

ارزیابی تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژیک در برابر کاهش آب قابل دسترس

مطالعه موردی: روستای هرچگان

شهباز مهربانی: دانشجوی دوره دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

محمد رضا یزدانی*: دانشیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. Email: M_yazdani@semnan.ac.ir

مهدی قربانی: دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۶

چکیده

خشک‌سالی و به دنبال آن بحران کم‌آبی از مهمترین بلایای طبیعی هستند که به دلیل دامنه وسیع‌تر آن نسبت به دیگر بلایا پیچیدگی بیشتری دارند. به طوری که در یک دوره ۷ ساله تا پایان فروردین سال ۱۳۹۵، ۹۰ درصد جمعیت و ۸۱/۳ درصد وسعت استان چهارمحال و بختیاری تحت تأثیر این بحران قرار گرفته است. از این رو در این پژوهش میزان تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژیک روستای هرچگان در مقابل بحران کم‌آبی در استان ارزیابی شد و به منظور انجام ارزیابی تاب‌آوری از دستورالعمل انجمن تاب‌آوری دانشگاه استکهلم سوئد استفاده شد. جهت گردآوری اطلاعات از پرسش‌نامه محقق‌ساخته، مصاحبه و فیش‌برداری متناسب با شرایط اجتماعی و اقتصادی جامعه محلی هرچگان و شرایط اکولوژیکی آن استفاده شد. به منظور تحلیل شبکه روابط از روش تحلیل شبکه و نرم‌افزار UCINET 6 استفاده شد و نتایج نشان داد که در سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان مسئله اصلی کاهش سطح آب قابل دسترس است که از جمله دلایل اصلی آن کاهش میزان آب ورودی به منابع آبی و هدررفت آب به دلیل نبود تجهیزات ذخیره آب است. نتایج خط تاریخی و ترسیم چرخه سازگاری نشان داد که سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان در فاز امگا (Ω) یا فشار قرار دارد. در نهایت نتایج ارزیابی نشان داد که مناسب‌ترین استراتژی‌ها جهت مدیریت تاب‌آور در سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان شامل حفظ و تقویت وضع موجود عملکردی اکوسیستم روستای هرچگان، حفظ و تقویت ساختار و ماهیت روستایی روستای هرچگان، تکمیل سیستم آبیاری روستا و تقویت یادگیری اجتماعی ساکنان روستاست.

کلمات کلیدی: سیستم اجتماعی-اکولوژیک، تاب‌آوری، خشک‌سالی

Resilience Assessment in Social-Ecological Systems against Available Water Depletion (Case Study: Harchegan Village)

Shahbaz Mehrabi¹, Mohammad Reza Yazdani^{*2}, Mehdi ghorbani³

Abstract:

Drought and subsequent water deficit crisis are one of the most important natural disasters, due to their wider scope than other disasters. On the other hand, 90 percent of the population and 81.3 percent of the Chaharmahal and Bakhtiari province were affected by a 7-year period until the end of March 2016. Therefore, in this study, the rate of resilience of the village's socio-ecological system against the crisis of dehydration and the problems in the province in general were evaluated. Guidelines for the evaluation of resilience were used by the Stockholm University of Sweden Resilience Society guidelines. A researcher-made questionnaire, interview, and checklist tailored to the socio-economic conditions of each local community and its ecological ecosystem were used for data collection. UCINET 6 software was used to analyze network relationships. The results showed that in the socio-ecological system of all, the main issue of water level reduction is accessible. One of the main reasons is the decrease in water intake and water loss due to lack of water storage facilities. The results of the historical line and the outline of the adaptation cycle showed that everyone's socio-ecological system is in the omega-phase (Ω) or pressure. Finally, the results showed that the most appropriate strategies for resilience management in socio-ecological systems include maintaining and enhancing the functional status of any village ecosystem, preserving and strengthening the rural structure and nature of any village, completing the village irrigation system, and Enhancing the social learning of the villagers.

Key Words: Social-Ecological Systems, Resilience, Drought

1-PhD Student of combat Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Email: sh.mehrabi@semnan.ac.ir

2-Associate Professor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran, Email: M_yazdani@semnan.ac.ir

3-Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran, Email: mehghorbani@ut.ac.ir

