Determining the Irrigation Insurance of Sistan Water Supply Canals in Order to Use Water Optimally

Hajar Esnaashari[1], Mohsen Adeli[2]

[1] PHD, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural, University of Jiroft, Iran
[2] PHD, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural, University of Jiroft, Iran

* **Corresponding Author:** Hajar Esnaashari
Address Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural, University of Jiroft, Iran
Email: Esnaashari@ujiroft.ac.ir
Tel: 09131968494

10.22125/IWE.2023.169902

Received:
May 22, 2022
Accepted:
October 17, 2022
Available online:
April 18, 2023

Keywords:
Risk, insurance, Compensation, Exponential smoothing

Abstract

despite the variety of types of risk, kinds of insurance which used in Iran are very limited. One of the agricultural insurance is irrigation insurance which insured farmer from the origin of the random factor (river flow as an inputs) not the result of random factors (reduced production). In this type of insurance contract is based on the index of insurance, and compensation is based on forecasts not the happened problem. In this study, irrigation insurance was determined for two regions of Sistan (Chahnimeh and Zahak and Myankngy) for different crop seasons. For this, first water flow of next year using exponential smoothing predicted, and then the critical value of water was found. Finally, using the relationship between production and water flow in different regions the amount of compensation was determined. Amount of compensation that insurance fund should pay orderly to farmers of Myankngy for autumn output and Chahnimeh and Zahak is 143 and 176 million rials and according to the river flow for spring products of Myankngy is more than critical value any compensation will not pay. As a result this kind of insurance reduced farmer's risk, increase efficiency of water usage and insurance fund will not lose. These equations can also be used for any amount of flow and any price of agricultural products and according to the managers' forecast, the amount of compensation for the next year can be determined.

1. Introduction

Irrigation insurance is one of the types of insurance that has not been applied in the country so far and has not been studied, but if it is used, the risk of agricultural production and thus income can be reduced. This type of insurance, like other types of insurance, gives a certain amount of compensation to farmers to prevent their income from decreasing, but unlike other insurances, it insures the farmer against the source of the accidental factor (river flow as one of the inputs),not from the result of a random factor (reduced product production). In this type of insurance, the contract is adjusted based on the insurance index and the compensation is based on the forecast and not on what happened. Irrigation insurance reduces the administrative costs and mental risks of farmers, but because it is based on forecasting and simulation, the farmer may receive insurance without losing water, and the other farmer despite the loss. Water does not receive compensation. Therefore, strong forecasting will reduce error and thus reduce farmers' risk and increase their income (Leiva& Skees, 2008).

2. Materials and Methods

In order to determine the amount of irrigation insurance for farmers in Sistan region, three steps are taken. These steps are:

I. River flow prediction: Because the inlet water used is random and dynamic, the data will be predicted using the appropriate method.

II. Investigating the factors affecting the amount of production and area under cultivation: In addition to random changes, factors such as water release method, distance from water channels and farmer information affect the amount of water consumed and ultimately the amount of production. Because it is assumed that production and area under cultivation in a region are completely related to irrigation (meaning that the area under cultivation is equal to the area irrigated and the amount of production) by estimating the appropriate function between water consumption and production in crop seasons. The level of cultivation can be predicted and thus the income of farmers can be determined.

III. Contract design: Finally, different contracts are designed using existing relationships and information from the previous cases.

In this study, ES (exponential smoothing) method will be used to predict river flow data. In order to determine the irrigation insurance of Sistan canals, data from the years 1988-2018 have been used, which have been collected from Zabol Agricultural Jihad and Zabol Research Center and Sistan Regional Water.

3. Results

In this study, two cropping seasons were considered for the agricultural products of the region. Crop growing seasons in Zabol are for spring crops from May to October (first season) and for autumn crops from November to April (second season). In this study, premiums were determined separately for Zahak and Chahnimeh regions (irrigation is through Sistan and Chahnimeh rivers) and Miankangi (Parian Border River is used for irrigation of crops in the region). The main crops and horticultural products of the region (more than 90%) are wheat, barley, alfalfa, watermelon, melon and grapes. (Sistan Agriculture Jihad of Sistan, 2019). Because grapes, watermelons, and melons are spring crops and other fall crops, planting seasons were considered for each region according to the type of crop produced. It should be noted that although grapes are one of the most important crops, they were excluded from the study due to lack of information related to their production, and as a result, no semi-studies were conducted for spring crops in drainage and well areas. In this study, the following equation is used to predict:

$$\hat{y}_{t+h} = a + bk \quad (1)$$

Where a is intercept, k is the trend and b is the trend coefficient, and the variable is intended to predict. The above two variables are defined as follows:

$$a(t) = \alpha y_t + (1-\alpha)(a(t-1) + b(t-1)) \quad (2)$$

$$b(t) = \beta y_t (a(t) - a(t-1)) + 1 - \beta b(t-1) \quad (3)$$

Where the $\cdot < \alpha, \beta < 1$ factors are adjusted and it is suggested to have values around 0.01 to 0.03 so that the model has the least error. The forecast results do not differ much from the actual data. The forecast results do not differ much from the actual data. Therefore, it can be said that the data forecast is appropriate and can be used to design a contract in 1400. Production is completely related to the amount of irrigation and the area under cultivation. The relationship between river flow and the amount of production of each crop in different seasons and regions was examined to determine the amount of farmers' income generated by river flow and premiums based on it become clear. Based on this, the following equations were estimated for two regions and two cropping seasons separately.

$$Y = 32459/72 + 227/41W \quad (4)$$
$$(1/2) \qquad (2/2)$$

$$Y = 125457/09 + 548/281W_{t-1} \quad (5)$$
$$(1/3) \qquad (2/1)$$

$$Y = 4030/54 + 1249/94W \quad (6)$$
$$(0/9) \qquad (6/2)$$

Equations 4 and 5 are related to autumn and spring crops of Miankangi, respectively. As can be seen, the amount of production in autumn is related to the river flow in the same year and in spring crops is related to the

river flow in the previous year. Also, in both cases, if the river water is zero, it will not be produced due to the lack of width from the origin.

In order to design the contract using the previous data, critical values for the incoming water are considered. The critical amount is determined by the insurance company. This will be considered as a critical value after plotting the cumulative distribution function (CDF) of incoming water to the area over the past years and determining its percentage. In this study, the volume of water was considered to have occurred in 60% of cases for the Sistan River and it is 210.13 million cubic meters. If the amount (projected flow) is more than the critical amount, the insurance will not pay the farmer, but if it is less than the critical amount of insurance, he is required to pay the premium as much as the difference in flow in the above calculated income (TIC).

