوع سازی فعالیت‌ها	کاهش ضایعات	افزایش بهره‌وری	کاشت درختان و درختچه‌ها	کاهش فرسایش خاک	بهبود مدیریت آب	عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی	حفاظت از پوشش خاک	تناوب محصول	به کارگیری الگوی کشت مناسب	مدیریت چراگاه	حفظ کاربری اراضی	ترسیب کربن
۰	۰/۰۹	۰/۰۶	۰	۰/۰۳	۰	۰/۰۷	۰	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	
۰/۰۹	۰	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۳	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	
۰/۰۶	۰/۰۵	۰	۰	۰/۰۵	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۱	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	
۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰	۰/۰۳	۰	۰/۰۲	۰	۰/۰۵	
۰/۰۶	۰/۰۳	۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۰	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰	۰/۰۶	
۰/۰۹	۰	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۶	۰	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۷	
۰/۰۷	۰/۰۷	۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۱	۰	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۵	
۰/۰۹	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰/۰۷	۰	۰/۰۶	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷	
۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۶	۰	۰	۰	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۰	۰/۰۳	۰	۰/۰۸	
۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۷	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۷	۰	۰/۰۵	
۰/۰۷	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۳	۰	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۵	
۰/۰۹	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰/۰۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹	
۰/۰۷	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۶	۰	

منبع: یافته‌های تحقیق

۳- تشکیل ماتریس کل

در گام سوم محاسبه با تشکیل ماتریس کل، ارتباط کامل مدنظر است (جدول ۴). برای محاسبه ماتریس کل، در ابتدا ماتریس واحد محاسبه می‌شود. در ماتریس واحد، عضوهای قطر اصلی آن همگی برابر با یک و بقیه عضوهای آن برابر صفر می‌باشد. این ماتریس را با I نشان می‌دهند. ماتریس نرمال (جدول ۳) از ماتریس واحد کم

شده، معکوس ماتریس حاصله محاسبه و در نهایت در ماتریس نرمال ضرب می‌شود. ماتریس کل از طریق معادله زیر، محاسبه گردید. در این معادله، T همان ماتریس کل، I همان ماتریس واحد و X ماتریس نرمال است (Roy & Misra, 2012).

$$T = X(I - X)^{-1} \quad (۳)$$

جدول ۴- ماتریس روابط کل

کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)	بیمه محصولات کشاورزی	متنوع سازی فعالیت‌ها	کاهش ضایعات	افزایش بهره وری	کاشت درختان و درختچه‌ها	کاهش فرسایش خاک	بهبود مدیریت آب	عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی	حفاظت از پوشش خاک	تناوب محصول	به کارگیری الگوی کشت مناسب	مدیریت چراگاه	حفظ کاربری اراضی	ترسیب کربن
کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۲	
بیمه محصولات کشاورزی	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	
متنوع سازی فعالیت‌ها	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۵	
کاهش ضایعات	۰/۰۶	۰	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	
افزایش بهره‌وری	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	
کاشت درختان و درختچه‌ها	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۸	
کاهش فرسایش خاک	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۱	
بهبود مدیریت آب	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۴	
عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۹	
حفاظت از پوشش خاک	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	
تناوب محصول	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۲	
به کارگیری الگوی کشت مناسب	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱	
مدیریت چراگاه	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۹	
حفظ کاربری اراضی	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۱	
ترسیب کربن	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۵	

منبع: یافته‌های تحقیق

۴- تعیین سلسله مراتب مولفه‌ها و زیرمولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند

به منظور دست‌یابی به سلسله مراتب لازم است تا حاصل جمع سطری و ستونی ماتریس کل (جدول ۴) محاسبه گردد. حاصل جمع سطری با R و حاصل جمع ستونی با J نمایش داده شده است. محاسبه R+J و R-J

برای هر مولفه و زیرمولفه جهت رسم نمودار علت و معلولی، ضرورت دارد. محل واقعی هر عنصر در سلسله مراتب نهایی مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند، توسط ستون‌های (R+J) و (R-J) مشخص می‌شود. ستون (R+J) نشان‌دهنده مجموع شدت اثرگذاری و اثرپذیری یک عنصر در طول محور X ها و (R-J) نشان‌دهنده

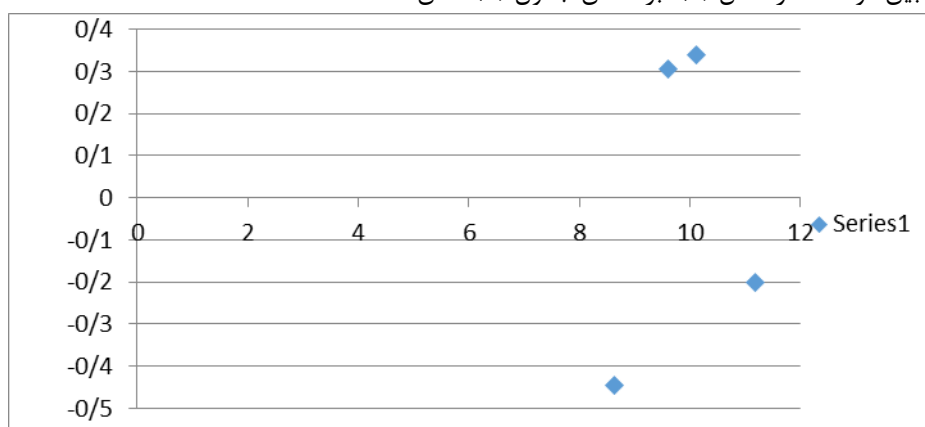
(۵)، مقادیر R، J، R+J و R-J برای سه مولفه اصلی کشاورزی اقلیم هوشمند آمده است و سلسله مراتب برای این مولفه‌ها مشخص شده است. موقعیت یک عنصر در طول محور Yها است، این موقعیت در صورت مثبت بودن (R-J)، نفوذ کننده و در صورت منفی بودن، تحت نفوذ خواهد بود. در جدول

