

## الگوی برای بیمه عرضه آب برای محصولات کشاورزی

الهام خواجه پور<sup>۱</sup>

احمدعلی کیخا<sup>۲</sup>

غلامرضا سلطانی<sup>۳</sup>

محمود صبوحي صابونی<sup>۴</sup>

علی کیانی راد<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۸/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۰۴

### چکیده

فعالیت‌های کشاورزی در منطقه سیستان کاملاً به آب رودخانه هیرمند وابسته است. آب رودخانه هیرمند نوسانات شدیدی داشته است، به طوری که در سال‌های گذشته مردم منطقه از سیلاب‌های مهیب و خشک‌سالی‌های مداوم همیشه در رنج بوده‌اند. هدف این تحقیق معرفی و تحلیل طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه به عنوان یکی از راه‌حل‌های کاهش نوسانات درآمدی زارعین منطقه سیستان است. در این تحقیق ابتدا، فرایند تصادفی جریان رودخانه هیرمند به روش کاپیولا برای دو فصل رشد با استفاده از اطلاعات ماهانه جریان رودخانه هیرمند از سال ۱۳۸۱-۱۳۳۶ شبیه‌سازی شد. سپس، با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی، اقتصادسنجی و شبیه‌سازی روابط بین میزان آب در دسترس زارعین و سود ناخالص آنها برآورد گردید. در نهایت با ارائه طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه در مدل، اثرات این طرح‌ها در کاهش ریسک سود ناخالص زارعین تحلیل گردید. نتایج تحقیق نشان داد که به کارگیری طرح‌های مختلف بیمه می‌تواند در کاهش نوسانات سود ناخالص کشاورزان مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: بیمه عرضه آب، بیمه محصولات کشاورزی، رودخانه هیرمند، شبیه‌سازی، کاپیولا

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل (نویسنده مسئول) (Email: elhamefalagh@gmail.com)

۲. استادیار دانشگاه زابل (Email: kehkha@yahoo.com)

۳. استاد دانشگاه شیراز (Email: grsoltani@gmail.com)

۴. استادیار دانشگاه زابل (Email: msabuhi39@yahoo.com)

۵. استادیار مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی (Email: akianirad@gmail.com)

## ۱. مقدمه

دسترسی به آب آبیاری یکنواخت یک عامل کلیدی برای ثبات و افزایش درآمد زارعین و مساعدت به رفاه کلی خانوارهای روستایی در کشورهای درحال توسعه است. برای مثال، محققان دریافته‌اند که دسترسی به عرضه آب مطمئن می‌تواند باتوجه به اندازه مزرعه بین ۳۵ تا ۱۵۵ درصد درآمد را افزایش دهد (Kakssell and Skees, 2008). به دلیل میزان بارندگی کم (متوسط ۵۰ میلی‌متر در سال) و فقدان منابع آب زیرزمینی در منطقه سیستان، تنها منبع آب آبیاری در این منطقه، رودخانه هیرمند است. آمار جریان این رودخانه (رودخانه سیستان شعبه‌ای از رودخانه هیرمند است که از مرز ایران و افغانستان به داخل ایران وارد می‌شود و دشت سیستان را سیراب می‌کند) طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۳۶، نشان‌دهنده نوسانات زیاد از میزان تقریباً صفر در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۹ تا ۷۸۰۰ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۶۹ است. این نوسانات در میزان جریان رودخانه باعث سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌های مهیب در منطقه شده است، به طوری که خشک‌سالی‌ها در سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۴۹ منجر به مهاجرت جمعیتی حدود ۵۵۰۰۰ نفر از ساکنین این منطقه به سوی شمال کشور شد (Kehkha, 2005). با وجود منابع عظیم ذخیره آب در این منطقه (موسوم به چاه‌نیمه‌ها)، تا حدودی عرضه آب آبیاری در یک فصل رشد (با یک سال زراعی) برای زارعینی که از این مخازن در زمان کم آبی رودخانه استفاده می‌کنند، از ریسک کمتری برخوردار شده است. اما، این موضوع در مورد عرضه آب آبیاری طی سال‌های متمادی به دلایلی همچون نوسانات جریان رودخانه هیرمند، نوسانات آب موجود در مخازن و نیز تغییرات اقلیمی یا تغییر سیاست‌های دولت در خصوص نحوه تخصیص آب این مخازن برای مصارف مختلف، صادق نیست و در نتیجه ریسک ناشی از عدم دسترسی به آب مطمئن طی سال‌ها بر میزان تولید و در نتیجه درآمد زارعین اثر گذاشته است. حال آنکه زارعینی که امکان دستیابی به آب مخازن چاه نیمه در زمان کم آبی رودخانه را نیز ندارند از عدم قطعیت بیشتری در تولید محصولات خود و در نتیجه، ریسک بیشتر در درآمد - هم در طول

یک سال زراعی و هم طی سال‌ها- برخوردار بوده‌اند. تحقیق حاضر برای حل این مشکل به بررسی بیمه جریان رودخانه هیرمند می‌پردازد.

بیمه جریان رودخانه، نوعی بیمه ریسک خاص یا نوعی بیمه شاخص آب‌وهوایی است که در آن یک عامل تولید (تجمعات جریان رودخانه) که همبستگی بالایی با میزان تولید کشاورزی دارد به عنوان شاخص ریسک در نظر گرفته می‌شود و طی یک قرارداد، بیمه‌گر (صندوق بیمه محصولات کشاورزی) به ازای دریافت مقداری حق بیمه از کشاورزان - در صورتی که میزان شاخص از یک مقدار آستانه از قبل تعیین شده کمتر شود- جبران خسارتی به بیمه‌گذار (کشاورزان) پرداخت می‌کند (Aksell and Skees, 2008).

