Archive of SID

تحلیلی بر بحران آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان در سناریوهای مختلف: رهیافت آینده پژوهی

زهرا غفاری مقدم، ابراهیم مرادی[۱]، محمود هاشمی‌تبار و علی سردار شهرکی

دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
ghafari.zahra1@gmail.com
استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
Eb_moradi@eco.usb.ac.ir
استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
mhashemi@hamoon.usb.ac.ir
استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
a.s.shahraki@eco.usb.ac.ir

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۰ و پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

چکیده

هدف این مطالعه دستیابی به درکی بهتر از آینده آب در بخش کشاورزی در منطقه سیستان است. در این مطالعه برای تعیین پیشران‌های نهایی به روش‌های آینده‌پژوهی تکیه کرده و با استفاده از روش پنل خبرگان ۲۳ پیشران شناسایی و در نهایت هفت پیشران اصلی تاثیر گذار بر بحران آب سیستان برای نگارش سناریو به روش دلفی استفاده شد. این پیشران‌ها عبارت بودند از: خشکسالی، وابستگی به منابع آب خارجی، توجه نکردن کافی به مدیریت منابع آب، کشت بی رویه محصولات آب بر، شیوه نامناسب آبیاری، ضعف فناوری کشاورزی و رایگان بودن آب در بخش کشاورزی. با توجه به نقشه پهنه بندی خطر، ۸۶٪ از منطقه سیستان در آینده در معرض بحران آبی خیلی شدید قرار خواهند گرفت. در ادامه، وضعیت‌های محتمل برای هر یک از این عوامل ارائه شد و با استفاده از آن سه سناریو با سازگاری بالا که شامل سناریوی اول، دوم و سوم برای مسئله بحران آب در سیستان با استفاده از نرم‌افزار سناریو ویزارد (Scenario Wizard) طراحی شد. در این سناریوها سه وضعیت شامل: وضعیت محتمل (اگر پیشران در وضعیت فعلی بماند)، وضعیت خوشبینانه (بهبود شرایط) و وضعیت بدبینانه (تضعیف شرایط) برای هر یک از عوامل طراحی شد. در سناریوهای طراحی شده کشت بی رویه محصولات آب‌بر در حالت بدبینانه، رایگان بودن آب در بخش کشاورزی و خشکسالی در حالت محتمل، و سایر پیشران‌ها در وضعیت خوشبینانه قرار داشتند. و وضعیت‌های خوشبینانه بر دیگر وضعیت‌ها برتری داشت و در هر سه سناریو بیشترین فرض‌ها را تشکیل داد. انتظار بر این است که اعمال این سناریوها منجر به بهبود شرایط آبی و کشاورزی در دشت سیستان خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: سناریو ویزارد، آینده آب در بخش کشاورزی، روش پنل خبرگان، روش دلفی

[۱] -آدرس نویسنده مسئول: زاهدان، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مسئله کمبود آب چنانچه مهار نشود منجر به یکی از بحران‌های مهمی می‌شود که در آینده نزدیک بشر را تهدید می‌کند و به موضوع تنش‌زایی بین ملت‌ها تبدیل خواهد شد (بورک و همکاران، ۲۰۱۶). بحران آب یک مسئله جهانی است که در مناطق خشک و نیمه خشک بیشتر احساس می‌شود (صدیق و همکاران، ۱۳۸۹). در حالی که خشکسالی طولانی مدت، تغییر نسبت برف به باران، گرم شدن کره زمین و افزایش تعداد روزهای خشکی همه در این موضوع نقش داشته‌اند، رشد جمعیت و توسعه اقتصادی و به دنبال آن افزایش تقاضای آب این مشکل را تشدید کرده است (آقاکوچک، ۲۰۱۵). کمتر از یک درصد از آب‌های شیرین جهان به طور مستقیم توسط بشر استفاده می‌شود (لیو و همکاران، ۲۰۱۷)؛ و این میزان آب بصورت یکنواخت و متوازن بین نواحی و کشورهای مختلف توزیع نشده است (هاسمن و پاتریک، ۲۰۱۳). در بخش کشاورزی حدود ۷۰ درصد از کل آب‌های شیرین جهان و در چندین کشور در حال توسعه بیش از ۹۵ درصد استفاده می‌شود (لیو و همکاران، ۲۰۱۷). به دلیل بارندگی نامتوازن، کمبود آب یکی از مهم ترین چالش‌های حوزه کشاورزی است. بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب در جهان، بیشترین میزان خسارت اقتصادی- اجتماعی ناشی از کمبود آب را به صورت کاهش در عملکرد محصولات کشاورزی نشان می‌دهد (سعادتی و همکاران، ۲۰۱۴). رشد سریع جمعیت، آلودگی آب و تغییر آب و هوا، بحران کمبود آب در سالهای اخیر، تولید محصولات کشاورزی را در بسیاری از کشورهای جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه که کمبود منابع را به طور جدی تجربه کرده‌اند، تهدید کرده است (لی و همکاران، ۲۰۱۹؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹ و پاستوری، ۲۰۱۷).

احتمال رخداد بحران شدید آب در کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند از جمله کشور ایران، بسیار زیاد است و امنیت اقتصادی، اجتماعی و بحران مربوط به امنیت غذایی به واسطه فشارهای غیر قابل تحملی که بر بخش کشاورزی این کشورها به دلیل کمبود آب وارد می‌شود به مراتب وخیم‌تر خواهد بود (آلن، ۱۹۹۳). بحران آبی آینده یکی از پتانسیل‌های مهم بالقوه برای نزاع و چالش‌های امنیتی بین المللی است که قابلیت تبدیل شدن به بحران بزرگ بین المللی را دارد (رضائیان و رضائیان، ۱۳۹۵)

آینده پژوهی[2]، فرآیند تلاش نظام‌مند برای نگاه به آینده بلند مدت علم، تکنولوژی، محیط زیست، اقتصاد و اجتماع است که با هدف شناسایی فناوریهای عام نوظهور و تقویت حوزه‌های تحقیقات راهبردی که بیشترین منافع اقتصادی و اجتماعی را به همراه دارد، انجام می‌شود (زارع و همکاران، ۱۳۹۸). در رویکرد کلاسیک نگاه به آینده، هدف پیش‌بینی یک آینده مشخص می‌باشد، در آینده پژوهی از انواع آینده‌ها سخن گفته می‌شود. این نوع نگاه به آینده، تحت عناوین مختلفی از جمله آینده‌نگاری، آینده پژوهی و غیره توسعه یافته است (گوردن، ۲۰۱۲). امروزه تفکر آینده پژوهی در حوزه‌های محیط زیست وبحران‌های زیست محیطی به‌ویژه بحران آب از مهم‌ترین مسائل جوامع امروز است. چرا که مهمترین چالش‌های قرن حاضر، چالش‌های زیست محیطی بوده است و اگر نگاه بلند مدت و تفکر آینده پژوهی در ابعاد مختلف جامعه صورت نگیرد، بحران‌های زیست محیطی را برآورد نکرده و به موقع و ماهرانه پیش‌بینی لازم را نداشته باشد، غافلگیر شده و در کنترل این بحران (بحران‌های زیست محیطی از جمله بحران آب) کارآمد نخواهد بود. اصولا جامعه برای چیره شدن بر مشکلات زیست محیطی و دستیابی به توسعه پایدار باید تفکرآینده پژوهی را بیش از بیش در نظر داشته باشد (غفاریان، ۱۳۹۶).

سناریوسازی یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های مورد استفاده در آینده پژوهی است (پوپر، ۲۰۰۸). سناریو تصاویری فرضی از آینده هستند که نمونه‌ای از یک فضای تثبیت شده را توصیف می‌کنند و راه‌های

[2] Futures studies

www.SID.ir

Archive of SID

پیشرفت را توصیف می‌کند و مانند یک راهنما عمل می‌کند (پلیکان، ۱۳۹۴). بر اساس سناریو نیازهای مقابله شناسایی شده و دولت و دستگاهها می‌توانند از این سناریوها به عنوان مرجع برنامه‌ریزی استفاده نمایند. سناریوها هر از چند گاهی نیاز به مرور دارند تا دقت و کارایی خود را حفظ کنند (اسکندری، ۱۳۹۲).

نیروهای پیشران[3] نیز مجموعه‌ای از نیروهای شکل دهنده آینده هستند که بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند. پیشران‌ها به صورتی غیر مستقیم بر آینده‌ی حوزه‌های اجتماعی، فن‌آورانه، اقتصادی، زیست محیطی و سیاسی تاثیر گذارند (هاشمیان اصفهانی، ۱۳۸۹).