جدول ۵- تعیین سلسله مراتب مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند

مقدار R-J	نام مولفه	مقدار R+J	نام مولفه	مقدار J	نام مولفه	مقدار R	نام مولفه
۰/۳۴	افزایش سازگاری	۱۱/۱۸	کشاورزی اقلیم هوشمند	۵/۶۹	کشاورزی اقلیم هوشمند	۵/۴۹	کشاورزی اقلیم هوشمند
۰/۳	کاهش GHG	۱۰/۱	افزایش سازگاری	۴/۸۸	افزایش سازگاری	۵/۲۲	افزایش سازگاری
-۰/۲	کشاورزی اقلیم هوشمند	۹/۵۹	کاهش GHG	۴/۶۴	کاهش GHG	۴/۹۵	کاهش GHG
-۰/۴۴	پایداری درآمد	۸/۶۳	پایداری درآمد	۴/۵۴	پایداری درآمد	۴/۰۹	پایداری درآمد

منبع: یافته‌های تحقیق

شبکه روابط بین مولفه‌ها در شکل (۴) بر اساس جدول (۵) نشان داده شده است.



شکل ۴- تعیین موقعیت مولفه‌ها در سلسله مراتب نهایی کشاورزی اقلیم هوشمند(منبع: یافته‌های تحقیق)

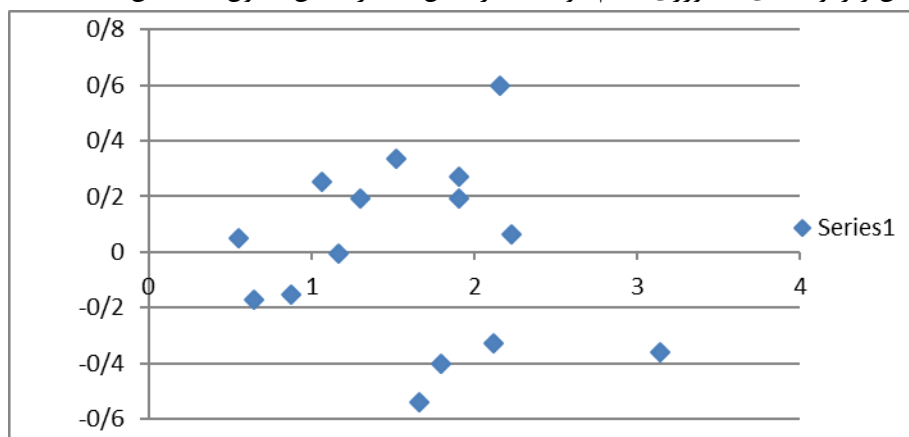
در جدول (۶)، مقادیر R، J، R+J، R-J برای زیرمولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند آمده است و سلسله مراتب برای این مولفه‌ها مشخص شده است.

جدول ۶- تعیین سلسله مراتب زیرمولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند

مقدار R-J	نام مولفه	مقدار R+J	نام مولفه	مقدار J	نام مولفه	مقدار R	نام مولفه
۰/۶	بهبود مدیریت آب	۳/۱۴	کشاورزی اقلیم هوشمند	۱/۷۵	کشاورزی اقلیم هوشمند	۱/۳۹	کشاورزی اقلیم هوشمند
۰/۳۴	عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی	۲/۱۶	بهبود مدیریت آب	۱/۲۲	ترسیب کربن	۱/۳۸	بهبود مدیریت آب
۰/۲۷	تناوب محصول	۲/۲۲	کاهش فرسایش خاک	۱/۱	حفظ کاربری اراضی	۱/۱۴	کاهش فرسایش خاک
۰/۲۵	متنوع سازی فعالیت‌ها	۲/۱۲	ترسیب کربن	۱/۱	حفاظت از پوشش خاک	۱/۰۹	تناوب محصول
۰/۲	مدیریت دام	۱/۹۱	به کارگیری الگوی کشت مناسب	۱/۰۸	کاهش فرسایش خاک	۱/۰۵	به کارگیری الگوی کشت مناسب
۰/۱۹	به کارگیری الگوی کشت مناسب	۱/۹۱	تناوب محصول	۰/۸۶	به کارگیری الگوی کشت مناسب	۰/۹۳	عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی
۰/۰۶	کاهش فرسایش خاک	۱/۸	حفاظت از پوشش خاک	۰/۸۲	تناوب محصول	۰/۹	ترسیب کربن
۰/۰۵	بیمه محصولات کشاورزی	۱/۶۶	حفظ کاربری اراضی	۰/۷۸	بهبود مدیریت آب	۰/۷۵	مدیریت دام
-۰/۰۱	کاشت درختان و درختچه‌ها	۱/۵۲	عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی	۰/۵۹	کاشت درختان و درختچه‌ها	۰/۷	حفاظت از پوشش خاک
-۰/۱۵	افزایش بهره وری	۱/۳	مدیریت دام	۰/۵۹	عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی	۰/۶۶	متنوع سازی فعالیت‌ها
-۰/۱۷	کاهش ضایعات	۱/۱۷	کاشت درختان و درختچه‌ها	۰/۵۵	مدیریت دام	۰/۵۸	کاشت درختان و درختچه‌ها
-۰/۳۲	ترسیب کربن	۱/۰۷	متنوع سازی فعالیت‌ها	۰/۵۱	افزایش بهره وری	۰/۵۶	حفظ کاربری اراضی
-۰/۳۶	کشاورزی اقلیم هوشمند	۰/۸۷	افزایش بهره وری	۰/۴۱	کاهش ضایعات	۰/۳۶	افزایش بهره وری
-۰/۴	حفاظت از پوشش خاک	۰/۶۵	کاهش ضایعات	۰/۴۱	متنوع سازی فعالیت‌ها	۰/۳	بیمه محصولات کشاورزی
-۰/۵۴	حفظ کاربری اراضی	۰/۵۵	بیمه محصولات کشاورزی	۰/۲۵	بیمه محصولات کشاورزی	۰/۲۴	کاهش ضایعات