4. Discussion and Conclusion

In Miankangi region and for spring crops, water forecast in 2021 is 263.36 million cubic meters. Therefore, in this area, the insurance fund should not pay compensation. However, for autumn crops, the forecast amount is 22.45, which is 187.687 million cubic meters less than the critical amount of water, and insurance should compensate farmers, but according to Equation 5, the money paid is related to the previous year's incoming water. As a result, the amount of insurance should pay about 650 million Rials according to the input of 19.76 million cubic meters in 2020 and considering that the average price of products in 1400 will be about 60,000 Rials. According to the forecast, the amount of water entering agriculture in Zahak and Chah Nimeh wells in 2021 will be 58.16 million cubic meters, which is less than the critical amount of 151.97 million cubic meters. As a result, the insurance must compensate the farmers' production losses, in terms of the current price. Therefore, the insurance fund must pay about 11 billion rials in insurance to farmers in this area.

5. Six important references

1) Poudel, M. P. Chen, S.E. and Huang, W.C. 2016. Pricing of rainfall index insurance for rice and wheat in Nepal. Journal of Agricultural Science and Technology, 18(2): 291-302.
2) Leiva A. J. and Shankar B. 2001. Drought risk in Nicaragua: A crop, region, and technology-specific empirical evaluation. Journal of Risk Research 4(3): 275–290.
3) Watkins K. 2006. Human development report beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis. United Nations Development Programmed.
4) Odening, M., Mubhoff, O. and Xu, W. 2007. Analysis of rainfall derivatives using daily precipitation models: Opportunities and pitfalls. Agricultural Finance Review, 67(1): 135-156.
5) Leiva A. and Skees J. 2008. Using irrigation insurance to improve water usage of the Rio Mayo irrigation system in northwestern Mexico. World Development 36(12): 2663–2678.
6) Zeuli K. A. and Skees J. R. 2005. Rainfall insurance: A promising tool for drought management. International Journal of Water Resources Development 21(4): 663–675

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to …..

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شماره پنجاه و یک . بهار ۱۴۰۲

تعیین بیمه آبیاری کانال‌های آبرسانی سیستان به منظور استفاده بهینه از آب

هاجر اثنی عشری*[۱] محسن عادلی ساردوئی[۲]

تاریخ ارسال:۱۴۰۱/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۷/۲۵

مقاله پژوهشی

چکیده

در دنیا برای کاهش مخاطرات ناشی از طبیعت در بخش کشاورزی از انواع بیمه‌ها استفاده می‌شود. این در حالی است با وجود تنوع ریسک در ایران، انواع بیمه‌های به کار برده شده در کشور ما بسیار محدود می‌باشد. یکی از انواع بیمه‌های کشاورزی، بیمه آبیاری است که کشاورز را از منشأ عامل تصادفی (جریان رودخانه به عنوان یک از نهاده‌ها) بیمه می‌کند نه از نتیجه عامل تصادفی (کاهش تولید محصول). در این نوع بیمه، قرارداد بر اساس شاخص بیمه تنظیم می‌شود و غرامت بر اساس پیش‌بینی بوده و بر اساس مساله اتفاق افتاده، نیست. در این مطالعه بیمه آبیاری برای دو منطقه چاه نیمه و زهک (یک منطقه) و میانکنگی (منطقه دوم) در سیستان برای فصول زراعی مختلف تعیین شد. بدین منظور ابتدا جریان آب سال آینده با استفاده از روش هموارسازی نمایی پیش‌بینی، سپس مقدار بحرانی آب مشخص شد. در نهایت با استفاده از رابطه بین مقدار تولید و جریان آب رودخانه میزان غرامت مناطق مختلف تعیین شد. مقدار غرامتی که صندوق بیمه باید به کشاورزان منطقه میانکنگی و چاه‌نیمه و زهک برای محصولات پاییزه پرداخت نماید به ترتیب ۶۵۰ میلیون ریال و ۱۱ میلیارد ریال بوده و با توجه به این که جریان ورودی برای محصولات بهاره از حد بحرانی بیشتر می‌باشد غرامتی به بیمه گذار پرداخت نخواهد شد. در نتیجه این نوع بیمه ریسک کشاورزان را کاهش داده، کارایی استفاده از آب را بالاتر برده و از ضررهای صندوق بیمه جلوگیری خواهد کرد. همچنین می توان از این معادلات برای هر مقدار جریان ورودی و هر نوع قیمت محصولات کشاورزی استفاده کرده و با توجه به پیش بینی مدیران، مقدار غرامت را برای سال بعد مشخص نمود.

واژه‌های کلیدی: بیمه، روش هموارسازی نمایی، ریسک، غرامت

[۱] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران (نویسنده مسول) Email: esnaashari@ujiroft.ac.ir.

[۲] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران Email: mohsen.adelis@ujiroft.ac.ir.

مقدمه

در حال حاضر ۷ میلیارد نفر در وضعیت تنش آبی به سرمی‌برند و ۱/۴ میلیارد نفر دیگر در جهان در حوضه‌هایی زندگی می‌کنند که مصرف آب از حدود پایدار گذر کرده است. نزدیک به یک سوم جمعیت جهان از کمبود آب رنج می‌برند و در طول یک قرن مصرف آب دو برابر سرعت رشد جمعیت، افزایش پیدا کرده است. این آمارها، ضرورت تردید ناپذیر پرداختن به مسئله کمیابی جهانی آب و پایداری نرخ‌های کنونی برداشت آب را آشکار می‌سازد. گفتمان جهانی آب معتقد است که بحران آب، ناشی از کمبود فیزیکی آب نیست، بلکه نتیجه انبوهی از ناکامی های نهادی و سیاسی در مدیریت منابع آب است (پشتوان، ۱۳۹۶).

با وجود احاطه شدن ۷۵ درصد زمین توسط آب، تنها ۲/۵ درصد آن شیرین است که با تداوم رشد جمعیت در جهان وضعیت بحران آب هر روز بیشتر می‌شود. از این مقدار، بارندگی ایران کمتر از یک چهارم مقدار جهانی آن است که نشان دهنده خشک بودن کشور می‌باشد (ابلاغیان و همکاران، ۱۳۹۸).