تاریخچه بیمه محصولات کشاورزی در جهان به دهه ۱۹۳۰ در آمریکا بر می‌گردد که این کشور تعدادی از محصولات کشاورزی را در برابر رکود اقتصادی و طوفان‌های شدید در برخی مناطق بیمه کرد (Risk Management Agency, 2004). این نوع بیمه، نوعی بیمه تولیدی (یا عملکرد) و چند خطره بود که در آن بیش از یک خطر یا عامل ریسکی تحت پوشش بیمه قرار می‌گرفت. این نوع بیمه‌ها از نوع بیمه‌های سنتی است که در آن پرداخت جبران خسارت به زارعین از طریق ارزیابی خسارت وارد شده به آنها از طریق بازدید تک تک مزارع صورت می‌گیرد که کاری پر هزینه و وقت‌گیر است (United Nations, 2007). احتمال بروز مسائلی همچون مخاطرات اخلاقی<sup>۱</sup> و انتخاب نامساعد<sup>۲</sup> ممکن است کارایی این نوع بیمه‌ها را در مدیریت تولید کشاورزی کاهش دهد (Risk Management Agency, 2004). لذا، ایده بیمه‌های شاخص آب‌وهوایی از اوائل ۱۹۹۹ به عنوان راه حل جایگزینی به بحث گذاشته شد (United Nations, 2007). در زمینه بیمه شاخص آب‌وهوایی تحقیقات نسبتاً زیادی در خارج از کشور صورت گرفته که اکثراً بارندگی یا درجه حرارت را به عنوان شاخص ریسک در نظر گرفته‌اند که به آنها بیمه شاخص آب‌وهوایی<sup>۳</sup> یا مشتقات آب‌وهوایی<sup>۴</sup> نیز گفته می‌شود.

1. Moral Hazards
2. Adverse Selection
3. Weather Index Insurance
4. Weather Derivatives

طبق تعریف مافوآ و تروی<sup>۱</sup>، بیمه آب‌وهوا یک روش جدید برای مدیریت ریسک است که براساس اطلاعات شفاف و ساده مشاهده‌شده از ایستگاه‌های آب‌وهوایی در هر مکان است. این نوع بیمه، بنگاه‌ها را قادر به مدیریت ریسک ناشی از انحرافات فصلی از مقادیر میانگین اقلیمی بلندمدت می‌سازد. همچنین، محققین زیادی در تحقیقات خود اغلب سعی بر معرفی شاخص های آب‌وهوایی و بررسی ارتباط آنها با میزان تولید محصولات مختلف کشاورزی در مناطق گوناگون داشته‌اند. برای مثال نتایج تحقیقات بامبا<sup>۲</sup>، بروستد و همکاران<sup>۳</sup>، گینه و همکاران<sup>۴</sup>، کارایی و همکاران<sup>۵</sup>، هائو و اسکیز<sup>۶</sup>، هائو و همکاران<sup>۷</sup>، زولی و اسکیز<sup>۸</sup> نشان می‌دهد که شاخص های آب‌وهوایی می‌توانند ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری ریسک تولید کشاورزی باشند و به دنبال آن بیمه‌های شاخص آب‌وهوایی نیز می‌توانند به عنوان ابزار مناسب برای مدیریت ریسک تولید کشاورزی در نظر گرفته شوند. در این میان، برخی تحقیقات به مشتقات آب‌وهوایی که تفاوت اندکی با بیمه‌های شاخص آب‌وهوایی در جزئیات قرارداد و نحوه پردازش حساب‌ها دارند به عنوان ابزار مدیریت ریسک تولید کشاورزی پرداخته‌اند (Jewson and Anders, 2005). برای مثال، استیون و همکاران<sup>۹</sup>، استوپا و هس<sup>۱۰</sup>، و دنوف و بارنت<sup>۱۱</sup> به معرفی و کاربرد مشتقات آب‌وهوایی در مناطق گوناگون و برای محصولات مختلف پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نیز که اغلب میزان بارندگی را به عنوان شاخص آب‌وهوایی در نظر گرفته‌اند گواه بر کارایی این مشتقات در مدیریت ریسک تولیدی محصولات کشاورزی است.

- 
1. Mafoua and Turvey, 2003
  2. Bamba, 2004
  3. Breustedt et al., 2008
  4. Gin'e et al., 2007
  5. Karuaihe et al., 2006
  6. Hao and Skees, 2003
  7. Hao et al., 2004
  8. Zeuli and Skees, 2005
  9. Steven et al., 2001
  10. Stoppa and Hess, 2003
  11. Vedenov and Barnett, 2004

اما تحقیق در خصوص بیمه جریان رودخانه تنها توسط اکسل و اسکیز<sup>۱</sup> صورت گرفته است. آنها بیمه شاخص جریان رودخانه را به عنوان بیمه آبیاری برای مدیریت نوسانات درآمدی حاصل از نوسانات جریان رودخانه ریومایو<sup>۲</sup> در شمال غرب معرفی کردند. منبع تأمین آب مورد نیاز آبیاری در این تحقیق، آب ذخیره شده در مخزن موجود در منطقه مورد نظر بود که توسط رودخانه ریومایو تغذیه می شد و میزان آب موجود در آن، به دلیل تصادفی بودن جریان رودخانه به طور تصادفی تغییر می کرد. آنها در تحقیق خود با استفاده از خصوصیات هیدرولوژیکی و اقتصادی منطقه مورد نظر و با کاربرد استراتژی های مختلف بیمه آبیاری، یک مدل شبیه سازی تصادفی به کار بردند که نتیجه آن توزیع های درآمدی مورد انتظار برای کشاورزان منطقه شمال غرب مکزیک برای حالت بدون بیمه و با بیمه و تعیین مقادیر حق بیمه و جبران های خسارت برای هر یک از استراتژی های قرارداد بیمه آبیاری بود. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که اجرای طرح بیمه آبیاری می تواند در کاهش نوسانات تولیدی در بخش کشاورزی مؤثر واقع شود. آنها همچنین با استفاده از معیار کارایی تصادفی با توجه به یک تابع به بررسی تقاضای بالقوه برای شرکت در این طرح بیمه پرداختند و نتایج تحقیق آنها نشان داد که زارعین منطقه مورد نظر، شرکت در طرح های بیمه جریان رودخانه با سطح پوشش بالاتر را ترجیح می دهند. در خصوص بیمه محصولات کشاورزی، در داخل ایران نیز تحقیقاتی صورت گرفته است که عمدتاً مبتنی بر بیمه عملکرد می باشند. برای مثال، در حوزه بیمه عملکرد، کرمی و همکارانش (۱۳۸۶) و یزدان پناه و همکارانش (۱۳۸۸) به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای بیمه برای محصولات مختلف کشاورزی و نیز رضایت مندی زارعین از طرح های بیمه پرداخته اند. یزدانی و کیانی راد (۱۳۸۳) الگوی بیمه درآمدی را تدوین کردند. اما پیرامون بیمه های شاخص آب و هوایی در ایران تحقیقات معدودی انجام شده است. برای مثال، محمودی (۱۳۸۸) با استفاده از شاخص