مروری بر ادبیات نظری تحقیق نشان می‌دهد که تاکنون پژوهش‌های متعددی مانند موضوع تحقیق حاضر انجام‌شده است. رضائیان و رضائیان (۱۳۹۵) در پژوهش خود با تکیه‌بر پیشران‌های اصلی مسئلهٔ آب در ایران شامل افزایش جمعیت، تقاضای روزافزون برای مصرف، تغییرات آب و هوایی چهار سناریو محتمل را استخراج نمودند. کرمی و غفاریان (۱۳۹۶) در مطالعه خود مهم‌ترین عوامل کلیدی و پیشران در رابطه با آینده‌پژوهی بحران آب در شهرستان رفسنجان شناسایی نمودند و سپس با توجه به عوامل کلیدی شناخته‌شده سناریوهای کوچک و سناریو جامع در سطح شهرستان ارائه و نقشه پهنه‌بندی خطر ترسیم نمودند. عظیمی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی آینده تأمین آب برای تولید گندم تا افق ۱۴۰۴ با توجه به وضعیت منابع آب کشور پرداختند. در این راستا از روش آینده‌نگاری تحت پارادیم[4] آینده‌پژوهی یکپارچه که یک تحقیق توصیفی و تحلیلی آینده محور است، استفاده کرده‌اند. بر اساس نتایج پیشران بارندگی و مشارکت ذی‌نفعان اصلی به ترتیب دارای بیشترین عدم قطعیت، فراگیرترین و بیشترین تأثیرگذاری بر عوامل کلیدی موضوع تا افق ۱۴۰۴ هستند. علی بیگی و همکاران (۱۳۹۷) عوامل کلیدی آینده‌پژوهی اثرات اجرای انتقال آب رودخانه سیروان به شهرستان مهران در استان ایلام را شناسایی نمودند. نتایج مطالعه ۱۳ عامل را به‌عنوان عوامل کلیدی تحولات فضایی- مکانی شناسایی و وضعیت احتمالی آن‌ها را در افق سال ۱۴۰۸ تدوین نمودند. جشاری و مرادی (۱۳۹۸) به استخراج پیشران‌های توسعه بخش کشاورزی در نواحی روستایی استان سیستان و بلوچستان، تدوین سناریوها و ارائه راهبردهای اصولی برای توسعه بخش کشاورزی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد از بین پیشران‌های مختلف مؤثرترین پیشران‌ها ارتقا دانش کشاورزی، مدیریت صحیح منابع آب و تأمین مالی پروژه شناسایی شدند. بهشتی و همکاران (۱۳۹۹) پیشران‌های مؤثر در مدیریت منابع آبی در شهرستان تبریز بر مبنای رویکرد آینده‌پژوهی تا سال ۱۴۲۰ را بررسی نمودند. یافته‌های مطالعه نشان داد که عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی تأثیر بیشتری بر آینده منابع آبی خواهد داشت. از دیگر مطالعات انجام‌شده در زمینه آینده‌پژوهی می‌توان پندی (۲۰۱۸) و آنا و پیتر بارتکوویکا (۲۰۱۷) از مبحث آینده‌پژوهی در زمینه توسعه پایدار کشاورزی، گومسا و همکاران (۲۰۱۸) در زمینه کشاورزی، اسچاتز و همکاران (۲۰۱۱)، هملت و همکاران (۲۰۱۲) در زمینه مدیریت منابع آب، اسچیزر و کارنیوان (۲۰۱۶) در زمینه تغییرات آب و هوایی، استفاده نمودند.

منطقه سیستان در انتهای یک حوزه وسیع و بسته‌ی داخلی قرار دارد که یکی از بزرگ‌ترین مناطق بیابانی دنیاست. این منطقه با اقلیم صحرایی و میانگین بارندگی ۵۰ میلی‌متر، معادل ۰/۲ میانگین بارندگی کشور دارای آب‌وهوای گرم و بیابانی است (سلطانی و کرباسی، ۱۳۸۱). این منطقه با مساحتی افزون بر ۸۰۰۰ کیلومترمربع از رسوبات رودخانه هیرمند در طول هزاران سال به وجود آمده است. مطابق مطالعات جامع منابع آب، سطوح قابل‌کشت کشاورزی در منطقه سیستان ۱۳۵ هزار هکتار است و سرانه آب سالانه با توجه به الگوی کشت در این منطقه به‌طور میانگین ۸۷۵۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶ و سردار شهرکی،۱۳۹۵). ازاین‌رو تنها برای کشاورزی منطقه سالانه حدود ۱۲۰۰

[3] Driving forces

[4] Paradigm

www.SID.ir

Archive of SID

میلیون مترمکعب آب موردنیاز بوده که از کل سطوح زیر کشت تنها حدود ۸۵ هزار هکتار از اراضی (حدود ۶۳ درصد از کل اراضی) به کشت محصولات اختصاص می‌یابد ((آمارنامه کشاورزی،۱۳۹۵). شرایط آب و هوایی و وابستگی کامل به رودخانه هیرمند و اقدامات کشور افغانستان در مهار آب این رودخانه، باعث بروز بحران شدید آبی و تأثیرات منفی در اقتصاد، کشاورزی، اشتغال و محیط‌زیست این منطقه شده است؛ و مسئله مدیریت آب را در این منطقه با مشکلات فراوانی مواجه ساخته است (سردار شهرکی، ۱۳۹۵). مرور بر آمار و اطلاعات سال‌های پیش، نشان داد که هر ۱۵ سال یک خشک‌سالی و هر ۳۰ سال بحران خشک‌سالی روی می‌دهد (مختاری و صالح، ۱۳۸۶)؛ بنابراین بررسی وضعیت آب به‌عنوان مسئله‌ای راهبردی و حیاتی در منطقه سیستان از اهمیت زیادی برخوردار است. میزان آب ورودی رودخانه هیرمند به منطقه سیستان و آب تخصیص‌یافته به بخش کشاورزی در سال‌های اخیر روند کاهشی داشته است. در صورت ادامه این روند ضمن ایجاد مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی وقایعی مانند مهاجرت، افزایش سطح فقر، خالی شدن روستاها از سکنه، شکل‌گیری اعتراض‌ها و تنش‌های منطقه‌ای بر سر منابع آب، نابودی کشاورزی، مرگ گونه‌های جانوری و گیاهی، نابودی محیط‌زیست، بیابان‌زایی و گردوغبار و مرگ تالاب هامون از مصادیق بحران آبی در بخش کشاورزی منطقه سیستان خواهد بود.

لذا با توجه به بحران آبی و خشک‌سالی‌های پی‌درپی که در منطقه سیستان طی سال‌های متمادی وجود دارد. این مطالعه به دنبال آن است که استفاده از اصول آینده‌پژوهی چگونه می‌تواند در تدوین راهبردهای مؤثر بر بحران آب کشاورزی مؤثر باشد و محتمل‌ترین سناریو برای رفع بحران آب در آینده این منطقه را به دست آورد. در این راستا نخست پیشران‌های تأثیرگذار بر بحران آب در بخش کشاورزی شناسایی و سپس اصلی‌ترین پیشران‌ها استخراج و با تشکیل سناریوهای مختلف راهکارهای مناسب با آن سناریو ارائه شد بر پایه بررسی منابع انجام‌شده تاکنون در ارزیابی بحران آب بخش کشاورزی منطقه سیستان از آینده‌پژوهی استفاده‌نشده است. هدف از این پژوهش تحلیل مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بحران آب در بخش کشاورزی در منطقه سیستان با رویکرد آینده‌پژوهی می‌باشد.

روش تحقیق

مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹ انجام‌شده است. این پژوهش ازلحاظ هدف از نوع کاربردی است؛ ازنظر روش، ترکیبی از روش‌های اسنادی و ازنظر ماهیت بر اساس روش‌های جدید آینده‌پژوهی-تحلیلی بوده که در آن ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی به کار گرفته‌شده است.شناسایی متغیرهای کلیدی گام نخست و مهم‌ترین گام آینده‌پژوهی راهبردی است. این مرحله باهدف ۱) شناسایی متغیرها، ۲) توصیف روابط میان متغیرها و ۳) شناسایی متغیرهای کلیدی صورت گرفت (گودت، ۲۰۱۱). با توجه به ماهیت این پژوهش، از روش‌های دلفی و تحلیل ساختاری بهره گرفته شد. شیوه گردآوری اطلاعات اسنادی کتابخانه‌ای و پرسشنامه‌ای است. داده‌های کیفی با پرسشنامه باز و از طریق مصاحبه و بررسی اسناد و داده‌های کمی به‌صورت عددی و از طریق وزن دهی پرسشنامه‌های دلفی تهیه شد. روش دلفی روشی متکی بر خرد، هوش و طوفان فکری[5] به‌منظور اجماع خبرگان روی موضوع خاص است تا از این طریق بتوان مناسب‌ترین پاسخ‌ها را کسب کرد (مردوخی، ۱۳۹۱). در روش دلفی خبرگان متعلق به حوزه مورد مطالعه هستند و خبرگان باهم تعامل ندارند و هرکدام به‌طور مجزا به پرسش‌ها پاسخ می‌دهند. با استفاده از روش دلفی می‌توان پیشرفت‌های آتی در یک حوزه از علم را تشخیص داده و با تکیه‌بر نظر خبرگان، نسبت به آن اطمینان یافت و عموماً این روش برای موضوعاتی به کار می‌رود که دانش موجود ما نسبت به آن کم است (حیدری، ۱۳۹۵). روش دلفی در دو مرحله انجام شد: مرحله نخست از روش مرور منابع و پیمایش نظر خبرگان عوامل مؤثر بر بحران

