نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال یازدهم. شماره چهل و سوم. بهار۱۴۰۰

بررسی تأثیر مؤلفه‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر بهره‌وری و مصرف آب در بخش کشاورزی ایران

سونا پور علی مقدم[۱]، محمدرضا زارع مهرجردی[۲*]، سمیه امیرتیموری[۳]، سمیه نقوی[۴]

تاریخ ارسال:۱۳۹۸/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۸/۱۱

مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی

چکیده

امروزه، اقتصاد دانش بنیان، به‌عنوان راهکار برون رفت از مسائل و مشکلات مختلف، مطرح شده است. با توجه به این‌که، بیش از ۹۰ درصد مصرف آب به بخش کشاورزی اختصاص دارد، دانش‌بنیان شدن کشاورزی که یکی از مؤلفه‌های آن، نوآوری و توسعه سیستم‌های آبیاری نوین در اراضی کشاورزی می‌باشد؛ باعث افزایش راندمان مصرف آب و تولید می‌شود. لذا؛ در این مطالعه به بررسی تأثیر مولفه‌های مختلف اقتصاد دانش بنیان بر بهره‌وری و مصرف آب در بخش کشاورزی ایران طی دوره ۹۶-۱۳۸۱، با استفاده از شبکه علی‌بیزین در قالب ۴ سناریو پرداخته شده است. نتایج مطالعه نشان داد مؤلفه دانش و سرمایه انسانی، کم‌ترین اثر را بر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی ایران دارد و احتمال افزایش نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار با اجرای چهار سناریوی مؤلفه دانش و سرمایه انسانی، رژیم نهادی و محرک اقتصادی، زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات و نوآوری به‌ترتیب برابر با ۵۹/۹٪، ۵۵٪، ۶۰٪ و ۶۰٪ و احتمال کاهش نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی ۸۰٪ می‌باشد. لذا حرکت به سمت دانش بنیان شدن اقتصاد می‌تواند به بهبود راندمان آب در بخش کشاورزی ایران کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: بخش کشاورزی، بهره‌وری آب، شبکه علّی‌بیزین.

[۱] کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، ۰۹۱۰۳۷۷۰۸۰۰، sona.moghadam72@gmail.com
[۲] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، ۰۹۱۳۱۹۹۹۲۳۰، zare@uk.ac.ir (نویسنده مسئول)
[۳] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، ۰۹۱۳۲۹۵۴۲۰۷، amirtaimoori@uk.ac.ir
[۴] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران، ۰۹۱۳۲۴۲۶۷۵۴، somnaghavi@ujiroft.ac.ir

مقدمه

بخش وسیعی از کشور ایران در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. مقایسه میانگین بارندگی سالانه کشور (۲۶۰ میلیمتر) با میانگین سالانه در کره زمین (۸۶۰ میلی متر)، نشان می‌دهد که میانگین بارندگی در ایران کم‌تر از یک سوم میانگین بارندگی در سطح دنیا می‌باشد (وزیری، ۱۳۹۵). لذا، کشور ایران با مشکل کم‌آبی و خشکسالی‌های پی در پی مواجه است (پوران و همکاران، ۱۳۹۶). در مناطقی که خشکسالی اتفاق می‌افتد، دسترسی به منابع آب به یکی از موضوعات کلیدی رهبران محلی و دولتمردان تبدیل خواهد شد (Craig et al., 2019; Gilbertz et al., 2013). تصمیم‌گیری در شرایط بحران یکی از موضوعات کلیدی مدیریت آب در آینده خواهد بود (Caball and Malekpour, 2019; Rosenthal and Kouzmin, 1997).

بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف کننده آب در ایران و جهان است. بر اساس آمار سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO)، تقریباً ۷۰ درصد برداشت آب در سطح جهانی به بخش کشاورزی تعلق دارد (AQUASTAT, 2016). در ایران نیز بخش کشاورزی با برداشت ۹۲ درصدی از منابع آبی، بزرگ‌ترین مصرف کننده آب در ایران است (AQUASTAT, 2004).

یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه مانند ایران، کم بودن میزان بهره‌وری عوامل تولیدی از جمله آب است (اشراقی و قاسمیان، ۱۳۹۱). یکی از راهکارهای عملی جهت رفع مشکل کم‌آبی در ایران، افزایش بازده مصرف آب می‌باشد (فرداد و ضیغمی گل، ۱۳۸۴). لذا، امروزه لزوم استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (طرازکار و همکاران، ۱۳۹۵). به‌طوری‌که، در برنامه ششم توسعه به‌منظور افزایش بهره‌وری آب، دولت مکلف شده است طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۴۰۰ روش‌های آبیاری نوین را توسعه دهد (سایت برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۶).

اقتصاد دانش‌بنیان[1] به دلیل ایجاد تحول سریع، زود بازده بودن سرمایه گذاری‌ها و تأثیرات شگرف بر رشد و بهره‌وری، یکی از موضوع‌های جذاب اقتصادی در دو دهه اخیر محسوب می‌شود. فرآیند تولید، تأثیرپذیری زیادی از سطح دانش اقتصاد دارد. در عمل، ارتقای سطح دانایی می‌تواند مدیریت بنگاه را کارآمدتر کند. دانش به‌عنوان اصلی‌ترین نوع سرمایه تلقی می‌شود و رشد اقتصادی ریشه در انباشت دانش دارد، زیرا انباشت دانش منشأ فناوری، نوآوری و کارآفرینی است (بهبودی و همکاران، ۱۳۹۴). اقتصاد دانش‌بنیان بر مصرف آب اثرگذار خواهد بود و از آن‌جا که بخش کشاورزی در حالت سنتی و نیمه‌مدرن بین ۶۰-۸۰ درصد اتلاف در مصرف آب دارد که مهم‌ترین دلیل این اتلاف عدم استفاده از فناوری‌های نوین در بخش کشاورزی است؛ لذا، با تکیه بر راهکارهای دانش‌بنیان می‌توان گام‌های مؤثری در مواجهه با کمبود آب به‌خصوص در بخش کشاورزی برداشت و می‌توان با پیشرفت در مؤلفه‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر حل مسئله‌ی بحران آب از کشورهای دیگر پیشی گرفت (سلطانی ذوقی، ۱۳۹۵).