از طرف دیگر، با وجود این که ۹۳ درصد آب شیرین در ایران به مصرف بخش کشاورزی می‌رسد استفاده نادرست و توزیع نامناسب آن در مناطق و مزارع مختلف منجر به ایجاد ریسک درآمدی کشاورزان شده است. این مشکل به‌خصوص در مناطق خشک که وابستگی کشاورزان به آبیاری از طریق کانال‌ها و نهرها بیشتر است، نمایان‌تر می‌باشد(Liu et al.,2017). برای حل این مشکل گرچه سال‌ها شیوه‌های مختلف مدیریتی مانند ایجاد سدها، نهرها و کانال‌های بتنی و فروش حقابه به کشاورزان توسط دولت و یا تعاونی‌های روستایی به کار گرفته شده است ولی هنوز مشکل کاهش درآمد کشاورزان به دلیل کاهش ناگهانی آب در بسیاری از مناطق ایران وجود دارد. بدین معنا که حتی در بهترین شرایط مدیریتی ممکن است به دلیل شرایط خاص آب و هوایی، آب کافی برای آبیاری محصولات کشاورزی یک مزرعه در یک فصل زراعی موجود نباشد و همین مورد باعث کاهش سطح زیرکشت و در نتیجه کاهش محصول تولیدی و در نهایت منجر به کاهش درآمد کشاورزان شود. در بلندمدت این عدم حتمیت در میزان آب، نتایج دیگری مانند کاهش در سرمایه‌گذاری زیرساخت‌های آبیاری توسط روستاییان و مهاجرت آنان را خواهد داشت که با وجود قوانین مختلف و سرمایه‌گذاری دولتی در این بخش و صرف بودجه‌های مالی فراوان و برنامه‌ریزی و کنترل تخصیص آب توسط دولت در بسیاری از مناطق هنوز خشکسالی و عدم حتمیت در مقدار آب آبیاری منجر به شوک درآمدی کشاورزان می‌شود (ترابی و همکاران،۱۳۹۷). نظام‌های قیمت‌گذاری مختلفی برای استفاده بهینه از آب و مدیریت آن به طوری که همه کشاورزان آب مورد نیاز برای کاشت محصولات خود را داشته باشند در بسیاری از مناطق جهان و ایران به کار برده شده است و اخیراً نیز بازارهای آب مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است و این بازارها در بسیاری از کشورهای توسعه یافته به منظور مبارزه با خشکسالی به کار برده می‌شوند. گرچه ابزار بازار برای این کشورها مناسب بوده است ولی در کشورهای در حال توسعه که ساختار درستی نداشته و قوانین به خوبی در آنها اجرا نمی‌شود ممکن است روشی ناکارآمد باشد (Leiva& Skees,2008). مطالعات مختلفی در مورد بیمه کشاورزی صورت گرفته که اکثراً بیمه محصولات و درآمد و اخیراً بیمه خشکسالی و شاخص‌های آب و هوایی مانند بارندگی، سرعت باد، رطوبت هوا و یا تعداد روزهای آفتابی را مطرح کرده‌اند و درباره بیمه آبیاری مطالعات کمی صورت گرفته است.

از جمله مطالعات خارجی که در مورد انواع بیمه‌های بارندگی و خشکسالی صورت گرفته می‌توان بررسی Shah & Zeuli (2016)، Skees(2005) و (۲۰۰۱) Leiva & Shankar که مقدار بیمه خشکسالی را برای مناطق و محصولات مختلف تعیین کردند اشاره نمود. همچنین Poudel et al (2016)، Skees & Amgalan (2002)و Skees et al(2004) et al(2007) Odening بیمه بارندگی و اثرات بیمه آبیاری را بر زندگی کشورهای در حال توسعه بررسی نمودند.

در مورد بیمه آبیاری،Leiva& Skees(2008) در مطالعه ای بیمه آبیاری مناطقی از مکزیک را با استفاده از

شبیه‌سازی تصادفی بر اساس مشخصات اقتصادی و هیدرولوژیکی سیستم آبیاری منطقه تعیین کردند. آنها دو نوع قرارداد بین بیمه گر و کشاورز در نظر گرفتند که تفاوت آنها در مدت زمان دوره قرارداد بود. بر این اساس دو دوره ۱۲ و ۱۸ ماهه برای کشاورزان مشخص کردند که عرضه و تقاضای آب با هم در نظر گرفته می‌شود. قرارداد ۱۲ ماهه حداکثر مقدار پرداختی در یک سال را تعیین می‌کند که تابعی از جریان آب دوره قبل و مقدار آب بحرانی است. قرارداد ۱۸ ماهه پیچیده‌تر بوده و علاوه بر موارد فوق عامل تنزیل نیز در نظر گرفته شد. در نهایت نتیجه گرفتند با وجودی که قرارداد ۱۲ ماهه ساده‌تر است، قرارداد ۱۸ ماهه، ریسک را بهتر در نظر گرفته و برای این منطقه مناسب‌تر است.

از مطالعات داخلی، عباسعلی (۱۳۹۸) به منظور مدیریت ریسک محصولات کشاورزی در ۴ استان برای ۱۳سال از بیمه درآمدی استفاده کرد. در نهایت بیمه درآمدی برای هر محصول با توجه به ریسک آن محصولات مشخص شد. محمودی (۱۳۸۸) با استفاده از شاخص بارندگی حداکثر تعهد بیمه‌گر، نرخ حق بیمه و غرامت را برای گندم دیم شهرستان های بیرجند، مشهد و بجنورد به دست آورد و برای مدیریت خشکسالی پیشنهاداتی ارائه داد.

حسینی و قلی‌زاده (۱۳۸۷) با استفاده از روش شبیه سازی تصادفی پویا عوامل موثر بر تثبیت درآمدی بیمه را بررسی نموده و نتیجه‌گیری کردند که اتخاذ راه کارهایی، به صورت برنامه‌های مکمل و حتی جانشین، برای افزایش اثر بیمه در ضریب امنیت سرمایه گذاری ضرورت دارد.

بیمه آبیاری یکی از انواع بیمه‌هاست که تاکنون در کشور کاربردی نداشته و مطالعه‌ای در مورد آن صورت نگرفته است ولی در صورت استفاده از آن می‌توان ریسک تولید محصولات کشاورزی و در نتیجه درآمد را کاهش داد. این نوع بیمه مانند سایر انواع بیمه مقدار مشخصی غرامت به کشاورزان می‌دهد تا از کاهش درآمد آنان جلوگیری نماید ولی بر خلاف سایر بیمه‌ها کشاورز را از منشا عامل تصادفی (جریان رودخانه به عنوان یکی از نهاده‌ها) بیمه می‌کند نه از نتیجه عامل تصادفی (کاهش تولید محصول). در این نوع بیمه قرارداد بر اساس شاخص بیمه‌ای تنظیم می‌شود و غرامت بر اساس پیش‌بینی است نه بر اساس مساله اتفاق افتاده است. بیمه آبیاری هزینه-های اجرایی و مخاطرات ذهنی کشاورزان را کاهش می-دهد ولی چون بر اساس پیش‌بینی و شبیه‌سازی صورت می‌گیرد ممکن است کشاورزی بدون از دست دادن آب بیمه را دریافت نماید و کشاورز دیگر با وجود از دست دادن آب غرامتی دریافت نکند. لذا پیش‌بینی قوی منجر به کاهش خطا و در نتیجه کاهش ریسک کشاورزان و افزایش درآمد آنان خواهد شد (Leiva& Skees,2008). قبل از تعیین این نوع بیمه مشخصات سیستان و کشاورزی این منطقه بررسی خواهد شد.