[5] Brainstorming

www.SID.ir

Archive of SID

آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان در اختیار ۱۰ کارشناس قرار داده شد و عوامل مهم بر بحران آب انتخاب شدند. پس از شناسایی عوامل تأثیرگذار بر بحران آب، پرسشنامه تأثیرات متقابل طراحی شد. مرحله دوم، شامل تهیه و تکمیل این پرسشنامه‌ها بود که در آن ۲۰ پرسشنامه برای تعیین عوامل کلیدی تأثیرگذار بر بحران آب از طریق وزن دهی توسط کارشناسان، خبرگان و صاحب‌نظران تکمیل شد. متخصصان و خبرگان حوزه‌های مرتبط با آب شامل متخصصین در حوزه اقتصاد آب، مدیریت منابع آب، جغرافی، مهندسان محیط‌زیست و کشاورزی که اکثراً از اساتید مطرح دانشگاه‌ها، پژوهشگران مراکز تحقیقاتی و جهاد کشاورزی در دامنه سنی ۴۰ تا ۶۰ سال بوده‌اند، به‌منظور شرکت در این مطالعه انتخاب شدند در شکل یک انواع متغیرها در مختصات نشان داده‌شده است. برای تحلیل اثر متقابل و روابط بین متغیرها با استفاده از نرم‌افزار MicMac عوامل کلیدی استخراج شد. سپس از خروجی این نرم‌افزار به‌عنوان ورودی نرم‌افزار سناریو ویزارد استفاده شد. برای انجام این مراحل متخصصان در پنل‌های خبرگان بر اساس تجربه و دانش خود فهرستی از متغیرهای کلیدی ارائه دادند و سپس با توجه به تعداد متغیرهای کلیدی، خانه‌های ماتریس n*n را امتیازدهی کردند. این ماتریس، ماتریس تأثیرات مستقیم نامیده می‌شود که در آن هر درایه نشان‌دهنده میزان تأثیر متغیر i بر متغیر j است و مقدار آن بسته به میزان تأثیر می‌تواند بین صفر تا سه باشد. در این روش ۰ بیانگر عدم تأثیر، یک تأثیر ضعیف، دو تأثیر متوسط و سه بیانگر تأثیرات قوی یا شدید است. در مرحله بعد با استفاده از روش مستقیم و یا غیرمستقیم می‌توان میزان تأثیر را مشخص کرد. در روش مستقیم، تأثیر مستقیم متغیر k بر دیگر متغیرها حاصل جمع تمامی مقادیر سطر k از ماتریس m است و تأثیرپذیری متغیر k از سایر متغیرها، حاصل جمع مقادیر ستون k است. سپس با محاسبه جمع سطری و ستونی متغیرها، رتبه هر متغیر به دست می‌آید و از مرتب‌سازی این مقادیر، اهمیت هر متغیر محاسبه می‌شود (ویلاکورتا و همکاران، ۲۰۱۲). پس از مشخص شدن عوامل کلیدی، برنامه‌ریز برای آینده‌نگاری احتیاج به ابزاری دارد تا بتواند آینده را در قالب عناصر قابل پیش‌بینی و عدم قطعیت‌ها بیان کند. این ابزار همان سناریوها هستند (فهی و روبرت، ۲۰۱۱)؛ بنابراین بعد از مشخص شدن عوامل کلیدی وضعیت‌های احتمالی مختلفی شامل سه وضعیت خوش‌بینانه، محتمل و بدبینانه برای هر یک از عوامل کلیدی در نظر گرفته شد و در قالب پرسشنامه، ماتریس اثرات متقابل طراحی شد. پرسش اساسی این ماتریس این است که: اگر وضعیت A1 از عامل کلیدی A در آینده اتفاق بیفتد، چه تأثیری بر وقوع یا عدم وقوع وضعیت B1 از عامل کلیدی B خواهد داشت؟ جواب آن بر اساس طیف هفت‌قسمتی (محدودکننده شدید... تقویت‌کننده شدید) در قالب اعداد ۳ تا ۳- می‌باشد؛ بنابراین وزن دهی این پرسشنامه به‌صورت مقایسه زوجی و میزان ارتباط متغیرها به‌صورت دامنه‌ای از اعداد ۳ تا ۳- سنجیده و سپس پرسشنامه توسط جامعه آماری تکمیل شد. جامعه آماری مطالعه شامل کارشناسان حوزه آب، اساتید و صاحبان مقاله در همایش‌های علمی، سیاست‌گذاران حوزه کشاورزی و آب و صاحب‌نظران در این زمینه بودند. با استفاده از نرم‌افزار سناریو ویزارد از مجموع سناریوهای ممکن، محتمل‌ترین سناریوها با سازگاری بالا به دست خواهد آمد و در هر یک از سناریوهای به‌دست‌آمده وضعیت هر عامل پیشران مشخص خواهد شد.

با توجه به اینکه کدام‌یک از بخش‌های منطقه سیستان احتمال تنش آبی در آینده نه‌چندان دور به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود و در معرض ریسک اجتماعی- اقتصادی ناشی از بحران آب قرار می‌گیرند، اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر، شده است. نقشه پهنه‌بندی خطر با توجه به متغیرهایی مانند نرخ رشد جمعیت و خانوار، میزان سطح زیر کشت هر منطقه که به دلیل کم‌آبی کشت نشده است، تعداد روستاهای خالی از سکنه که به علت بحران‌های آبی و پیامدهای ناشی از خشک‌سالی ساکنین آن‌ها اقدام به مهاجرت به دیگر مناطق نموده‌اند، میزان فقر که نشان‌دهنده کاهش درآمد روستائیان به علت بحران‌های آبی بوده و شغل

www.SID.ir

Archive of SID

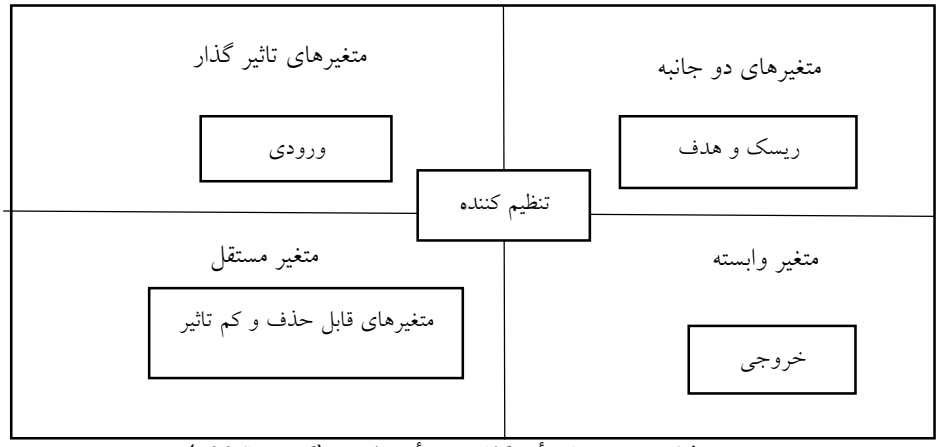
خود را که اغلب کشاورزی و دام‌پروری و صیادی بوده‌اند ازدست‌داده‌اند و با تعداد خانوارهای زیرپوشش کمیته امداد سنجیده شد. آمار و اطلاعات مربوطه از پایگاه داده آماری مرکز آمار ایران جمع‌آوری شد. متغیرهای یادشده با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار Expert choice وزن دهی شد و سپس در Arc map نرم‌افزار GIS سه طیف بحرانی خیلی شدید، بحرانی شدید و نیمه بحرانی به‌عنوان نقشه خطر بحران آب، پهنه‌بندی شد.

نتایج و بحث

پیشران‌های مؤثر و عوامل کلیدی بحران آب

با استفاده از تکنیک دلفی و پرسش از کارشناسان ۲۳ عامل به‌عنوان عوامل مؤثر و کلیدی بحران آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان شناسایی شدند که فهرست این متغیرها در جدول یک آورده شد؛ و سپس با استفاده از نرم‌افزار Mic Mac عوامل اصلی تأثیرگذار استخراج شدند.

در ماتریس متقاطع جمع سطری هر عامل به‌عنوان میزان تأثیرگذاری و جمع ستونی آن، میزان تأثیرپذیری آن را از عوامل دیگر نشان می‌دهد. نتایج جدول یک نشان می‌دهد که میزان تأثیرگذاری متغیرهای خشک‌سالی، تغییرات اقلیمی، وابستگی به منابع آب خارجی، اقدامات توسعه‌ای کشور همسایه، افزایش جمعیت، عدم توجه کافی به مدیریت منابع آب، کشت بی‌رویه و محصولات آب بر، ضعف فناوری کشاورزی، ساختار نظام مالکیت، روش‌های نامناسب آبیاری، سرمایه ناکافی، تلفات آب در شبکه‌های آبیاری، رایگان بودن آب در بخش کشاورزی از میزان تأثیرپذیری آن‌ها بیشتر بوده است و این نشان می‌دهد که عوامل یادشده تأثیر بسیاری بر سیستم دارند و به‌عنوان تأثیرگذارترین عوامل در بحران آب در بخش کشاورزی دشت سیستان شناخته می‌شوند. دیگر متغیرها میزان تأثیرگذاری آن‌ها از بسیار کمتر از میزان تأثیرپذیری آن‌هاست؛ و سهم بسیار کمی در تأثیرگذاری بر سیستم دارند و از مهم‌ترین عوامل تأثیرپذیر از بحران آب هستند. در جدول دو ویژگی عمومی ماتریس آورده شد.