1. Akssell and Skees, 2008
2. Rio Mayo

بارندگی به عنوان شاخص آب و هوایی، الگوی بیمه خشک سالی را برای شهرستان‌های بیرجند، مشهد و بجنورد به دست آورده است. هدف از انجام این تحقیق معرفی بیمه جریان رودخانه هیرمند و ارزیابی اثرات این نوع بیمه بر کاهش نوسانات سود ناخالص کشاورزان منطقه سیستان است. همچنین تقاضای بالقوه برای طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه هیرمند با استفاده از روش کارایی تصادفی با توجه به یک تابع<sup>۱</sup> بررسی می‌شود.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق یک مدل شبیه‌سازی تصادفی پویا برای کمک به اتخاذ سیاست‌های مناسب بیمه آب رودخانه هیرمند در منطقه سیستان و برای دو شهرستان زابل و زهک توسعه داده می‌شود. این مدل از اجزاء مختلفی به شرح زیر تشکیل شده است:

- مدل شبیه‌سازی آب جریان رودخانه هیرمند به روش کاپیولا<sup>۲</sup>: در این مدل تصادفی جریانات رودخانه به صورت تجمعات فصلی (شش ماهه اول سال زراعی از مهر تا اسفند به عنوان فصل رشد محصولات پائیزه و شش ماهه دوم سال زراعی از فروردین تا شهریور به عنوان فصل رشد محصولات بهاره) با استفاده از اطلاعات ماهانه مربوط به جریان رودخانه هیرمند (سیستان) برای سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۳۶ مدل‌سازی می‌شود. در شبیه‌سازی متغیرهای تصادفی، مفاهیم همبستگی و وابستگی تصادفی میان متغیرها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجاکه ضرایب همبستگی خطی و رتبه‌ای قادر به اندازه‌گیری این مفاهیم به طور کامل نیستند، لذا اخیراً در شبیه‌سازی متغیرهای تصادفی روش‌های جایگزینی برای اندازه‌گیری وابستگی تصادفی میان متغیرها توسعه داده شده که از جمله مهم‌ترین این روش‌ها، روش کاپیولا است. کاپیولا تابعی است که مجموعه‌ای از توابع احتمال تجمعی حاشیه‌ای تک متغیره را به یکدیگر ملحق می‌کند و یک تابع احتمال تجمعی چند متغیره را تولید می‌کند. اگر فرض کنیم که  $p$  متغیر

1. Stochastic Efficiency with Respect to a Function (SERF)
2. Copula

تصادفی وجود داشته باشد که هر یک دارای توزیع یکنواخت با میانگین صفر و واریانس یک  $U(0,1)$  باشند، به صورت  $U_1, U_2, \dots, U_p$ ، که با یکدیگر ارتباط دارند، آنگاه تابع توزیع الحاقی زیر، رابطه میان این متغیرهای تصادفی را بیان می‌کند (Kehkha, 2005):

$$C(u_1, u_2, \dots, u_p) = \Pr(U_1 \leq u_1, U_2 \leq u_2, \dots, U_p \leq u_p) \quad (1)$$

که تابع  $C$  یک کاپیولا است. برای توابع توزیع احتمال تجمعی حاشیه‌ای دلخواه  $F_1(x_1), F_2(x_2), \dots, F_p(x_p)$  تابع کاپیولا می‌تواند به صورت زیر بازنویسی شود (Kehkha, 2005):

$$C(F_1(x_1), F_2(x_2), \dots, F_p(x_p)) = F(x_1, x_2, \dots, x_p) \quad (2)$$

به طوری که از رابطه ۲ مشاهده می‌شود کاپیولا اصولاً قادر به ترکیب هر شکلی از توابع احتمال تجمعی حاشیه‌ای است. مهم‌تر آنکه کاپیولا قادر به توضیح تغییرات در درجه وابستگی در بخش‌های مختلف توزیع‌های احتمال است که این خصوصیت در سایر روش‌های شبیه‌سازی متغیرهای تصادفی مشاهده نمی‌شود (Kehkha, 2005). کاپیولاها اشکال مختلفی با خصوصیات مختلف دارند که از آن جمله می‌توان به کاپیولای گاسین<sup>۱</sup> (نرمال)، کاپیولای تی استیودنت<sup>۲</sup>، کاپیولای کلیتون<sup>۳</sup>، و کاپیولای گامبل<sup>۴</sup> اشاره کرد (Zimmer and Trivedi, 2007).

– مدل تخمین رابطه بین آب در دسترس کشاورزان منطقه سیستان و سود ناخالص آنها: این مدل شبیه‌سازی تصادفی، پیشتر توسط کیخا<sup>۵</sup> صورت گرفته است. وی در تحقیق خود نحوه انتقال آب از رودخانه سیستان را به مناطق مختلف سیستان از طریق کانال‌ها، سدها و شبکه توزیع آب شامل انتقال آب به چاه‌نیمه‌ها و آزادسازی آب از

1. Gaussian
2. T- student
3. Clayton
4. Gumbel
5. Kehkha, 2005

چاه‌نیمه‌ها را برای سه گروه مصرف‌کننده بخش شرب، کشاورزی و محیط زیست توصیف می‌کند. در تحقیق حاضر از این مدل با اصلاحاتی، برای اندازه‌گیری میزان آب آبیاری موجود برای زارعین شهرستان‌های زهک و زابل در دو فصل رشد و نیز میزان سود ناخالص زارعین در هر دو شهرستان استفاده می‌شود. فرمول‌های زیر چگونگی ارتباط سود ناخالص زارعین را به میزان آب آبیاری موجود در هر فصل رشد و برای هر سال زراعی نشان می‌دهد (Kehkha, 2005):

$$AgHa_T = \frac{\sum_t \min \left\{ \frac{TAWA_t}{AgReq_t}, 1 \right\}}{2} \times La \quad \text{for } t=1, 2 \quad (3)$$

$$CropArea_{Tj} = AgHa_T CP_j \quad (4)$$

$$TGM_T = \sum_j CropArea_{Tj} GM_j \quad (5)$$

-  $AgHa_T$ : مقدار زمین کشت شده (هکتار) در سال  $T$ ؛

-  $TAWA_t$ : کل آب موجود برای کاربرد کشاورزی در فصل رشد  $t$ ؛

-  $AgReq_t$ : کل تقاضای آب برای کشاورزی در فصل رشد  $t$ .