منبع: یافته‌های تحقیق

شبکه روابط بین زیرمولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند در شکل (۵) بر اساس جدول (۶) نشان داده شده است.



شکل ۵- تعیین موقعیت زیرمولفه‌ها در سلسله مراتب نهایی کشاورزی اقلیم هوشمند(منبع: یافته‌های تحقیق)

۵- تهیه نقشه شبکه روابط بین عناصر

کوچک‌تر از مقدار آستانه بود، معادل صفر در نظر گرفته شد بدین مفهوم که آن رابطه، بی اهمیت است. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف نظر نمود و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد (Yousefi Nejad Attari et al, 2012). مقدار ارزش آستانه برای هر دو پرسشنامه محاسبه شد. برای پرسشنامه اول که مولفه‌های اصلی را مدنظر قرار می‌داد، این مقدار ۰/۵ می‌باشد. ماتریس روابط کلی با صرف‌نظر از روابط جزئی در جدول (۷) آمده است.

برای طراحی نقشه شبکه روابط بین مولفه‌ها، از ماتریس روابط کل (T) که نماینگر شدت نسبی روابط مستقیم و غیرمستقیم موجود بین مولفه‌هاست استفاده شده است. ابتدا باید ارزش آستانه برای آن‌ها محاسبه شود. ارزش آستانه میانگین مقادیر ماتریس کل است و به عنوان یک مبنا در نظر گرفته می‌شود. برای محاسبه مقدار آستانه، میانگین مقادیر ماتریس کل (جدول ۴) محاسبه شد و سپس تمامی مقادیر ماتریس کل که

جدول ۷- ماتریس روابط کل مولفه‌ها با صرف‌نظر از روابط جزئی

کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)	کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)	افزایش بهره‌وری	ایجاد ظرفیت سازگاری	کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای
۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۰	۱
۱	۱	۰	۱	۰

منبع: یافته‌های تحقیق

مقدار ارزش آستانه برای پرسشنامه دوم که زیرمولفه‌ها را بررسی می‌کند، ۰/۰۵۳ می‌باشد و ماتریس روابط کلی زیرمولفه‌ها با صرف‌نظر از روابط جزئی در جدول (۸) آمده است.

جدول ۸- ماتریس روابط کل زیرمولفه‌ها با صرف‌نظر از روابط جزئی

کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)	کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)	بیمه محصولات کشاورزی	متنوع سازی فعالیت‌ها	کاهش ضایعات	افزایش بهره‌وری	کاشت درختان و درختچه‌ها	کاهش فرسایش خاک	بهبود مدیریت آب	عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی-خاک‌ورزی	حفاظت از پوشش خاک	تناوب محصول	به کارگیری الگوی کشت مناسب	مدیریت چراگاه	حفظ کاربری اراضی	ترسیب کربن
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

منبع: یافته‌های تحقیق

زیرمولفه‌های اثرگذار این نظام عبارتند از: کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۱/۳۹، بهبود مدیریت آب با ضریب ۱/۳۸، کاهش فرسایش خاک با ضریب ۱/۱۴، تناوب محصول با ضریب ۱/۰۹، به‌کارگیری الگوی کشت مناسب با ضریب ۱/۰۵، عملیات کم‌خاکورزی و بی-خاکورزی با ضریب ۰/۹۳، ترسیب کربن با ضریب ۰/۹. سلسله مراتب زیرمولفه‌های تحت نفوذ بر اساس ستون ۱، عبارتند از: کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۱/۷۵، ترسیب کربن با ضریب ۱/۲۲، حفظ کاربری اراضی با ضریب ۱/۱، حفاظت از پوشش خاک با ضریب ۱/۱، کاهش فرسایش خاک با ضریب ۱/۰۸، به‌کارگیری الگوی کشت مناسب با ضریب ۰/۸۶، تناوب محصول با ضریب ۰/۸۲، بهبود مدیریت آب با ضریب ۰/۷۸، کاشت درختان و درختچه‌ها با ضریب ۰/۵۹، عملیات کم-خاکورزی و بی‌خاکورزی با ضریب ۰/۵۹. بر اساس مقادیر (R+J) سلسله مراتب زیرمولفه‌ها بر اساس میزان تعامل عبارتند از: کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۳/۱۴، بهبود مدیریت آب با ضریب ۲/۱۶، کاهش فرسایش خاک با ضریب ۲/۲۲، ترسیب کربن با ضریب ۲/۱۲، به‌کارگیری الگوی کشت مناسب با ضریب ۱/۹۱، تناوب محصول با ضریب ۱/۹۱، حفاظت از پوشش خاک با ضریب ۱/۸، حفظ کاربری اراضی با ضریب ۱/۶۶، عملیات کم‌خاکورزی و بی‌خاکورزی با ضریب ۱/۵۲، مدیریت چراگاه با ضریب ۱/۳ سلسله مراتب زیرمولفه‌ها بر اساس اثرگذارترین (مقادیر J-R) شامل متغیر بهبود مدیریت آب با شدت اثر ۰/۶، عملیات کم‌خاکورزی و بی‌خاکورزی با شدت ۰/۳۴، تناوب محصول با شدت ۰/۲۷، متنوع‌سازی فعالیت‌ها با شدت ۰/۲۵، مدیریت چراگاه با شدت ۰/۲ و به‌کارگیری الگوی کشت مناسب با شدت ۰/۱۹، کاهش فرسایش خاک با شدت ۰/۰۶ می‌باشد. نتیجه‌گیری از این یافته‌ها در بخش بعدی بیان شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کشاورزی اقلیم هوشمند یکی از راهبردهایی است که برای مقابله با تأثیرات منفی تغییر اقلیم توسط فائو در کنفرانس لاهه با عنوان کشاورزی، امنیت غذایی و تغییر اقلیم در سال ۲۰۱۰ معرفی شده است. تغییر اقلیم با گسترش پدیده‌های افراطی جوی و کاهش توان