شکل ۱- نمودار تأثیرگذاری و تأثیرپذیری (گودت، ۱۹۹۳)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- عوامل مهم و مؤثر در بحران آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان

ردیف	متغیر	علامت اختصاری	امتیاز تأثیرگذاری	امتیاز تأثیرپذیری
۱	خشک‌سالی	drought	۴۳	۴۱
۲	تغییرات اقلیمی	climate	۳۲	۲۵
۳	تقاضای روزافزون آب در بخش کشاورزی	demand	۴۵	۴۹
۴	وجود بیشترین تقاضا در زمان کمترین بارندگی	Max demand	۳۸	۴۴
۵	انتقال آب به زاهدان	transfer	۴۰	۴۳
۶	وابستگی به منابع آب خارجی	foreign	۵۵	۵۴
۷	اقدامات توسعه‌ای کشور همسایه	development	۳۰	۲۰
۸	افزایش جمعیت	population	۱۵	۱۱
۹	عدم توجه کافی به مدیریت منابع آب	management	۵۸	۵۰
۱۰	توزیع غیریکنواخت آب در بخش کشاورزی	distribution	۳۰	۴۰
۱۱	کشاورزی ناکارآمد و سنتی	traditional	۴۳	۴۳
۱۲	کشت بی‌رویه	Extra cult	۴۴	۴۱
۱۳	کشت محصولات آب بر	W-B produce	۴۱	۳۴
۱۴	ضعف فناوری کشاورزی	weekness	۵۵	۳۷
۱۵	ساختار نظام مالکیت در بخش کشاورزی	ownership	۳۵	۲۷
۱۶	روش‌های نامناسب آبیاری	Irrigation	۴۶	۴۱
۱۷	سرمایه ناکافی و سطح پایین نوآوری در زیرساخت‌های آب	Capital	۵۲	۳۶
۱۸	تلفات آب در شبکه‌های آبیاری	Losses	۴۹	۴۵
۱۹	راندمان پایین آبیاری	Efficiency	۴۶	۴۸
۲۰	رایگان بودن آب در بخش کشاورزی	Price	۴۷	۲۳
۲۱	گسترش بیابان و کویر	Desert	۳۲	۶۱
۲۲	معضل ریز گرد	Dust	۲۹	۶۰
۲۳	از بین رفتن زیست‌بوم‌های آبی	Ecosystem	۲۹	۶۱
	جمع کل		۹۳۴	۹۳۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲- تحلیل اولیه داده‌های ماتریس و تأثیرات متقاطع

بعد ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفر (بدون تأثیر)	تعداد یک (تأثیرگذار)	تعداد سه (تأثیرگذاری زیاد)	جمع	درجه پرشدگی ماتریس (درصد)
۲۳*۲۳	۲	۸۴	۱۵۸	۲۰۵	۴۴۵	۸۴/۱۲

درجه پرشدگی ماتریس ۸۴/۱۲ درصد است که نشان می‌دهد عوامل انتخاب‌شده تأثیر زیاد و پراکنده‌ای بر همدیگر داشته‌اند و درواقع سیستم از وضعیت ناپایداری برخوردار بوده است. از مجموع ۴۴۵ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس، ۸۴ رابطه عدد صفر بوده که نشان می‌دهد این عوامل بر همدیگر تأثیر نداشته و یا از یکدیگر تأثیر نپذیرفته‌اند.

آثاری که هر یک از متغیرها بر کل سیستم می‌گذارند در شکل دو نشان داده شد. نحوه توزیع و پراکنش متغیرها در صفحه پراکندگی، نشان از میزان پایداری و ناپایداری سیستم است. هرکدام از متغیرها با توجه به میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری در مکان خاصی در نمودار قرار می‌گیرند. طبق شکل دو موقعیت متغیرها در نمودار بیانگر وضعیت آن‌ها در سیستم و نقش آن‌ها در پویایی و تحولات سیستم در آینده است.

درمجموع دو نوع از پراکنش تعریف‌شده است که سیستم‌های پایدار و ناپایدار نامیده می‌شوند. در سیستم‌های پایدار پراکنش متغیرها به‌صورت L انگلیسی است، یعنی برخی متغیرها دارای تأثیرگذاری زیاد و برخی دارای تأثیرپذیری زیاد هستند. در سیستم‌های پایدار سه گروه متغیر شامل متغیرهای بسیار تأثیرگذار بر سیستم (عوامل کلیدی)، متغیرهای مستقل و متغیرهای خروجی

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم قابل‌مشاهده است. در سیستم‌های ناپایدار وضعیت پیچیده‌تر است. در این سیستم متغیرها در حول محور قطری صفحه پراکنده هستند و در بیشتر مواقع حالت بینابینی از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را نشان می‌دهد که ارزیابی و شناسایی عوامل کلیدی را بسیار مشکل می‌کند (گودت، ۲۰۰۳). از وضعیت صفحه پراکندگی متغیرهای تأثیرگذاری بر بحران آب می‌توان نتیجه گرفت وضعیت سیستم بسیار ناپایدار است. بیشتر متغیرها در اطراف محور قطری صفحه پراکنده بودند.

متغیرهای تعیین‌کننده یا تأثیرگذار[6] بیش‌تر تأثیرگذار بوده و کم‌تر تأثیرپذیرند و بحرانی‌ترین مؤلفه‌ها هستند و تغییرات سیستم وابسته به آن‌هاست و ازاین‌رو میزان کنترل بر این متغیرها بسیار مهم است. این متغیرها ورودی سیستم هستند و توسط سیستم قابل‌کنترل نیستند و بیشتر به‌عنوان عوامل ثبات محسوب می‌شوند. این متغیرها در قسمت شمال غربی نمودار واقع‌شده است. چگونگی پراکنش متغیرها نشان داد که عامل رایگان بودن آب در بخش کشاورزی و کشت محصولات آب بر با درجه تأثیرگذاری بالا در سمت شمال غربی نمودار واقع‌شده است.

متغیرهای دووجهی[7] به‌عنوان بازیگران اصلی سیستم شناخته می‌شوند. درصورتی‌که این متغیرها به‌خوبی مطالعه و مدیریت نشوند در آینده می‌توانند سبب به وجود آمدن نقطه انفصالی در سیستم مدیریت و بحران آب در منطقه باشند. این متغیرها به دو دسته متغیرهای ریسک و متغیرهای هدف تقسیم می‌شوند. متغیرهای ریسک در اطراف خط قطری ناحیه شمال شرقی نمودار قرار دارند و ظرفیت بسیار زیادی برای تبدیل‌شدن به بازیگران کلیدی سیستم را دارا هستند. این متغیرها شامل خشک‌سالی، وابستگی به منابع آب خارجی، توجه نکردن کافی به مدیریت منابع آب، کشت بی‌رویه، ضعف فناوری کشاورزی، روش‌های نامناسب آبیاری، سرمایه ناکافی و سطح پایین نوآوری در زیرساخت‌های آب و تلفات آب در شبکه‌های آبیاری می‌باشند.

متغیرهای هدف در زیر ناحیه قطری شمال شرقی صفحه قرار دارند. این متغیرها در واقع نتایج تکاملی سیستم بوده و نمایانگر اهداف ممکن در یک سیستم هستند. با دست‌کاری و ایجاد تغییرات در این متغیرها می‌توان به تکامل سیستم مطابق برنامه و هدف خود دست‌یافت. این متغیرها شامل تقاضای روزافزون آب، وجود بیشترین تقاضا در زمان کمترین بارندگی، انتقال آب به زاهدان، کشاورزی ناکارآمد و سنتی و راندمان پایین آبیاری هستند.

متغیرهای تأثیرپذیر[8] در قسمت جنوب شرقی شکل قرار دارند. آن‌ها تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بسیار بالایی دارند و نسبت به تکامل متغیرهای تأثیرگذار و دو وجهی بسیار حساس هستند. متغیرهای گسترش بیابان و کویر، معضل ریز گردها، از بین رفتن زیست‌بوم‌های آبی و توزیع غیریکنواخت آب در بخش کشاورزی خروجی سیستم هستند و از میزان تأثیرپذیری بالا نسبت به سایر عوامل برخوردارند.

متغیرهای مستقل دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری پایینی هستند این متغیرها در قسمت جنوب غربی نمودار قرار دارند و به دو دسته متغیرهای مستقل از سیستم و متغیرهای مستقل از نتیجه سیستم تقسیم می‌شوند. این متغیرها معمولاً نه باعث توقف یک متغیر اصلی و نه باعث تکامل و پیشرفت یک متغیر در سیستم می‌شوند. این متغیرها نقش کلیدی ندارند اما باید به آن‌ها توجه شود این متغیرها بیش از اینکه تأثیرپذیر باشند، تأثیرگذارند و می‌توانند به‌عنوان نقاطی برای سنجش و معیار به کار روند؛ و شامل تغییرات اقلیمی، اقدامات توسعه‌ای کشور همسایه (افغانستان)، ساختار نظام مالکیت در بخش کشاورزی و افزایش جمعیت هستند.