-  $La$ : کل زمین قابل کشت (هکتار)؛

-  $CropArea_{Tj}$ : مقدار زمین زیر کشت محصول  $j$  (هکتار)؛

-  $CP_j$ : نسبت محصول  $j$  از الگوی کشت منطقه؛

-  $TGM_T$ : کل سود ناخالص کشاورزی در سال  $T$  (ریال)؛

-  $GM_j$ : سود ناخالص فعالیت  $j$  (ریال / هکتار).

- در نهایت با معرفی طرح‌های مختلف بیمه به صورت قرارداد بیمه از نوع اختیار معامله<sup>۱</sup> در مدل، میزان سود ناخالص کشاورزان با سناریوهای مختلف بیمه درباره حد آستانه شاخص، شبیه‌سازی شده و میزان حق بیمه و جبران خسارت برای سناریوهای



مختلف بیمه محاسبه می‌شود. قراردادهای نوع اختیار معامله، قراردادهایی هستند که در آنها اگر مقدار شاخص مورد نظر از یک مقدار از پیش تعیین شده کمتر شود به خریدار قرارداد (بیمه‌گذار) مقداری به صورت جبران خسارت پرداخت می‌شود. در این تحقیق از تجمعات جریان رودخانه به عنوان شاخص استفاده می‌شود. شکل عمومی قراردادهای نوع اختیار معامله به صورت زیر است (Aksell and Skees, 2008):

$$P_t = \begin{cases} 0 & I_{t-1} \geq I_c \\ (I_c - I_{t-1}) & I_{t-1} < I_c \end{cases} \times TIC \quad (6)$$

$P_t$  - حداکثر جبران خسارت پرداختی توسط بیمه‌گر در سال  $t$ ؛

$I_c$  - سطح بحرانی یا آستانه از قبل تعیین شده؛

$I_{t-1}$  - تجمعات جریان رودخانه در دوره گذشته؛

TIC - میزان تعهدی که بیمه‌گر به ازاء هر مترمکعب از تجمعات جریان رودخانه

در دوره گذشته که زیر حد آستانه ( $I_c$ ) بیفتد به بیمه‌گذار (کشاورزان) می‌پردازد.

اگر فرض شود که معادله (۷) نشان‌دهنده سود ناخالص زارعین بدون شرکت آنها

در طرح بیمه جریان رودخانه باشد:

$$\begin{aligned} \tilde{\pi}_j &= \sum_i P_i f_i(W_i) \\ \text{s.t. } \sum_i W_i &\leq \tilde{W} \end{aligned} \quad (7)$$

$\tilde{\pi}$  - نشان‌دهنده سود ناخالص زارعین بدون شرکت آنها در طرح بیمه؛

$i$  - نشان‌دهنده تعداد فصل‌های موجود در یک سال زراعی است؛

$P_i$  - میانگین سود ناخالص هر هکتار زمین کشت‌شده در هر فصل رشد در یک

سال زراعی؛

$f_i(W_i)$  - تعداد هکتار زمین کشت‌شده در هر فصل رشد، برای کشاورزی به

کار می‌رود؛

$\tilde{W}$  - آب آبیاری موجود در یک سال زراعی (مقدار آن تصادفی می‌باشد).

آنگاه طرح‌های (قراردادهای) مختلف بیمه در تابع سود ناخالص زارعین طبق فرمول زیر وارد می‌شوند (Aksell and Skees, 2008).

$$\tilde{\pi}_j = \sum_i P_i f_i(W_i) - P_j + \theta \times I[W_g^j - \tilde{W}] \quad (8)$$

$$\text{s.t. } \sum_i (W_i) \leq W$$

-  $\tilde{\pi}_j$ : نشان‌دهنده میزان سود ناخالص تصادفی زارعین با شرکت در طرح مختلف بیمه؛

-  $P_i$ : پرداخت مورد نیاز برای شرکت در هر طرح بیمه (حق بیمه)؛

-  $I$ : جبران خسارت پرداختی برای هر واحد آب موجود برای کشاورزی که زیر یک سطح آستانه از قبل تعیین شده قرار گیرد؛

-  $W_g^j$ : سطح آستانه از قبل تعیین شده برای آب موجود برای کشاورزی؛

-  $\tilde{W}$ : میزان آب موجود در یک سال برای کشاورزی (مقدار آن تصادفی می‌باشد). در معادله فوق  $P_i$  و  $\theta$  به این صورت تعریف می‌شوند:

$$P_j \geq I \times E \left\{ \theta [W_g^j - (W)] \right\} \quad (9)$$

$$\theta = \begin{cases} 1, \dots, 1 & W_g^j - \tilde{W} > 0 \\ 0, \dots, 1 & W_g^j - \tilde{W} < 0 \end{cases} \quad (10)$$

معادله (۸) نشان‌دهنده میزان سود ناخالص کشاورزان است زمانی که در طرح مختلف بیمه شرکت کنند. در این حالت میزان سود ناخالص زارعین علاوه بر سود حاصل از کشاورزی که خود تابعی از آب موجود برای کشاورزی است، تابعی از حق بیمه پرداختی توسط زارعین و جبران خسارت پرداختی توسط بیمه‌گر نیز است. طرح‌های بیمه جریان رودخانه هیرمند در منطقه سیستان برای دو گروه از زارعین این منطقه معرفی می‌شود. گروه اول شامل کشاورزانی است که آب آبیاری مورد نیاز خود را تنها از رودخانه هیرمند دریافت می‌کنند و موسوم به کشاورزان شهرستان زهک هستند و گروه دوم شامل کشاورزانی است که آب آبیاری مورد نیاز خود را در صورت لزوم از چاه نیمه‌ها نیز

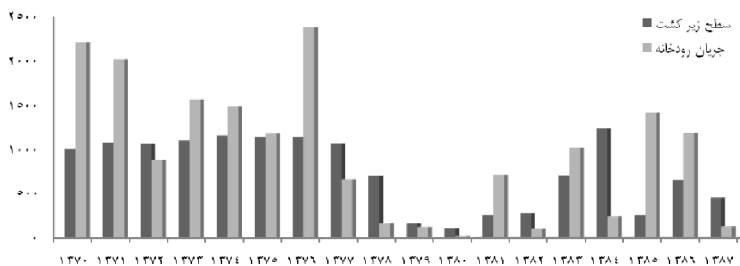
می‌توانند دریافت کنند که موسوم به کشاورزان شهرستان زابل هستند. در این تحقیق مدل مورد نظر در نرم‌افزار MATLAB کدنویسی شد. این مدل با استفاده از مقادیر تصادفی تجمعات شش ماهه (فصلی) جریان رودخانه هیرمند، برای ۱۰ سال و با ۲۵۰۰ تکرار شبیه‌سازی شد. سپس با استفاده از معیار کارایی تصادفی نسبت به یک تابع<sup>۱</sup> به بررسی پتانسیل بالقوه برای شرکت زارعین شهرستان‌های زابل و زهک در طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه هیرمند پرداخته شد. اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق به صورت کتابخانه‌ای و از طریق مطالعه کلیه متون و اسناد موجود در کتابخانه‌ها و ادارات دولتی از جمله سازمان امور آب سیستان، استانداری سیستان و بلوچستان، سازمان جهاد کشاورزی زابل و مؤسسه تحقیقات کشاورزی زابل به دست آمدند.