در طول ۵۰ سال گذشته فعالیت‌های بشر سیمای اکوسیستم‌ها را بیش از هر دوره دیگری تغییر داده که این تغییرات نسبت به گذشته هم سریع‌تر و هم شدیدتر است. تغییرات رخ داده در واقع نیاز به درک بهتر از چگونگی مدیریت و چگونه سازگار شدن را آشکار می‌کند. در روش‌های سنتی مدیریت اکوسیستم محیط به عنوان یک مدل ثابت در نظر گرفته می‌شود که این امر باعث می‌شود تغییرات تدریجی دیده نشود؛ بنابراین نتیجه آن آسیب‌پذیرتر شدن اکوسیستم است. از طرفی هم راه‌حل‌هایی که مشکلات را به صورت مجزا در نظر می‌گیرند، گرچه ممکن است در کوتاه‌مدت موفق باشند، اما در بلندمدت بازخوردهای منفی دارند. برخلاف آن روشی که در مدیریت سیستم‌های طبیعی تأثیرات اکولوژیکی و اجتماعی را با هم در نظر می‌گیرد، می‌تواند تاب‌آوری سیستم را نسبت به آشوب‌ها و ظرفیت آن برای سازگاری با تغییرات را افزایش دهد. در سیستم تاب‌آور در واقع هدف رسیدن به درآمدی پایدار از سیستم است؛ در حالی که در روش‌های سنتی حداکثر درآمد در کوتاه‌مدت مطرح است. بنابراین با ارزیابی تاب‌آوری در یک سیستم می‌توان علاوه بر شناخت عناصر کلیدی مؤثر بر اکوسیستم، راهکارهای مدیریتی مناسب برای داشتن درآمد پایدار را ارائه کرد. واژه تاب‌آوری اغلب به مفهوم «بازگشت به گذشته»^۳ به‌کار می‌رود که از ریشه لاتین Resilio به معنای «پرش به گذشته»^۴ گرفته شده است. این اصطلاح را نخستین بار هولینگ^۵ در سال ۱۹۷۳ میلادی به عنوان مفهوم اکولوژیکی مطرح کرد. سپس ادگر^۶ (۲۰۰۰) در نظام‌های اجتماعی، کارپنتر^۷ (۲۰۰۱) در نظام‌های انسانی-محیطی، برکیس و همکاران^۸ (۲۰۰۳) در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی، برنثو^۹ و همکاران (۲۰۰۳) در مدیریت بحران کوتاه‌مدت و تیمرمن^{۱۰} (۱۹۸۱) در پدیده‌های بلندمدت مانند تغییرات اقلیمی به‌کار گرفتند [۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶]. مفهوم تاب‌آوری مفهومی بین‌رشته‌ای است که در حوزه علوم اکولوژیکی، روانشناسی، علوم اجتماعی، اقتصادی و سایر علوم مطرح می‌شود. در رابطه با تاب‌آوری تعاریف متعددی ارائه شده که از جمله آنها می‌توان به تعاریف زیر اشاره کرد. نقطه ثقل یا مرکز تفکر تاب‌آوری سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی است [۷]. مسائل مدیریت منابع طبیعی تنها اکولوژیکی یا اجتماعی نیست. بلکه عناصر متعدد اکولوژیکی و اجتماعی را دربرمی‌گیرد. سیستم‌هایی که در آنها عناصر فرهنگی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، اکولوژیکی، تکنولوژیکی و سایر عناصر درگیر هستند را سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی می‌نامند [۷]. سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی بر چشم انداز "انسان در طبیعت" تأکید دارد که در آن اکوسیستم‌ها با جوامع انسانی کامل می‌شوند. زیستن در بستر مخاطره‌آمیز طبیعی لزوماً به معنای خسارت‌بار بودن و آسیب‌پذیری نیست؛ بلکه فقدان تاب‌آوری، میزان شناخت و ادراک جمعیت مستقر از درجه، نوع و نحوه مخاطره‌آمیز بودن خسارت ایجاد می‌کند [۸]. از همین رو تاب‌آوری سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد: توانایی تحمل آشوب‌های مترقبه و غیر مترقبه بدون از هم گسیختگی کارکردها و ساختارهای اجتماعی،

اقتصادی و اکولوژیکی یک سیستم در گذر زمان [۸]. به همین دلیل در سطح جهانی تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود؛ به طوری که رویکرد غالب از تمرکز ضعیف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر یافته است [۹]. آشوب به طور کلی می‌تواند به هر چیز که باعث شکست در یک سیستم می‌شود، اطلاق شود. آشوب‌ها در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی می‌توانند شامل خشک‌سالی، آتش‌سوزی، رکود اقتصادی، انقلاب و مواردی از این قبیل شوند. از میان دامنه گسترده‌ای از مخاطرات که جوامع انسانی در معرض آن قرار دارد، خشک‌سالی و به دنبال آن بحران کم‌آبی از مهمترین بلاهای طبیعی است که زیان‌های بسیاری را بر بخش کشاورزی و منابع آبی وارد می‌سازد [۱۰]. به همین دلیل بحران کم‌آبی به لحاظ اینکه محدوده وسیع‌تر جغرافیایی را دربرمی‌گیرد، پیچیده‌تر از دیگر بلاهای طبیعی است و بنابراین جمعیت بیشتری را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۵]. بحران آب که در تعاریف به وضعیتی در یک حوزه آبخیز اطلاق می‌شود که میزان آب در دسترس کمتر از میزان تقاضای آب در آن منطقه است [۱۶]، منوط به استان‌های واقع در اقلیم خشک و نیمه‌خشک نمی‌شود، بلکه دامن بسیاری از استان‌های کشور (حتی استان‌های پرآب و سرچشمه‌های رودهای دائمی که از مناطق بیابانی می‌گذرند) را گرفته است که از جمله این استان‌ها می‌توان به استان چهارمحال و بختیاری اشاره کرد. استان چهارمحال و بختیاری با جمعیتی بالغ بر ۸۹۱۹۹۲ نفر [۱۷] در ۹ شهرستان و محدوده‌ای با وسعت ۱۶ هزار و ۴۰۳ کیلومتر مربع واقع شده است. بر اساس آمار و اطلاعات موجود در این استان بیش از ۹۶ درصد مصارف آب بخش‌های شرب و صنعت از منابع آب زیرزمینی و بیش از ۷۰ درصد از مصارف آب کشاورزی هم از همین منابع آب تأمین می‌شود [۱۸]. بنابراین این وابستگی به آب زیرزمینی برای استان چهارمحال و بختیاری که دارای رودخانه‌های فراوانی است، عمدتاً به دلیل حفر بیش از حد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق (بالغ بر ۴ هزار حلقه چاه) در سال‌های گذشته است که حاصل آن افت بیش از حد سطح ایستابی در عمده دشت‌ها و بحرانی شدن دشت‌های استان است؛ به نحوی که دشت‌های مهمی همچون بروجن-فراذنبه، سفیددشت، خان‌میرزا و شهرکرد به ترتیب در سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۸۵ به عنوان دشت‌های ممنوعه اعلام شدند [۱۸] و این روند ادامه یافت تا اینکه در سال ۱۳۹۳ دشت کیار و سال ۱۳۹۴ دشت‌های گندمان-بلداجی، فلارد و لردگان به آنها پیوستند [۱۹]. با توجه به اهمیت اکولوژیکی این استان تاکنون طرح‌های مختلفی به منظور حفظ و احیای اراضی غنی از لحاظ اکولوژیکی، اراضی در حال تخریب و تخریب‌شده توسط سازمان‌های مختلف انجام شده یا در حال انجام است. متأسفانه بیشتر طرح‌های انجام‌شده در قالب سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی طرح نشده و در واقع طرح‌ها عموماً دید یک‌جانبه داشته و توجهی به ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی جوامع محلی نشده است. بنابراین با توجه به اهمیت اکولوژیکی و راهبردی استان چهارمحال و بختیاری و وقوع خشک‌سالی‌های اخیر که در یک دوره ۷ ساله تا پایان فروردین ماه

