DOI: 10.22059/IJAEDR.2020.293331.668846

مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران

دوره ۲-۵۲، شماره ۲، ۱۴۰۰ (۲۱۳-۲۰۱)

Economic evaluation and analysis of the effects of climate change on alfalfa yield in Iran (With drought mitigation approach)

HALIMEH JAHANGARD[1], HABIBOLLAH SALAMI[2], NASER SHAHNOUSHI FOROUSHANI*[3],MEHDI KAZEMNEZHAD[4], MAHMOUD SABOUHI[5]

1, Ph.D. Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad Iran

2, Professor of Department of Agricultural Economics,Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran, Karaj, Iran

3, 5, Professors of Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University,Mashhad, Iran

4, Assistant Professor of Agricultural Economics and Rural Development Research Institute,Tehran, Iran

(Received: Dec. 28, 2019- Accepted: Aug. 16, 2020)

ABSTRACT

Alfalfa is the most important forage crop in Iran, which is cultivated in almost all provinces of the country. Considering the economic importance of alfalfa and its sensitivity to drought stress and its special physiological characteristics in drought resistance, this study investigates the risk of drought in different regions on the one hand and the relationship between alfalfa production and drought-determining parameters on the other hand. For this purpose, first the probability of drought in different regions of Iran was calculated based on RDI index, which showed that the probability of drought in some regions of the country is higher than other regions. Then, by estimating the climatic response function of alfalfa yield based on the time series data of 1992-2016 and using the spatial panel method, the effects of precipitation and temperature changes as the two main effective drought reversals on alfalfa yield were investigated. Based on the results of this study and taking into account climate forecasts and the status of available water resources in the future, the development of alfalfa cultivation in the northwestern and western regions of the country and limiting the cultivation of this crop in the eastern regions, will have positive economic effects. Also, using the physiological characteristics of alfalfa in dormancy with temporary cessation of irrigation and allocation of water to alfalfa rotation can be used as a strategy in managing water consumption in drought stress conditions.

Keywords: Economy, Drought, Alfalfa, Yield

Extensive Abstract

Objectives

More than 80 percent of Iran's area is arid and semi-arid with average rainfall less than one-third of the global average. These condition, with the occurrence of intermittent droughts, confirms Iran's favor for more dry and consequently its instability in crop production and self-sufficiency. Alfalfa is one of the most important forage products produced in the country in the last five years. It has accounted for more than 60 percent of forage crops and 12 percent of the country's total agricultural land. The importance of alfalfa in supplying the country's needed forage on the one hand and the existence of a drought crisis and the likelihood of a drought occurring in the country on the other hand, make it necessary to examine the response of this crop to climate-influencing droughts. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of drought on alfalfa production by looking at the effects of drought determinants such as temperature and precipitation and investigating the probability of drought occurring in different regions of the country. To help formulate appropriate strategies for enhancing the economic benefits of alfalfa cultivation, especially in drought conditions and modifying its effects.

Methods

In this study, after investigating the risk of drought, we estimated the climate response of alfalfa yield to climate variables. Due to the consistency of the available data with the structure of the RDI

* نویسنده مسئول: ناصر شاهنوشی

E-mail: naser.shahnoushi@gmail.com

index and its advantages over other indices in the drought study, this study uses RDI index, which is calculated based on rainfall information and monthly temperature. Also, in order to investigate the effects of drought on alfalfa production, yield of this product is considered as a function of rainfall and average temperature. Considering the background of related studies, while emphasizing on the average rainfall and temperature of crop growth season, due to alfalfa hysteresis structure, climatic variables of summer are also considered. In addition, due to the preference of the nonlinear form to the linear one based on some previous studies, the model has been used nonlinearly and considering the trend as representative of technology changes. Due to the cross-sectional nature of the data and the necessity of considering spatial heterogeneity and spatial dependencies, the panel-based econometric approach is used.

Results

Investigating the probability of drought in different provinces of the country, based on 60 years of precipitation data and monthly average temperature, using RDI index showed that relative to some provinces, the probability of drought is much more severe than other provinces. Estimates of the alfalfa climate response function show that one of the most important climatic variables is the growing season temperature. July temperature also has a positive effect on alfalfa yield. But the temperature of August and September is negative and significant. The main reason for this result is due to the properties of alfalfa, which is dormant under drought stress. This physiological feature of alfalfa means that in areas with crop rotation and farmers re-cultivate after wheat, they usually reduce their alfalfa quota and use their irrigation capacity for other crops during these months. Although this result initially leads to a reduction in yield and its production, but in the management of crops with intermittent alfalfa crops, this process in many cases increases the value of total production. Autumn rainfall also naturally increases yields by increasing runoff and soil moisture. Based on the results of this study, the strategy of developing alfalfa cultivation in the western and northwestern provinces, which have more conditions than other regions of the country in terms of water resources, was developed at a rate of 10% of the area under cultivation in the 2017 year. It was calculated based on the price of alfalfa in 2017. According to the calculations made, if the mentioned strategy is applied, the total production of alfalfa has increased by 12% compared to the production of the 2017 year, which affected on the income of alfalfa producers. Therefore, the development of alfalfa cultivation in the agricultural cultivation pattern of the western and northwestern regions of the country can have a direct and positive economic effect on the income of farmers in these regions, in addition to the side benefits of alfalfa cultivation.

Discussion

The results of estimating the climatic response function of alfalfa yield show the results that can be effective in determining effective strategies to optimize the alfalfa cultivation pattern in Iran. From the results of estimating the climatic reaction function of alfalfa in general, two important conclusions can be drawn to improve the alfalfa cultivation pattern. The first conclusion goes back to the positive effects of rising temperatures during the growing season on alfalfa yield. Therefore, the development of alfalfa cultivation can have positive effects on increasing yield and alfalfa production, taking into account climate forecasts for temperature changes that confirm the increase in temperature. However, the existence of limited water reserves in many parts of the country and based on climate forecasts regarding changes in temperature and precipitation parameters and water reserves in different parts of the country, the development of alfalfa cultivation in the western and northwestern regions of the country is suggested. The second point that can be deduced from the results of estimating the climatic response function of alfalfa yield is related to the effects of temperature variables of the warm month of the year, which is negative and significant which refers to specific physiological characteristics of alfalfa. From this result it can be inferred that alfalfa, in addition to being an important crop for economic gain, can be used in the management of water consumption of farms that have activities such as weaving in rotation with alfalfa, in conditions the incidence of drought stress in the warm months of the year should be considered. Therefore, the development of alfalfa cultivation in susceptible areas of the country along with the improvement of production technology of this important crop, in addition to having direct and indirect economic effects on farmers' incomes, has positive effects of managing water resources in drought conditions.