در خصوص تأثیر فناوری بر بهره‌وری آب مطالعاتی در داخل و خارج صورت گرفته است. کامیرا و پریرا (۲۰۱۹)، به بررسی روش‌های نوآوری در مدیریت آب در کشاورزی پرداختند. ماکوریرا (۲۰۱۱)، به بررسی تأثیر نوآوری‌های سیستم بر بهره‌وری آب در سیستم‌های کشاورزی دیم در تانزانیا پرداختند. زرگرپور و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی نقش علم و فناوری در ارتقای بهره‌روری آب کشاورزی ایران ۱۴۰۴، پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد متغیر علم و فناوری حوزه آب کشاورزی، حدود ۷۳ درصد در ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی ایران ۱۴۰۴، تأثیرگذار می‌باشد. سرائی و همکاران (۱۳۹۶)، به ارزیابی کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در بهینه‌سازی مصرف آب کشاورزی با رویکرد سیستمی نرم پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد از دیدگاه ذی‌نفعان، ایجاد یک سامانه آبیاری می‌تواند از طریق اطلاع‌رسانی به کشاورزان و کمک به آن‌ها در تصمیم‌گیری‌های مربوط به آبیاری، در میزان مصرف آب توسط کشاورزان، اثرگذار باشد. موسایی و دوستی (۱۳۹۴)، به

[1] Knowledge Based Economics

بررسی فناوری‌های نوین در جهت افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی پرداختند. نتایج نشان داد با استفاده از آبیاری مغناطیسی می‌توان میزان جذب آب و مواد مغذی و به تبع آن میزان رشد و کیفیت محصول نهایی را افزایش داد. همچنین، آبیاری قطره‌ای با مالچ موجب افزایش ۶۷ درصدی کارایی آب مصرفی در کشت گوجه فرنگی می‌شود.

به‌منظور اعمال سیاست‌های مناسب جهت کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی ایران، بایستی شناخت درستی از نحوه و میزان تأثیرگذاری متغیرهای مختلف بر مصرف آب در این بخش داشت. لذا در این مطالعه با استفاده از روش شبکه بیزین به بررسی تأثیر مؤلفه‌های مختلف اقتصاد دانش بر بهره‌وری و مصرف آب در بخش کشاورزی ایران طی دوره ۹۶-۱۳۸۱ پرداخته شده است. شایان ذکر است تاکنون مطالعه‌ای با استفاده از شبکه بیزین به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری و مصرف آب در بخش کشاورزی ایران نپرداخته است. همچنین در خصوص بررسی تأثیر مؤلفه‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر مصرف آب در بخش کشاورزی نیز مطالعه‌ای بدین شکل، صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، پس از محاسبه متغیر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی و مؤلفه‌های اقتصاد دانش‌بنیان، طبق نظر کارشناسان و مطالعات انجام شده ودر نظر گرفتن شرایط اقتصاد ایران؛ ابتدا متغیرهای مدل و روابط بین آن‌ها بر اساس مصاحبه با کارشناسان شناسایی و تعیین شده، سپس با توجه به قاعده بیزین، شبکه نهایی بیزین طراحی شده و پس از آن به بررسی سناریوهای مختلف در مدل با استفاده از نرم‌افزار Netica پرداخته شده است. در ادامه، به معرفی مؤلفه‌های اقتصاد دانش بنیان، پرداخته شده است.

مؤلفه‌های در نظر گرفته شده برای اقتصاد دانش‌بنیان عبارت هستند از:

مؤلفه آموزش و سرمایه انسانی[1]، زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات[2]، رژیم نهادی و محرک‌های اقتصادی[3] و نوآوری[4]. برای هر مؤلفه نیز، متغیرهایی در نظر گرفته شده است. برای محاسبه مؤلفه دانش و سرمایه انسانی از متغیرهای "نرخ ثبت‌نام در دوره دوم تحصیلی" و "نرخ ثبت‌نام در دوره سوم تحصیلی"؛ به‌منظور محاسبه مؤلفه زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات از متغیرهای "تعداد دارندگان تلفن همراه" و "تعداد کاربران اینترنت"؛ برای محاسبه مؤلفه محرک‌های اقتصادی و رژیم نهادی از متغیرهای "شاخص نقش قانون"، "شاخص کیفیت قانون‌گذاری" و "نسبت تجارت (صادرات+ واردات) به تولید ناخالص داخلی به قیمت سال پایه" و به‌منظور محاسبه مؤلفه نوآوری از متغیرهای "هزینه‌های تحقیق و توسعه (بر مبنای رشد ناخالص داخلی)" و "تعداد ثبت اختراع ساکنان" استفاده شد. لازم به ذکر است از آن‌جاکه متغیرهای هر مؤلفه، قابل جمع کردن نیستند؛ لذا در این مطالعه طبق متدولوژی بانک جهانی، ابتدا با استفاده از گزارش بانک جهانی (۲۰۱۴)، میانگین هر مؤلفه به‌دست آمده است (عزیزی و مرادی، ۱۳۹۷).

براساس آمار FAO (2015) از داده‌های چهار مؤلفه اقتصاد دانش‌بنیان کشورهای (اسپانیا، کره جنوبی، فرانسه، اوکراین، هلند، آلمان، ایتالیا، جمهوری چک، بلغارستان، رومانی، ایران و هند) که از نظر سرانه منابع آب تجدیدپذیر دارای رتبه‌های بالاتر یا پایین‌تر از ایران هستند، استفاده شده است.

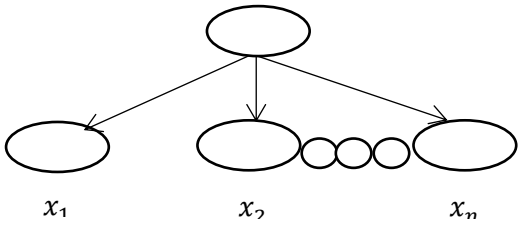
در این مطالعه برای محاسبه متغیر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی از شاخص BPD [5] استفاده شده است. شاخص BPD نسبت میزان سود ناخالص (درآمد) در هکتار به ازای واحد حجم آب (مترمکعب در هکتار) می‌باشد. به عبارت دیگر:

[1] Education and Skills
[2] Information and communication infrastructure
[3] Economic and institutional regime
[4] Innovation System
[5] Benefit Per Drop

$$BPD = TR/TW_C \quad (۱)$$

که در آن TR مقدار ارزش کل فروش محصول در هکتار (ریال) و TW_C حجم آب مصرفی در هکتار (مترمکعب) است. براساس این شاخص، سیاست مصرف آب باید به‌گونه‌ای باشد که میزان سود ناخالص به‌دست آمده در واحد آب مصرف شده، بیشتر باشد. در مطالعه حاضر، شاخص بهره‌وری آب با استفاده از نسبت تولید ناخالص داخلی در بخش کشاورزی به مصرف آب در این بخش به‌دست آمده است (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶).