شبکه‌های آبیاری در منطقه

به منظور تعیین بیمه آب منطقه باید درک درستی از سیستم آبیاری موجود داشت. لذا شبکه‌های آبیاری سیستان با استفاده از شکل ۱ تشریح شده است. شبکه آبیاری میانکنگی از پریان مشترک سرچشمه می‌گیرد. سطح زراعی تحت پوشش این شبکه ۳۹ هزار هکتار و حداکثر ظرفیت شبکه ۳۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. شبکه میانکنگی از طریق سه شاخه نهر شیردل، کانال یک میانکنگی و نهر گلمیر از پریان مشترک آبگیری می‌شود. نهر شیردل به دو شاخه ملکی و نیاتک تقسیم می‌گردد که نهر ملکی بخشی از اراضی میانکنگی و نهر نیاتک قسمتی از اراضی پشت آب بالا و پایین را آبیاری می‌نماید. کانال یک میانکنگی به سه کانال شماره ۲، رنده، گلزار و پودینه تقسیم می‌گردد و نهر گلمیر هم به دو شاخه منشعب می-شود.

شبکه آبیاری زهک از رودخانه هیرمند از طریق رودخانه سیستان تغذیه می‌شود. اراضی تحت پوشش شبکه ۲۲ هزار هکتار و ظرفیت آن ۳۰ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. این شبکه در محل سد زهک به سه شاخه نهر طاهری، نهر شهر و رودخانه سیستان تقسیم می‌شود. آب رودخانه سیستان به وسیله سد انحرافی زهک به داخل این دو نهر (نهر شهر و نهر طاهری) که به شکل سنتی (خاکی) هستند هدایت و بین کشاورزان در انهار سنتی

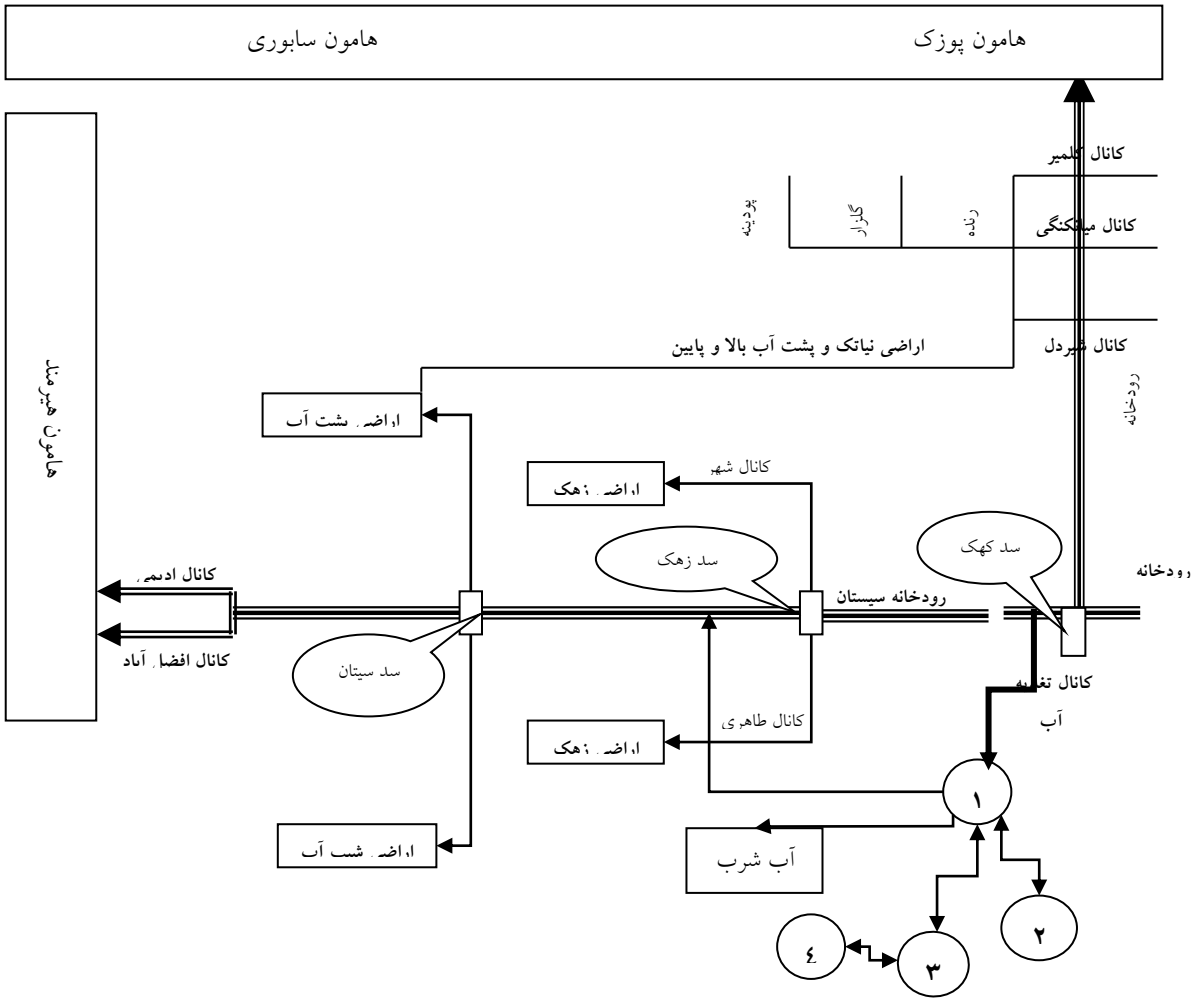
تقسیم و توزیع می‌شود. بعد از اینکه آب بین دو نهر شهر و طاهری تقسیم شد چنانچه مازاد داشته باشد، مازاد آن به رودخانه سیستان، شاخه سوم آن هدایت می‌شود که به سد سیستان می‌رسد (هادربادی، ۱۳۸۰).

نهر طاهری از سمت چپ سد زهک منشعب می‌شود و با طولی قریب به ۲۸ کیلومتر بخشی از اراضی شهرستان زهک را آبیاری می‌نماید. نهر طاهری در بخش انتهایی خود به شاخه‌های بسیار کوچکی تقسیم و به سمت جنوب تا روستای لوتک و ده ورمال می‌رود (مرکز تحقیقات کشاورزی زابل، ۱۳۸۹).