ارزیابی و تحلیل اقتصادی آثار نوسانات اقلیمی بر عملکرد یونجه در ایران با رویکرد تعدیل آثار خشکسالی

حلیمه جهانگرد[۱]، حبیب‌الله سلامی[۲]، ناصر شاهنوشی*[۳]، مهدی کاظم نژاد[۴]، محمود صبوحی[۵]
۱، دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳، استادگروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۴، استادیار موسسه پژوهش های اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، ایران
۵، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۷- تاریخ تصویب: ۹۹/۵/۲۶)

چکیده

یونجه مهمترین محصول علوفه ای ایران است که تقریبا در تمام استانهای کشور کشت می شود. با توجه به اهمیت اقتصادی یونجه و حساسیت آن به تنش خشکی و ویژگی های‌خاص فیزیولوژی آن در مقاومت به خشکی، این مطالعه به بررسی ریسک وقوع خشکسالی در مناطق مختلف از یکسو و ارتباط تولید یونجه با پارامترهای تعیین کننده خشکسالی از سوی دیگر پرداخته است. به این منظور ابتدا شاخص خشکسالی(RDI) برای استانهای مختلف محاسبه و سپس تابع واکنش اقلیمی عملکرد یونجه بر اساس اطلاعات سری زمانی ۹۵-۱۳۷۱ و با استفاده از روش پانل فضایی برآورد و آثار تغییرات بارش و دما به عنوان دو عامل اصلی خشکسالی بر عملکرد یونجه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه و با در نظرداشتن پیش‌بینی های اقلیمی و وضعیت منابع آب در دسترس در آینده، توسعه کشت یونجه در مناطق شمال‌غرب و غرب کشور و محدود کردن کشت این محصول در مناطق شرقی، آثار مثبت اقتصادی را در پی خواهد داشت. همچنین استفاده از ویژگی فیزیولوژی یونجه در به خواب رفتگی با قطع موقت آبیاری و تخصیص آب به کشت تناوب یونجه می-تواند به عنوان یک استراتژی در مدیریت مصرف آب در شرایط استرس خشکی بکارگرفته شود.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد، خشکسالی، یونجه، عملکرد

1 . Reconnaissance Drought Index

مقدمه

قرار گرفتن بیش از ۸۰ درصد مناطق ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک باعث شده تا ایران کشوری با اقلیمی تقریبا خشک و مستعد بروز خشکسالی شناخته شود. متوسط بارندگی کمتر از یک سوم متوسط جهانی(۸۶۰ میلیمتر)، کاهش متوسط بارش سالیانه در طول دهه‌های گذشته و بروز خشکسالی‌های متناوب نیز گویای تغییر شرایط ایران در جهت خشکی بیشتر می باشد. از این گذشته، توزیع بارش ها در ایران بسیار نامتناسب است و در بسیاری از مناطق کشور مقدار

تبخیر و تعرق بیش از مقدار بارش سالانه است. در چنین وضعیتی از آسیب پذیری بویژه با توجه به موجودی منابع آب، پیش‌بینی می شود، تولید و خودکفایی محصولات کشاورزی درایران در آینده با ناپایداری بیشتری همراه باشد(Behrangi et al,2015 ;Amiri&Eslamian,2010). بررسی آمار تولید و واردات محصولات زراعی آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در طی سالهای ۹۵- ۱۳۷۵نیز ناپایداری تولید داخلی محصولات کشاورزی در سایه تاثیرپذیری از پدیده های آب و هوایی کشور را تایید می‌کند که نمونه بارز آن خشکسالی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ است که تولید داخلی برخی محصولات زراعی کاهش قابل توجهی داشت.

زیان‌های ناشی از خشکسالی عموما، در برگیرنده مجموعه ای از خسارات وارده بر بخش های تولیدی، عوامل زیست محیطی و آسیب های اجتماعی است. بروز خشکسالی طیف وسیعی از جمعیت کشور را تحت تاثیر قرار می دهد و امنیت غذایی را دچار اشکال می کند. اگر چه این پدیده اقلیمی از ابعاد گوناگون بخش های مختلف اقتصاد را تحت تاثیر قرار می دهد، اما کشاورزی مناسب ترین بستر برای تاثیر پذیری از این پدیده است. حساسیت بخش کشاورزی از آنجا ناشی می شود که پایه تولید این بخش بر گیاهان است که دارای قدرت و سرعت کم در سازگاری با تغییرات اقلیمی بوده و بیشترین وابستگی را به شرایط آب و هوایی دارند. تغییر این شرایط به صورت های مختلف بخش کشاورزی را تحت تاثیر قرار می دهد. بارش و دمای هوا در عین آنکه دو فاکتور تعیین کننده وقوع خشکسالی هستند، دو عامل اصلی کارکرد گیاهان نیز محسوب می شوند. افزایش دما در کنار تغییر الگوی بارش یک منطقه به صورت مستقیم حیات و رشد گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهد. برای نمونه افزایش دما تا یک حد معین باعث افزایش فتوسنتز و افزایش زیست توده می شود، در حالیکه اگر دما بیش از حد افزایش یابد باعث افزایش تبخیر و تعرق از سطح خاک و کاهش آب در دسترس گیاه می شود. در حقیقت می توان انتظار داشت که این پدیده، بر سطح تولید محصولات کشاورزی، تعادل هیدرولوژیکی، عرضه نهاده ها و دیگر اجزای سیستم های کشاورزی تاثیر گذار باشد(Adams,1998;Wilhite,2000). وجود چنین شرایطی اهمیت سیاستگذاری و برنامه ریزی الگوی کشت را برای حداکثر کردن ارزش اقتصادی آب و تعدیل آثار خشکسالی در کشوری نظیر ایران که از اقلیمی نسبتا خشک و نیمه خشک برخوردار است را آشکار می‌نماید که یکی از ملزومات اصلی آن آگاهی از تاثیرپذیری محصولات کشاورزی تحت کشت از متغیرهای اقلیمی در کنار شناسایی مناطق مستعد برای کشت آنها می باشد. اما قبل از بررسی نحوه تاثیرگذاری متغیرهای اقلیمی بر محصولات کشاورزی ضروریست تا چشم‌اندازی از سمت و سوی کلی شرایط اقلیمی ایران در آینده ایجاد شود که در سایه بررسی برخی مطالعات درحوزه پیش‌بینی شرایط اقلیمی ایران قابل دستیابی است.