### ۳. نتایج

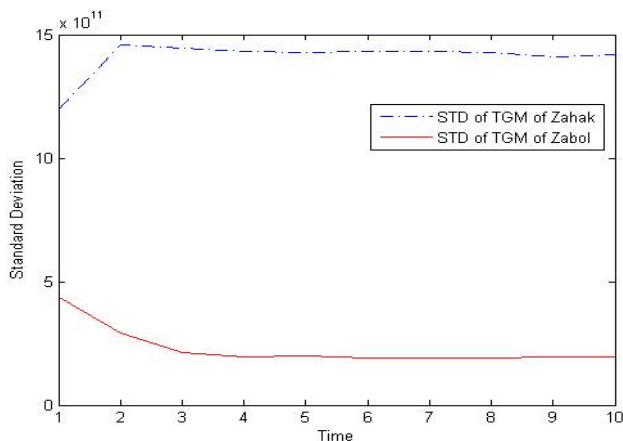
زارعین منطقه سیستان به دلیل نوسانات زیاد آب موجود برای کشاورزی، همواره از نوسانات زیاد سطح زیر کشت و در نتیجه سود ناخالص حاصل از محصولات کشاورزی خود رنج برده‌اند. نمودار ۱ این نوسانات را در منطقه سیستان نشان می‌دهد. زارعین شهرستان زهک برای آبیاری مزارع خود تنها به آب رودخانه هیرمند دسترسی دارند، در حالی که زارعین شهرستان زابل علاوه بر استفاده از آب رودخانه هیرمند امکان دسترسی به آب مخازن چاه‌نیمه را نیز در زمان خشک‌سالی و کمبود آب دارند، لذا زارعین شهرستان زابل در مقایسه با زارعین شهرستان زهک از ریسک کمتری در تولید محصولات خویش برخوردارند که نتایج تحقیق نیز مؤید این ادعاست. همان‌طور که نمودار ۲ نشان می‌دهد انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین در شهرستان زهک - به عنوان شاخصی از ریسک سود ناخالص زارعین در این شهر - در همه سال‌های شبیه‌سازی شده بیشتر از مقدار این شاخص در شهرستان زابل است. در این تحقیق برای کاهش این نوسانات در سود ناخالص زارعین در منطقه سیستان، سه طرح بیمه

جریان رودخانه هیرمند (سیستان) معرفی شد. این طرح‌ها به ترتیب با در نظر گرفتن سطح پوشش ۸۰، ۷۵ و ۷۰ درصدی، در مدل وارد شدند. نمودارهای ۳ و ۴ چگونگی اثرات اعمال این سه طرح بیمه بر انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین شهرستان‌های زابل و زهک را در سال‌های شبیه‌سازی شده نشان می‌دهند.

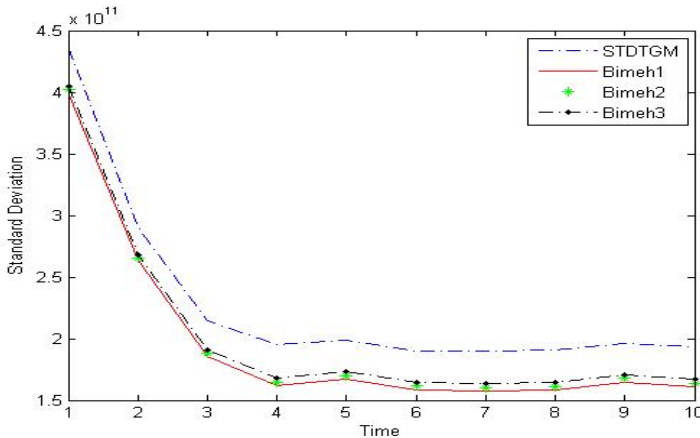
نمودار ۱. مقادیر سطح زیر کشت و تجمعات سالانه آب رودخانه هیرمند در منطقه سیستان در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ (سطح زیر کشت بر حسب یکصد هکتار و حجم آب بر حسب میلیون متر مکعب)



نمودار ۲. انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین شهرستان‌های زهک و زابل (یکصد میلیارد ریال)

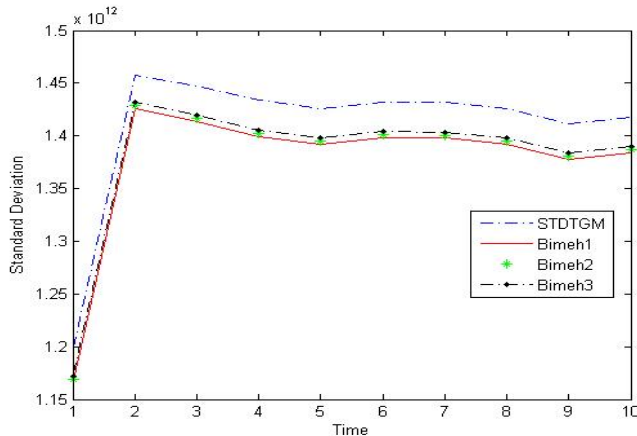


نمودار ۳. انحراف استاندارد سود ناخالص کشاورزان در زابل همراه با شرکت در طرح‌های مختلف بیمه (یکصد میلیارد ریال)



\* این سناریوها به ترتیب عبارت‌اند از عدم شرکت در طرح بیمه (STDTGM)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۸۰ درصدی (Bimeh1)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۵ درصدی (Bimeh2) و شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۰ درصدی (Bimeh3).

نمودار ۴. انحراف استاندارد سود ناخالص کشاورزان در زهک همراه با شرکت در طرح‌های مختلف بیمه (هزار میلیارد ریال)



\* این سناریوها به ترتیب عبارت‌اند از: عدم شرکت در طرح بیمه (STDTGM)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۸۰ درصدی (Bimeh1)، شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۵ درصدی (Bimeh2) و شرکت در طرح بیمه با سطح پوشش ۷۰ درصدی (Bimeh3).