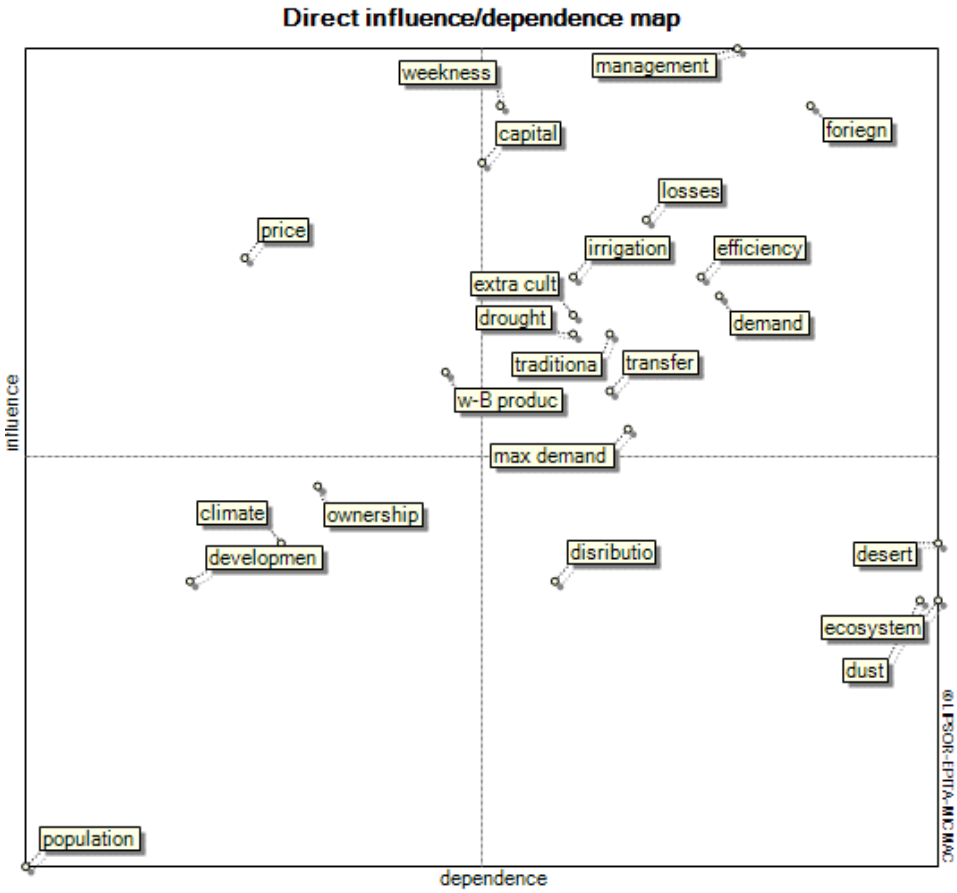
متغیرهای تنظیمی در نزدیکی مرکز ثقل نمودار قرار دارند درواقع حالت تنظیمی داشته و گاهی به‌عنوان اهرمی ثانویه عمل می‌کنند. بستگی به سیاست‌های دولت

[6] Determinate or influential variables
[7] Relay variables
[8] Dependent variables

www.SID.ir

Archive of SID

در خصوص اهداف این متغیرها قابل ارتقا به متغیرهای تأثیرگذار، متغیرهای تعیین‌کننده و یا متغیرهای هدف و ریسک هستند. این متغیرهای شامل کشت محصولات آب بر می‌باشد که می‌توان با اعمال سیاست در برای کاهش کشت این‌گونه محصولات از متغیر تأثیرگذار به متغیر هدف و ریسک تبدیل شود و یا انتقال آب به زاهدان و وجود بیشترین تقاضا در زمان کمترین بارندگی در اثر سیاست‌های نادرست می‌تواند به متغیر تعیین‌کننده بحران آب تبدیل شود (گرایی، ۱۳۹۵؛ زالی، ۱۳۹۲؛ گوده و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۲- پراکندگی متغیرها و جایگاه آن‌ها در محور تأثیرگذاری- تأثیرپذیری

از میان ۲۳ پیشران انتخاب‌شده تعداد ۱۰ پیشران که در شمال شرقی و شمال غربی نمودار قرار دارند و میزان تأثیرگذاری آن‌ها از میزان تأثیرپذیری‌شان بیشتر است به‌عنوان عوامل کلیدی در بحران آب شناسایی شدند. این عوامل عبارت‌اند از: خشکسالی، وابستگی به منابع آب خارجی، عدم توجه کافی به مدیریت منابع آب، کشت بی‌رویه، کشت محصولات آب بر، ضعف فناوری کشاورزی، روش‌های نامناسب آبیاری، سرمایه ناکافی و سطح پایین نوآوری در زیرساخت‌های آب، تلفات آب در شبکه‌های آبیاری و رایگان بودن آب در بخش کشاورزی. با توجه به همسانی و نزدیکی برخی عوامل، بعضی از آن‌ها باهم ادغام و درنهایت هفت عامل کلیدی شامل خشکسالی، وابستگی به منابع آب خارجی، توجه نکردن کافی به مدیریت منابع آب، کشت بی‌رویه محصولات آب بر، شیوه نامناسب آبیاری، ضعف تکنولوژیکی کشاورزی و رایگان بودن آب در بخش کشاورزی شناسایی شدند. پس از گروه‌بندی نیروهای پیشران کلیدی تأثیرگذار بر بحران آب به تصویر کشیدن روابط میان آن‌ها می‌تواند به درک بهتر تأثیرگذاری مستقیم آن‌ها کمک کند. ارتباطات و تأثیرگذاری مستقیم بین پیشران‌ها در شکل ۳ نشان داده شد. تأثیرگذاری هر متغیر بر متغیر دیگر توسط "پیکان‌ها" و

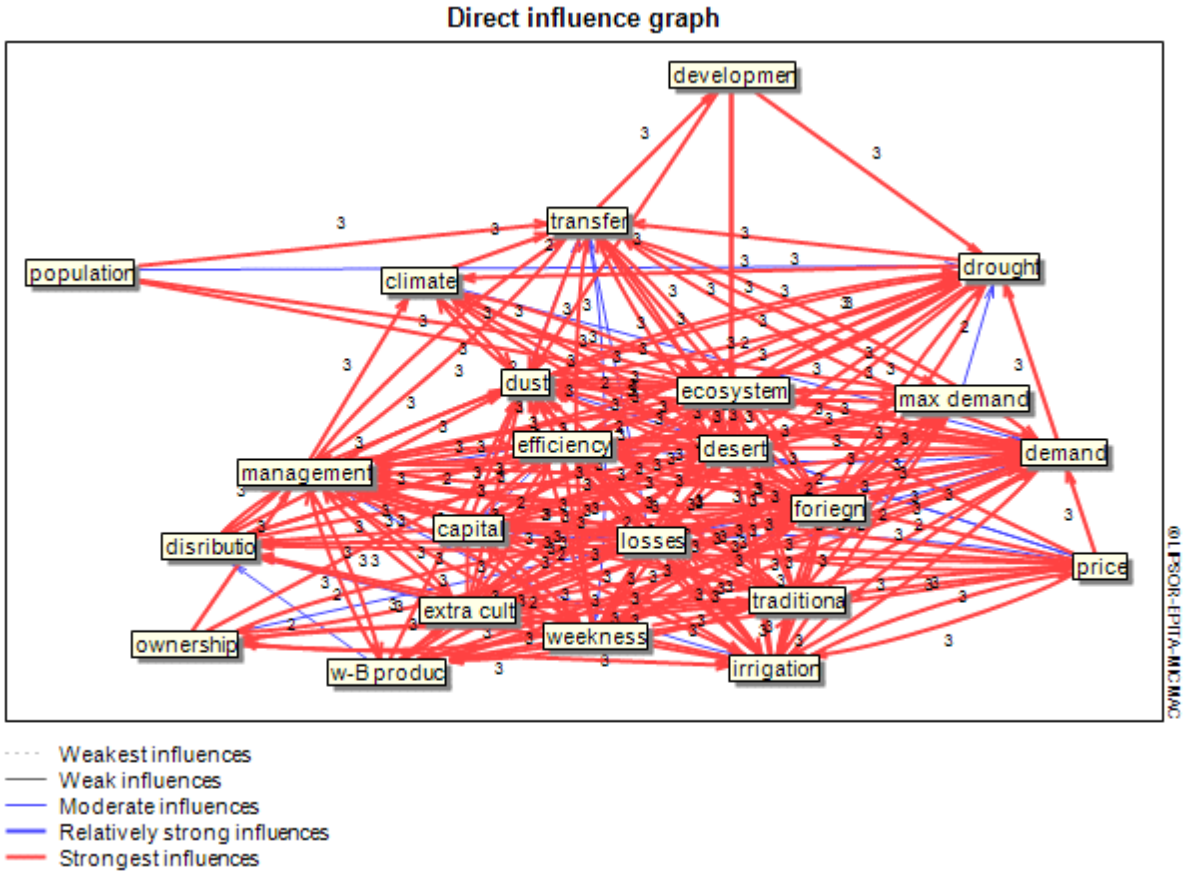
www.SID.ir

Archive of SID

اندازه تأثیرگذاری به‌صورت عددی در بالای آن پیکان نمایش داده شد.