مطالعات متعددی در خصوص بررسی شرایط اقلیمی ایران و بروز پدیده خشکسالی صورت گرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه اشرف واثقی و همکاران(2019) اشاره کرد که بر اساس دادههای سال ۲۰۱۴-۱۹۸۰ صورت گرفته و پیش‌بینی هایی برای دوره آتی تا سال ۲۰۴۹ در خصوص تغییرات اقلیمی و وقوع پدیده های حدی انجام داده اند. بر اساس نتایج این مطالعه، بطور کلی ایران احتمالا دوره‌های طولانی-تری را با حداکثر دمای شدید تجربه خواهد کرد. همچنین بر اساس نتایج یکی از سناریوهای محتمل افزایش دما ۱,۱ تا ۲,۷۵ درجه سانتیگراد در حداکثر دما در اکثر مناطق آب و هوایی ایران روی می‌دهد. بطوریکه اکثر مناطق ایران دوره های بسیار گرم بیش از ۳۰ روز را تجربه خواهند کرد. اما بر خلاف دما تغییرات بارش در ایران بر اساس مطالعه مذکور دارای تغییرات معنادار درمقدار متوسط بارش سالانه نخواهد بود ولی الگو بارش تغییر خواهد کرد که بطور کلی می‌توان گفت که مناطق مرطوب، مرطوب‌تر و مناطق خشک، خشک‌تر می‌شوند. در مطالعه نظری(۱۳۹۲) نیز بر اساس محتمل‌ترین سناریو افزایش دما و کاهش بارندگی در اغلب مناطق

1. Vaseghi et al

اکولوژی کشور روی می‌دهد و منابع آب در دسترس دارای محدودیت بیشتری خواهند بود. در مطالعه دانشور و همکاران(2019) نیز نتایج مشابهی حاصل شده است. بنابراین در یک جمعبندی از نتایج مطالعات بررسی شده می‌توان استنباط کرد که دما در سال‌های آتی در ایران روندی افزایشی خواهد داشت. حرکت اقلیم عمومی کشور نیز به سمت خشکی بیشتر بوده که افزایش احتمال وقوع خشکسالی را پی دارد.

یکی از کانال‌های اثرگذاری فیزیکی تغییرات اقلیمی اثرات آن بر عملکرد محصولات کشاورزی و تولید است. از سویی دیگر تاثیر نوسانات پارامترهای اقلیمی بر منابع آب در دسترس از طریق تاثیر بر رواناب‌ها و برداشت بیشتر از منابع زیرزمینی در شرایط خشکی این تاثیر را دوچندان می‌کند. بنابراین مطالعه حاضر به دنبال بررسی ارتباط بین عملکرد محصولات کشاورزی با پارامترهای اقلیمی دما و بارش به عنوان عوامل اصلی تعیین کننده خشکسالی است. تا با استفاده از نتایج حاصل از این بررسی و تلفیق آن با جمعبندی حاصل از پیش‌بینی‌های اقلیمی انجام شده در کشور و در نظر داشتن محدودیت آب در دسترس، امکان ارائه راهبردهای سیاستی برای تعدیل آثار خشکسالی بر تولید محصولات کشاورزی فراهم آید.

در بین محصولات کشاورزی، یونجه یکی از مهمترین محصولات علوفه ای تولیدی کشور است که بطور میانگین بیش از ۶۰ درصد از سطح برداشت محصولات علوفه ای و ۱۲ درصد از کل اراضی زراعی کشور را در ۵ سال اخیر به خود اختصاص داده است(آمارنامه زراعی وزارت جهاد کشاورزی۹۵-۱۳۹۰). یونجه گیاهی چندساله محسوب می شود که کشت آن در ایران غالبا بصورت آبی صورت می گیرد. بطوریکه بصورت میانگین در طی ۱۰ سال اخیر کمتر از ده درصد از کشت یونجه بصورت دیم بوده است(آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی). ولی کشت آن بصورت آبی به علت سازگاری این گیاه با انواع شرایط آب و هوایی در تمام استانهای کشور کشت می شود.

جدای از نقش یونجه به عنوان نهاده تولید فراورده های دامی، ویژگی خاصی که باعث جذابیت آن برای کشاورزان در نقاط مختلف دنیا شده است به خصوصیات فیزیولوژی گیاهی و مقاومت به خشکی آن بازمی‌گردد که به علت سیستم ریشه ای عمیق این گیاه است. سیستم ریشه ای عمیق یونجه باعث می‌شود تا ضمن بهبود ساختار خاک، ذخایر رطوبت خاک در تنظیمات محدود با آب جذب شود. (Confalonieri & Bechini,2004). همچنین این امکان وجود داردکه در صورت ادامه خشکی گیاه به خواب رفته و پس از رهایی از استرس رطوبت، مرحله رشد طبیعی خود را بازیابی می‌کند. این ویژگی باعث می‌شود که نسبت به سایر محصولات زراعی نسبت به از بین رفتن عملکرد ناشی از دوره های طولانی خشک ، حساسیت کمتری داشته باشد(Hansen et al,2011). دارا بودن چنین ویژگی‌هایی باعث شده است محققان مختلفی در نقاط مختلف جهان از ابعاد گوناگون ارتباط یونجه و شرایط اقلیمی را بخصوص در شرایط خشکی مورد بررسی قرار داده و به تدوین استراتژی های مدیریتی جهت تعدیل آثار خشکسالی بپردازند(Moore,1992;Bosworth 1998; Putnam, 2000;Grimes et al, 2015). در حالیکه خلا وجود چنین مطالعاتی بویژه در حوزه تاثرات اقتصادی شرایط اقلیمی بر تولید یونجه در کشور کاملا احساس می شود. بنابراین ضرورت، این مطالعه به دنبال بررسی آثار خشکسالی بر تولید یونجه با نگاه تاثیرگذاری متغیرهای تعیین کننده خشکسالی شامل دما و بارش بر عملکرد یونجه از یکسو و تلفیق آن با نتایج بررسی احتمالات وقوع خشکسالی و پیش‌بینی های اقلیمی صورت گرفته در مناطق مختلف کشور از سوی دیگر است تا در نهایت بستری مناسبی برای تدوین استراتژی‌هایی در جهت افزایش منافع اقتصادی ناشی از کشت یونجه و مدیریت کشت آن با محصولات دیگر برای افزایش درآمد کشاورزان بویژه در شرایط وقوع خشکی و تعدیل آثار آن فراهم آید.

روش تحقیق

به منظور دستیابی به اهداف این مطالعه، روش تحقیق در دو بخش ارائه شده است. ابتدا به بررسی

1. Daneshvar et al

ریسک وقوع خشکسالی پرداخته شده است. سپس در بخش دوم به برآورد واکنش اقلیمی عملکرد یونجه نسبت به متغیرهای آب و هوایی پرداخته شده است.

برای بررسی وقوع خشکسالی شاخص های متنوعی وجود دارد. یکی از این شاخص ها، شاخص شناسایی خشکسالی(RDI)[1]است که بر اساس اطلاعات بارندگی و دمای ماهانه محاسبه می شود و استفاده از آن به دلیل نیاز به داده های کم، حساسیت بالا و انعطاف پذیری زیاد در حال افزایش است. نتایج برخی از مطالعات نیز موید مزیت های این شاخص در بررسی وقوع خشکسالی و ویژگی های آن نسبت به شاخص های دیگر می باشد(Rezaee et al,2016; zehtabian et al, 2013). در این مطالعه نیز به علت انطباق داده های موجود با ساختار شاخص RDI و مزیت های آن نسبت به شاخص های دیگر از این شاخص برای بررسی خشکسالی استفاده شده است.