سال ۱۳۹۵، ۹۰ درصد جمعیت و ۸۱/۳ درصد وسعت استان تحت تأثیر آن قرار گرفته‌اند [۲۰] و روند افزایشی ممنوعه شدن دشت‌ها در این پژوهش محقق به دنبال آن است که میزان تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژیک روستای هرچگان را در برابر بحران کم‌آبی به‌طور خاص و مسائل موجود در استان به‌صورت کلی ارزیابی و راهکارهای بهبود مدیریتی را ارائه دهد.

معرفی محدوده مورد مطالعه

محدوده سیستم اجتماعی روستای هرچگان بین مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و ۳۲ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی قرار دارد. این محدوده با مساحت ۷۶۶ هزار و ۸۷۵ متر مربع دارای ۲ هزار و ۲۲۳ نفر جمعیت (طرح هادی، ۱۳۹۳) و ۵۶۰ خانوار است. روستای هرچگان در دهستان حومه بخش مرکزی شهرستان شهرکرد واقع شده است. تصویر (۱) محدوده جغرافیایی سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان را نشان می‌دهد.

روش انجام پژوهش

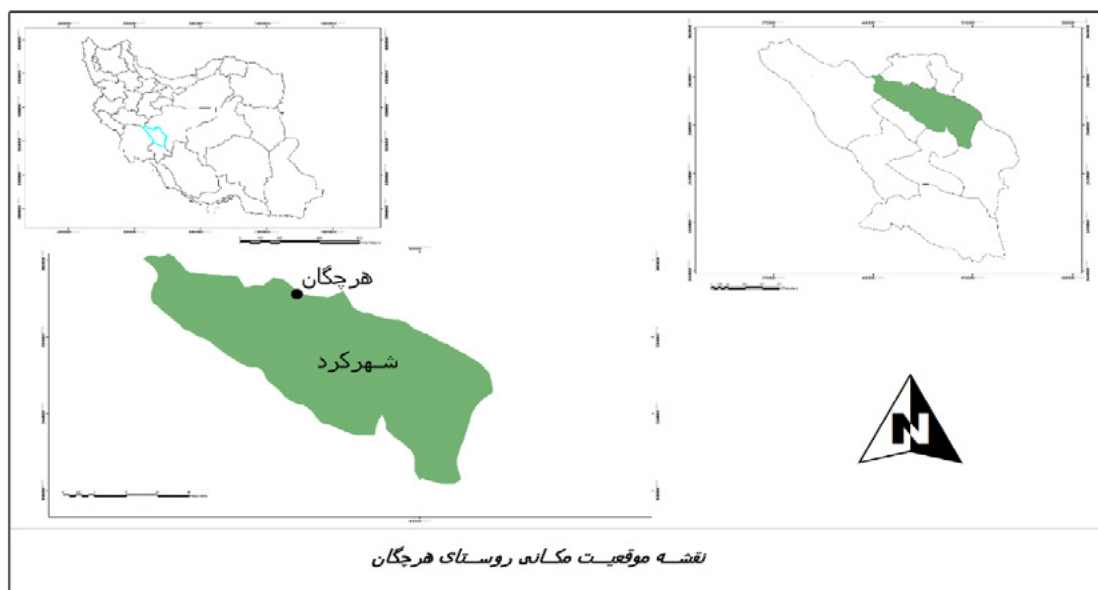
به‌منظور انجام ارزیابی تاب‌آوری از دستورالعمل انجمن تاب‌آوری دانشگاه استکهلم سوئد استفاده شد [۱۰]. مراحل ارزیابی بر اساس این دستورالعمل شامل ۵ مرحله و ۱۵ گام است. ۵ مرحله اصلی پژوهش شامل توصیف سیستم اجتماعی-اکولوژیک، ارزیابی پویایی سیستم اجتماعی-اکولوژیک، بررسی وضعیت حکومتی سیستم اجتماعی-اکولوژیک و ارزیابی است. جهت گردآوری اطلاعات برای انجام مراحل ارزیابی از پرسش‌نامه محقق‌ساخته متناسب با شرایط اجتماعی و اقتصادی جامعه محلی هرچگان و شرایط اکولوژیکی اکوسیستم آن استفاده شد و برای استخراج اطلاعات مربوط به دانش بومی اهالی روستا از مصاحبه و فیش‌برداری استفاده شد. به‌منظور تحلیل شبکه روابط مرتبط با مسائل و