همان‌طور که نمودارهای ۳ و ۴ نشان می‌دهند اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه هیرمند در مدل، منجر به کاهش انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین شهرستان‌های زابل و زهک به عنوان شاخص ریسک سود ناخالص آن زارعین در همه سال‌های شبیه‌سازی، می‌شود. به عبارت دیگر بیمه جریان رودخانه هیرمند می‌تواند در مدیریت ریسک کشاورزی در منطقه سیستان مؤثر واقع شود. همچنین مقادیر انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین در شهرستان‌های زهک و زابل، به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. مقایسه مقادیر این دو جدول نشان می‌دهد که در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه، اثر کاهشی آن بر ریسک تولیدی در شهرستان زهک (که از ریسک تولیدی بالاتری برخوردار است) نسبت به شهرستان زابل در همه سال‌های شبیه‌سازی شده (به غیر از سال اول) بیشتر است. برای مثال، در سال دوم، شرکت زارعین در اولین طرح بیمه جریان رودخانه (با سطح پوشش ۸۰ درصد) در شهرستان زهک، انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین را از ۱۴۵۷ میلیارد ریال (سناریوی اول) به ۱۴۲۶ میلیارد ریال (سناریوی دوم) معادل ۳۱ میلیارد ریال کاهش می‌دهد. در حالی که همین طرح بیمه در شهرستان زابل منجر به کاهش انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین از ۲۸۹ میلیارد ریال (سناریوی اول) به ۲۶۳ میلیارد ریال (سناریوی دوم) یعنی معادل ۲۶ میلیارد ریال می‌شود. به عبارت دیگر اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه هیرمند می‌تواند به عنوان یکی از ابزار مدیریت ریسک تولیدی زارعین در شهرستان زهک (که نسبت به شهرستان زابل آسیب‌پذیرتر است) مؤثرتر عمل کند. برای بررسی تقاضای بالقوه زارعین هر دو شهرستان برای شرکت در طرح‌های مختلف بیمه جریان رودخانه هیرمند از روش کارایی تصادفی با توجه به یک تابع استفاده شد. در این تحقیق از تابع مطلوبیت معکوس‌پذیر نمایی برای اندازه‌گیری معادل‌های اطمینان استفاده شد. سناریویی که بالاترین مقدار جبری معادل اطمینان را داشته باشد بر دیگر سناریوها ارجح است. مقادیر معادل اطمینان برای هر دو شهرستان و در ضرایب ریسک‌گزینی مختلف برای دو سال اول شبیه‌سازی، در جدول‌های ۳ تا ۶ آمده است.

ضرایب ریسک‌گریزی ۰/۵ تا ۴ به ترتیب نسبتاً ریسک‌گریزی تا فوق‌العاده ریسک‌گریزی را نشان می‌دهند. جدول ۳ نشان می‌دهد که در شهرستان زهک مقادیر معادل اطمینان در سال اول برای زارعین با درجه ریسک‌گریزی بالا دارای علامت منفی است. این علامت منفی نشان‌دهنده دیدگاه منفی این زارعین از تولید کشاورزی در شهرستان زهک به دلیل خشک‌سالی‌های پی‌درپی و عدم دسترسی به ذخایر آب مخازن چاه نیمه است. اما از سال دوم به بعد در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه و شرکت در طرح‌های مختلف آن، نتایج نشان می‌دهد که امید به تولید کشاورزی و کسب سود در زارعین با درجه ریسک‌گریزی بالا هم، در این شهرستان بیشتر شده و معادل‌های اطمینان برای این زارعین با علامت مثبت ظاهر می‌شوند (جدول ۴). این در حالی است که مقادیر معادل اطمینان برای زارعین شهرستان زابل در تمامی سال‌ها با علامت مثبت ظاهر می‌شوند که نشان‌دهنده دیدگاه مثبت این زارعین یا به عبارتی خوش‌بینی نسبت به تولید کشاورزی است (جدول‌های ۵ و ۶). همچنین بررسی جدول‌های ۳ تا ۴ نشان می‌دهد که در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه، کلیه زارعین در شهرستان زهک شرکت در اولین طرح بیمه را (که سطح پوشش بیشتری در نظر می‌گیرد)، در مقایسه با سایر سناریوها ترجیح می‌دهند. این در حالی است که در شهرستان زابل در سال اول، زارعین نسبتاً ریسک‌گریز ترجیح می‌دهند که در طرح بیمه شرکت نکنند. اما سایر زارعین، شرکت در اولین طرح بیمه را در اولویت قرار می‌دهند (جدول ۵). نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در سال دوم زارعین نسبتاً ریسک‌گریز و ریسک‌گریز (با ضرایب ۰/۵ و ۱) شرکت در طرح سوم بیمه را ترجیح می‌دهند (جدول ۶). زارعین با ضریب ریسک‌گریزی ۲، شرکت در هر سه طرح بیمه را به یک میزان بر عدم شرکت ترجیح می‌دهند و زارعین با ضرایب ریسک‌گریزی ۳ و ۴ شرکت در طرح اول بیمه را بر دیگر سناریوها ترجیح می‌دهند. در صورت اعمال سیاست بیمه جریان رودخانه، هرچه زارعین شهرستان زابل در سال دوم ریسک‌گریزتر

باشند شرکت در طرح اول بیمه را مانند زارعین شهرستان زهک بر دیگر سناریوها ترجیح می‌دهند.

جدول ۱. انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین در شهرستان زهک (میلیارد ریال)

سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم*	
۱۱۹۷	۱۱۶۵	۱۱۶۹	۱۱۷۲	سال اول
۱۴۵۷	۱۴۲۶	۱۴۲۹	۱۴۳۲	سال دوم
۱۴۴۷	۱۴۱۴	۱۴۱۷	۱۴۲۰	سال سوم
۱۴۳۴	۱۳۹۹	۱۴۰۲	۱۴۰۵	سال چهارم
۱۴۲۶	۱۳۹۲	۱۳۹۵	۱۳۹۸	سال پنجم
۱۴۳۲	۱۳۹۸	۱۴۰۱	۱۴۰۴	سال ششم
۱۴۳۲	۱۳۹۸	۱۴۰۱	۱۴۰۴	سال هفتم
۱۴۲۶	۱۳۹۲	۱۳۹۵	۱۳۹۸	سال هشتم
۱۴۱۲	۱۳۷۸	۱۳۸۱	۱۳۸۴	سال نهم
۱۴۱۷	۱۳۸۴	۱۳۸۷	۱۳۹۰	سال دهم

\* سناریوهای اول تا چهارم به ترتیب عبارت اند از عدم شرکت در طرح‌های بیمه، شرکت در طرح بیمه با ۸۰٪ سطح پوشش، شرکت در طرح بیمه با ۷۵٪ سطح پوشش و شرکت در طرح بیمه با ۷۰٪ سطح پوشش.