شبکه‌های بیزین، مدل‌های گرافیکی هستند که برای استدلال در مواردی که پیچیدگی و عدم قطعیت وجود دارد، به‌کار می‌روند و یا به‌عبارتی گرافی است که متغیرهای تصادفی و وابستگی آن‌ها را نمایش می‌دهد (Heckerman,1997). ساختار یک شبکه بیزین در واقع یک نمایش گرافیکی از اثرات متقابل متغیرهایی است که باید مدل شوند و علاوه بر این کیفیت رابطه بین متغیرهای مسأله را نشان میدهد، کمیت اتباط بین این متغیرها را نیز به نمایش می‌گذارد که به‌صورت عددی از توزیع احتمال مشترک آن‌ها استفاده می‌کند (دیویس، ۲۰۰۷). شبکه بیزین شامل بخش کیفی (مدل ساختاری) است که نمایش بصری از فعل و انفعالات (شکل۱) در میان متغیرها و بخش کمی را فراهم می‌کند. این شبکه مجاز به استنتاج احتمالات و اندازه‌گیری عددی است که متغیرها یا مجموعه‌ای از متغیرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بخش کیفی به‌صورت توزیع احتمالی پیوسته که منحصر به فرد می‌باشد، بر روی کلیه متغیرها تعریف می‌شود (Mac et al., 2017). احتمال شرطی بر اساس تئوری بیزین به شکل زیر تعریف می‌شود:



شکل (۱): ساختار شبکه بیزین

در مورد ساختار شبکه بیزین اگر مجموعه‌ای شامل n متغیر به‌صورت $\{x_1, x_{2,}.x_n\}$ داشته باشیم که هر x_i یک متغیرتصادفی باشد و گره‌های والد این متغیر با Parent (x_i) نشان داده شوند، احتمال هر رویدارد مانند

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots x_n) \quad (۲)$$

به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = P(x_1, |x_2, \dots, x_n) p(x_{2,}, \dots, x_n)$$
$$= P(x_1, |x_2, \dots, x_n) P(x_2 | x_3, \dots, x_n) P(x_3, \dots, x_n)$$
$$= P(x_1 | x_2, \dots, x_n) P(x_2 | x_3, \dots, x_n) \dots P(x_{n-1} | x_n) P(x_n) \quad (۳)$$

یعنی احتمال توأم همه متغیرها حال‌ضرب احتمال هر متغیر به شرط مقدار والدش (علت) می‌باشد که این اصلی‌ترین و اساسی‌ترین فرض شبکه بیزین است (Steohenson, 2000).

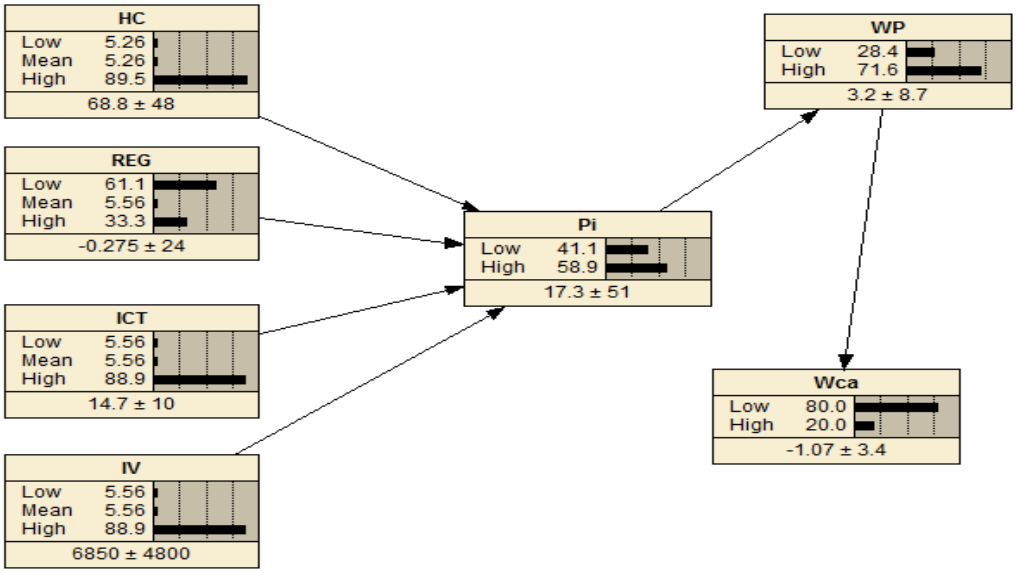
رویکرد تحلیل حساسیت در شبکه علی‌بیزین شامل آزمون تغییر احتمال وضعیت متغیرهای اثرگذار تحت سناریوهای مختلف و سپس ربط دادن وضعیت این متغیرها با موضوع مورد نظر است؛ به این صورت که هر بار یکی از وضعیت‌های متغیرها، در حالی‌که بقیه متغیرها ثابت نگاه داشته شده‌اند، تغییر داده می‌شود و سپس اثر این تغییرات بر احتمال‌های مربوط به وضعیت‌های متغیر هدف، بررسی می‌شود و نحوه اثرگذاری مشاهده و استنباط می‌گردد (Nadkarni & Shenoy, 2001).

داده‌های مورد نیاز در بازه زمانی ۹۶-۱۳۸۱، از بانک اطلاعات سری‌های زمانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی

ایران، سال‌نامه آماری آب کشور و سایت WGI[1] (شاخص‌های حکمرانی جهانی) جمع‌آوری شده‌اند.