برای محاسبه شاخص RDI، ابتدا با استفاده از نسبت بارندگی به تبخیر و تعرق پتانسیل، مقادیر اولیه $\alpha_0^{(i)}$ برای بازه زمانی سالهای مختلف بر اساس رابطه (۱) محاسبه می شود:

$$\alpha_0^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^{12} p_{ij}}{\sum_{j=1}^{12} PET_{ij}} \qquad i = 1:N \quad and \quad j = 1:12$$

در رابطه(۱)، p_{ij} و PET_{ij} به ترتیب مقادیر باران و تبخیر و تعرق پتانسیل ماه jام در سال i ام می باشد. روش پیشنهاد شده برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل در این شاخص روش تورنت وایت(Th) است که با استفاده از داده های دمای میانگین به محاسبه مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل(ET_0) می پردازد. در مرحله بعد، مقادیر این شاخص که با استفاده از مقادیر $\alpha_0^{(i)}$ محاسبه شده برای سال های مختلف نرمال می شود. در مرحله آخر محاسبه این شاخص، مقادیر RDI استاندارد شده است که با فرض اینکه مقادیر $\alpha_0^{(i)}$ از توزیع لوگ نرمال پیروی می کند مطابق رابطه(۲) محاسبه می شود:

$$RDI_{st}^{(i)} = \frac{y^{(i)} - \bar{y}}{\widehat{\delta_y}} \qquad (۲)$$

که در آن y_i برابر است با($\ln(\alpha_0^{(i)})$ ، $\bar{y}$ و $\widehat{\delta_y}$ به ترتیب میانگین حسابی و انحراف معیار مقادیر y_i می باشد. در توسعه شاخص RDI استاندارد شده از مفاهیم شاخص SPI استفاده شده است. بنابراین مقادیر طبقه های مختلف وضعیت خشکسالی مشابه با طبقه بندی های ارائه شده توسط ادوارد و مک کی(Mckee,1997) برای شاخص SPI می باشد. بطوریکه بین ۱- تا ۱/۴۹- خشکسالی متوسط، بین ۱/۵۰- تا ۱/۹۹- خشکسالی شدید و مقدار شاخص RDI برابر ۲- و کمتر از آن خشکسالی بسیار شدید می باشد.

بخش دوم مطالعه حاضر معطوف به بررسی تاثیر پذیری تولید یونجه از خشکسالی می باشد. از آنجا که کاهش عملکرد محصولات زراعی یکی از مهمترین هزینه‌های مستقیم خشکسالی است. بنابراین برای بررسی این اثر لازم است تا اثرات مستقیم ناشی از خشکسالی بر عملکرد و تولید محصولات کشاورزی مورد ارزیابی قرار گیرد. در واقع مشخص نمودن نحوه عکس العمل عملکردی محصولات به متغیرهای آب و هوایی موثر بر خشکی یکی از مهمترین مراحل بررسی آثار خشکسالی بر بخش کشاورزی است ;Wilhite,2005 (Kusku &et al,2010). از اینرو مطابق آنچه در این دسته از مطالعات صورت گرفته، برای دستیابی به نحوه اثرگذاری فیزیکی خشکسالی لازم است تا رابطه عملکرد یونجه با پارامترهای خشکسالی مورد بررسی قرار می گیرد.

بررسی مطالعات مختلف در حوزه شناخت خشکسالی اقلیمی، گویای اهمیت دو عامل بارش و دما، به عنوان اصلی‌ترین عوامل تعیین کننده وقوع خشکسالی و شدت و طول دوره آن می باشد(Chen et al,2015; Ajayi ,2017). بر این اساس، در این مطالعه به منظور بررسی اثرات خشکسالی بر تولید یونجه، عملکرد این محصول بصورتی که در رابطه(۳) نشان داده شده تابعی از میزان بارش و دمای متوسط منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته می شود:

1 . Reconnaissance Drought Index

(۳)

$$Yield = f(Temp\ , Rain\ )$$

بی تردید دستیابی به نتایج دقیق، مستلزم لحاظ نمودن نکاتی در خصوص نحوه در نظر گرفتن متغیرهای موردنظر در الگو می باشد. یکی از مهمترین نکات در نظر گرفتن بازه زمانی مناسب برای متغیرهای مستقل الگو شامل بارش و دما است که بصورت متوسط سالانه، ماهانه و یا فصلی در نظر گرفته شوند. علاوه بر این نحوه لحاظ نمودن اثر تکنولوژی، نوع تصریح الگو بویژه تعیین ارجحیت الگوی غیرخطی بر خطی نیز دارای اهمیت می باشند. بررسی پیشینه مطالعات نظیر مطالعه (Gammens &et al,2017) در این زمینه حاکی از آن است که اگرچه بازه های زمانی مختلف نظیر سالانه، ماهانه و فصلی برای وارد نمودن متوسط متغیرهای بارش و دما در نظر گرفته شده ولی تاکید ویژه ای بر وارد نمودن میانگین بارندگی و دمای فصل رشد محصول شده است. همچنین به علت ساختار فیزیولوژی یونجه که در طول سال به جز در فصل خواب نیز رشد کرده و برداشت می شود متغیرهای اقلیمی ماههای تابستان و پاییز نیز در تابع لحاظ شده است. ضمن آنکه به علت ارجحیت فرم غیرخطی به خطی بر اساس برخی از مطالعات گذشته و در نظر گرفتن روند به عنوان نماینده تغییرات تکنولوژی ، تابع ضمنی واکنش اقلیمی عملکرد یونجه به پارامترهای موثر خشکسالی بصورتی که در رابطه (۴) مشاهده می‌شود، تصریح شده است

(۴)

$$y_t = f(R_t, R_t^2, T_t\ , T_t^2)$$

بطوریکه R متوسط بارندگی و T متوسط دما در دوره t می باشد.

از آنجا که ماهیت اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش، به صورت مقطعی و در طول زمان می باشد. بنابراین یکی از مناسب ترین الگوها برای برآورد روابط الگوهای پانل می باشد که ضمن امکان افزایش درجه آزادی، ناهمگنی های موجود در بین مقاطع را نیز در نظر می گیرد. بنابراین از روش اقتصادسنجی داده های پانل به منظور برآورد توابع واکنش عملکرد محصولات نسبت به تغییر پارامترهای تعیین کننده خشکسالی استفاده می شود.