نهر شهر از سمت راست سد زهک منشعب می‌شود و به دلیل این که شاخه‌های آن نسبت به نهر طاهری کمتر است جریان یافتن آب در آن آسانتر بوده و ضایعات آب کمتراست. این نهر با طولی حدود ۴۰ کیلومتر اراضی شمال شهرستان زهک و بخش مرکزی زابل را آبیاری می‌نماید. حجم آبی که بین این دو نهر جریان دارد به طور متوسط بین ۳۰۰ تا ۴۱۵ میلیون متر مکعب برای کانال شهر و ۲۵۰ تا ۴۰۵ میلیون مترمکعب برای نهر طاهری است. حداکثر آبگیری نهر شهر ۲۵ متر مکعب بر ثانیه و نهر طاهری ۱۵ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد (مرکز تحقیقات کشاورزی زابل، ۱۳۹۹).

در شبکه آبیاری چاه نیمه، آب از طریق مخازن چاه نیمه تامین می‌گردد و در زمان پر آبی رودخانه هیرمند از طریق سد زهک نیز تغذیه می‌شود. این شبکه آب مورد نیاز مناطق شیب آب و پشت آب را تامین می‌کند. شبکه پشت آب خود به ۵ کانال فرعی شماره ۲ تقسیم می‌شود و شیب آب هم به ۵ کانال فرعی تقسیم می‌شود. کلیه اراضی تحت پوشش این شبکه ۴۹ هزار هکتار و ظرفیت اسمی آن ۶۰ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد (مطالعات کشاورزی سیستان، ۱۳۸۸).

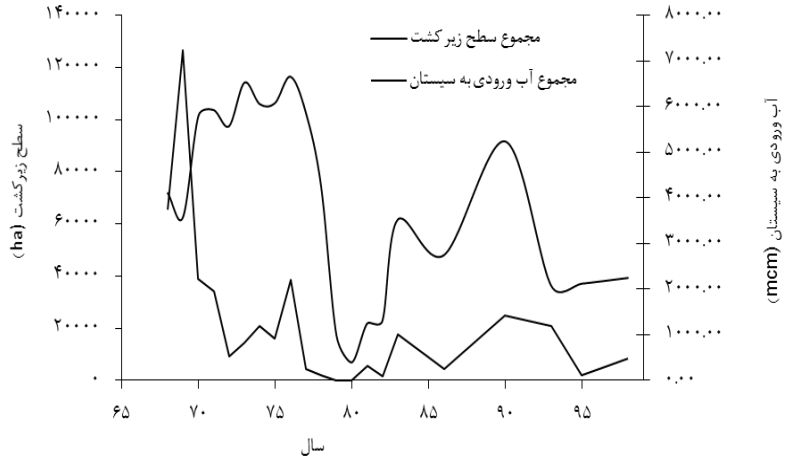
حدود ۱۴۰۰۰۰ هکتار زمین قابل کشت در شهرستان زابل قرار دارد ولی سطح زیرکشت محصولات به جریان رودخانه هیرمند بستگی دارد. سطح زیر کشت در سالهای ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۸ بین ۹۰ هزار تا ۵۱ هزار هکتار نوسان داشته است که به علت نوسانات شدید آب در منطقه است. میانگین سطح زیرکشت در طول این ۲۰ سال، ۱۰۹ هزار هکتار بوده است (جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹).



منابع ذخیره آب چاه

شکل(۱): مدل ادراکی منطقه مورد مطالعه

حدود ۸۲۵۰۰ هکتار از مناطق شیب آب، پشت آب و شهرکی نارویی به وسیله رودخانه سیستان که شبکه آبیاری چاه نیمه نام دارد آبیاری می شوند. سالیانه ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب از آب چاه نیمه، رودخانه سیستان و رود پریان برای آبیاری محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. حدود ۱۷۷ میلیون مترمکعب از ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب آب به وسیله چاه نیمه تامین می شود. ولی تنها ۴۶۰۰۰ هکتار از اراضی شیب آب و پشت آب می توانند از آب چاه نیمه ها استفاده کنند. در شکل ۲ ارتباط بین سطح زیرکشت و آب ورودی به سیستان در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۶۸ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بین سطح زیرکشت و آب رودخانه ارتباط مستقیمی وجود دارد به طوری که در سال‌های پرآبی سطح زیرکشت افزایش و در سال‌های کم آبی کاهش یافته است (جهاد کشاورزی سیستان، ۱۳۹۹).



شکل (۲):ارتباط سطح زیرکشت و آب ورودی (جهاد کشاورزی و سازمان آب سیستان، ۱۳۹۹)

لذا در این مطالعه با توجه به کمبود آب در منطقه و خشکسالی فراوان در سیستان، بیمه آبیاری برای کانال‌های آبرسانی در سیستان تعیین خواهد شد. با توجه به مطالعات انجام شده تاکنون در ایران مطالعه مشابهی روی کانال های آبیاری سیستان صورت نگرفته است ولی با توجه به شرایط منطقه و مطالعات خارجی انجام شده این نوع بیمه ریسک درآمدی کشاورزان را کاهش داده و منجر به افزایش تولید خواهد شد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین مقدار بیمه آبیاری برای کشاورزان منطقه سیستان سه مرحله طی می‌شود. این مراحل به ترتیب عبارتند از:

I. پیش بینی جریان رودخانه: چون آب ورودی به کار گرفته شده تصادفی و پویا می‌باشد، داده‌ها با استفاده از روش مناسب پیش‌بینی خواهد شد.

II. بررسی عوامل موثر بر مقدار تولید و سطح زیرکشت: علاوه بر تغییرات تصادفی عواملی چون روش رهاسازی آب، فاصله از کانال‌های آب و اطلاعات کشاورز بر میزان آب مصرفی و در نهایت مقدار تولید تاثیر می‌گذارند. چون فرض می‌شود تولید و سطح زیرکشت در یک منطقه کاملاً به آبیاری ارتباط دارد (بدین معنا که سطح زیرکشت برابر با سطح آبیاری شده و مقدار تولید است) با استفاده از تخمین تابع مناسب بین آب مصرفی و مقدار تولید در فصل-های زراعی می‌توان سطح زیرکشت را پیش‌بینی نموده و از این طریق درآمد کشاورزان را تعیین کرد.

III. طراحی قرارداد: در نهایت با استفاده از روابط موجود و اطلاعات موارد قبل قراردادهای مختلف طراحی می‌شود.

در این مطالعه به منظور پیش‌بینی داده‌های جریان رودخانه از روش ES[1] (هموارسازی نمایی) استفاده خواهد شد. ES روشی برای پیش‌بینی داده‌های سری زمانی است که تعداد آنها کم بوده و پیش‌بینی کوتاه‌مدت یک یا دو ساله مد نظر محقق می‌باشد (باورمن و اکانل، ۲۰۰۴). ۵ نوع ES وجود دارد که عبارتند از، روش ساده[2]، روش هالت[3]، روش هالت-وینتر افزاینده[4]، روش هالت-وینتر افزایشی[5] و روش هالت-وینتر غیرفصلی[6] (ریچاردسون،

[1] Exponential Smoothing
[2] Simple ES
3Holt's ES
4 Holt-Winter's multiplicative ES
5 Holt-Winter's additive ES
6 Holt-Winters-No Seasonal

۲۰۰۵).در این مطالعه با استفاده از نرم افزار Eviews از روش پنجم (هالت وینتر غیرفصلی) داده‌های رودخانه پیش‌بینی شدند.