یافته‌های تحقیق

قبل از انجام شبکه بیزین، در ابتدا وضعیت متغیرهای مطالعه، (HC: دانش و سرمایه انسانی؛ REG: محرک‌های اقتصادی و رژیم نهادی؛ ICT: زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات؛ IV: نوآوری؛ Pi: سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار؛ WP: بهره‌وری آب در بخش کشاورزی و Wca: مصرف آب در بخش کشاورزی) تعیین شد. بدین منظور، از متغیرهای مورد نظر، نرخ رشد گرفته شد و با استفاده آزمون‌های شکست ساختاری، نقاط شکست متغیرها، تعیین و بر اساس نقاط شکست، وضعیت‌های مربوط به هر متغیر در نرم‌افزار Netica مشخص گردید. سپس با توجه به احتمالات شرطی (برای متغیرها با حداقل یک علّت)، توزیع احتمال مربوط به هر کدام از وضعیت‌های متغیرها به کمک نرم‌افزار (Netica) محاسبه شده است. نقشه بیزین مورد مطالعه از ۷ گره و ۶ لینک تشکیل شده است (شکل ۲). همان‌طورکه ملاحظه می‌شود احتمال این‌که نرخ رشد مصرف آب بخش کشاورزی در وضعیت زیاد قرار گیرد، ۲۰٪ و احتمال این‌که در وضعیت پایین قرار گیرد، ۸۰٪ است. اعداد مشخص شده در بخش زیرین جدول هر متغیر به‌ترتیب از راست به چپ بیان‌گر انحراف معیار و میانگین هر متغیر می‌باشند.



شکل(۲): شبکه بیزین به همراه توزیع احتمال وضعیت‌های متغیرهای مطالعه

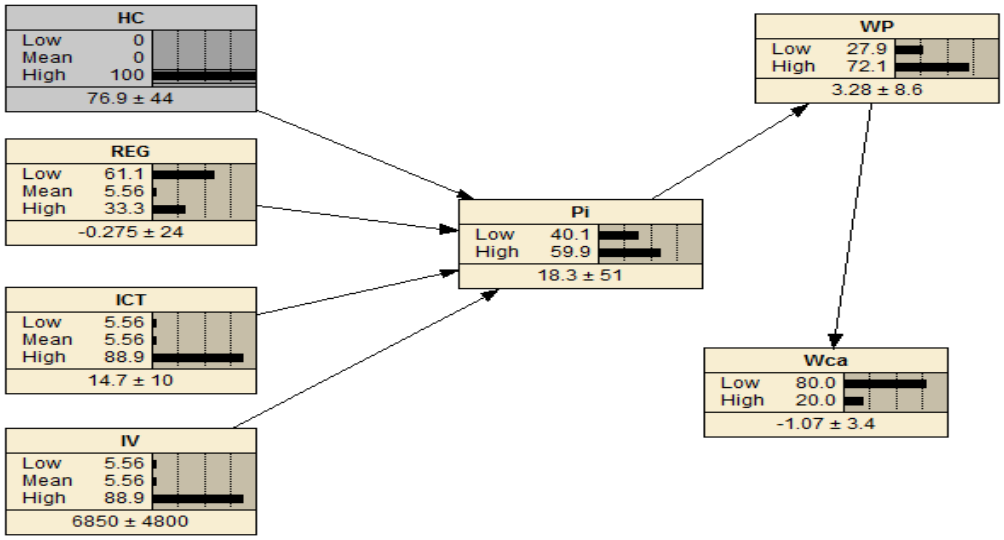
پس از تعیین احتمال وضعیت متغیرها، به تحلیل حساسیت در قالب چهار سناریوی زیر پرداخته شده است.

در سناریوی دانش و سرمایه انسانی، به بررسی تأثیر مؤلفه‌ی دانش و سرمایه انسانی بر مصرف آب در بخش کشاورزی پرداخته شده است (شکل ۳). با قرار دادن احتمال مؤلفه دانش و سرمایه انسانی در وضعیت زیاد، (۱۰۰٪)، مشخص می‌شود؛ بیشترین احتمال متغیرهای نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و متغیر نرخ رشد بهره‌وری آب در بخش کشاورزی در وضعیت بالا و به ترتیب برابر با ۵۹/۹٪ و ۷۲/۱٪ قرار گرفتند. پس از آن به دلیل تأثیر متغیر بهره‌وری آب بخش کشاورزی بر متغیر نرخ رشد

[1] World Governance Indices

مصرف آب در بخش کشاورزی، بیشترین احتمال نرخ رشد این متغیر، در وضعیت پایین و برابر با ۸۰٪ قرار گرفته است.

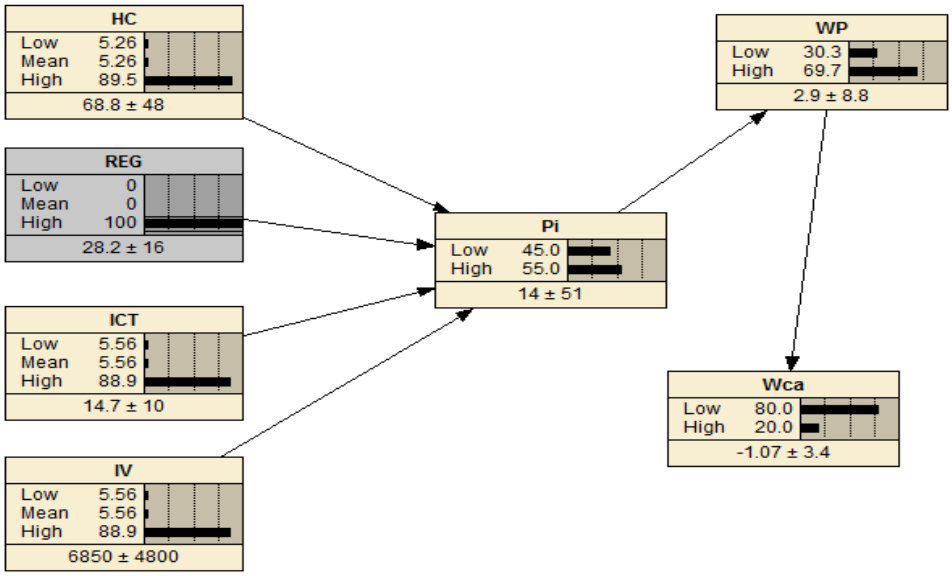
همان‌طورکه از نتایج این سناریو مشخص است، یکی از اثرات مثبت نرخ رشد مؤلفه‌ی دانش و سرمایه انسانی، افزایش سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی می‌باشد. از آن‌جا که سرعت پذیرش نوآوری در افراد کم‌سواد نسبت به افراد متخصص و تحصیلکرده، پایین‌تر است؛ لذا مؤلفه دانش و سرمایه انسانی از طریق افزایش سطح تحصیلات و شرکت در کلاس‌های آموزشی بر پذیرش فناوری آبیاری تحت فشار مؤثر است. بنابراین مؤلفه دانش و سرمایه انسانی با افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی سبب استفاده بهینه از منابع آب و کاهش مصرف آب در بخش‌های کشاورزی می‌شود.