نکته مهمی که در ارتباط با برآورد روابط مربوط به خشکسالی باید در نظر گرفته شود آن است که تاثیرات اقلیمی این پدیده بر مناطق مختلف می توانند ماهیت سیستماتیک داشته باشند و در این ارتباط گفته می شود که برای مجموعه ای از مناطق جغرافیایی، مشاهدات مربوط به متغیرهایی نظیر عملکرد محصولات مناطق نزدیک به هم دارای خصوصیات مشابه بیشتری در مقایسه با مناطق دورتر از هم هستند. از نظر آماری این خصوصیت بر این نکته تاکید دارد که همبستگی بین مشاهدات که به هم نزدیکترند بیشتر از همبستگی مشاهداتی است که از هم دورند. بنابراین دیدگاه نظری و با استناد به مطالعات تجربی نظیر مطالعه تهامی(۱۳۹۱)، برای داشتن برآوردی صحیح از توابع عملکرد که ناهمگنی مکانی و وابستگی های فضایی را در نظر بگیرد، از رویکرد اقتصاد سنجی فضایی استفاده می شود. یک شکل عمومی برای الگوی پانل فضایی را می توان به صورت زیر در نظر گرفت(Yu& Lee,2010):

(۵)

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho\sum_{j=1}^{n} w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^{k} x_{itk}\beta_k + \sum_{k=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} x_{jtk}\theta_k + \mu_i + \gamma_t + v_{it}$$

$$v_{it} = \lambda\sum_{j=1}^{n} m_{ij} v_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$i = 1,.....,n$$

$$t = 1,.....,T$$

اگر $\tau = 0$ باشد الگو به صورت ایستا و اگر $\tau \neq 0$ باشد الگو پویا می باشد.

اگر $\theta = 0$ باشد، الگو خودتوضیح فضایی با توزیع خودتوضیح

اگر $\lambda = 0$ باشد، الگوی فضایی دوربین

اگر $\lambda = 0$ و $\theta = 0$، ساختار الگو خودتوضیح

اگر $\rho = 0$ و $\theta = 0$، الگوی خطای فضایی و $\mu_i = \varphi\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\mu_i + \eta_i$ ،الگوی پانل فضایی عمومی با اثرات تصادفی می‌باشد.

برای انتخاب بین الگوهای مختلف فضایی معرفی شده، محققین از آزمونهای مختلفی استفاده می کنند. معمولا برای انتخاب بین الگوی وقفه فضایی و خطای فضایی از آزمون ضریب لاگرانژ استفاده می شود. در

حالیکه برای انتخاب بین الگوی خطا یا وقفه فضایی با دوربین فضایی از آزمون نسبت راستنمایی و آزمون والد استفاده می گردد. برای انجام برآوردهای فضایی و آزمون های مربوطه در این مطالعه از نرم افزار STATA14 استفاده شده است. همچنین روش حداکثر درستنمایی جایگزین روش حداقل مربعات معمولی در برآوردهای مربوطه شده است. زیرا استفاده از روش حداقل مربعات معمولی منجر به برآورد کارا در این الگوها نمی‌شود (Lesage,2010). یکی از مراحل اصلی در برآورد الگوهای فضایی، ایجاد ماتریس مجاورت می باشد. برای ایجاد این ماتریس روش های مختلفی در ادبیات اقتصادسنجی مطرح است که مهمترین آنها تعریف ماتریس فضایی بر اساس مجاورت و یا بصورت تابعی از فاصله می باشد در این مطالعه از روش مجاورت خطی برای ایجاد ماتریس مجاورت استفاده شده است. زیرا درتعداد مقاطع کم روش مجاورت کارایی بیشتری در تعیین همسایگی دارا می باشد

اطلاعات مورد استفاده در این مطالعه شامل دو دسته هستند. اطلاعات مربوط به عملکرد یونجه از آمارنامه زراعی وزارت جهاد کشاورزی استخراج شده است. اطلاعات مرتبط به متغیرهای آب و هوایی نیز از گزارش سازمان هواشناسی کشور جمع آوری شده است. اطلاعات عملکرد استان ها بعد مقطع و دوره زمانی ۹۵-۱۳۷۱ بعد زمان را در برآورد پانل مرتبط تشکیل می دهد.

یافته‌ها

در بخش اول، برای بررسی احتمال بروز خشکسالی در استان های مختلف کشور، ابتدا با استفاده از داده های ۶۰ ساله بارندگی و دمای میانگین ماهانه، شاخص RDI را بصورت سالانه محاسبه شده است. سپس تابع چگالی احتمال این شاخص تخمین و مقادیر احتمال وقوع خشکسالی در سه سطح متفاوت بدست آمده است که نتایج آن در جدول (۱) مشاهده می شود.

جدول۱- مقادیر احتمال بروز خشکسالی در استان های مختلف کشور

درصد احتمال بروز خشکسالی			استان	ردیف	درصد احتمال بروز خشکسالی			استان	ردیف
بسیار شدید	شدید	متوسط			بسیار شدید	شدید	متوسط		
۳	۱۳	۲۵	زنجان	۱۱	۵	۱۴	۲۶	آذربایجان شرقی	۱
۶	۱۲	۲۵	سیستان و بلوچستان	۱۲	۵	۱۳	۲۳	آذربایجان غربی	۲
۵	۱۴	۲۶	فارس	۱۳	۶	۱۴	۲۵	اصفهان	۳
۵	۱۴	۲۹	کردستان	۱۴	۶	۱۴	۲۴	بوشهر	۴
۶	۱۴	۲۳	مرکزی	۱۵	۵	۱۱	۲۲	تهران	۵
۵	۱۲	۲۵	لرستان	۱۶	۵	۱۱	۲۶	کرمان	۶
۵	۱۳	۲۲	مازندران	۱۷	۵	۱۴	۲۵	چهارمحال و بختیاری	۷
۴	۱۴	۲۵	گیلان	۱۸	۷	۱۶	۲۱	خراسان جنوبی	۸
۶	۱۲	۲۶	هرمزگان	۱۹	۷	۱۴	۲۲	خراسان رضوی	۹
۶	۱۶	۲۶	یزد	۲۰	۵	۱۵	۲۲	خوزستان	۱۰

ماخذ: نتایج تحقیق

بر اساس این نتایج، احتمال بروز خشکسالی در شدت‌های مختلف به طور نسبی در استان‌های مختلف متفاوت است و طبعا کشت یونجه با نیاز آبی بالای نسبی باید در مناطقی که احتمال بروز خشکسالی بیشتر است محدودتر شود. اما برای داشتن تحلیل دقیق‌تر، رابطه واکنش عملکرد یونجه نسبت به متغیرهای آب و هوایی تخمین زده شد.