جدول ۲. انحراف استاندارد سود ناخالص زارعین در شهرستان زابل (میلیارد ریال)

سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم*	
۴۳۶	۳۹۹	۴۰۲	۴۰۵	سال اول
۲۹۰	۲۶۳	۲۶۶	۲۶۸	سال دوم
۲۱۵	۱۸۶	۱۸۸	۱۹۱	سال سوم
۱۹۵	۱۶۲	۱۶۵	۱۶۸	سال چهارم
۱۹۹	۱۶۷	۱۷۰	۱۷۳	سال پنجم
۱۹۰	۱۵۹	۱۶۲	۱۶۵	سال ششم
۱۹۰	۱۵۷	۱۶۰	۱۶۳	سال هفتم
۱۹۱	۱۵۸	۱۶۱	۱۶۴	سال هشتم
۱۹۶	۱۶۵	۱۶۸	۱۷۱	سال نهم
۱۹۳	۱۶۱	۱۶۴	۱۶۷	سال دهم

\* سناریوهای اول تا چهارم به ترتیب عبارت اند از عدم شرکت در طرح‌های بیمه، شرکت در طرح بیمه با ۸۰٪ سطح پوشش، شرکت در طرح بیمه با ۷۵٪ سطح پوشش و شرکت در طرح بیمه با ۷۰٪ سطح پوشش.



جدول ۳. مقادیر معادل اطمینان در سال اول، شبیه‌سازی شده در شهرستان زهک (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گزینی					سناریوها
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
-۰/۷۳	-۰/۲۱	۰/۳۱۷	۰/۸۴۲	۱/۱	عدم شرکت در طرح بیمه
-۰/۶۲۴۳	-۰/۱۲۷	۰/۳۷۰۳	۰/۸۶۷۶	۱/۱۱۶۲	شرکت در طرح اول بیمه
-۰/۶۳۵۸	-۰/۱۳۵۶	۰/۳۶۴۷	۰/۸۶۴۹	۱/۱۱۵۱	شرکت در طرح دوم بیمه
-۰/۶۴۷۵	-۰/۱۴۴۳	۰/۳۵۹	۰/۸۶۲۲	۱/۱۱۳۸	شرکت در طرح سوم بیمه

جدول ۴. مقادیر معادل اطمینان در سال دوم، شبیه‌سازی شده در شهرستان زهک (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گزینی					سناریوها
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
۰/۶۲۹	۱/۰۷	۱/۵۱	۱/۹۶	۲/۱۸	عدم شرکت در طرح بیمه
۰/۶۹۹۵	۱/۱۲۳۷	۱/۵۴۷۹	۱/۹۷۲۱	۲/۱۸۴۲	شرکت در طرح اول بیمه
۰/۶۹۳۶	۱/۱۱۹۴	۱/۵۴۵۲	۱/۹۷۱	۲/۱۸۴	شرکت در طرح دوم بیمه
۰/۶۸۷۴	۱/۱۱۴۹	۱/۵۴۲۴	۱/۹۶۹۹	۲/۱۸۳۷	شرکت در طرح سوم بیمه

جدول ۵. مقادیر معادل اطمینان در سال اول، شبیه‌سازی شده در شهرستان زابل (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گزینی					سناریوها
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
۱/۷۱	۱/۷۶	۱/۸۱	۱/۸۶	۱/۸۹	عدم شرکت در طرح بیمه
۱/۷۴۳۱	۱/۷۸۴۸	۱/۸۲۶۵	۱/۸۶۸۱	۱/۸۸۹	شرکت در طرح اول بیمه
۱/۷۴۱	۱/۷۸۳۳	۱/۸۲۵۶	۱/۸۶۷۹	۱/۸۸۹	شرکت در طرح دوم بیمه
۱/۷۳۸۷	۱/۷۸۱۶	۱/۸۲۴۶	۱/۸۶۷۵	۱/۸۸۹	شرکت در طرح سوم بیمه

جدول ۶. مقادیر معادل اطمینان در سال دوم، شبیه‌سازی شده در شهرستان زابل (هزار میلیارد ریال)

ضرایب ریسک‌گزینی					سناریوها
۴	۳	۲	۱	۰/۵	
۲/۰۱	۲/۰۳	۲/۰۵	۲/۰۷	۲/۰۸	عدم شرکت در طرح بیمه
۲/۰۲۱۹	۲/۰۳۸۵	۲/۰۵۵۱	۲/۰۷۱۷	۲/۰۸	شرکت در طرح اول بیمه
۲/۰۲۱۴	۲/۰۳۸۲	۲/۰۵۵۱	۲/۰۷۲	۲/۰۸۰۴	شرکت در طرح دوم بیمه
۲/۰۲۰۸	۲/۰۳۷۹	۲/۰۵۵۱	۲/۰۷۲۳	۲/۰۸۰۸	شرکت در طرح سوم بیمه

#### ۴. پیشنهادها

این تحقیق به مسئله مهمی پرداخته است که به دلیل کمبود آب و عدم اطمینان در موردی مقدار آب رودخانه هیرمند پیش روی زارعین منطقه سیستان است. نتایج به دست آمده از این تحقیق، گویای آن است که اجرای طرح بیمه جریان رودخانه هیرمند به عنوان ابزاری برای مدیریت ریسک تولیدی کشاورزان منطقه سیستان، می تواند در کاهش نوسانات تولیدی زارعین آن منطقه نقش مؤثری داشته باشد. همان طور که نتایج نشان داد، شرکت در طرح های مختلف بیمه، می تواند منجر به کاهش انحراف استاندارد و ضریب تغییر سود ناخالص کشاورزی در هر دو شهرستان و برای تمامی سال های شبیه سازی شده شود. این نتایج، مؤید نتایج به دست آمده از تحقیق اکسل و اسکیز<sup>۱</sup> است. همچنین نتایج نشان داد که در صورت اعمال طرح بیمه جریان رودخانه، شرکت در طرح بیمه با بالاترین سطح پوشش (۸۰٪) در بیشتر سال های شبیه سازی شده و برای اکثر زارعین نسبت به سایر سناریوها در اولویت خواهد بود. تحقیق اکسل و اسکیز نیز این نتایج را تأیید می کند. بنابراین، بیمه جریان رودخانه در منطقه سیستان از پتانسیل بسیار بالایی برای کاهش ریسک تولیدی زارعین برخوردار است. با توجه به این پتانسیل، پیشنهادهای زیر ارائه می شود:

- صندوق بیمه محصولات کشاورزی به عنوان نماینده دولت در اجرای سیاست های بیمه محصولات کشاورزی ضمن تهیه و تدوین دستورالعمل های اجرایی لازم، با اجرای طرح بیمه جریان رودخانه، نوسانات درآمدی زارعین منطقه سیستان را مدیریت کند.