مشکلات روستا و کاهش آب قابل دسترس از روش تحلیل شبکه و نرم‌افزار UCINET 6 استفاده شد [۱۱]. این نرم‌افزار به دلیل قابلیت بالا در تجزیه و تحلیل داده‌های شبکه‌های اجتماعی و مجهز بودن به ابزار نمایش NetDraw بسیار در مطالعات تحلیل شبکه مورد توجه است. از جمله مهمترین پژوهش‌های تحلیل شبکه که در آنها از نرم‌افزار UCINET 6 استفاده شده، می‌توان به مطالعات قربانی و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان مدیریت منابع طبیعی در مقیاس محلی، سرمایه اجتماعی و قدرت اجتماعی در شبکه ذی‌نفعان محلی [۱۲]، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان تحلیل شبکه اجتماعی ذی‌نفعان محلی در برنامه عمل مدیریت مشارکتی منابع آب (مطالعه موردی: رودخانه جاجرود در حوزه آبخیز لتیان-روستای در بندسر) [۱۳] اشاره کرد. در نهایت جهت ترسیم مدل چارچوب مفهومی ارزیابی و تدوین استراتژی تصمیم‌گیری مبتنی بر نظارت تاب‌آورمحور از تلفیق نتایج نهایی مربوط به هر یک از گام‌های ۱۵ گانه استفاده شد. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات در قالب پرسش‌نامه محقق‌ساخته از ساکنان بالای ۱۵ سال روستا (۱۶۰۶) استفاده شد. روایت صوری و محتوایی پرسش‌نامه پژوهش با نظر کارشناسان تأیید شد و پایایی پرسش‌نامه بر اساس روش آلفای کرونباخ ۰,۹۳ ارزیابی شد.

یافته‌های پژوهش

• توصیف سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان

در توصیف سیستم اجتماعی-اکولوژیک نخستین گام تعریف مرز است. تعریف مرزهای اجتماعی-اکولوژیک سیستم مورد ارزیابی شامل مرز فضایی (اکولوژیک)، مرز زمانی و مرز سیستم اجتماعی می‌شود و روش پذیرفته‌شده خاصی برای تعیین این گونه مرزها وجود ندارد. در ارزیابی تاب‌آوری، انعطاف‌پذیری در تعیین مرزها که با عمیق‌تر شدن شناخت و آگاهی محقق از سیستم اجتماعی-اکولوژیک اتفاق می‌افتد، امری مهم و بنیادی



تصویر (۱): نقشه موقعیت مکانی سیستم اجتماعی-اکولوژی روستای هرچگان

است. در تعیین مرز فضایی (اکولوژیک) روستای هرچگان از سامان عرفی استفاده شد. سامان عرفی روستا مرز طبیعی با روستاهای مجاور است که حدود بهره‌برداری ساکنان روستای هرچگان را از منابع نشان می‌دهد. به‌منظور تعیین مرز اجتماعی از مرز محدوده مسکونی روستا و افراد ساکن در روستا استفاده شد که بر طبق آخرین سرشماری (سال ۱۳۹۵) شامل ۲ هزار و ۱۱۴ نفر است. بر اساس اطلاعات موجود مرز زمانی دوره‌ای ۹۷ ساله انتخاب شد که از سال ۱۳۰۰ شروع می‌شود. گام دوم در توصیف سیستم اجتماعی اکولوژیک روستای هرچگان تعریف مسائل و مشکلات اصلی آن است. ارزیابی تاب‌آوری حول یک یا چند مسئله اصلی می‌چرخد و این بدان خاطر است که بتوان به درجه‌ای از تمرکز در ارزیابی رسید. جدول (۱) مهمترین مسائل و مشکلات روستای هرچگان را نشان می‌دهد که به‌منظور شناسایی مهمترین مسائل از پرسش‌نامه باز استفاده شد. پرسش‌نامه در میان ساکنان روستا و کارشناسان توزیع شد. همان‌طور که جدول (۱) نشان می‌دهد، علاوه بر معرفی مهمترین مسائل مشخصه‌های بالارزش روستا، افراد تحت تأثیر،

اثرات اجتماعی و محیطی، نحوه مدیریت مسئله و تعیین زمان تقریبی ارزیابی و حل مسئله ارائه شده است.

در ادامه‌ی توصیف سیستم اجتماعی-اکولوژیک روستای هرچگان آشوب‌های این سیستم بررسی شد. آشوب‌ها به‌طور کلی به ۲ گروه تدریجی (Pulse) و ناگهانی (Press) تقسیم می‌شوند [۷]. جدول ۲ مهمترین آشوب‌ها را در سیستم اجتماعی-اکولوژیک هرچگان نشان می‌دهد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، اصلی‌ترین آشوب‌ها حول میزان دسترسی به آب می‌چرخد و از این‌رو مسئله اصلی در این پژوهش کاهش میزان آب قابل دسترس در نظر گرفته شد.

• **ارزیابی پویایی سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان**
سیستم‌های اجتماعی-اکولوژی هر ۲ تغییرات سریع و تدریجی را تجربه می‌کنند. مدیریت تاب‌آور محور نیازمند آگاهی از چرخه‌های تغییر، میزان آسیب‌پذیری و فرصت‌هایی است که چرخه‌های تغییر را به سیستم معرفی می‌کنند. در این ارتباط مدل چرخه سازگاری [۱۴] می‌تواند فهم چگونگی تغییر یک