در مرحله دوم، به منظور برآورد واکنش عملکردی یونجه آبی اطلاعات مربوط به عملکرد و آمار آب و هوایی ۳۱ استان برای دوره زمانی ۲۴ ساله جمع آوری شده است. در اولین مرحله با در نظر داشتن ساختار داده ها، آزمون لازم برای تشخیص ساختار تابلویی یا تلفیقی داده ها برای برآورد انجام شده که بر اساس آنها در تابع واکنش عملکرد اقلیمی یونجه وجود ساختار تابلویی

تایید شده است. همچنین نتایج آزمون هاسمن نیز تاییدکننده ساختار اثرات ثابت برآورد الگوی پانل تابع واکنش اقلیمی یونجه می باشد. ابتدا با توجه این نتایج، برآورد الگو به روش پانل با اثرات ثابت برآورد شد، اما قبل از تحلیل ضرایب با توجه به لزوم بررسی وجود همبستگی فضایی الگو، نتایج آزمونهای بررسی ساختار فضایی انجام شده که نتایج در جدول(۲) ارائه شده است.

جدول۲- نتایج آماره های مربوط به ساختار فضایی تابع واکنش عملکرد یونجه به متغیرهای اقلیمی

ردیف	آماره	احتمال
۱	I Moran=0.04	۰/۰۶
۲	LM(Error) Robust=2.96	۰/۰۸
۳	LM(Lag) Robust=0.002	۰/۸۸
۴	LM(SAC) =2.98	/۲۲

ماخذ: نتایج تحقیق

همانطور که در جدول (۲) مشاهده می شود، ضریب I-Moran تاییدکننده ساختار فضایی در برآورد الگو است. از سویی دیگر ضرایب LM نشان می دهد که الگو دارای همبستگی فضایی در جمله خطا می باشد. به عبارت دیگر الگوی خطای فضایی(SEM) مناسب-ترین الگوی فضایی برای برآورد مدل موردنظر می باشد. بنابراین تابع واکنش اقلیمی عملکرد یونجه با روش مذکور برآورد شده که نتایج آن در جدول(۳) مشاهده می شود.

جدول ۳- نتایج الگوی پانل با اثرات ثابت واکنش اقلیمی یونجه آبی

متغیر	ضریب	آماره t	سطح احتمال
متوسط بارندگی فصل رشد	-۶/۴۵	-۱/۷۶	۰/۰۸
توان دوم متوسط بارندگی فصل رشد	۰/۰۱	۱/۰۷	۰/۲۸
متوسط دمای فصل رشد	۱۶۶/۹۳	۱/۷۵	۰/۰۸
توان دوم متوسط دمای فصل رشد	-۰/۷۲	-۱/۰۱	۰/۳۱
متوسط دما متوسط ماه تیر	۵۰۸/۶	۴/۸۹	۰/۰۰
متوسط دمای ماه مرداد	-۳۲۶/۷۲	-۲/۶۷	۰/۰۱
متوسط دمای ماه شهریور	-۲۰۹/۵	-۱/۸۳	۰/۰۷
متوسط بارندگی ماه مهروآبان	۵/۶۵	۳/۱۹	۰/۰۰
متوسط دمای ماه مهر و آبان	-۷۲/۶۷	-۰/۹۵	۰/۳۴
عرض از مبدا	۳۴۰۴/۶۷	۰/۳۲	۰/۷۴

ماخذ: نتایج تحقیق

همانطور که در جدول(۳) مشاهده می شود، یکی از مهمترین متغیرهای اقلیمی موثر که دارای اثر مثبت بر عملکرد یونجه می باشند دمای فصل رشد است که شامل دوره ۲۰ اسفند تا ۲۰ خرداد می باشد. در مطالعاتی نظیر مطالعه گامنز(2017)، استرادا و همکاران[2](2006) و چانگ[3](2006) نتایج مشابهی حاصل شده است. همچنین دما ماه تیر نیز دارای اثر مثبت بر عملکرد یونجه می‌باشد. اما دمای ماه مرداد و ماه شهریور منفی و معنادار است که علت اصلی آن به ویژگی یونجه بازمی‌گردد که در شرایط استرس خشکی در حالت خواب‌رفتگی قرار می‌گیرد. این ویژگی فیزیولوژی یونجه باعث می‌شود که در مناطقی که تناوب

1 . spatial error model

2 .Estrada et al

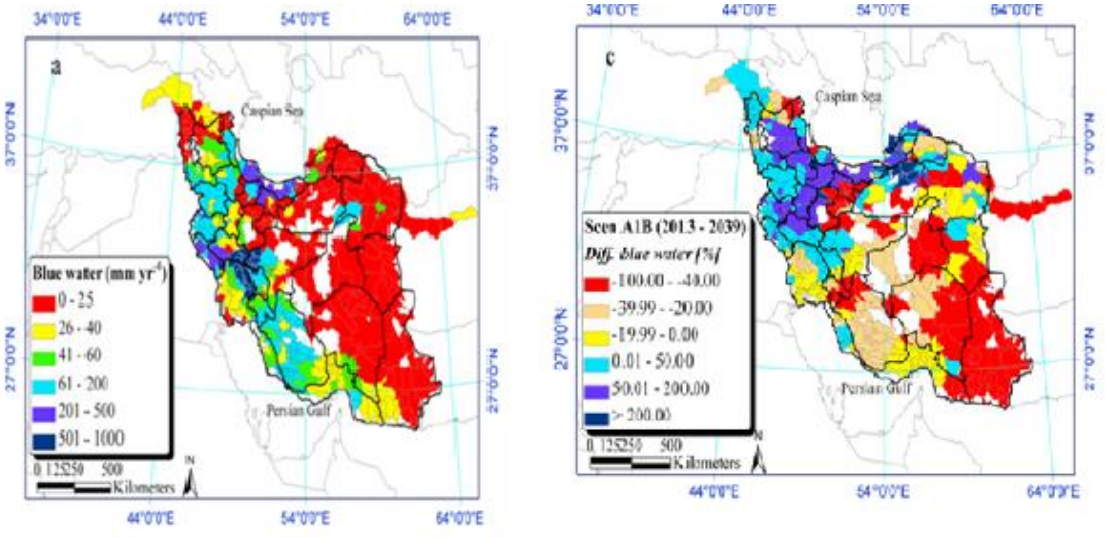
3 . Chung

زراعی داشته و بعد از گندم کشت دوباره دارند معمولا کشاورزان از سهمیه آب یونجه کاسته و از ظرفیت آبیاری خود در این ماهها برای محصولات دیگر استفاده می‌کنند. هر چند این نتیجه در ابتدا منجر به کاهش عملکرد و طبعا تولید یونجه می‌شود ولی در مدیریت کشت مزارع دارای کشت‌های متناوب با یونجه، این فرایند در خیلی از موارد باعث افزایش ارزش تولید کل می‌شود. درمطالعاتی نظیر مطالعه بویونگ[1](2015) و واکر و زکریا[2](2014) نیز که به مدیریت تولید یونجه در شرایط استرس خشکی پرداخته است، نتایج مشابهی حاصل شده است. در واقع این نتایج می‌تواند موید استفاده از استراتژی گسترش کشت یونجه برای صرفه جویی در مصرف آب بالقوه در شرایط استرس کم‌آبی اواسط تابستان حتی در مناطق خشک باشد.