- از آنجاکه باتوجه به نتایج تحقیق، طرح بیمه جریان رودخانه هیرمند با سطح پوشش ۸۰٪ می تواند بیشترین کاهش را در انحراف استاندارد و ضریب تغییر سود ناخالص کشاورزان منطقه سیستان نسبت به سایر طرح ها داشته باشد و نیز با توجه به نتایج حاصل از بررسی تقاضای بالقوه زارعین برای شرکت در طرح های مختلف بیمه که

1. Akssell and Skees, 2008

نشان داد اغلب زارعین، شرکت در طرح بیمه با بالاترین سطح پوشش (۸۰٪) را نسبت به سایر طرح‌های بیمه جریان رودخانه ترجیح می‌دهند، لذا پیشنهاد می‌شود که صندوق بیمه محصولات کشاورزی با ارائه و اجرای طرح بیمه جریان رودخانه با ۸۰٪ سطح پوشش، گام بزرگی در جهت کاهش نوسانات تولیدی زارعین منطقه سیستان بردارد.

- از طرف دیگر، صندوق بیمه محصولات کشاورزی می‌تواند هم‌زمان از هر سه طرح بیمه به ترتیب با سطوح پوشش بیمه ۸۰، ۷۵ و ۷۰ درصدی برای جذب زارعین با ضرایب ریسک‌گریزی مختلف در هر دو شهرستان استفاده نماید.

Archive of SID

## منابع

۱. کریمی، ع.، زمانی، غ. و کشاورز، م.، ۱۳۸۶. پذیرش بیمه محصولات کشاورزی: سازه‌های تعیین‌کننده. فصلنامه اقتصاد کشاورزی، (۱)، صص ۶۸-۱۴۱.
۲. محمودی، ن.، ۱۳۸۸. تدوین الگوی بیمه خشک‌سالی کشاورزی با استفاده از شاخص بارندگی: مطالعه موردی گندم دیم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.
۳. یزدان‌پناه، م.، زمانی، غ. و رضایی مقدم، ک.، ۱۳۸۸. رضایتمندی کشاورزان از بیمه محصولات کشاورزی: کاربرد تحلیل مسیر. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۱۷)، صص ۶۴-۱۳۹.
۴. یزدانی، س. و کیانی راد، ع.، ۱۳۸۳. بیمه درآمدی، الگویی جدید در مدیریت ریسک محصولات بخش کشاورزی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۱۲)، صص ۶۷-۴۷.
5. Aksell, J.L. and Skees, J., 2008. Using irrigation insurance to improve water usage of the Rio Mayo irrigation system in northwestern Mexico. *World Development*, 36(12), pp. 2663-78.
6. Bamba, I., 2004. Revenue risk reduction of a rainfall index insurance contract using value-at-risk and dispersion risk measure. *Selected Paper Prepared for Presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Tulsa*, Oklahoma, February 18.
7. Breustedt, G., Bokusheva, R. and Heidelbach, O., 2008. Evaluating the potential of index insurance schemes to reduce crop yield risk in an arid region. *Journal of Agricultural Economics*, 59(2), pp. 312-28.
8. Gin 'e X., Townsend, R. and Vickery, J., 2007. Statistical analysis of rainfall insurance payouts in southern India. *American Journal of Agricultural Economics*, 5(80), pp. 1-14.
9. Hao, J., Kanakasabai, M., Skees, J. and Dillon, C., 2004. Hedging crop risk with weather index and individual crop insurance. *Paper Prepared for Presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Tulsa, OA. February 14-18.
10. Hao, J. and Skees, J., 2003. Structuring institutions to share local weather risk globally. *Paper Prepared for Presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Montreal, Canada. July 27-30.

11. Hardaker, J.B., Huirne, R.B.M., Anderson, J.R. and Lien, G., 2004. *Coping with risk in agriculture*, CABI Publishing.
12. Jewson, S. and Anders, B., 2005. *Weather derivative valuation: The meteorological, statistical, financial and mathematical foundations*. Cambridge University Press, p. 390.
13. Karuaihe, R.N., Wang, H.H. and Young, D.L., 2006. Weather-based crop insurance contracts for African countries. *Paper Prepared for Presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference*, Gold Coast, Australia. August 12-18.
14. Kehkha, A., 2005. *Modelling water resources management in the Sistan region of Iran*. Ph.D thesis, School of Business, Economics and Public Policy, University of New England, Armidale.
15. Mafoua, E.K. and Turvey, C. 2003. Weather insurance to protect specialty crops against costs of irrigation in drought years. *American Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Montreal, Canada. July 27-30.
16. Risk Management Agency. 2004. *Crop Insurance Program Models*. United States Agricultural Department, p. 39.
17. Steven, W., Barnett, B.J. and Coble, K.H., 2001. Developing and pricing precipitation insurance. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 26(1), pp. 261-74.
18. Stoppa, A. and Hess, U., 2003. Design and use of weather derivatives in agricultural policies: The case of rainfall index insurance in Morocco. *International Conference Agricultural policy reform and the WTO: Where Are We Heading?* Capri, Italy. June 23-26.
19. United Nations. 2007. *Developing index-based insurance for agriculture in developing countries*. Sustainable Development Innovation Briefs. New York: UN, p. 8.
20. Vedenov, D.V. and Barnett, B., 2004. Efficiency of weather derivatives as primary crop insurance instruments. *Journal of Agricultural Resource Economics*, 29(3), pp. 387-403.
21. Zeuli, K.M. and Skees, J., 2005. Rainfall insurance: A promising tool for drought management. *Water Resources Development*, 21(4), pp. 663-75.
22. Zimmer, D. and Trivedi, P.K., 2007. *Copula modeling: An introduction for practitioners*. Now Publishers, Hanover, MA.