انتخاب سناریو

بعد از مشخص شدن مهم‌ترین عوامل، سه وضعیت محتمل (اگر پیشران در وضعیت فعلی بماند)، خوش‌بینانه (بهبود شرایط) و بدبینانه (تضعیف شرایط) برای هر یک از عوامل طراحی شد. درواقع این وضعیت راهبردهایی را برای آینده بحران آب در منطقه سیستان در نظر می‌گیرند. این وضعیت‌ها تأثیرگذاری تقویت‌کننده یا تأثیرگذاری محدودکننده را نیز نشان می‌دهند.۲۱ وضعیت احتمالی برای ۷ عامل کلیدی مؤثر بر بحران آب در منطقه سیستان متصور شد از ترکیب این اعداد، ۲۱۷۸ سناریو ترکیبی استخراج می‌شود که شامل همه وضعیت‌های احتمالی آینده می‌باشد. از بین ۲۱۷۸ سناریو ممکن سه سناریو با سازگاری بالا مشخص شد و ۲۱ وضعیت احتمالی برای هفت عامل کلیدی مؤثر بر بحران آب در این سه سناریو برای منطقه سیستان شناسایی شد (جدول ۳).



شکل ۳- روابط مستقیم بین متغیرها (تأثیرات میانه تا بسیار قوی)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- سناریوهای با سازگاری قوی در آینده مسئله بحران آب دشت سیستان

	مسئله کلیدی	وضعیت
سناریو محتمل نخست	خشک‌سالی	خوش‌بینانه
	وابستگی به منابع آب خارجی	خوش‌بینانه
	مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی	خوش‌بینانه
	کشت بی‌رویه محصولات آب بر	بدبینانه
	ضعف فناوری کشاورزی	خوش‌بینانه
	شیوه آبیاری	خوش‌بینانه
	رایگان بودن آب در بخش کشاورزی	محتمل
سناریو محتمل دوم	خشک‌سالی	خوش‌بینانه
	وابستگی به منابع آب خارجی	خوش‌بینانه
	مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی	خوش‌بینانه
	کشت بی‌رویه محصولات آب بر	بدبینانه
	شیوه نامناسب آبیاری	خوش‌بینانه
	ضعف فناوری کشاورزی	خوش‌بینانه
	رایگان بودن آب در بخش کشاورزی	خوش‌بینانه
سناریو محتمل سوم	خشک‌سالی	محتمل
	وابستگی به منابع آب خارجی	خوش‌بینانه
	مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی	خوش‌بینانه
	کشت بی‌رویه محصولات آب بر	خوش‌بینانه
	شیوه نامناسب آبیاری	خوش‌بینانه
	ضعف فناوری کشاورزی	خوش‌بینانه
	رایگان بودن آب در بخش کشاورزی	خوش‌بینانه

در منطقه سیستان با توجه به اینکه میانگین بارش سالانه کمتر از ۵۰ میلی‌متر و تبخیر بیش از ۴/۶ متر در سال است این منطقه در شرایط فرا خشک می‌باشد (سردار شهرکی، ۱۳۹۵). انتظار بر این است این خشک‌سالی همچنان ادامه داشته باشد و مهم‌ترین عامل آن، وابستگی کامل به رودخانه مرزی هیرمند است و کلیه بهره‌برداری‌های زراعی سیستان تابه‌حال متکی بر آب هیرمند بوده است (وزارت نیرو، ۱۳۹۰). وجود خشک‌سالی پی‌درپی و کمی نزولات جوی در سال‌های اخیر باعث کمبود منابع آبی در منطقه شده است. همچنین باوجود محدودیت منابع آبی، در این مناطق به خاطر مرسوم بودن روش‌های آبیاری سنتی هدر رفت آب زیاد است (طاهرزاده، ۱۳۹۳). در دشت سیستان حدود ۶۵ درصد از ترکیب کشت به گندم و جو اختصاص داده‌شده و پس‌ازآن محصولات جالیزی و یونجه بیشترین سطح زیر کشت را دارند که این محصولات نیاز آبی زیادی دارند (خواجه پور، ۱۳۹۲). رایگان بودن آب در بخش کشاورزی نیز یکی از دلایل اصلی تقاضای زیاد آب کشاورزی در این منطقه می‌باشد و انگیزه لازم برای جایگزینی تکنولوژِی آب اندوز به‌جای تکنولوژی‌های موجود فراهم نمی‌کند.

در سناریو نخست بیشتر بی‌شران‌ها در حالت خوش‌بینانه قرار دارند اما کشت بی‌رویه محصولات آب بر در حالت بدبینانه و رایگان بودن آب در حالت محتمل (روند فعلی) قرار دارند. در این سناریو بیشتر عوامل کلیدی روند مثبت دارند و باگذشت زمان، تغییرات مثبتی در بحران آب خواهند داشت. با توجه به این سناریو چنانچه در آینده وضعیت خشک‌سالی از راه افزایش بارندگی، مذاکرات با کشور همسایه برای تأمین حق آبِ منطقه سیستان، سطح توانمندی‌های فناوری برای تأمین آب بهبود و میزان وابستگی به منابع آب خارجی کاهش یابد، تخصیص منابع آب بین بخش‌های مختلف بهینه باشد، الگوی کشت به سمت محصولات با نیاز آبی کمتر تغییر کند، استفاده از سامانه‌های پیشرفته آبیاری تحت‌فشار گسترش یابد و فناوری در بخش کشاورزی تقویت شود، همچنین برای

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال آب به مزارع آب از طرح‌های کارا مانند انتقال آب با لوله استفاده شود و یا راندمان کاربرد آبیاری افزایش یابد، ولی آب کشاورزی در منطقه سیستان همچنان رایگان باشد و سطح کشت محصولات آب بر در منطقه افزایش یابد می‌توان بر بحران آب در منطقه سیستان غلبه کرد.

در سناریو دوم همه پیشران‌ها به‌جز سطح کشت بی‌رویه محصولات آب بر در حالت خوش‌بینانه و عوامل کلیدی روند مثبت دارند. در این سناریو نیز اگر سطح زیر کشت محصولات آب بر در آینده افزایش یابد اما دیگر عوامل در حالت خوش‌بینانه باشند بازهم می‌توان بر بحران آب غلبه کرد.

سناریو اول و دوم با ناسازگاری صفر بهترین سناریوها می‌باشند. سناریو سوم با ناسازگاری یک را می‌توان به‌عنوان یک سناریو برای رفع بحران آب در نظر گرفت، اما اهمیت آن نسبت به دو سناریو دیگر کمتر است. در این سناریو چنانچه خشک‌سالی در حالت وضعیت فعلی خود بوده و در آینده نیز ادامه داشته اما دیگر پیشران‌ها در حالت خوش‌بینانه باشند، بازهم می‌توان با این سناریو بر بحران آب غلبه کرد. هوف و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود نشان دادند که سیاست‌های جمعیتی و اقتصادی نقش مهمی در امنیت آینده آب در حوضه رودخانه اردن را دارند. کرمی و غفاریان (۱۳۹۶) نیز در مطالعه خود نشان دادند که عوامل سیاسی، اقتصادی و اقلیمی از مهم‌ترین نیروهای پیشران در آینده بحران آب شهرستان رفسنجان می‌باشند. محمود و همکاران (۲۰۱۱) نیز تغییرات اقلیمی، ویژگی‌های جمعیت شناختی و ساختار اقتصادی را به‌عنوان مهم‌ترین پیش‌ران‌های مدیریت منابع آبی عنوان نمودند. مهراب قوچانی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود عوامل قیمت واقعی آب کشاورزی، مدیریت منابع آبی و ظرفیت تحویل آب کشاورزی را از مهم‌ترین پیشران‌های مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی عنوان نمودند. در تمامی نتایج این پژوهش‌ها نوعی همسویی با نتایج تحقیق حاضر مشاهده می‌شود که در اغلب آن‌ها موضوعات مدیریت منابع آب، شرایط اقلیمی، ساختار اقتصادی و سیاست‌های کشاورزی به‌عنوان پیشران‌های اصلی و کلیدی در برنامه‌ریزی و توسعه آینده مناطق موردمطالعه انتخاب‌شده‌اند.

احتمال وقوع چالش‌های اقتصادی- اجتماعی بحران آب در بخش‌های مختلف دشت سیستان در شکل ۴ نشان داده‌شده است.

شهرستان هیرمند در وضعیت بحرانی خیلی شدید، هامون و نیمروز در وضعیت بحرانی شدید و زابل و زهک در وضعیت نیمه بحرانی قرار دارند. همچنین ۶/۶ درصد از کل محدوده مطالعه شده در وضعیت بحرانی خیلی شدید، ۸۶ درصد در طیف بحرانی شدید و ۷/۶ درصد در طیف نیمه بحرانی قرار داشتند.