جدول (۱): مسائل و مشکلات اصلی روستا

مشکلات	مشخصه‌های تحت تأثیر بالارزش روستا	افراد تحت تأثیر	اثرات اجتماعی و محیطی	نحوه مدیریت (فعال/غیرفعال)	تعیین زمان تقریبی ارزیابی و حل مشکل
کاهش سطح آب قنوات، خشک شدن چشمه‌ها و چاه‌ها	کاهش آب قابل دسترس	همه ساکنان روستا	تبدیل اراضی آبی به زمین‌های رها شده، به دلیل منفصل بودن خاک افزایش طوفان‌های گردوغبار، کاهش سطح تولید اراضی زراعی-باغی، افزایش تعداد بیکاران در روستا و افزایش روند مهاجرت ساکنان روستا	مدیریت به‌صورت سلیقه‌ای و دوره‌ای است.	در صورت فراهم شدن منابع مالی و توجیه ساکنان برای استفاده از سیستم تحت فشار آبیاری در یک دوره ۳ ساله قابل انجام است.
عدم لایروبی قنوات به علت هزینه بالا	کاهش سطح زیر کشت کاهش تولید	کشاورزان	کاهش درآمد، رفاه اجتماعی و مهاجرت به شهر، تبدیل شدن تولیدکنندگان در روستا به مصرف‌کنندگان در شهر نافع و شهرگرد، تبدیل اراضی آبی به دیم، رها شدن اراضی و بلند شدن ذرات گردوغبار	در صورت وجود منبع مالی توسط کشاورزان مدیریت می‌شود.	مشکل مشخص است و در صورت وجود منبع مالی کمتر از ۲ ماه قابل لایروبی است.
نبود کانال انتقال آب از سرچشمه به زمین‌های کشاورزی	بالا رفتن پرتی آب	کشاورزان	موارد فوق به دلیل نرسیدن آب به اراضی و رها شدن اراضی	در سطح داخل روستا به صورت محدود	کمتر از ۲ سال
نبود مجتمع دامپروری	کاهش تولید گوشت و مواد لبنی روستا-	دامداران	فشار بر روی مراتع به دلیل نبود هزینه خرید علوفه، رفتن دام به سمت مراتع اصفهان و فشار بر مراتع اصفهان، ترک دامداری و کارگر شدن دامداران در شهرهای شهرکرد، اصفهان و عسلویه	مدیریت نمی‌شود	کمتر از یک سال
یکپارچه نبودن اراضی	افزایش آب مصرفی-کاهش میزان تولید	کشاورزان	کاهش آب قابل دسترس کشاورزان، دیمزار شدن اراضی آبی، برداشت محصول حداقل، فقر و مهاجرت	مدیریت نمی‌شود	کمتر از ۵ سال

جدول (۲): آشوب‌های سیستم اجتماعی-اکولوژیک هرچگان

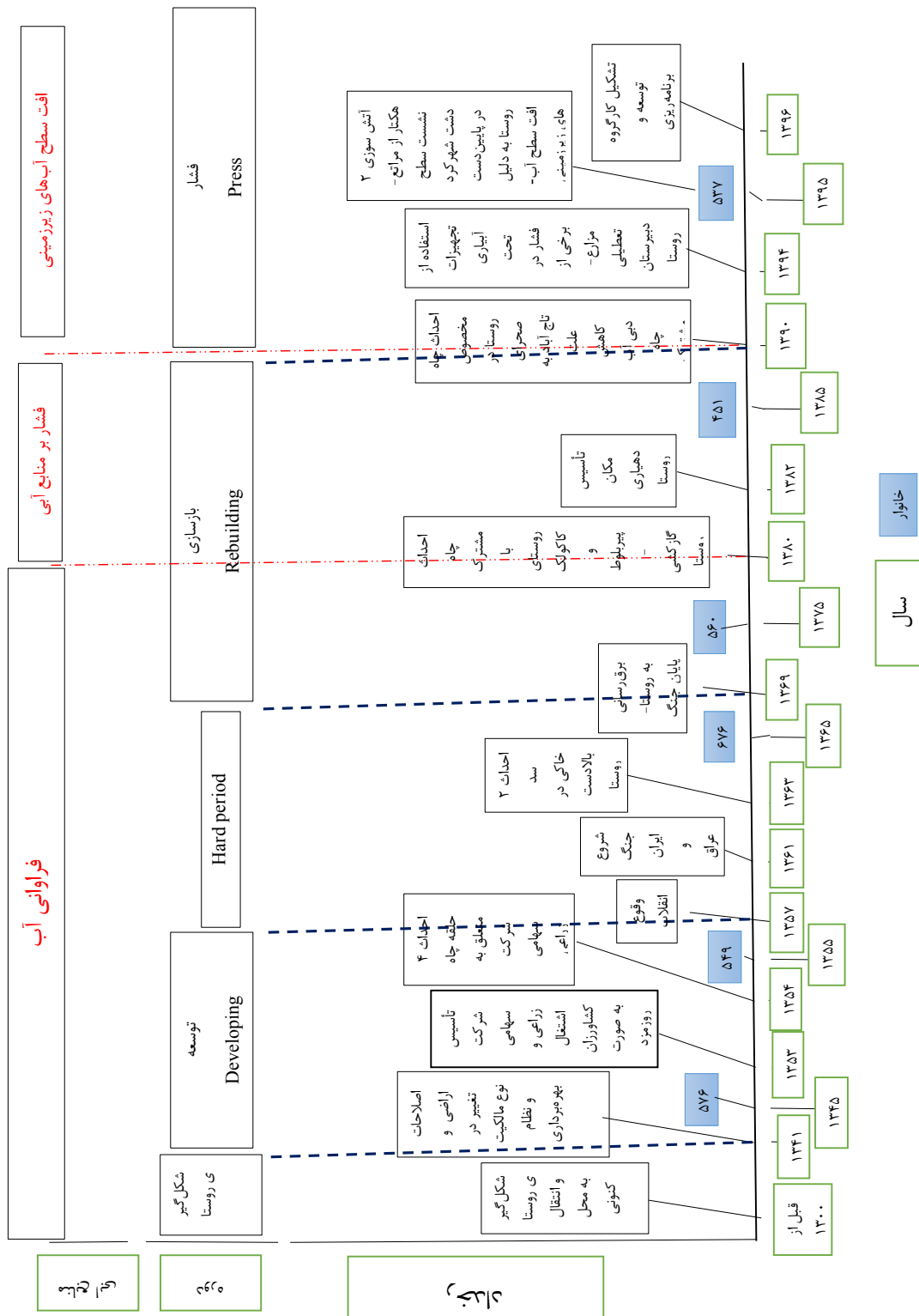
نحوه مدیریت (فعال / غیرفعال)	هرگونه تغییر در سال‌ها یا دهه‌های گذشته	مهمترین عناصر تحت تأثیر	Pulse or Press	آشوب‌های گذشته و حال
غیرفعال (به صورت موردی و شخصی اقدام به مجوز کردن اراضی به سیستم آبیاری تخت فشار)	در سال‌های گذشته به دلیل فراوانی آب جوی‌های آب تا سرحد اراضی قابل شخم کشیده شده بود.	میزان تولید محصولات غذایی - میزان درآمد کشاورزان	press	تبدیل اراضی آبی به اراضی دیم
غیرفعال - رها شدن خشک شده و تلاش برای حفر چاه تازه در مکانی دیگر	به مرور زمان آب چاه نیمه عمیق که ۲۰ متر عمق داشت خشک شد. سپس چاه مشترک با ۸۰ متر عمق حفر شد که در سال ۱۳۹۰ به مشکل برخورد و آب آن کم شد. بنابراین یک چاه تازه ۷۰ متری در سال ۱۳۹۰ احداث شد.	تولید محصولات کشاورزی -	press	خشک شدن چاه‌های نیمه عمیق روستا
غیرفعال - هیچ‌گونه برنامه و فعالیت عملیاتی برای بررسی دلایل خشکیدگی و راهکارهای بازگشت احتمالی انجام نشده است.	در سالیان دور (۱۳۷۲) حدود ۴۰ چشمه کوچک و بزرگ در سطح روستا فعال بوده است. در حال حاضر ۷ چشمه فعال در سطح روستا است.	رها شدن اراضی آبی - تولید محصولات کشاورزی و باغی	press	خشکیدگی چشمه‌ها
غیرفعال - برخی اوقات به صورت انفرادی آبرسانی به باغات و ایجاد منبع ذخیره آب	بسیاری از زمین‌های زراعی و باغی در دهه اخیر به دلیل نرسیدن آب رها شده است و دیگر به زیر کشت نمی‌رود.	کاهش سطح زیر کشت - کاهش تولید محصولات زراعی - باغی	pulse	کاهش آب قابل دسترس در بخش کشاورزی
غیرفعال - برای بازگشت ساکنان مهاجرت کرده برنامه خاصی مورد نظر متولیان نیست.	دبیرستان روستا تعطیل شده که دلیل آن مهاجرت ساکنان روستا و نداشتن دانش آموز است. بانک موجود در روستا در حال تعطیلی است؛ چرا که کارکرد خود را به دلیل نداشتن مشتری از دست داده است.	کاهش نیروی جوان و فعال روستا	pulse	مهاجرت ساکنان از روستا
آشوب‌های آینده				
	با توجه به وسعت سطوح درگیر مسئله بحران آب در استان چهارمحال و بختیاری حل مسئله کاهش آب قابل دسترس نواحی کوچک تر مثل روستای هرچگان چندان در اولویت نیست. با توجه به فراوانی آب در طول ادوار تاریخی در استان چهارمحال و بختیاری کاهش منابع آبی ساکنان این استان را با چالشی نو روبه رو کرده و اهالی به خاطر نداشتن سابقه بی‌آبی چندان با شرایط تازه سازگاری ندارند. از این رو پرخاش و کشمکش نخستین واکنشی است که به این بحران نشان می‌دهند.	press	نزع و کشمکش درونی بر سر منابع آبی	در گذشته نه چندان دور که فراوانی آب وجود داشته، هیچ‌گونه درگیری بر سر تقسیم آب گزارش نشده؛ اما در سال ۱۳۹۶ بر سر تقسیم آب درگیری ایجاد شده است.
	با تبدیل شدن اراضی آبی به دیمزار و مطلوبیت پایین تر آنها نسبت به اراضی دیم سابق این اراضی رها شده و با توجه به نداشتن پوشش خاک در آینده پتانسیل تبدیل شدن به محل منشأ ریزگردها را دارد.	Pulse	تبدیل دیمزارها به مناطق برداشت گردوغبار	