شکل (۳): شبکه بیزین با احتمال قرار دادن مؤلفه‌ی دانش و سرمایه انسانی در وضعیت بالا

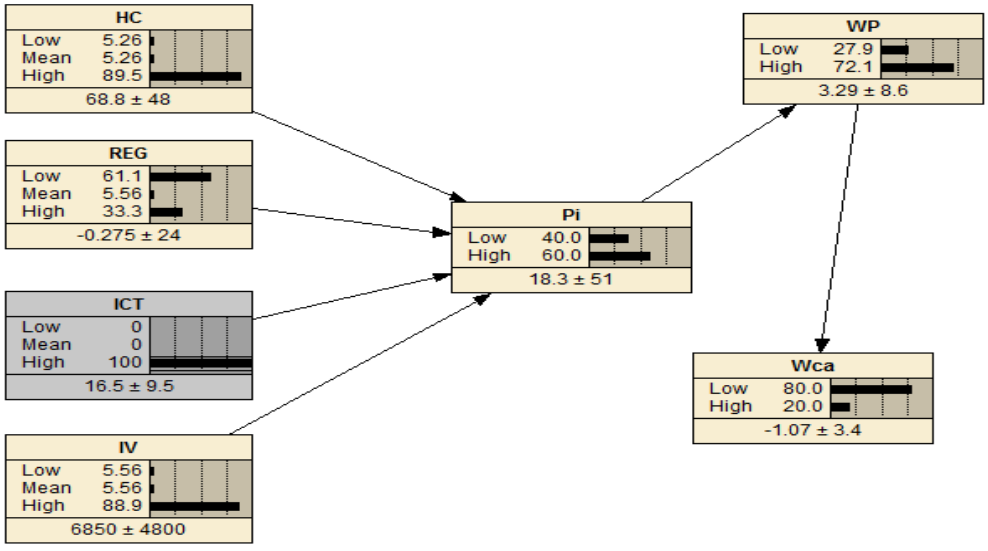
در سناریوی مؤلفه‌ی محرک‌های اقتصادی و رژیم نهادی، به بررسی تأثیر مؤلفه‌ی محرک اقتصادی و رژیم نهادی بر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی پرداخته شده است (شکل ۴). پس از تغییر احتمال وضعیت زیاد مؤلفه‌ی محرک‌های اقتصادی و رژیم نهادی (۱۰۰٪)، مشاهده شد بیشترین احتمال متغیرهای نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و سپس متغیر نرخ رشد بهره‌وری آب بخش کشاورزی، در وضعیت بالا به‌ترتیب برابر با (۵۵٪) و (۶۹/۷٪) درصد قرار گرفته است. پس از آن به دلیل تأثیر متغیر بهره‌وری آب بخش کشاورزی بر متغیر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی، بیشترین احتمال آن در وضعیت پایین به‌ترتیب برابر با ۸۰٪ درصد قرار گرفته است.

همان‌طورکه از نتایج این سناریو مشخص است؛ با قرار گرفتن مؤلفه‌ی محرک اقتصادی و رژیم نهادی در وضعیت بالا، نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و بهره‌وری آب در بخش کشاورزی افزایش می‌یابد. نظام اقتصادی باید انگیزه لازم را برای کاربرد دانش جدید در زمینه روش‌های نوین آبیاری و حذف روش‌های ناکارآمد و گسترش این روش‌ها ایجاد کند. سیاست‌های دولت به‌ویژه سیاست‌های مربوط به مجهز کردن اراضی به تجهیزات نوین آبیاری (طبق آمار وزارت جهادکشاورزی ایران در سال ۱۳۹۸، ۲میلیون و دویست هزار هکتار از اراضی آبی کشاورزی، مجهز به سیستم‌های نوین آبیاری هستند) سیاست‌های قیمت‌گذاری آب آبیاری، تعلیم و تربیت کارشناسان بخش آبیاری و اعطای تسهیلات مالی دولت برای پذیرش تکنولوژی آبیاری تحت فشار سبب افزایش سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی می‌شود.



شکل (۴): شبکه بیزین با احتمال قرار دادن مؤلفه‌ی رژیم نهادی و محرک اقتصادی در وضعیت بالا

در سناریوی مؤلفه‌ی زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات، به بررسی تأثیر مؤلفه‌ی زیر ساخت‌های اطلاعات و ارتباطات بر نرخ رشد متغیر مصرف آب در بخش کشاورزی پرداخته شده است (شکل ۵).



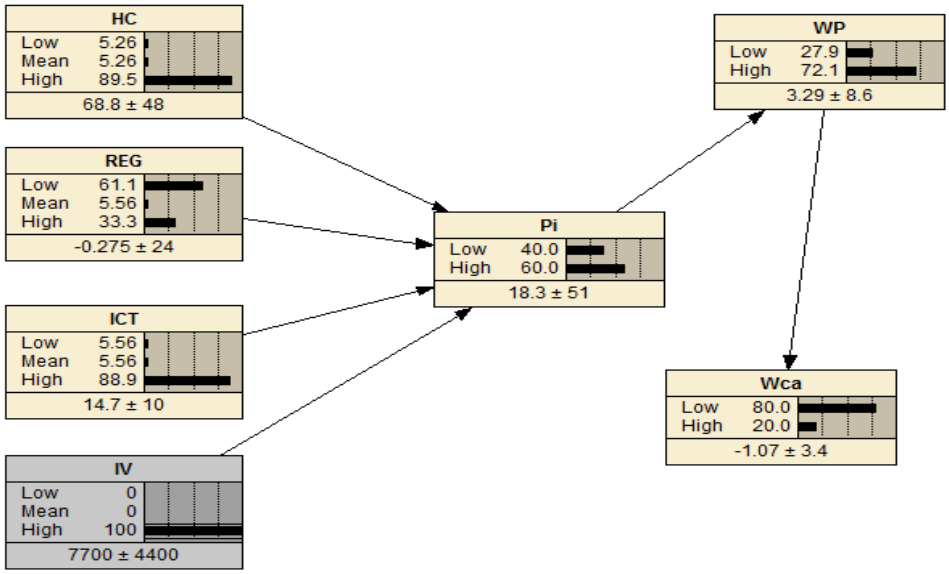
شکل (۵): شبکه بیزین با احتمال قرار دادن مؤلفه‌ی زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات در وضعیت بالا

پس از تغییر احتمال وضعیت زیاد مؤلفه‌ی زیرساخت-های اطلاعات و ارتباطات (۱۰۰٪)، مشاهده شد ابتدا بیشترین احتمال متغیرهای نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و سپس متغیر نرخ رشد بهره‌وری آب بخش کشاورزی در وضعیت بالا به ترتیب برابر با ۶۰٪ و ۷۲/۱٪ قرار گرفته است. پس از آن به دلیل تأثیر متغیر بهره‌وری آب بخش کشاورزی بر متغیر نرخ رشد مصرف آب

در بخش کشاورزی، بیشترین احتمال آن‌ها در وضعیت پایین، ۸۰٪ قرار گرفته است.