بر اساس ماتریس روابط کل مولفه‌ها و زیرمولفه‌ها (جدول ۷ و جدول ۸)، می‌توان نقشه شبکه روابط را بین مولفه‌ها و زیرمولفه‌ها ترسیم نمود. این شبکه روابط به عنوان نتایج تحقیق، در بخش نتایج بیان شده است.

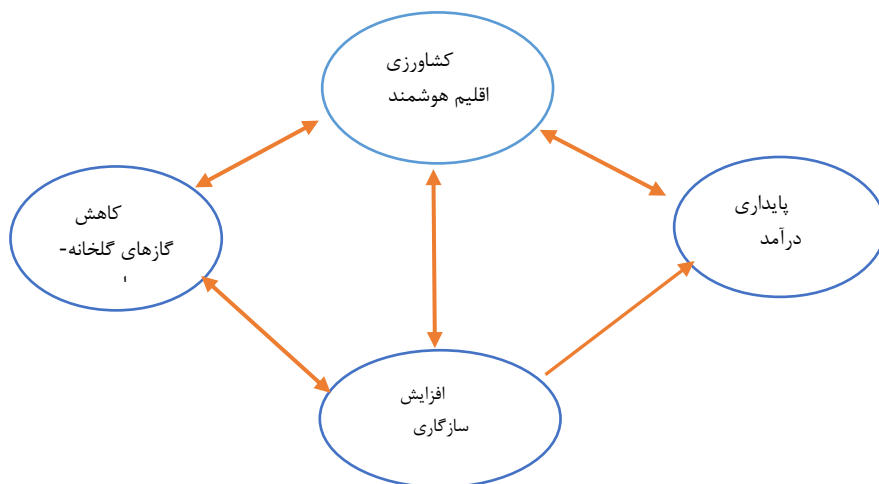
یافته‌ها

یافته‌های این تحقیق در دو بخش قابل ارائه می‌باشد. در بخش اول یافته‌ها مربوط به روابط بین سه مولفه اصلی نظام کشاورزی اقلیم هوشمند است که بر اساس جدول (۵) و شکل (۳) قابل ذکر است. ترتیب مولفه‌های ستون R در جدول (۵) نشان‌دهنده سلسله مراتب عناصر نفوذکننده است، به ترتیب بیشترین اثرگذاری مربوط به کشاورزی اقلیم هوشمند با شدت اثر ۵/۴۹، افزایش سازگاری با شدت اثر ۴/۹۵ و پایداری درآمد با شدت اثر ۴/۰۹ می‌باشد. ترتیب عناصر ستون J نمایانگر سلسله مراتب عناصر تحت نفوذ است که اثرپذیرترین مولفه‌ها به ترتیب عبارتند از کشاورزی اقلیم هوشمند با مقدار ۵/۶۹، افزایش سازگاری با مقدار ۴/۸۸، کاهش گازهای گلخانه‌ای با مقدار ۴/۶۴ و پایداری درآمد با مقدار ۴/۵۶ می‌باشد. مقادیر (R+J) مجموع شدت اثرگذاری و اثرپذیری یک مولفه را بیان می‌کند. مولفه‌ای که بیشترین میزان اثرگذاری و اثرپذیری را دارد دارای تعامل بیشتری است. سلسله مراتب مولفه‌ها بر اساس میزان تعامل عبارتند از: کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۱۱/۱۸، افزایش سازگاری با ضریب ۱۰/۱، کاهش GHG با ضریب ۹/۵۹ و پایداری درآمد با ضریب ۸/۶۳. مقادیر (R-J) نشان‌دهنده موقعیت یک مولفه به صورت اثرپذیر و اثرگذار است. سلسله مراتب مولفه‌ها بر اساس اثرگذارترین متغیر شامل افزایش سازگاری با شدت اثر ۰/۳۴، کاهش گازهای گلخانه‌ای با شدت اثر ۰/۳، کشاورزی اقلیم هوشمند با شدت اثر ۰/۲- و پایداری درآمد با شدت اثر ۰/۴۴- می‌باشد.

یافته‌ها در بخش دوم شامل روابط بین زیرمولفه‌های نظام کشاورزی اقلیم هوشمند بر اساس جدول (۶) و شکل (۴) می‌شود. بر اساس ستون R، سلسله مراتب

گازهای گلخانه‌ای است (Kpadonou et al, 2017). از یافته‌های این تحقیق دو مدل قابل استخراج است. مدل اول روابط کلی بین مولفه‌ها می‌باشد که در شکل (۶) نشان داده شده است. بر اساس نتایج و این مدل بیشترین تعامل مربوط به کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۱۱/۱۸ و کمترین تعامل، پایداری درآمد با ضریب ۸/۶۳ است. متغیرهای اثرگذار افزایش سازگاری و کاهش گازهای گلخانه‌ای است. متغیرهای اثرپذیر کشاورزی اقلیم هوشمند و پایداری درآمد است. بیان متغیرها به شکل اثرگذار و اثرپذیر، نشان‌دهنده روابط متقابل بین مولفه‌هاست.