از: رشد^۱، حفظ و نگهداری^۲، سقوط^۳ و بازسازی^۴. به طور کلی چرخه سازگاری، چگونگی برقراری، توسعه، ثبات و بازسازی یک سیستم را توصیف می‌کند. اغلب بعد از بازسازی چرخه تازه مشابه چرخه قبلی اما برخی اوقات با مسیر متفاوت ظاهر می‌شود. انتقال

سیستم در طول زمان را آسان کند. ترسیم مدل چرخه سازگاری نخستین گام در ارزیابی پویایی سیستم اجتماعی-اکولوژی است. اغلب سیستم‌های پویا که در طول زمان تغییر می‌کنند، از الگوی چرخه‌ای ۴ فازه پیروی می‌کنند که این فازها به ترتیب عبارتند

و غیرقابل پیش بینی هستند. چارچوب چرخه سازگاری را باید با مراجعه به خط تاریخی سیستم اجتماعی-اکولوژیک و آشوب‌های سیستم ترسیم کرد. در ادامه ابتدا خط تاریخی سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان ارائه شده است (تصویر ۲). براساس خط تاریخی شکل‌گیری روستا رخدادهای دوره ۱۳۰۰ تا ۱۳۹۶ در سطح روستا ترسیم شده است. با توجه به نوع رخدادهای روند تاریخی روستا به ۵

بین فازهای چرخه سازگاری همیشه از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کند. با این وجود، ۴ فاز چرخه سازگاری، رفتار، ساختار، ویژگی و مشخصه‌های انواع مختلف سیستم‌ها را بیان می‌کنند. در چرخه سازگاری دوره رشد و حفاظت به‌عنوان Fore loop و دوره سقوط و بازسازی به‌عنوان Back loop شناخته می‌شوند. تغییرات در Fore loop تدریجی و قابل پیش‌بینی و در Back loop سریع