همان‌طورکه از نتایج این سناریو مشخص است، یکی از اثرات مثبت مؤلفه‌ی زیر ساخت‌های اطلاعات و ارتباطات، افزایش سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار، افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی و کاهش مصرف آب بخش‌های کشاورزی و صنعت می‌باشد. مؤلفه‌ی زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات ستون فقرات اقتصاد دانش‌بنیان می‌باشد. از این‌رو، ترویج استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار و نحوه نگهداری آن‌ها از طریق مجلات و نشریه‌های ترویجی و سایر رسانه‌های اجتماعی منجر به آشنایی و معرفی بیشتر آن‌ها و ایجاد انگیزه در کشاورزان و در نتیجه سبب افزایش سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار می‌شود که یکی از مهم‌ترین اقدامات در راستای افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی می‌باشد و سبب کاهش مصرف آب در این بخش می‌شود.

در سناریوی مؤلفه‌ی نوآوری، به بررسی تأثیر مؤلفه‌ی نوآوری بر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی پرداخته شده است (شکل ۶). پس از تغییر احتمال وضعیت زیاد مؤلفه‌ی نوآوری ۱۰۰٪، مشاهده شد؛ ابتدا بیشترین احتمال متغیرهای نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و سپس متغیر نرخ رشد بهره‌وری آب بخش کشاورزی در وضعیت بالا به ترتیب برابر با ۶۰٪ و ۷۲/۱٪ قرار گرفته است. پس از آن به دلیل تأثیر متغیر بهره‌وری آب بخش کشاورزی بر متغیر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی بیشترین احتمال آن‌ها در وضعیت پایین، ۸۰٪ قرار گرفته است.



شکل (۶): نقشه علّی بیزین با احتمال قرار دادن مؤلفه‌ی زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات در وضعیت بالا

همان‌طورکه از نتایج این سناریو مشخص است؛ یکی از اثرات مثبت مؤلفه‌ی نوآوری، افزایش سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی و کاهش مصرف آب بخش‌های کشاورزی و صنعت می‌باشد. از ویژگی‌های نوآوری، بالابردن عملکرد محصول، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد و در نتیجه مقرون به صرفه بودن آبیاری تحت فشار می‌باشد که سبب پذیرش نوآوری‌های مربوط به سیستم‌های آبیاری پیشرفته توسط کشاورزان و افزایش سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار می‌شود. این افزایش در سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار منجر به افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی و کاهش مصرف آن می‌شود.

در ادامه این مطالعه، جهت این‌که بتوان اثرگذارترین متغیر را بر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی مشخص

کرد؛ به تحلیل حساسیت نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی، نسبت به همه متغیرهای تشکیل دهنده نقشه علّی‌بیزین، پرداخته شد. جدول ۱، درجه اثرگذاری تغییرات متغیرهای نقشه علّی بیزین بر نرخ رشد بخش کشاورزی را نشان می‌دهد.

جدول(۱): درجه اثرگذاری تغییرات متغیرهای نقشه بیزین بر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی ایران

نام متغیر	کاهش واریانس
نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار	۲۵۶۹
بهره‌وری آب در بخش کشاورزی	۵۲۵/۲
مؤلفه رژیم نهادی و محرک اقتصادی	۱۱/۰۳
مؤلفه نوآوری	۷/۵۴
مؤلفه زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات	۷/۵۴
مؤلفه دانش و سرمایه انسانی	۷/۱۰

ستون دوم در جدول بیانگر مقدار کاهش واریانس است که نشان‌دهنده درجه حساسیت یا اثرگذاری تغییر احتمال متغیرها بر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی است. اعداد مندرج در این ستون مبنای تعیین اثرگذارترین متغیرها است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار و بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، بیشترین اثر و مؤلفه دانش و سرمایه انسانی، کم‌ترین اثر را بر نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی ایران دارند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ایران به‌دلیل پایین بودن میزان ریزش‌های جوی و موقعیت جغرافیایی و اقلیمی، جزء کشورهای خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. به‌دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های اقتصادی (کشاورزی و صنعت) تقاضا برای آب روز به روز افزایش می‌یابد. از آن‌جاکه دانش اصلی‌ترین عامل پیشرفت بهره‌وری می‌باشد، لذا؛ در این مطالعه با استفاده از شبکه بیزین، به بررسی تأثیر مؤلفه‌های مختلف اقتصاد دانش‌بنیان، بر بهره‌وری و مصرف آب در بخش کشاورزی ایران پرداخته شد. نتایج مطالعه نشان داد با اجرای چهار سناریوی مؤلفه‌های اقتصاد دانش‌بنیان، احتمال افزایش نرخ رشد سطح اراضی مجهز به آبیاری تحت فشار در سناریوهای مؤلفه دانش و سرمایه انسانی، رژیم نهادی و محرک اقتصادی، زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات و نوآوری به‌ترتیب برابر با ۵۹/۹٪، ۵۵٪، ۶۰٪ و ۶۰٪ و احتمال کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی ۸۰٪ می‌باشد. لذا برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی می‌توان از طریق افزایش آموزش و بالا بردن سطح کیفیت آن، سبب خلق نوآوری و به‌کارگیری آن در افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی و استفاده بهینه از منابع آب و کاهش مصرف آن شد. زیرا شرط لازم برای نوآوری و ارتقای سطح فن‌آوری، داشتن سرمایه انسانی کافی است. همچنین دولت با فراهم کردن انگیزه‌های لازم جهت استفاده مناسب از دانش، تحریک خلاقیت‌ها، کارآفرینی در جهت افزایش بهره‌وری و توجه خاص و ویژه به روش‌های نوین آبیاری می‌تواند سبب افزایش بهره‌وری آب و کاهش مصارف آب می‌شود. زیرساخت‌های مناسب فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات کارا می‌تواند با هزینه استفاده پایین و غلبه بر محدودیت‌های مکانی و زمانی، موجب کارایی و اثر بخشی توزیع اطلاعات شود و این کار باعث بهبود کیفیت نیروی کار و افزایش بهره‌وری آب می‌شود. نتایج این قسمت، با مطالعه موسایی و دوستی (۱۳۹۴)، زرگرپور و همکاران (۱۳۹۶) و مکوریرا و همکاران (۲۰۱۱)، مطابقت دارد. مؤلفه نوآوری و ابداعات در دو بخش سرریزهای داخلی و خارجی تحقیق و توسعه، با ورود کالاهایی با تکنولوژی پیشرفته همراه با انتقال دانش فنی تولید آن، افراد جامعه را در معرض تکنولوژی و یادگیری قرار می‌دهد و موجب ایجاد ایده نوآورانه در افراد در جهت افزایش بهره‌وری آب و کاهش مصارف آب در بخش کشاورزی می‌شود.