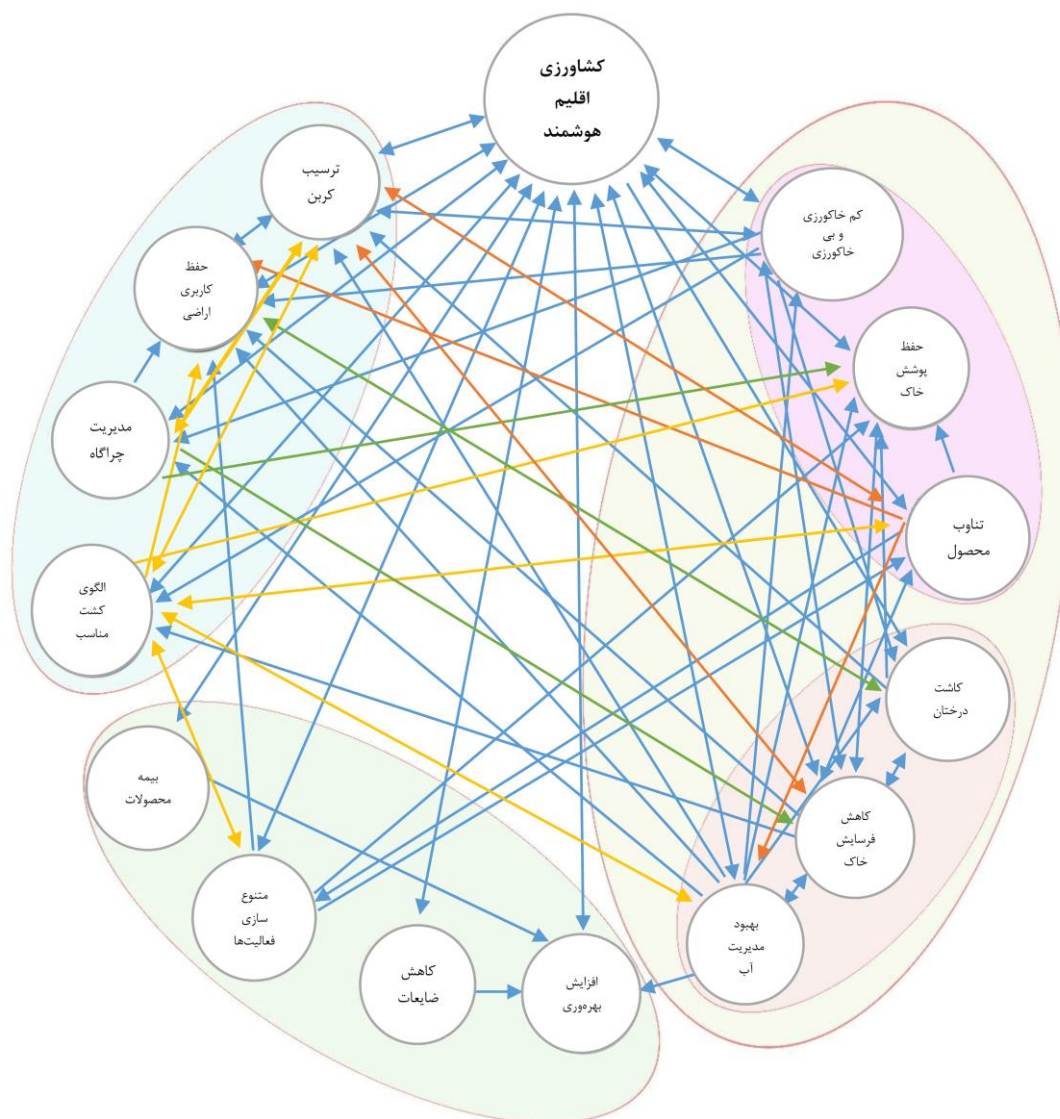
پیش‌بینی الگوهای آب و هوایی تأثیر سویی بر بخش کشاورزی گذاشته است که نتیجه آن کاهش درآمد و تولید کشاورزان در مناطق آسیب‌پذیر و افزایش قیمت جهانی مواد غذایی بوده است. این رویکرد کشاورزی سه بعد توسعه پایدار (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) را با اهداف امنیت غذایی و تغییر اقلیم پیوند می‌دهد. کشاورزی اقلیم هوشمند به طور پایداری تولید و انعطاف تولید را نسبت به فشارهای اقلیمی افزایش می‌دهد درحالی‌که انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد یا آن‌ها را از اتمسفر حذف می‌کند، چون نمی‌توان منکر این حقیقت شد که کشاورزی انتشار دهنده بزرگ



شکل ۶- مدل روابط کلی مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند (منبع: یافته‌های تحقیق)

کارگیری الگوی کشت مناسب، کاهش فرسایش خاک و بیمه محصولات کشاورزی است. مولفه‌های اثرپذیر کشاورزی اقلیم هوشمند کاشت درختان و درختچه‌ها، افزایش بهره‌وری، کاهش ضایعات، ترسیب کربن، کشاورزی اقلیم هوشمند، حفظ پوشش خاک و حفظ کاربری اراضی هستند. بیان متغیرها به شکل اثرگذار و اثرپذیر، نشان‌دهنده روابط متقابل بین مولفه‌هاست.