• ارزیابی روابط متقابل سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان

تاب‌آوری سیستم‌های اجتماعی-اکولوژی با سیستم‌های بزرگ‌تری که درون آنها قرار گرفته‌اند و سیستم‌های کوچک‌تری که در بر می‌گیرند، ارتباط دارند و از آنها تأثیر می‌پذیرند. پانارچی واژه‌ای است که برای یک مدل سلسله مراتبی سیستم‌های به هم متصل در چرخه سازگاری با روابط مقیاسی استفاده می‌شود. به طور مثال منابع حافظه سیستم مثل بانک بذر، مرجان‌های آبی، دانش و سنت که اغلب توسط سیستم‌های با مقیاس بزرگ‌تر حفظ می‌شوند، می‌توانند به سیستم مرکزی بعد از وقوع یک آشوب کمک کنند تا عناصر بارزش خود را حفظ کند و بازسازی آن راحت‌تر شود. با این وجود، حافظه سیستم می‌تواند زمانی که تغییر مطلوب است، سیستم مرکزی را متوقف کند. در این مواقع نوآوری نیازمند قطع ارتباطات با سیستم بزرگ‌تر و دامنه تغییرات برای ایده‌های متنوع و شرایط تازه است. این منبع اغلب در زیرسیستم‌های کوچک‌تر وجود دارد. از نگاه مدیریتی عدم دخالت در تغییر چرخه سازگاری در مقیاس‌های کوچک‌تر می‌تواند تاب‌آوری سیستم مرکزی را تقویت کند؛ به مانند روشی که به آتش‌سوزی‌های کوچک در جنگل اجازه داده می‌شود تا به صورت طبیعی مواد علوفه‌ای و کاه‌وکلس را بسوزانند که به حفظ قطعات جنگل با پایه‌های

دوره شکل‌گیری اولیه، توسعه فیزیکی و زیرساختی، دوره بحرانی، دوره بازسازی و فشار تقسیم شد. منابع آبی روستا در این دوران ۳ مرحله فراوانی آب (از ابتدای تشکیل روستا تا سال ۱۳۸۰)، فشار بر منابع آبی (از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰) و افت سطح آب‌های زیرزمینی (از سال ۱۳۹۰ تاکنون) را طی کرده است.

بر اساس نتایج حاصل از ترسیم خط تاریخی شکل‌گیری روستا سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان در حال حاضر در وضعیت فشار قرار دارد که این وضعیت در چرخه سازگاری با علامت امگا (Ω) نشان داده می‌شود. جدول ۳ چرخه سازگاری سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان را نشان می‌دهد. دوره فشار در چرخه سازگاری سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان با ویژگی‌های زیر خود را نشان می‌دهد: افزایش روند مهاجرت قشر جوان، تعطیل شدن بانک و دبیرستان روستا، کاهش حوزه نفوذ روستا، کاهش تولید محصولات زراعی و باغی، کاهش تعداد دامداران روستا، خشک شدن ۴ چاه نیمه عمیق، خشک شدن یک قنات روستا، خشک شدن ۱۷ چشمه روستا، کاهش میزان آب کشاورزی و کاهش سطح اراضی زراعی و باغی، تبدیل اراضی آبی به دیمزار، رها شدن دیمزارها، افزایش تعداد روزهای همراه با گردوغبار و مهاجرت دامداران از روستا. مراحل رشد و توسعه (r) و حفظ و نگهداری (K) این سیستم با ویژگی‌های ارائه شده در جدول طی شده است.