منابع

اشراقی، ف. و س. قاسمیان. ۱۳۹۱. بررسی بهره‌وری اقتصادی مصرف آب در استان گلستان. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۶، شماره ۳، ص ۳۲۲-۳۱۷.

بهبودی، د.، ن. میرانی و ن. محرم جودی. ۱۳۹۴. بررسی اثر اقتصاد دانش‌بنیان بر رشد تولیدات در ایران با استفاده از الگوریتم جستجوی گرانشی و الگریتم کرم شب‌تاب. فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهرا، سال سوم، شماره ۸، ص ۶۵-۹۳.

.پوران، ر.، ح. راغفر، ع. قاسمی و ف. بزازان. ۱۳۹۶. محاسبه ارزش اقتصادی آب مجازی با رویکرد حداکثرسازی بهره‌وری آب آبیاری. مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران، سال ششم، شماره ۲۱، ص ۲۱۲-۱۸۹.

زرگرپور، ر.، حاتمی، ح.ر.، حیدری، ن.، زارع، ع و مرسلی، ا. ۱۳۹۶.نقش علم و فناوری در ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی ایران ۱۴۰۴. مطالعات بین رشته‌ای دانش راهبردی، شماره ۲۷، ص ۱۳۲-۱۰۳.

سرائی، س.، افراخته، ح.، ریاحی، و و جلالیان، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در بهینه‌سازی مصرف آب کشاورزی با رویکرد سیستمی نرم. فصلنامه مطالعات میان رشته‌ای در علوم انسانی، دوره ۹، شماره ۴، ص ۷۰-۴۹.

سلطانی ذوقی، ا. ۱۳۹۶. جایگاه راهکارهای دانش‌بنیان در مدیریت بحران آب. چهارمین کنفرانس و نمایشگاه محیط‌زیست، تهران.

.طرازکار، م.ح.، م. زیبایی و غ.ر. سلطانی. ۱۳۹۵. بهره‌برداری بهینه از مخزن سد درودزن با تأکید بر بهره‌وری آب کشاورزی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و چهارم، شماره ۹۶، ص ۵۵-۲۵.

.عزیزی، ف و مرادی، م. ۱۳۹۷. محاسبه شاخص‌های اصلی و فرعی اقتصاد دانش‌بنیان برای ایران (سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۶). فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۸۵، ص ۲۷۰-۲۴۳.

فرداد، ح. و ر. ضیغمی گل. ۱۳۸۴. بهینه‌سازی مصرف آب برای آبیاری پنبه در منطقه گرگان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶، شماره ۵، ص ۱۲۰۶-۱۱۹۷.

کریمی، م. و جلینی، م. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی. مطالعه موردی: دشت مشهد (یادداشت فنی). سال چهارم، شماره ۱، ص ۱۳۸-۱۳۳.

.موسایی، ر و دوستی، م. ۱۳۹۴. بررسی فناوری‌های نوین در جهت افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی. کنفرانس بین‌المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیط زیست و گردشگری، تبریز.

وزیری، آزیتا.، م.ح. وکیل‌پور و س.ا. مرتضوی. ۱۳۹۵. بررسی اثر قیمت‌گذاری اقتصادی آب آبیاری بر الگوی کشت در دشت دهگلان. مجله تحقیقات کشاورزی، جلد ۸، شماره ۳، ص ۱۰۰-۸۰.

.AQUASTAT. 2004. FAO's Global Water Information System Website. AQUASTAT. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html.

.AQUASTAT. 2015. FAO's Global Water Information System Website. AQUASTAT. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en.

AQUASTAT. 2016. FAO's Global Water Information System Website. AQUASTAT. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html.

.Caball, R. and Sh. Malekpour. 2019. Decision making under crisis: Lessons from the Millennium Drought in Australia. International Journal of Disaster Risk Reduction, 34: 387–396.

.Cameira, M.A and Pereira, L.S. 2019. Innovation Issues in Water, Agriculture and Food. Water, 11:1-7.

. Craig, C.A., S. Feng and S. Gilbertz. 2019. Water crisis, drought, and climate change in the southeast United States. Land Use Policy, 88: 104-110.

.Davies, P. 2007. Bayesian Decision Networks for Management of High Conservation, Report to the Conservation of Freshwater Ecosystem Values Project. Department of Primary Industries and Water, Hobart, Tasmania.

.Gilbertz, S.J., D. Hall and L. Ward. 2013. Yellowstone River Basin Advisory Council: Membership & Report of 2013 Scoping Activities. Report and appendices available at: Sponsored by the Montana Department of Natural Resources Conservation and Montana State University Billings. An effort of the 2015 Montana Water Supply Initiative. http://www.dnrc.mt.gov/wrd/water_mgmt/state_water_plan/yellowstone/scoping_report/default.asp.

.Heckerman, D. 1997. Bayesian networks for data mining, data mining and knowledge. Discovery, 1 (1): 79-119.

https://www.mporg.ir/FileSystem/View/File.aspx?FileId=f4afa150-ee8b-4237-b169-f16f8b2c532b

.Mack D.L., G. Biswas., X.D. Koutsoukos and D. Mylaraswamy. 2017. Learning Bayesian network structures to augment aircraft diagnostic reference models. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 14(1):358-69.

.Makurira, H., H. Savenije and Uhlenbrook, S. 2011. The effect of system innovations on water productivity in subsistence rainfed agricultural systems in semi-arid Tanzania. Agricultural Water Management, 98(11):1696-1703.

.Mitchell, T. M. 1997. Does machine learning really work?. AI magazine, 18(3): 11.

Nadkarni, S. and Shenoy, P. P. 2001. A Bayesian network approach to making inferences in causal maps. European Journal of Operational Research, 128(3): 479-498.