مدل دوم روابط بین زیرمولفه‌ها را نشان می‌دهد. این مدل در شکل (۷) آمده است. کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۳/۱۴ بیشترین تعامل (هم اثر می‌گذارد و هم اثر می‌پذیرد) و بیمه محصولات کشاورزی با ضریب ۰/۵۵ کمترین تعامل را دارد. مولفه‌های اثرگذار کشاورزی اقلیم هوشمند به ترتیب اولویت ۸ مولفه بهبود مدیریت آب، عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی، تناوب محصول، متنوع‌سازی فعالیت‌ها، مدیریت چراگاه، به



شکل ۷- مدل روابط جزئی مولفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند

استفاده از روش‌های ترویجی قابل مشاهده مانند مزارع نمایشی؛

ارتقاء جنگل زراعی که در آن بهبود مدیریت آب در اولویت است. با توجه به شرایط کم آبی ایران و وزن بالای این مولفه در مدل؛

عدم کشت محصولات با نیاز آبی بالا و کاشت محصولات با نیاز آبی کمتر و مقاوم تر به خشکی؛
بهبود سیستم انتقال آب و روش‌های پربازده آبیاری؛
توجه به کشاورزی آب مینا، به جای زمین مینا؛

با توجه به نتایج تحقیق پیشنهادهای ذیل برای تحقق نظام کشاورزی اقلیم هوشمند ارائه می‌شود. این پیشنهادات در سه حیطه افزایش سازگاری، کاهش گاز گلخانه‌ای و پایداری درآمد بیان شده است:

۱. حیطه افزایش سازگاری:

آگاه‌سازی و ایجاد باور در کشاورزان از وضعیت بحرانی پیش‌رو تغییر اقلیم به عنوان راهکاری برای سازگاری؛

شناسایی و معرفی ارقام مقاوم و سازگار با شرایط منطقه؛

بین می برد و می تواند کاهش انتشار مرتبط با اختلال خاک و استفاده از سوخت های فسیلی برای ماشین آلات کشاورزی را به همراه داشته باشد).

استفاده از شیوه های کشت نوآورانه برنج (بهبود مدیریت آب و مواد مغذی در تولید آن که کاهش انتشار متان و اکسید نیتروژن را به همراه دارد).

ایجاد و تقویت اقتصاد کم کربن، مدیریت جنگل‌ها، جنگل‌ها با ترسیب کربن اتمسفر در بیوماس و خاک نقش مهمی در کاهش غلظت کربن اتمسفری دارند.

مدیریت ذخیره کودهای دامی (آلی)، تجزیه کود دامی توسط میکروبیوم‌های هوازی موجب تولید CO₂ و آب، و تجزیه کود توسط میکروبیوم‌های بی‌هوازی با تجزیه سلولز باعث ایجاد CO₂ و متان می‌گردد.

مدیریت اراضی کشاورزی، حفظ کاربری اراضی و اعمال مدیریت‌های کشت متراکم، ذخیره کربن آلی خاک نسبت به مدیریت و کاربری اراضی فوق العاده حساس است.

افزایش مواد آلی خاک، افزایش ضریب نگهداری رطوبت در خاک و کاهش فشردگی خاک با خاکورزی حفاظتی؛

افزایش تولیدات گلخانه‌ای در راستای مدیریت بحران آب؛
۲. حیطه پایداری درآمد:

ایجاد و تقویت فعالیت‌های غیرزراعی به عنوان مکمل یا جایگزین فعالیت‌های کشاورزی؛
ایجاد و ارتقاء صنایع سبک روستایی؛
افزایش سهم سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی
احداث صنایع تبدیلی برای محصولات سازگارتر متناسب با منطقه؛

۳. حیطه کاهش گاز گلخانه‌ای:
مدیریت دام‌ها در راستای کاهش گازهای گلخانه‌ای (گاوها در تغییرات آب و هوایی نقش بسیار مهمی دارند)؛

ایجاد و ارتقاء کشاورزی بدون شخم (بذر محصولات کشاورزی به صورت مستقیم زیر لایه مالچ محصول فصل گذشته کاشته می شود و نیاز به شخم زدن زمین را از

REFERENCES

- Ackerman, F., Stanton, E. (2012). Climate Impacts on Agriculture: A Challenge to Complacency? .global development and environment institute working paper No. 13-01
- Ahmadi, F., Radmanesh, F. (2014). Trend Analysis of Monthly and Annual Mean Temperature of the Northern Half of Iran Over the Last 50 Years. Journal of Water and Soil Vol. 28, No. 4, pages: 855-865.
- Alijani, B., Mahmodi, P., Saligheh, M., Rigichahi, A. (2011). Study of variations of annual minima and annual maximum temperature in Iran. Num: 102, pages: 101-122.
- Azarakhshi, M., Farzadmehr, J., Aslani, H., Sahabi, H. (2013). An Investigation on Trends of Annual and Seasonal Rainfall and Temperature in Different Climatologically Regions of Iran. Journal of natural environment (Iranian journal of natural resources). Vol: 66, Issue 1, Pages: 1-16.
- Attarod, P., Sadeghi, M., Taheri, F., Saroyi, S., Abbasian, P., Masihpoor, M., Kordrostami, F., Dirikvandi, A. (2015). Meteorological parameters and evapotranspiration affecting the Zagros forests decline in Lorestan province. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research. Vol: 13, Num: 2. Pages: 97-112.
- Attarod, P., Sadeghi, M., Dolatshahi, A., Rostami, F., Zahediamiri, GH. (2013). Investigation of Zagros Climatology. First National Conference Environmental hazards Zagros. Khoramabad. Page: 30.
- Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A., & Kokwe, M. (2015). Climate smart agriculture? Assessing the adaptation implications in Zambia. Journal of Agricultural Economics. Vol: 66, Issue 3, Pages: 753-780
- Branca, G., McCarthy, N., Lipper, L., & Jolejole, M. C. (2011). Climate-smart agriculture: a synthesis of empirical evidence of food security and mitigation benefits from improved cropland management. Mitigation of climate change in agriculture series, Vol 3, Pages: 1-42.
- Brandt, P., Kvakić, M., Butterbach-Bahl, K., Rufino, M. (2015). How to target climate-smart agriculture? Concept and application of the consensus-driven decision support framework "target CSA". Agricultural Systems. Vol: 151, Pages: 234-245. Contents lists available at Science Direct.
- Bruvoll, A., Larsen, B.M. (2003). Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work?. Energy Policy. Vol: 32, Issue 4, Pages 493-505.
- Daneshian, J. (2015). Climate change tends to respond to new conditions. Bureau of Environmental Research and Sustainable Agricultural Development. Ministry of Agriculture Jihad. Organization of research, education and agricultural extension.