به منظور تعیین بیمه آبیاری کانال‌های سیستان از داده-های سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۹۸ جهاد کشاورزی زابل و مرکز تحقیقات زابل و آب منطقه‌ای سیستان استفاده شده است.

نتایج و بحث

در این مطالعه، دو فصل زراعی برای محصولات کشاورزی منطقه در نظر گرفته شد. فصول کشت محصولات زراعی در زابل برای محصولات بهاره از اردیبهشت تا مهر (فصل اول) و برای محصولات پاییزه از آبان تا فروردین (فصل دوم) می‌باشد. با توجه به میانگین داده‌های ۳۰ ساله و تقویم زراعی میانگین آب ورودی به سیستان در دو ماه اردیبهشت و فروردین مقدار آب ورودی حداکثر مقدار را داشته و در ماه‌های مرداد تا مهر آب ورودی به حداقل خود می‌رسد. آب ورودی به رودخانه سیستان در فصل دوم زراعی نسبت به فصل اول زراعی حدود ۳۰/۵ میلیون مترمکعب کمتر است.

همچنین به این دلیل که آبیاری محصولات سیستان در دو منطقه مختلف صورت می‌گیرد در این مطالعه برای دو منطقه زهک و چاه‌نیمه (آبیاری آن از طریق رودخانه سیستان و چاه‌نیمه است) و میانکنگی (رودخانه مرزی پریان برای آبیاری محصولات منطقه به کار برده می‌شود)، جداگانه حق بیمه تعیین شد. علاوه برآن، عمده محصولات زراعی و باغی منطقه (بیش از ۹۰ درصد) گندم، جو، یونجه، هندوانه، خربزه و انگور بوده که هندوانه و خربزه در میانکنگی و انگور در شیب آب تولید شده و تولید سایر محصولات در منطقه به نسبت مساوی است (جهاد کشاورزی کشاورزی سیستان، ۱۳۹۹). چون انگور و هندوانه و خربزه محصولات بهاره و سایر محصولات پاییزه هستند لذا برای هر منطقه با توجه به نوع محصول تولیدی فصول کشت در نظر گرفته شد. باید ذکر نمود با وجودی که انگور جزو یکی از محصولات مهم است به دلیل نبودن اطلاعات مربوط به تولید آن از مطالعه حذف شد و در نتیجه برای محصولات بهاره مناطق زهک و چاه نیمه مطالعه‌ای صورت نگرفت.

در مرحله اول برای پیش‌بینی جریان رودخانه، پس از رسم نمودار آب مورد استفاده کشاورزان در هر منطقه برای دو فصل زراعی، از روش هموارسازی نمایی استفاده شد. با توجه به این که در داده‌های مورد بررسی روند زمانی وجود داشت ولی هیچ‌گونه علایمی از تغییرات سیکلی دیده نشد از روش پنجم یعنی هالت-وینتر غیرفصلی استفاده شد. در این روش به منظور پیش‌بینی از معادله زیر استفاده می شود:

$$\hat{y}_{t+h} = a + bk \qquad (1)$$

که در آن a عرض از مبدا، k روند و b ضریب روند بوده و $\hat{y}_{t+h}$ متغیر مورد نظر برای پیش بینی. دو متغیر فوق به صورت زیر تعریف می شوند:

$$a(t) = \alpha y_t + (1-\alpha)(a(t-1) + b(t-1)) \qquad (2)$$

$$b(t) = \beta y_t (a(t) - a(t-1)) + 1 - \beta b(t-1)$$

که در آن $0 < \alpha, \beta < 1$ عوامل تعدیل[1] بوده و پیشنهاد می‌شود مقادیری حدود ۰/۰۱ تا ۰/۰۳ داشته باشند تا مدل دارای حداقل خطا باشد.

پیش‌بینی برای دوره T با استفاده از فرمول ۳ محاسبه می‌شود (باورمن و اکانل، ۱۹۷۹):

$$\hat{y}_{T+h} = a(T) + b(T)k \qquad (3)$$

بر این اساس متغیرهای جریان ورودی آب به کشاورزی پیش بینی شد. که نتایج آن در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

با توجه به جدول ۱، نتایج پیش بینی با داده‌های واقعی اختلاف چندانی ندارند. لذا می‌توان گفت پیش‌بینی داده‌ها مناسب بوده و می‌توان از آنها برای طراحی قرارداد در سال ۱۴۰۰ استفاده نمود. در مرحله دوم، با توجه به این فرض که تولید به طور کامل با مقدار آبیاری و سطح زیرکشت ارتباط دارد، رابطه بین جریان رودخانه و مقدار تولید هر محصول در فصول زراعی و مناطق مختلف بررسی شد تا مقدار درآمد کشاورزان که از جریان رودخانه ایجاد می‌شود تعیین شده و بر اساس آن حق بیمه

[1] damping factor

مشخص گردد. بر این اساس معادلات زیر برای دو منطقه و دو فصل زراعی به صورت جداگانه تخمین زده شد.

$$Y = 32459/72 + 227/41W \quad (4)$$
$$(1/2) \quad (2/2)$$

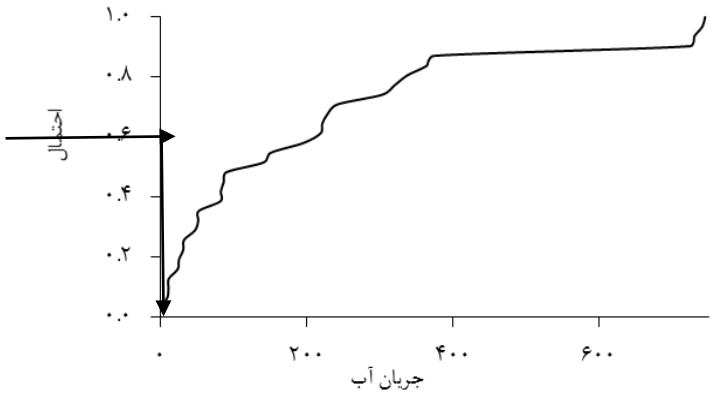
$$Y = 125457/09 + 548/281W_{t-1} \quad (5)$$
$$(1/3) \quad (2/1)$$

$$Y = 4030/54 + 1249/94W \quad (6)$$
$$(0/9) \quad (6/2)$$

جدول (۱): نتایج آماری جریان رودخانه پیش بینی شده و داده های موجود

	چاه نیمه و زهک		میانکنگی	
	میانگین داده های موجود (انحراف معیار)	میانگین داده های پیش بینی شده (انحراف معیار)	میانگین داده های موجود (انحراف معیار)	میانگین داده های پیش بینی شده (انحراف معیار)
جریان آب ورودی برای محصولات پاییزه (mcm)	۱۳۳/۹ (۸۹/۲۸)	۱۳۷/۷۶ (۸۸/۲۱)	۵۱/۷ (۳۴/۴۷)	۵۶/۲۵ (۳۴/۱۱)
جریان آب ورودی برای محصولات بهاره (mcm)			۲۰۸/۲۰ (۱۰۹/۳۵)	۲۰۲/۶ (۱۰۳/۰۶)