در این بخش برای داشتن تصویری با جنبه اقتصادی قویتر از نتایج این مطالعه، اثرات نهایی متغیرهای مورد بررسی در تابع واکنش اقلیمی عملکرد یونجه محاسبه و بر اساس قیمت متوسط یونجه در سال ۹۷، برآورد ریالی از تاثیر تغییرات اقلیمی بر سود حاصل از فعالیت تولید یونجه با در نظر داشتن پیش‌بینی های اقلیمی صورت گرفته انجام می شود. به این منظور ابتدا با توجه به بررسی مطالعات مربوط به اقلیم کشور که در بخش قبلی صورت گرفت سناریوA مبنی برکاهش متوسط بارندگی به میزان ۸،۵ درصد و افزایش دما به میزان ۱/۳ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده و اثرات اقلیمی تغییرات متغیرهای الگو بر تولید یونجه بر اساس این سناریو محاسبه شده است. ذکر این نکته ضروریست که این سناریو بر اساس جمعبندی از محتمل‌ترین سناریوهای اقلیمی در مطالعات مرتبط از جمله مطالعه مطالعه واثقی و همکاران(2019)، عباسپور و همکاران(2009) و نظری(۱۳۹۱)، تدوین شده است. بر اساس نتایج حاصل، با فرض ثابت ماندن سطح زیرکشت همه استانها به میزان سطح مشاهده شده در سال ۱۳۹۷ ، چنانچه تغییرات اقلیمی مطابق با سناریو A روی دهد پیش بینی می‌شود که تولید یونجه ۱۹۷ هزارتن افزایش یابد. این نتیجه گویای آن است که توسعه کشت یونجه می-تواند به عنوان یک استراتژی برای افزایش درآمد زارعین با توجه به پیش‌بینی های اقلیمی در آینده اعمال شود. ولی نکته‌ای که در این بخش لازم است به آن توجه شود، محدودیت منابع آبی در ایران در بسیاری از نقاط کشور است که با در نظر داشتن نیاز آبی بالای یونجه باعث می‌شود که پیشنهاد توسعه کشت یونجه را در همه منازق در ایران دچار چالش می‌کند. این نکته در مناطقی زیادی از ایران که دچار بحران کم‌آبی می‌باشند و یا احتمال بروز خشکسالی نیز شدید است، اهمیت بیشتری دارد. بنابراین اگر توسعه کشت یونجه در ایران به عنوان یک استراتژی مطرح شود لازم است که تفکیک مناسبی برای لحاظ نمودن محدودیت منابع آبی صورت گیرد. به این منظور در این بخش به مطالعه عباسپور و همکاران(2009) برای پیش‌بینی وضعیت منابع آب در دسترس در مناطق مختلف کشور استناد شد. بر اساس نتایج این مطالعه پیش بینی‌می‌شود که منابع آب زیرزمینی در آینده دچار استرس بیشتری با افزایش سطح تقاضا آب در بخش کشاورزی خواهند شد. در این مطالعه بر اساس مدل‌های هیدرولوژی، سه سناریو برای بررسی آثار تغییرات اقلیم بر آبهای در دسترس انجام شده است که شرایط بر اساس محتمل-ترین سناریو در نمودار(۱)، مشاهده می‌شود. بر اساس این نمودار، وضعیت موجود آبهای در دسترس بویژه در شرق کشور بحرانی می‌باشد. همچنین بر اساس محتمل-ترین سناریو مورد مطالعه، میزان تغییرات آب در دسترس در مناطق شمال و شمال‌غرب دارای شرایط بهتری نسبت به مناطق شرق و جنوب شرق می‌باشد. بنابراین احتمال کمبود شدید منابع آبی در مناطق شرقی بسیار جدی می‌باشد.

1. Booyoung
2. Walker& Zaccarria

نمودار(۱)- وضعیت آبهای زیرزمینی و سطحی کشور a: وضعیت بر اساس اطلاعات تاریخی،c: پیش بینی وضعیت بر اساس سناریو A1B برای دوره زمانی ۲۰۳۹-۲۰۱۳



ماخذ: عباسپور و همکاران(2009)

به استناد نتایج این مطالعه، استراتژی توسعه کشت یونجه در استانهای غربی و شمال‌غرب که دارای شرایط بهتری نسبت به مناطق دیگر کشور از بعد ذخایر آبی هستند به میزان ۱۰ درصد سطح زیر کشت سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ تدوین شد و نتایج اعمال این استراتژی بر اساس قیمت یونجه در سال ۹۷ محاسبه شد. بر اساس محاسبات انجام شده در صورت اعمال استراتژی مذکور، تولید کل یونجه نسبت به تولید سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به میزان ۱۲درصد رشد یافته که ارزش ریالی برابر ۱۲۰۵ میلیارد ریال به درآمد تولیدکنندگان یونجه می-افزاید. بنابراین توسعه کشت یونجه در الگوی کشت زراعی مناطق غربی و شمال‌غرب کشور می‌تواند علاوه بر مزیت‌های جانبی کشت یونجه اثر اقتصادی مستقیم و مثبتی را بر درآمد زارعین این مناطق در پی داشته باشد. نکته دیگری که می‌تواند از بعد دیگر موید استراتژی مذکور باشد روند افزایشی دما در مناطق سردسیر است. بررسی میانگین دمای فصل رشد مدنظر مطالعه حاضر ۳۰ سال ۶۶-۱۳۳۶ با میانگین سی سال بعد بر اساس اطلاعات سازمان هواشناسی کشور و محاسبات انجام شده در دو استان آذربایجان شرقی و غربی به عنوان نماینده اصلی مناطق سردسیر تولیدکننده یونجه حاکی از افزایش ۵ درصدی دمای فصل رشد می باشد. بنابراین توسعه کشت یونجه در این مناطق که دامپروری یکی از منابع اصلی درآمدی روستاییان است می‌تواند، نقش موثری در ایجاد حاشیه امن اقتصادی برای کشاورزان این منطقه ایفا کند.

نتیجه گیری

برای داشتن تصویری روشن‌تر از تاثیر متغیرهای آب و هوایی بر تولید یونجه و اهمیت برنامه ریزی در جهت تغییر الگوی کشت با هدف افزایش تولید با توجه به پیش بینی های اقلیمی، نتایج بخش قبل از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار می گیرد و پیشنهادات مرتبط با آن نیز ارائه می گردد.