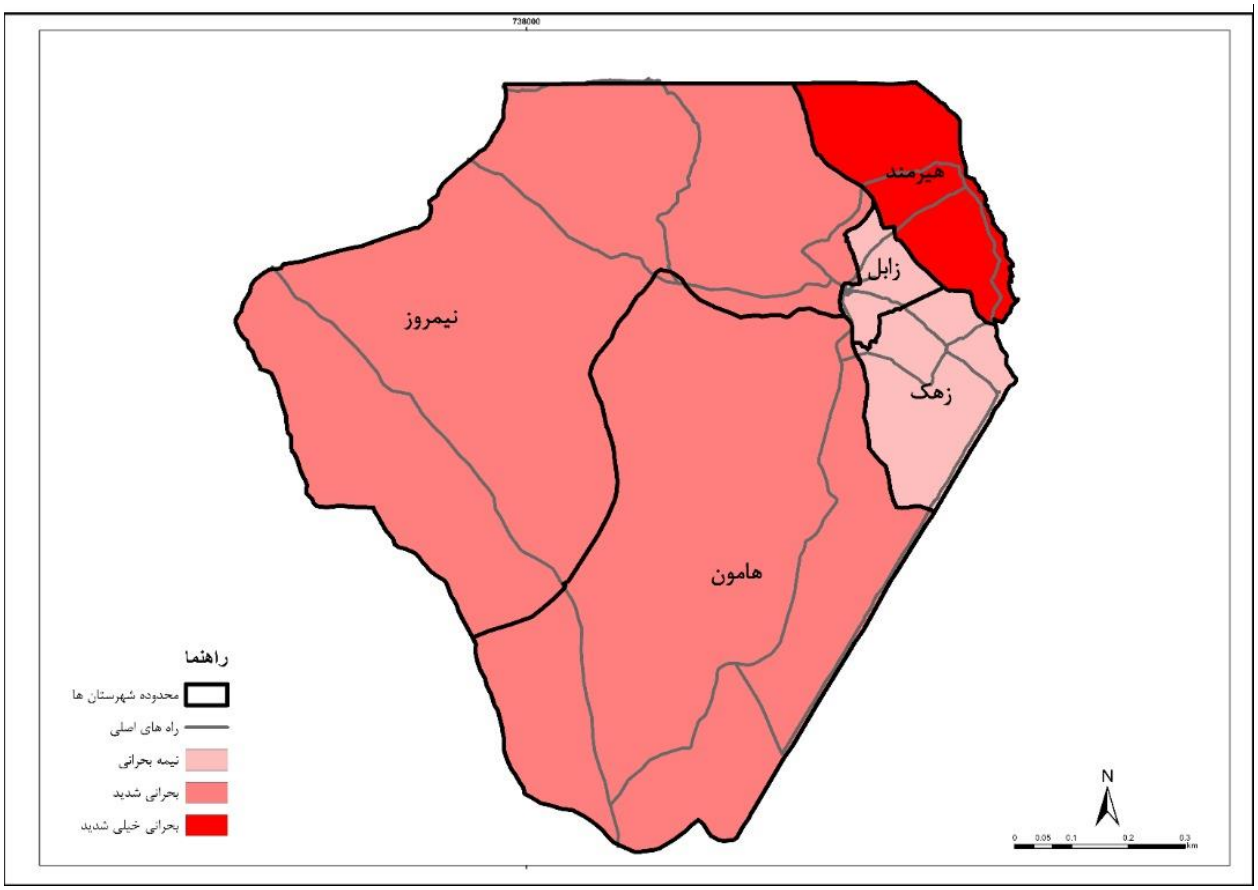
نتیجه‌گیری

این مطالعه با نظرسنجی از کارشناسان و خبرگان در حوزه منابع آبی به بررسی عوامل مؤثر بر بحران آب در دشت سیستان پرداخته و سپس با طراحی و ارائه سناریوهایی، وضعیت آینده آب در دشت سیستان ارزیابی شد. نتایج مطالعه نشان داد از میان ۲۳ پیشران انتخاب‌شده تعداد ۱۰ پیشران (خشک‌سالی، وابستگی به منابع آب خارجی، عدم توجه کافی به مدیریت منابع آب، کشت بی‌رویه، کشت محصولات آب بر، ضعف فناوری کشاورزی، روش‌های نامناسب آبیاری، سرمایه ناکافی و سطح پایین نوآوری در زیرساخت‌های آب، تلفات آب در شبکه‌های آبیاری و رایگان بودن آب در بخش کشاورزی) که میزان تأثیرگذاری آن‌ها از میزان تأثیرپذیری‌شان بیشتر بود به‌عنوان عوامل کلیدی در بحران آب شناسایی شدند؛ و با توجه به وضعیت پیشران‌های کلیدی احتمال مواجه با بحران آبی بیشتر از احتمال خوش‌بینانه آن است، در چنین وضعیتی فقط با داشتن راهبردهای عملی که باید از هم‌اکنون آغاز شود مدیریت بحران آب امکان‌پذیر است. مدیریت منابع آب در ایران نیاز به تغییر وضعیت از مدیریت بحران (انفعالی) به مدیریت پیشگیرانه (فعال) دارد که اجازه ندهد تا مشکلات آب و آسیب‌های زیست‌محیطی به‌طور جدی توسعه یابند؛ بنابراین با توجه به عوامل مؤثر در بحران آب،

www.SID.ir

Archive of SID

تأکید به استفاده از روش‌های نوین آبیاری، ارائه تهمیدات و تسهیلات لازم برای کشاورزان در استفاده و گسترش روشهای جدید آبیاری، سرمایه گذاری برای افزایش سهم آبیاری مکانیزه، تسریع در روند اجرای پروژه انتقال آب با لوله و بهره‌برداری از آن، استفاده بیشتر از ظرفیت‌های منابع آبی مشترک با کشورهای همسایه بر اساس قوانین بین المللی و احقاق حقابه رودخانه هیرمند ایران از راه مذاکرات با افغانستان، اصلاح الگوی کشت و جایگزینی محصولات مقاوم به کم آبی، انجام مطالعات در خصوص امکان سنجی فنی، اقتصادی و زیست محیطی انتقال آب از دریای عمان به منطقه سیستان، تلاش برای اصلاح الگوی مصرف آب در بخش کشاورزی، توجه به مقوله آب مجازی، اصلاح نظام قیمت گذاری آب در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی و تغییر وضعیت از مدیریت انفعالی به مدیریت کارآمد می‌توان بر بحران آب در دشت سیستان غلبه کرد. بعد از مشخص شدن عوامل بحرانی، سناریو با سازگاری بالا برای مسئله بحران آب در سیستان با استفاده از سناریو ویزارد طراحی شد و شرایط امیدوار کننده‌ای را برای بهبود وضعیت بحران آب نشان می‌دهد که در بین این سناریو ها وضعیت‌های خوشبینانه بر دیگر وضعیت‌ها برتری دارد و بیشترین فرض ها را تشکیل داده است. سناریوهای مطرح شده برای سیاستگذاری و برنامه ریزی می‌توانند به تصمیم گیران در حوزه منابع آبی کمک نموده و دشت سیستان را از آسیب جدی ناشی از بحران آبی آینده مصون نگاه داشته و از بروز فجایع زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی جلوگیری کنند.



شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی خطر بحران آب در محدوده منطقه موردمطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. اسکندری، ح. ۱۳۹۲. الگوهای سناریونویسی در مدیریت بحران. بوستان حمید. چاپ اول.

۲. اصلانیان، م.، ب.، کرد، س.، خزایی صحنه، ن.، یعقوبی؛ و ع.، روشن. ۱۳۹۵. رویکردی آینده‌پژوهانه به برنامه‌ریزی راهبردی منابع انسانی با استفاده از روش فراترکیب. مجله مدیریت شهری. ۱۵(۴۵): ۳۸۹-۴۱۶.

۳. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۶. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. تهران. جلد اول. ۱۳۹۶.

۴. بهشتی، م.، د.، بهبودی، ن.، زالی. و ف.، احمد زاده دلجوان. ۱۳۹۹. شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی و پیشران‌های موثر در مدیریت یکپارچه منابع آب بر مبنای رویکرد آینده پژوهی (مطالعه موردی: شهرستان تبریز). اکوهیدرولوژی. ۷(۱): ۵۹-۷۶.

۵. پلیکان، ا. ۱۳۹۴. توسعه استراتژی آینده پژوهی و سناریوپردازی. آدینه

۶. جشاری، س. و ا.، مرادی. ۱۳۹۸. تدوین راهبردهای توسعه اقتصاد کشاورزی نواحی روستایی استان سیستان و بلوچستان با رویکرد آینده پژوهی. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی. ۸(۳): ۵۱-۶۶.

۷. حیدری، ا. ۱۳۹۵. آینده پژوهی و روش دلفی. ترویج علم. ۷(۱۰): ۷۵-۹۳

۸. خواجه پور، ا. ۱۳۹۲. مدلسازی بیمه جریان رودخانه هیرمند. پایان نامه دکتری. دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

۹. رضائیان، ا. و ع.، رضائیان. ۱۳۹۵. آینده پژوهی بحران آب در ایران به روش سناریو پردازی. اکوهیدرولوژی. ۳(۱): ۱-۱۷.

۱۰. زارع، ع.، س.، حسینی. م.، قبادی. و ج.، افشین. ۱۳۹۸. آینده پژوهی تلاش سیستماتیک در قرن ۲۱. فصلنامه پژوهشهای مدیریت و مهندسی صنایع. ۱(۱): ۷۱-۸۲.

۱۱. زالی، ن. ۱۳۹۲. آینده نگاری راهبردی در برنامه ریزی و توسعه منطقه‌ای تهران. پژوهشکده مطالعات راهبردی.

۱۲. سردارشهرکی، ع. ۱۳۹۵. تخصیص بهینه منابع آب حوزه هیرمند با کاربرد تئوری بازی و ارزیابی سناریوهای مدیریتی. پایان‌نامه دکتری. دانشکده علوم زیست‌محیطی و کشاورزی پایدار دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۱۳. سلطانی، ج. و ع.، کرباسی. ۱۳۸۱. نقش اجرایی رژیم حقوقی رودخانه هیرمند در تعدیل خشکسالی سیستان. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۰(۳۸): ۱۵۵-۱۸۴.