ماخذ: یافته های تحقیق



شکل(۳): نمودار تابع توزیع تجمعی

اعداد داخل پرانتز مقادیر t هستند. به این دلیل که تنها رابطه بین W (جریان رودخانه) و Y (مقدار تولید) مد نظر می‌باشد معادلات مختلف تخمین زده شد و مدل-های فوق که از بین همه مدل‌ها دارای معناداری بالاتری بوده و نتایج بهتری داشتند، انتخاب شد.

معادلات ۴ و ۵ به ترتیب مربوط به محصولات پاییزه و بهاره میانکنگی هستند. همانطور که مشاهده می‌شود، مقدار تولید در پاییز به جریان رودخانه در همان سال و در محصولات بهاره به جریان رودخانه در سال قبل ارتباط دارد. همچنین در هر دو مورد در صورتی که آب رودخانه صفر باشد، به علت عدم معناداری عرض از مبدا تولیدی صورت نخواهد گرفت.

معادله ۶ مربوط به محصولات پاییزه زهک و چاه نیمه بوده و همان طور که مشاهده می‌شود در این معادله نیز عرض از مبدا معنادار نیست.

در مرحله آخر و به منظور طراحی قرارداد با استفاده از داده‌های گذشته مقادیر بحرانی برای آب ورودی در نظر گرفته می‌شود. مقدار بحرانی توسط شرکت بیمه گذار تعیین می‌شود. این کار پس از رسم نمودار تابع توزیع تجمعی (CDF) آب ورودی به منطقه طی سال‌های گذشته (شکل ۳) و تعیین درصدی از آن به عنوان مقدار

بحرانی در نظر گرفته خواهد شد. در این مطالعه حجم آبی در

نظر گرفته شد که در ۶۰ درصد موارد برای رودخانه سیستان اتفاق افتاده است و آن ۲۱۰/۱۳ میلیون مترمکعب می باشد. اگر مقدار I_t (جریان پیش بینی شده) بیش از مقدار بحرانی باشد بیمه به کشاورز، پرداختی نخواهد داشت ولی اگر کمتر از مقدار بحرانی بیمه ملزم است به اندازه اختلاف جریان در درآمد محاسبه شده فوق (TIC) حق بیمه پرداخت نماید. این موارد در روابط ۷ نشان داده شده اند.

$$\overline{P_t} = TIC \times \begin{cases} 0 & if\ I_t > I_c \\ (I_c - I_t) & if\ I_t < I_c \end{cases} \quad (7)$$

در منطقه میانکنگی و برای محصولات بهاره آب پیش بینی شده در سال ۱۴۰۰، ۲۶۳/۳۶ میلیون مترمکعب می‌باشد. که از مقدار بحرانی که ۲۱۰/۱۳ میلیون مترمکعب است بیشتر می باشد. لذا در این منطقه صندوق بیمه نباید غرامتی پرداخت نماید. ولی برای محصولات پاییزه مقدار پیش‌بینی ۲۲/۴۵ می باشد که ۱۸۷/۶۸ میلیون مترمکعب از مقدار آب بحرانی (۲۱۰/۱۳) کمتر بوده و بیمه باید به کشاورزان غرامت بدهد ولی با توجه به معادله ۵ پول پرداختی به آب ورودی سال قبل ارتباط دارد. در نتیجه مقدار بیمه با توجه به ورودی ۱۹/۷۶ میلیون مترمکعبی در سال ۱۳۹۹ و با توجه به این که میانگین قیمت محصولات در سال ۱۴۰۰ حدود ۶۰۰۰۰ ریال خواهد بود حدود ۶۵۰ میلیون ریال بیمه پرداخت نماید.

با توجه به پیش بینی انجام شده مقدار آب ورودی به کشاورزی زهک و چاه نیمه در سال ۱۴۰۰، ۵۸/۱۶ میلیون مترمکعب خواهد بود که از مقدار بحرانی ۱۵۱/۹۷ میلیون مترمکعب کمتر بوده و در نتیجه بیمه باید به مقدار ضرر تولیدی کشاورزان که $Y = ۱۲۴۹/۹۴ \times ۱۵۱/۹۷ = ۱۸۹۹۵۸/۷$ تن می باشد را برحسب قیمت روز جبران نماید. لذا صندوق بیمه باید حدود ۱۱ میلیارد ریال بیمه به کشاورزان این منطقه پرداخت نماید.

نتیجه گیری

در این مقاله با استفاده از داده های ۳۰ سال گذشته ابتدا ورودی آب برای سال ۱۴۰۰ برای دو منطقه میانکنگی برای محصولات پاییزه و چاه نیمه و زهک با استفاده از روش ES پیش‌بینی و به ترتیب مقادیر ۲۲/۴۵ و ۵۸/۱۶ میلیون مترمکعب به دست آمد. با استفاده از این پیش بینی مقدار غرامتی که صندوق بیمه باید به کشاورزان هر منطقه پرداخت نماید به ترتیب ۶۵۰ میلیون ریال و ۱۱ میلیارد ریال بوده و با توجه به این که جریان ورودی برای محصولات بهاره میانکنگی از حد بحرانی بیشتر می‌باشد غرامتی به بیمه گذار پرداخت نخواهد شد. بدین‌ترتیب با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی می‌توان میزان پرداختی صندوق بیمه و دولت به کشاورزان را تعیین کرده که در این صورت علاوه بر این که ریسک کشاورزان کاهش می‌یابد و درآمد آنها مطمئن‌تر بوده، آب به بهترین نحو به مصرف خواهد رسید زیرا برخی کشاورزان با دریافت حق بیمه در سال‌های کم آبی تولید نداشته و کشاورزان با بهره‌وری بالاتر در استفاده از آب به تولید خواهند پرداخت. همچنین صندوق بیمه مجبور به پرداخت‌های سنگین در مواقع بحران نبوده و از ضررهای آینده جلوگیری خواهد شد.