از نتایج برآورد تابع واکنش اقلیمی یونجه بطور کلی می‌توان دو نتیجه‌گیری مهم را در جهت بهبود الگوی کشت یونجه استخراج نمود. اولین نتیجه‌گیری به آثار افزایش دما در فصل رشد و ماه تیر بازمی‌گردد که حاکی از اثر معنادار و مثبت این متغیرها بر افزایش عملکرد یونجه می‌باشد. بنابراین توسعه کشت یونجه می‌تواند از این بعد و با در نظر داشتن پیش‌بینی های اقلیمی در خصوص تغییرات دما که موید افزایش دما می‌باشد آثار مثبتی بر افزایش عملکرد و به دنبال آن تولید یونجه داشته باشد. اما وجود محدودیت ذخایر آبی در بسیاری

از مناطق کشور و نیاز آبی بالای نسبی یونجه، اعمال این سیاست را در همه مناطق اکولوژی کشور زیرسوال می-برد. بنابراین در این مطالعه با درنظر داشتن محدودیت مذکور و به استناد پیش‌بینی های اقلیمی در خصوص تغییرات پارامترهای دما و بارش و ذخایر آبی مناطق مختلف کشور، توسعه کشت یونجه در مناطق غربی و شمال‌غرب کشور پیشنهاد می‌شود. نکته دوم که از نتایج برآورد تابع واکنش اقلیمی عملکرد یونجه قابل استنباط می‌باشد مربوط به آثار متغیرهای دمای ماههای گرم سال است که منفی و معنادار می‌باشد. این نتیجه همانطور که در بخش قبل تشریح شد به خصوصیات خاص فیزیولوژی یونجه بازمی‌گردد. از این نتیجه می‌توان چنین استنباط کرد که یونجه علاوه بر اینکه یک محصول زراعی مهم برای ایجاد سود اقتصادی محسوب می‌شود می‌تواند در مدیریت مصرف آب مزارع که فعالیت‌هایی نظیر کشت جالیزی در تناوب زراعی با یونجه دارند، در شرایط بروز استرس خشکی در ماههای گرم سال مورد توجه قرار گیرد. بنابراین توسعه کشت یونجه در مناطق مستعد کشور در کنار بهبود تکنولوژی تولید این محصول زراعی مهم علاوه بر اینکه می‌تواند آثار مثبت مستقیم و غیر مستقیم اقتصادی بر درآمد زارعین داشته باشد، از بعد مدیریت محدودیت منابع آبی در شرایط بروز خشکسالی نیز آثار مثبتی در پی داشته باشد.

REFERENCES

1. Adams, RM(1998). Global climate change and U.S agriculture. Nature, 345,219-224.
2. Agricultural statistical yearbook, Ministry of jahad agricultural of Iran,1992-2016
3. Ajayi J, Thamer A, Abdul H,Ghazal A(2017).Analysis of meteorological and hydrological droughts in the Niger-South Basin, Nigeria. Global and Planetary. 155,225-233.
4. Amiri A.M. And Eslamian C (2010): Investigation of Climate Change in Iran. Journal of Environmental Science and Technology. 3(4). 208-216.
5. Bagheri,M.Niknami,M(2014),Individual and Professional Ability of Tafresh County Farmers to Implement Drought Management Operations, Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, No. 2 - Volume 45(227-234),In farsi
6. Behrangi, A , Paul C. Loikith 2, Eric J. Fetzer 1, Hai M. Nguyen 1 and Stephanie L. Granger.(2015), Utilizing Humidity and Temperature Data to Advance Monitoring and Prediction of Meteorological Drought, Climate, 3, 999-1017; doi:10.3390/cli3040999
7. Bosworth,S. (1998)Alfalfa management and drought. Pennsylvania State Univ. Internet
8. Chen T, Vanderved F G. R, Wang G(2013):A global analysis of the impact of drought on net primary Productivity, Hedrology Earth System Sience17,3885- 3894.
9. Gammans M, And Mérel P and Ariel Ortiz-Bobea(2017),Negative impacts of climate change on cereal yields: statistical evidence from France, Environ. Res. Lett 12.
10. Grimes, D.W., P.L. Wiley and W.R. Sheesley. (1992)Alfalfa yield and plant water relations with variable irrigation. Crop Sci. 32:1381-1387.
11. IPCC: Climate change (2007): Synthesis report. In ‘Contribution of Working Groups to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on ClimateChange’.
12. Kusku, U. Sahin, T. Tunc and F. M. Kiziluglu.(2010). Determnating water –yield Relationship, Water Use efficiency, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16 (No4), 482-492.
13. LeSage,P(2010), The Theory and Practice of Spatial Econometrics, Department of Economics University of Toledo.
14. NCCOI (2014) Third national communication to UNFCCC. National Climate Change Office of Iran. http://climate-change.ir. https ://unfcc c.int/sites /defau lt/files /resou rce/Third National communication IRAN
15. Madani K (۲۰۱٤) Water management in Iran: what is causing the loomingcrisis? J Environ Stud Sci 4(4):315–328. https ://doi.org/10.1007/s13412-014-0182-z
16. Spinoni J ,G Naumann , Jürgen V(2017), Pan-European seasonal trends and recent changes of drought frequency and severity.Global and Planetary Change 148 , 113–130.
17. Tsakiris,G. Vangelis,H.(2005). Establishing a drought index incorporating Evapotranspiration European Water 9/10: 3-11
18. Wilhite DA, Buchanan-Smith M (2005), Drought as a natural hazard: Understanding the natural and social context. In: Wilhite DA (ed) Drought and water crises: Science, technology, and management issues. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 3–29..
19. Tahami(2012), Investigate the nature of risks and determine the appropriate pattern of risk management, dissertation, Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran.(Persian)

20. Tahereh sharghi, Khalil Kalantari , Ali Asadi, Mahmoud Jomehpour(2016) ,Simulating the effects of climate change and water transfer policy from agriculture to industry on resources Water and its Impact on Horticultural Products (Yazd Province), Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, 47, No. 4 - Volume 24(851-863),In farsi
21. Putnam, D., E. Takele, R. Kallenback and W. Graves (2000). Irrigating alfalfa in the low desert: Can summer dry-down be effective for saving water in alfalfa? Report submitted to the Bureau of Reclamation (USDI), Yuma, Arizona.
22. Rezaee, A, Mortazavi S, Peykani,G(2016). Economic Analysis of Farmers East of Zayandehrood River Basin under Drought Conditions, Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research , No. 2 - Volume 47(335-342),In farsi
23. Yu J, Lee L(2010), Some recent developments in spatial panel data models, Regional Science and Urban Economics, 2010, vol. 40, issue 5, 255-271
24. Zehtabian, Gh., Karimi, K., Nakhee Nejadfard, S., Mirdashtvand, M., and Khosravi, H(2013) Comparability Analyses of the SPI and RDI Meteorological Drought Indices in South Khorasan province in Iran. Inter.J. Adv.Biol.Biomed.Res.1:9.981.