.Rosenthal, U. and A. Kouzmin. 1997. Crises and crisis management: toward comprehensive government decision making. Journal of Public Administration Research and Theory, 7 (2): 277-304.

Investigating the Effect of Knowledge Based Economy Components on Water Productivity and Consumption in Iran's Agricultural Sector

Sona Pouralimoghaddam[1], Mohammad Reza Zare Mehrjerdi[2], Somayeh Amirtaimoori[3], Somayeh Naghavi[4]

Abstract

Nowadays, knowledge-based economics has been suggested as a way out of various problems. Given that more than 90 percent of water consumption is allocated to the agricultural sector, the establishment of agricultural knowledge that one of the components of which is the innovation and development of modern irrigation systems in agricultural lands, increases the efficiency of water consumption and production. Therefore, in this study, the effect of different components of knowledge-based economy on water productivity and consumption in Iran's agricultural sector during 2002-2017 has been investigated using the casual Bayesian network in 4 scenarios. The results showed that education and skills component had the least effect on growth rate of water use in Iranian agricultural sector and the probability of increasing growth rate of land area equipped with pressure irrigation with the implementation of the four scenarios of education and skills, economic and institutional regime, information and communication infrastructure and innovation system are 59/9%, 55%, 60% and 60%, respectively and the probability of decreasing growth rate of water use in the agricultural sector is 80%. So, moving to a knowledge-based economy can help to improvement of water efficiency in Iran's agricultural sector.

Keywords: Agriculture Sector, Water Productivity, Causal Bayesian Network.

[1] Graduate Student of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
[2] Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
[3] Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
[4] Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

Investigating the Effect of Knowledge Based Economy Components on Water Productivity and Consumption in Iran's Agricultural Sector

Sona Pouralimoghaddam[۱], Mohammad Reza Zare Mehrjerdi[۲], Somayeh Amirtaimoori[۳], Somayeh Naghavi

Introduction

One of the most important challenges in the agricultural sector of developing countries such as Iran is the low productivity of production factors, including water. One of the practical solutions to solve the problem of water shortage in Iran is to increase water consumption efficiency. Therefore, today the need to use pressurized irrigation systems has received more attention than before. Knowledge-based economics has been proposed as a way out of various problems. Considering that more than 90% of water consumption is allocated to the agricultural sector, the establishment of agricultural knowledge that one of its components is the innovation and development of new irrigation systems in agricultural lands increases water consumption efficiency and production. The knowledge-based economy will affect water consumption, and since the agricultural sector in the traditional and semi-modern state has a loss of 60-80% in water consumption, the most important reason for this waste is the lack of use of new technologies in the agricultural sector; Therefore, by relying on knowledge-based strategies, effective steps can be taken to deal with water shortages, especially in the agricultural sector, and it is possible to solve the crisis problem by making progress in the components of knowledge-based economics.

Materials and Methods

In the present study, after calculating the variable of water productivity in the agricultural sector and the components of knowledge-based economy, according to experts and studies, and considering the conditions of the Iranian economy; first, the model variables and the relationships between them are identified and determined based on interviews with experts, then according to the Bayesian rule, the final Bayesian network is designed and then the various scenarios in the model are investigated using Netica software. Therefore, in this study, the effect of different components of knowledge-based economy on productivity and water consumption in the agricultural sector of Iran during the period 2002-2017, using the Bayesian network in 4 scenarios has been studied.

Discussion and Conclusion

In the scenarios of knowledge and human capital, the effect of the component of knowledge and human capital on water consumption in the agricultural sector was investigated. By placing the probability of knowledge and human capital component in a high condition (100%), it was found that the highest probability of growth rate variables of lands equipped with pressurized irrigation and growth rate of water productivity in agriculture were high and equal with 59.9% and 72.1%, respectively.

In the scenario of economic and institutional regime, the effect of economic and institutional regime on the growth rate of water consumption in the agricultural sector was investigated. After changing the probability of high status of economic and institutional regime (100%), it was observed that the highest probability of growth rate variable of lands equipped with pressurized irrigation and then the variable growth rate of agricultural water productivity, in high condition were equal to (55%) and (69.7%), respectively. In the scenario of the information and communication infrastructure component, the effect of the information and communication infrastructure component on the growth rate of variable water consumption in the agricultural sector was investigated. After changing the

[1] Graduate Student of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
[2] Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
[3] Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

probability of high status of information and communication infrastructure component (100%), it was observed that first the highest probability of growth rate variables of lands equipped with pressurized irrigation and then the variable growth rate of agricultural water productivity in high condition were equal with 60% and 72.1%, respectively. In the innovation component scenario, the effect of the innovation component on the growth rate of water consumption in the agricultural sector is investigated. After changing the probability of high status of 100% innovation component was observed; first, the highest probability of growth rate variable of lands equipped with pressurized irrigation and then the growth rate of water productivity of agricultural sector in high condition were equal to 60% and 72.1%, respectively. After that, due to the effect of water productivity variable in the agricultural sector on the variable of water consumption growth rate in the agricultural sector, their probability was low at 80%.

The results of the study showed that by implementing four scenarios of components of knowledge-based economy, the probability of increasing the growth rate of land equipped with pressurized irrigation in the scenarios of components of knowledge and human capital, economic and institutional regime, information and communication infrastructure and innovation is equal to 59.9%, 55%, 60% and 60%, respectively and the probability of reducing water consumption in the agricultural sector is 80%. Therefore, to reduce water consumption in the agricultural sector, by increasing education and raising its quality, we can create innovation and use it to increase water productivity in the agricultural sector and the optimal use of water resources and reduce its consumption. Because the necessary condition for innovation and technological advancement is having sufficient human capital. Also, by providing the necessary incentives for the proper use of knowledge, stimulating creativity, entrepreneurship to increase productivity and paying special attention to modern irrigation methods, the government can increase water efficiency and reduce water consumption. Adequate information and communication technology infrastructure can reduce the cost of use and overcome spatial and temporal constraints, resulting in efficient and effective information distribution, which improves the quality of the labor and increases water efficiency.

The most important references

Caball, R. and Sh. Malekpour. 2019. Decision making under crisis: Lessons from the Millennium Drought in Australia. International Journal of Disaster Risk Reduction, 34: 387–396.

Makurira, H., H. Savenije and Uhlenbrook, S. 2011. The effect of system innovations on water productivity in subsistence rainfed agricultural systems in semi-arid Tanzania. Agricultural Water Management, 98(11):1696-1703.