با توجه به این مطالعه پیشنهاد می‌شود، این کار برای مناطق دیگری از کشور که دارای جریان آب تصادفی هستند نیز انجام شود. همچنین داده‌های بیشتری توسط آب منطقه‌ای و جهاد کشاورزی سیستان گردآوری شود تا محققین بتوانند از روش‌های دیگری برای پیش‌بینی استفاده کرده و نتایج را با کار حاضر مقایسه نموده و بهترین حق بیمه را تعیین نمایند. از طرفی پیشنهاد می شود مدیران با استفاده از پیش‌بینی‌های انجام شده در زمینه قیمت و جریان وردوی آب برای هر سال میزان غرامت را محاسبه و آن برای کشاورزان محاسبه نمایند.

منابع

ابلاغیان، آ.، آخوندعلی، م.، ع. رادمنش، ف. و زارعی، ح. ۱۳۹۸. بررسی روند تغییرات دما، بارندگی و رطوبت نسبی در ایران، علوم و مهندسی آبیاری، شماره ۳، دوره ۴۲، ص ۲۱۲-۱۹۷.

پشتوان، ح. ۱۳۹۶. رهنمودهای برنامه ریزی و مدیریت استراتژیک منابع آب. سازمان ملل متحد، وزارت نیرو، کمیته ملی سدهای بزرگ ایران.

ترابی، س.، دوراندیش، آ. دانشور کاخکی، م، کیانی راد، ع. و محمدی، ح. ۱۳۹۷. بررسی عوامل موثر بر تمایل پرداخت باغداران سیب برای بیمه شاخص آب و هوایی در شهرستان دمارند. اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۰۴، دوره ۲۶، ص ۷۱-۱۰۱.

جهاد تحقیقات کشاورزی زابل. ۱۳۹۹. وزارت جهاد کشاورزی.

حسینی ص. و قلی‌زاده ح. ۱۳۸۷. بررسی عوامل موثر بر اثرگذاری سیاست بیمه محصولات کشاورزی بر تثبیت درآمد کشاورزان. اقتصاد وکشاورزی. شماره ۳، دوره ۲، ص۲۷-۴۵.

لطفی، ع. ۱۳۹۸. بیمه درآمدی روش جدید و نوین در مدیریت ریسک محصولات بخش کشاورزی، پژوهش های اقتصاد پولی، مالی، ۲۶ شماره ۱۷ دوره ۲۵، ص ۲۹۳-۳۱۲.

محمودی ن. ۱۳۸۸. تدوین الگوی بیمه خشکسالی کشاورزی با استفاده از شاخص بارندگی: مطالعه موردی گندم دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زابل.

مطالعات کشاورزی سیستان. ۱۳۸۸. شرکت مشاوره آبساران. تهران.

هادربادی غ. ۱۳۸۰. پیش‌بینی سرعت باد به منظور کاربرد در معادلات تبخیر آب (مطالعه موردی منطقه زابل). مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. شماره۲ ، ص۲۵۴-۲۶۵.

Liu, D., W. Liu, Q. Fu, Y. Zhang, T. Li, K.M. Imran, and F.M. Abrar. 2017. two-stage multi-water sources allocation model in regional water resources management under uncertainty. Water Resource Management. 31 (2): 1–19.

Bowerman B. and O'Connell R. 2004. Forecasting Time Series, and Regression (with CD-ROM). Duxbury Press, Massachusetts. 870 pp.

Kehkha A. 2005. Modeling water resources management in the Sistan region of Iran. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, University of New England. 175 pp.

Leiva A. and Skees J. 2008. Using irrigation insurance to improve water usage of the Rio Mayo irrigation system in northwestern Mexico. World Development 36(12): 2663–2678.

Leiva A. J. and Shankar B. 2001. Drought risk in Nicaragua: A crop, region, and technology-specific empirical evaluation. Journal of Risk Research 4(3): 275–290.

Odening, M., Mubhoff, O. and Xu, W. 2007. Analysis of rainfall derivatives using daily precipitation models: Opportunities and pitfalls. Agricultural Finance Review, 67(1): 135-156.

Poudel, M. P. Chen, S.E. and Huang, W.C. 2016. Pricing of rainfall index insurance for rice and wheat in Nepal. Journal of Agricultural Science and Technology, 18(2): 291-302.

Richardson J.W. 2005. Simulation for Applied Risk Management. Department of agricultural economics, Texas A&M University. 252 pp.

Shah, A. 2016. Pricing of rainfall insurance in India using Gaussian and t copulas, 90th annual conference, Warwick University, UK, Agricultural economic society.

Skees J. R. and Amgalan A. 2002. Examining the feasibility of livestock insurance in Mongolia. World Bank Policy Research Paper WS2886, Washington, DC.

Skees J. Varangis P. Larson D. and Siegel P. 2004. Can financial markets be tapped to help poor people cope with weather risks? Working Paper. World Institute for Development Economic Research, 100 pp.

Zeuli K. A. and Skees J. R. 2005. Rainfall insurance: A promising tool for drought management. International Journal of Water Resources Development 21(4): 663–675.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شماره پنجاه و یک . بهار ۱۴۰۲

Determining the Irrigation Insurance of Sistan Water Supply Canals in Order to Use Water Optimally

Hajar Esnaashari[1], Mohsen Adeli[2]

Abstract

despite the variety of types of risk, kinds of insurance which used in Iran are very limited. One of the agricultural insurances is irrigation insurance which insured farmer from the origin of the random factor (river flow as an inputs) not the result of random factors (reduced production). In this type of insurance contract is based on the index of insurance, and compensation is based on forecasts not the happened problem. In this study, irrigation insurance was determined for two regions of Sistan (Chahnimeh and Zahak and Myanknggy) for different crop seasons. For this, first water flow of next year using exponential smoothing predicted, and then the critical value of water was found. Finally, using the relationship between production and water flow in different regions the amount of compensation was determined. Amount of compensation that insurance fund should pay orderly to farmers of Myanknggy for autumn output and Chahnimeh and Zahak is 143 and 176 million rials and according to the river flow for spring products of Myanknggy is more than critical value any compensation will not pay. As a result, this kind of insurance reduced farmer's risk, increase efficiency of water usage and insurance fund will not lose. These equations can also be used for any amount of flow and any price of agricultural products and according to the managers' forecast, the amount of compensation for the next year can be determined.

Keywords: Risk, insurance, Compensation, Exponential smoothing

[1] PHD, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural, University of Jiroft, Iran(**Corresponding Author)**
Email: Esnaashari@ujiroft.ac.ir
[2] PHD, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural, University of Jiroft, Iran
Email: Email: mohsen.adelis@ujiroft.ac.ir