12. Department of Environment, (2016). summary of results national Bureau of Climate Change Research about climate change in the country. National Water Change Planning Office.Tehran. Retrieved from: <http://climate-change.ir>.
13. Ebrahimi, N (2015). Climate change and solutions in agriculture. . Bureau of Environmental Research and Sustainable Agricultural Development. Ministry of Agriculture Jihad. Organization of research, education and agricultural extension.
14. Eblaghian, A. Akhondali, A. Radmanesh, F. Zarei, H. (2015). Investigating the trend of temperature changes in super dry climate Iran. Second National Conference Planning, conservation, environmental protection and sustainable development. Shahid Beheshti University.
15. Falahi, F. Hekmati farid, S. (2015).Determinants of CO2 Emissions in the Iranian Provinces (Panel Data Approach). Journal of Iranian Energy Economics. Vol: 2, Issue 6, Pages: 129-150.
16. FAO, (2010). Climate-Smart Agriculture–Policies, Practices and Financing for FoodSecurity, Adaptation and Mitigation. Food and Agriculture Organization of theUnited Nations, Rome.
17. Fateh, SH. (2017). National Drought Warning and Monitoring Center (NDWMC). Retrieved from: <https://www.isna.ir>.
18. Fussel, H. (2009). An updated assessment of the risks from climate change based on research published since the IPCC Fourth Assessment Report. Climatic Change Vol :97:Pages : 469–482.DOI 10.1007/s10584-009-9648-5
19. Gabus, A., & Fontela, E. (1973). Perceptions of the world problematique: Communication procedure, communicating with those bearing collective responsibility (DEMATEL report no. 1). Switzerland Geneva: Battelle Geneva Research Centre.
20. Gunawansa, A. Kua, H W. (2011). A Comparison of Climate Change Mitigation and Adaptation Strategies for the Construction Industries of Three Coastal Territories.
21. Hammond, J. Fraval, S. Van Etten, J. Suchin, J. Mercado, L. Pagella, T. Frelat, R. Lannerstad, M. Douchamps, S. Teufel, N. Valbuena, D. van Wijk, M. (2016). The Rural Household Multi-Indicator Survey (RHOMIS) for rapid characterisation of households to inform climate smart agriculture interventions: Description and applications in East Africa and Central America. Agricultural Systems. Vol: 151, Issue5 Pages: 225-233
22. Hochman, Z. Gobbett, D. Horan, H. (2017).Climate trends account for stalled wheat yields in Australia since 1990. Global Change Biology. Vol:23, Issue5, Pages : 2071-2081
23. Hoseini, S. Nazari, M. Araghinejad, SH. (2013). Investigating the impacts of climate on agricultural sector with emphasis on the role of adaptation strategies in this sector. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. Volume 44, Issue 1, Pages: 1-16.
24. IPCC (2007a). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change 2007, Fourth Assessment Report. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
25. IPCC (2007b). Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007, Fourth Assessment Report. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave and L. A. Meyer. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press
26. Iran Meteorological Organization. (2016). Retrieved from: <http://agro.irimo.ir>
27. Keshavarz, M. Moaedi, M. (2016). Challenges of agricultural extension systems in adaptation to climate change: the perception of Fars agricultural specialists. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. Vol: 47, Issue 2, Pages: 453-466.
28. Kpadonou, R. Owiyo, T. Barbier, B. Dentona, F. Rutabingwaa, F. Kiema, A. (2017) Advancing climate-smart-agriculture in developing drylands: Joint analysis of the adoption of multiple on-farm soil and water conservation technologies in West African Sahel. Land Use Policy. Vol: 61. Pages:196–207
29. Khaleghi, S. Bazazan, F. Madani, Sh (2015). The Effects of Climate Change on Agricultural Production and Iranian Economy. Journal of Agricultural Economics Research. Volume 7, Issue 25, Pages: 113-135.
30. Khoshakhlagh, F. Gharibi, A. Shafie, Z. (2011). The study of the lowest temperature changes in Iran Geography and Environmental Planning Journal 22th Year, vol. 42, No.2.
31. Latifi, S. Raheli, H. Yadavar, H. Saadi, H. (2018). Designing a Process Model for Conservative Agriculture Development in Iran: Using Interpretive Structural Modeling Approach.Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. Vol: 49, Issue 1, Pages: 105-120
32. Lipper, L. Thornton, Ph. Campbell, B. Baedeker, T. Braimoh, A. Bwalya, M. Caron, P. Cattaneo, A. Garrity, D. Henry, K. Hottle, R. Jackson, L. Jarvis, A. Kossam, F. Mann, W. McCarthy, N. Meybeck, A. Neufeldt, H. Remington, T. Sen, Ph T. Sessa, R. Shula, R. Tibu, A. Torquebiau, E.2014. Climate-smart agriculture for food security. Nature Climate Change. Vol: 4, Pages: 1068–1072. DOI: 10.1038/NCLIMATE2437.
33. Massah Bavani, A. Goodarzi, E. Zohrabi, N. Lotfi, S. (2013).Detection of temperature and precipitation trends and their attribution it to the greenhouse gases (Case study: West Azerbaijan Province), Journal of the Earth and Space Physics.Vol: 39, Issue 3, Pages: 111-128.