۱۴. طاهر زاده، آ. ۱۳۹۳. ارزیابی وضعیت منابع آب کشاورزی استان سیستان و بلوچستان بر اساس تحلیل SWOT و فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۱۵. عظیمی، ع.۱۳۹۶. آینده پژوهی تامین آب کشاورزی جهت تولید گندم تا ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران. پایان نامه دکتری. دانشگاه بین المللی امام خمینی.

۱۶. علی بیگی، ج.، ح.، جلالیان، ف.، عزیزپور. و ح.، مهدی زاده. ۱۳۹۷. شناسایی عوامل کلیدی آینده پژوهی اثرات اجرای طرح انتقال آب رودخانه سیروان (طرح سامانه گرمسیری) بر تحولات مکانی – فضایی (مطالعه موردی: شهرستان مهران- استان ایلام). تحقیقات منابع آب ایران. ۱۴(۳). ۱۱۸-۱۳۲.

۱۷. غفاریان بهرمان، و. و ت.، کرمی. ۱۳۹۶. آینده پژوهی بحران آب و چالش های امنیتی آن (مطالعه موردی: شهرستان رفسنجان). فصلنامه علمی- تخصصی دانش انتظامی. ۸(۲۱): ۴۹-۷۹.

۱۸. گرایی، ا. ۱۳۹۵. آینده نگاری راهبردی آموزش علم اطلاعات و دانش شناسی در ایران با رویکرد برنامه ریزی سناریومبنا. پایان نامه دکتری. دانشگاه شهید چمران اهواز

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹. مختاری، د. و ا.، صالح. ۱۳۸۶. تحلیل ابعاد اقتصادی و اجتماعی خشکسالی و آثار آن بر خانوارهای روستایی در منطقه سیستان. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی. مشهد. ایران.

۲۰. مردوخی، ب. ۱۳۹۱. روش شناسی آینده نگری. اکسیر. تهران.

۲۱. هاشمیان اصفهانی، م. ۱۳۸۹. آینده‌نگاری علم و فناوری: آینده‌نگاری و ارزیابی رقبای منطقه و پیشگامان جهانی در حوزهی علم و فناوری. مرکز نشر دانشگاهی. تهران.

۲۲. وزارت نیرو. ۱۳۹۰. گزارش برنامه ریزی منابع آب رودخانه و مخازن چاه‌نیمه های سیستان، جلد دوم، شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، زابل.

23. AghaKouchak, A. 2015. Recognize anthropogenic drought. Nature, 524 (7566): 409
24. Allan, J.A. 1993. Fortunately There Are Substitutes for Water Otherwise Our Hydro-Political Futures Would Be Impossible, In: ODA, Priorities for Water Resources Allocation and Management ODA. London.
25. Bartkowiaka, A. and P. Bartkowiaka. 2017. Technical and Technological Progress in the Context of Sustainable Development of Agriculture in Poland. 7th International Conference on Engineering. Project and Production Management.
26. Burek, P., Y. Satoh, G. Fischer, M.T. Kahil, A. Scherzer, and S. Tramberend. 2016. Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report). IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).
27. Fahey, L. and M. Robert. R. 2011. Learning from the future, Competitive foresight scenario. Canada John Wiley & Sons Inc.
28. Ghoochani, O., D. Dabiri, and M. Ghanian. 2019. Major Driver Forces of Water Resources management in the Iranian Agricultural Sector. Public Policy. 5(2): 59-78.
29. Godet, A. J., M. F. Meunier, and F. Roubelat. 2003. Structural analysis with the MICMAC method & actors' strategy with MACTOR Kauffman nets to multidisciplinary systems analysis. Phisica. 378:3689-3700.
30. Godet, M. 1991. From anticipation to action. Paris. UNESCO publishing;
31. Godet, M., and P. Durance. 2011. Strategic Foresight for Corporate and Regional Development. Dunod and Unesco.
32. Godet, M., P. Durance, and A. Gerber. 2009. Strategic foresight: Use and misuse of scenario building. Paris: Dunod.
33. Gomesa, B., A. Banosa, and K. Rochab. 2018. Agricultural land fragmentation analysis in a peri-urban context: From the past into the future. Ecological Indicators. 97: 380-388.
34. Gordon, T .J. 2012. Cross-Impact Analysis, in Futures Research Methodology Version 3.0. American Council for the United Nations University: The Millennium Project.
35. Hamlat, A., M., Errih, and A. Guidoum. 2012. Simulation of water resources management scenarios in western Algeria watersheds using WEAP model. Arabian Journal of Geosciences. 6(7):1-12.
36. Hausmann, C., and S. Patrick. 2013. Contingency Planning: Trade's Role in Sustainable World Food Security. Aquatic Procedia. 1: 20-29.
37. Hoff, H., C. Bonzi, B. Joyce, and K. Tielbörger. 2011. A water resources planning tool for the Jordan River Basin. Journal of Water. 3:718-736
38. Li, M., J. Li, V.P. Singh, Q. Fu, D. Liu, and G. Yang. 2019. Efficient allocation of agricultural land and water resources for soil environment protection using a mixed optimization-simulation approach under uncertainty. Geoderma. 353: 55-69.
39. 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.
40. Mahmoud, M .I, H.V. Gupta, and S. Rajagopal. 2011. Scenario development for water resources planning and watershed management: Methodology and semi-arid region case study. Environmental Modelling & Software. 26(7): 873-885.
41. Pandey, G. 2018. Challenges and Future Prospects of Agri-nanotechnology for Sustainable Agriculture in India. Environmental Technology & Innovation.

www.SID.ir

Archive of SID

42. Pastori, M. 2017. A multi-objective approach to evaluate the economic and environmental impacts of alternative water and nutrient management strategies in Africa. Journal Environment Information. 29 (1): 16-28.
43. Popper, R. 2008. How foresight methods are selected, foresight. 10(6): 62-89.
44. Sadati, SK., S. Speelman, M. Sabouhi, M. Gitizadeh, and B. Ghahraman. 2014. Optimal irrigation water allocation using a genetic algorithm under various weather conditions. Water. 6(10): 3068–3084.
45. Sadegh, M., N. Mahjouri, and R. Kerachian. 2010. Optimal inter-basin water allocation using crisp and fuzzy Shapley games. Water Resources Manage. 24 (10): 2291–2310.
46. Schütze, M., G. Robleto, C. León, and I. Rodriguez. 2011. Modelling and scenario building of urban water and wastewater systems – Addressing water shortage in Lima, 12th International Conference on Urban Drainage. 2011. 11.-16.09. Porto Alegre/Brasil.
47. Schweizer, V., and J. Kurniawan, 2016. Systematically linking qualitative elements of scenarios across levels, scales, and sectors. Environmental Modelling & Software. 79: 322-333.
48. Villacorta, P., A.D. Masegosa, D. Castellanos, and M.T. Lamata. 2012. A linguistic approach to structural analysis in prospective studies. In Advances on Computational Intelligence: 150-159Springer Berlin Heidelberg.
49. Wang, Y., J. Yang, and J. Chang. 2019. Development of a coupled quantity-quality-environment water allocation model applying the optimization-simulation method. Journal of Cleaner Production. 213: 944-955.

www.SID.ir

Archive of SID

An Analysis of the Water Crisis under Different Scenarios in the Agriculture Sector of Sistan Region: the Approach of Future Studies

Z. Ghaffari Moghadam, E. Moradi[1], M. Hashemi Tabar, and A. Sardar Shahraki

PhD student, Department of Agricultural Economics, Management and Economic Faculty, university of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
ghafari.zahra1@gmail.com
Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Management and Economic Faculty, university of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
Eb_moradi@eco.usb.ac.ir
Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Management and Economic Faculty, university of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
mhashemi@hamoon.usb.ac.ir
Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Management and Economic Faculty, university of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
a.s.shahraki@eco.usb.ac.ir

Received: May 2021, and Accepted: September 2021

Abstract

The purpose of this study was to gain a better understanding of the future of water in the agricultural sector of the Sistan region. In this study, to determine the final drivers, we relied on Future Studies techniques and, by using the Expert Panel method, 23 drivers were identified and seven main drivers affecting the Sistan water crisis were used to write the scenarios by Delphi method. These factors included drought, dependence on external water resources, the lack of sufficient attention to water resources management, careless cultivation of crops with high water requirement, inappropriate irrigation methods, technological weakness of agriculture, and free water charges in the agriculture sector. Also, 86% of the Sistan region will be exposed to a severe water crisis in the future according to the hazard zonation map. Furthermore, probable conditions for each of these factors were presented, and using that, 3 scenarios with high acclimatization include the first, second, and third scenarios for the water crisis in Sistan, which were designed using the Wizard Scenario software. In these scenarios, three situations including: possible state (if the drivers remain in the current state), optimistic state (improvement of the condition), and pessimistic state (weakening of the condition) were designed for each of the factors. Cultivation of crops with high water requirement were in a pessimistic state, free water and drought in a possible state, and the other drivers in an optimistic state. In these scenarios, optimistic conditions were superior to others and formed most of the assumptions. It is expected that these scenarios would improve water and agricultural conditions in the Sistan Plain.

Keywords: Expert Panel method, Future of water in agriculture, Scenario Wizard, Delphi method

[1] -Corresponding Author: Agricultural Economics Department, Management and Economic Group, university of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

www.SID.ir