34. Moradi, R. Koocheki, A. Nassiri Mahallati, M. (2014). Effect of Climate Change on Maize Production and Shifting of Planting Date as Adaptation Strategy in Mashhad. *Journal of Agricultural Science and sustainable Production*. Vol: 23, Issue 4, Pages: 111-130.
35. Mwongera, C. Shikuku, K. Twyman, J. Läderach, P. Ampaire, E. Asten, P. Twomlow, S. Winowiecki, L. (2016). Climate smart agriculture rapid appraisal (CSA-RA): A tool for prioritizing context-specific climate smart agriculture technologies. *Agricultural Systems*. Vol: 151 Pages: 192–203.
36. Negaresh, H. Veisi, J. (2013). Analysis of the effects of rainfall changes in the flood waters of the catchment area of the Ravand River (Islamabad gharb of Kermanshah). *Journal Management System*. Vol: 3, Issue 11, Pages: 79-98.
37. Notenbaert, A. Pfeifer, C. Silvestri, S. Herrero, M. (2017). Targeting, out-scaling and prioritising climate-smart interventions in agricultural systems: Lessons from applying a generic framework to the livestock sector in sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*. Vol: 151 .Pages:153–162.
38. Rahimian, M. Iravani, H. Effective factors on Sustainable Utilization of Forest among Lorestan Province forester's. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*. Vol: 47, Issue 3, Pages: 673-681
39. Roy, B. Misra, S. (2012). An Integrated DEMATEL and AHP Approach for Personnel Estimation. *IRACST - International Journal of Computer Science and Information Technology & Security (IJCSITS)*, ISSN: 2249-9555 Vol. 2, No.6.
40. Sadeghi, K. Karimi Takanlou, Z. Motefakker Azad, M. pour Ghourchi, H. Andayesh, Y. (2015). Study of The Carbon, Methane and Nitrous Oxide Footprint in Iran's Agricultural Sub-Sectors Compared to Other Economic Sectors: The Social Accounting Matrix (SAM) Approach. *Growth and Development of Rural & Agricultural Economics Special Issue of Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*. Vol. 1, No. 1.
41. Sain, G. Loboguerrero, A. Dolloff, C. Lizarazo, M. Nowak, A. Martínez-Barón, D. Andrieu, N. (2017). Costs and benefits of climate-smart agriculture: The case of the Dry Corridor in Guatemala. *Agricultural Systems* Vol.151. Pages: 163–173. Contents lists available at ScienceDirect.
42. Salvini, G. Ligtenberg, A. Paassen, A. Bregt, A.K. Avitabile, V. Herold, M. (2016). REDD + and climate smart agriculture in landscapes: A case study in Vietnam using companion modelling. *Journal of Environmental Management* Vol.172. Pages: 58-70.
43. Sharghi, T. Kalantari, Kh. Asadi, A. jomehpour, M. (2017). Simulating the Simultaneously effects of Climate Change and Policy of Water transfer from Agriculture to Industry on Horticultural Products (Case of Yazd Province). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*. Vol: 47, Issue 4, Pages: 851-863.
44. Shirsath, P. Aggarwal, P.K. Thornton, P.K. Dunnnett, A. (2016). Prioritizing climate-smart agricultural land use options at a regional scale. *Agricultural Systems* Vol: 151. Pages: 174–183.
45. Tzeng, G. Huang, J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Chapman and Hall/CRC.
46. Stott, P. Gillett, N. Hegerl, G. Karoly, D. Stone, D. Zhang, X. Zwiers, F. (2010). Detection and attribution of climate change: a regional perspective. *WIREs (Wiley Interdisciplinary Reviews) climate change*. Vol: 1. Issue 2. Pages: 155-157.
47. Wilkes, A. Tennigkeit, T. Solymosi, K. (2013). National integrated mitigation planning in agriculture: A review paper. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*.
48. Yazdanpanah, M. Forouzani, M. Zobeidi, T. (2016). Factors Influencing Farmers' Willingness in order to Mitigate Greenhouse Gases in Bavi Township. *Environmental Hazards Management*. Vol: 2, Issue 4, Pages: 411-422.
49. Yousefi Nejad Attari, M. Bagheri, M.R. Neishabouri Jami, E. (2012). A decision making model for outsourcing of manufacturing activities by ANP and DEMATEL under fuzzy environment. *International journal of industrial engineering & production research*. Vol: 23, Pages: 163-174.
50. Zarafshani, K. Khaleidi, F. Mirakzadeh, A. Sharafi, L. (2016). Assessment of Adaptive Capacity of Wheat Growers to Climate Change in Sarpolezahab Township. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*. Vol: 12, Issue 2, Pages: 169-182.
51. Zare Abyaneh, H. Ghabaei Sough, M. Mosaedi, A. (2015). Drought Monitoring Based on Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) Under the Effect of Climate Change. *Journal of Water and Soil* Vol. 29, No. 2, pages: 384-392.