جدول (۳): فاز ۴ گانه چرخه سازگاری سیستم اجتماعی-اکولوژیک روستای هرچگان

<p style="text-align: center;">α</p> <p style="text-align: center;">مرحله بازسازی: این مرحله زمانی آشکار می‌شود که سیستم نتواند در مرحله فشار ساختار و عملکرد خود را حفظ کند. بنابراین برای حفظ ماهیت سیستم نیاز به بازسازی است.</p>	<p style="text-align: center;">K</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>فراوانی چشمه‌های فعال</p> <p>فعال بودن قنات</p> <p>پر شدن دریاچه‌های پشت سد از بارندگی‌های سالیانه</p> <p>مراجعه ساکنان روستاهای اطراف به روستا برای تأمین مایحتاج</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p>افزایش حوزه نفوذ روستا</p> <p>تأسیس بانک برای خدمات‌دهی</p> <p>مرکزیت بخش سوخت</p> <p>برداشت محصولات زراعی و باغی در سطح رضایت‌بخش</p> <p>رونق اقتصادی در سطح روستا</p> <p>ثبات در انتخابات شورا</p> <p>ثبات در وجود دهیار</p> </td> </tr> </table>	<p>فراوانی چشمه‌های فعال</p> <p>فعال بودن قنات</p> <p>پر شدن دریاچه‌های پشت سد از بارندگی‌های سالیانه</p> <p>مراجعه ساکنان روستاهای اطراف به روستا برای تأمین مایحتاج</p>	<p>افزایش حوزه نفوذ روستا</p> <p>تأسیس بانک برای خدمات‌دهی</p> <p>مرکزیت بخش سوخت</p> <p>برداشت محصولات زراعی و باغی در سطح رضایت‌بخش</p> <p>رونق اقتصادی در سطح روستا</p> <p>ثبات در انتخابات شورا</p> <p>ثبات در وجود دهیار</p>		
<p>فراوانی چشمه‌های فعال</p> <p>فعال بودن قنات</p> <p>پر شدن دریاچه‌های پشت سد از بارندگی‌های سالیانه</p> <p>مراجعه ساکنان روستاهای اطراف به روستا برای تأمین مایحتاج</p>	<p>افزایش حوزه نفوذ روستا</p> <p>تأسیس بانک برای خدمات‌دهی</p> <p>مرکزیت بخش سوخت</p> <p>برداشت محصولات زراعی و باغی در سطح رضایت‌بخش</p> <p>رونق اقتصادی در سطح روستا</p> <p>ثبات در انتخابات شورا</p> <p>ثبات در وجود دهیار</p>				
<p style="text-align: center;">r</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>احداث چاه آب</p> <p>افزایش سطح اراضی زیر کشت</p> <p>افزایش میزان محصولات باغی و زراعی</p> <p>احداث سد خاکی</p> <p>پوشش گیاهی مرتعی خوب برای دام</p> <p>افزایش تعداد دام و محصولات دامی</p> <p>فراوانی آب‌های سطحی و زیرزمینی</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p>انتقال مکان روستا به محل تازه</p> <p>افزایش تعداد خانوار</p> <p>لوله‌کشی آب</p> <p>برقرسانی</p> <p>گازکشی</p> <p>دهیار</p> <p>شورای روستا</p> <p>تأسیس دهیاری</p> <p>تأسیس مراکز آموزشی</p> </td> </tr> </table>	<p>احداث چاه آب</p> <p>افزایش سطح اراضی زیر کشت</p> <p>افزایش میزان محصولات باغی و زراعی</p> <p>احداث سد خاکی</p> <p>پوشش گیاهی مرتعی خوب برای دام</p> <p>افزایش تعداد دام و محصولات دامی</p> <p>فراوانی آب‌های سطحی و زیرزمینی</p>	<p>انتقال مکان روستا به محل تازه</p> <p>افزایش تعداد خانوار</p> <p>لوله‌کشی آب</p> <p>برقرسانی</p> <p>گازکشی</p> <p>دهیار</p> <p>شورای روستا</p> <p>تأسیس دهیاری</p> <p>تأسیس مراکز آموزشی</p>	<p style="text-align: center;">Ω</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>خشک شدن ۴ چاه نیمه عمیق</p> <p>خشک شدن یک قنات روستا</p> <p>خشک شدن ۱۷ چشمه روستا</p> <p>کاهش میزان آب کشاورزی و کاهش سطح اراضی زراعی و باغی</p> <p>تبدیل اراضی آبی به دیمزار</p> <p>رها شدن دیمزارها</p> <p>افزایش تعداد روزهای همراه با گردوغبار</p> <p>مهاجرت دامداران از روستا</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p>افزایش روند مهاجرت قشر جوان</p> <p>تعطیل شدن بانک روستا</p> <p>تعطیل شدن دبیرستان روستا</p> <p>کاهش حوزه نفوذ روستا</p> <p>کاهش تولید محصولات زراعی و باغی</p> <p>کاهش تعداد دامداران روستا</p> </td> </tr> </table>	<p>خشک شدن ۴ چاه نیمه عمیق</p> <p>خشک شدن یک قنات روستا</p> <p>خشک شدن ۱۷ چشمه روستا</p> <p>کاهش میزان آب کشاورزی و کاهش سطح اراضی زراعی و باغی</p> <p>تبدیل اراضی آبی به دیمزار</p> <p>رها شدن دیمزارها</p> <p>افزایش تعداد روزهای همراه با گردوغبار</p> <p>مهاجرت دامداران از روستا</p>	<p>افزایش روند مهاجرت قشر جوان</p> <p>تعطیل شدن بانک روستا</p> <p>تعطیل شدن دبیرستان روستا</p> <p>کاهش حوزه نفوذ روستا</p> <p>کاهش تولید محصولات زراعی و باغی</p> <p>کاهش تعداد دامداران روستا</p>
<p>احداث چاه آب</p> <p>افزایش سطح اراضی زیر کشت</p> <p>افزایش میزان محصولات باغی و زراعی</p> <p>احداث سد خاکی</p> <p>پوشش گیاهی مرتعی خوب برای دام</p> <p>افزایش تعداد دام و محصولات دامی</p> <p>فراوانی آب‌های سطحی و زیرزمینی</p>	<p>انتقال مکان روستا به محل تازه</p> <p>افزایش تعداد خانوار</p> <p>لوله‌کشی آب</p> <p>برقرسانی</p> <p>گازکشی</p> <p>دهیار</p> <p>شورای روستا</p> <p>تأسیس دهیاری</p> <p>تأسیس مراکز آموزشی</p>				
<p>خشک شدن ۴ چاه نیمه عمیق</p> <p>خشک شدن یک قنات روستا</p> <p>خشک شدن ۱۷ چشمه روستا</p> <p>کاهش میزان آب کشاورزی و کاهش سطح اراضی زراعی و باغی</p> <p>تبدیل اراضی آبی به دیمزار</p> <p>رها شدن دیمزارها</p> <p>افزایش تعداد روزهای همراه با گردوغبار</p> <p>مهاجرت دامداران از روستا</p>	<p>افزایش روند مهاجرت قشر جوان</p> <p>تعطیل شدن بانک روستا</p> <p>تعطیل شدن دبیرستان روستا</p> <p>کاهش حوزه نفوذ روستا</p> <p>کاهش تولید محصولات زراعی و باغی</p> <p>کاهش تعداد دامداران روستا</p>				

جدول (۴): موقعیت قرارگیری سیستم‌های بزرگ‌تر و کوچک‌تر سیستم مرکزی هرچگان در چرخه سازگاری

سیستم	موقعیت در چرخه سازگاری	نشانه‌های موقعیت قرارگیری در چرخه سازگاری	اثرات بر سیستم مرکزی
سیستم‌های در مقیاس بزرگ‌تر	Ω	اجتماعی (افزایش نرخ بیکاری در استان - افزایش مهاجرت از روستا به شهرها و از استان به استان‌های مجاور - افزایش بی‌اعتمادی در سطوح روستاها نسبت به سازمان‌های دولتی در نتیجه شکست طرح‌های تعریف شده بالاخص در حوزه منابع طبیعی - کاهش سطح رفاه) اکولوژیکی (تغییر رژیم بارش و کاهش میزان بارش برف در ارتفاعات استان - پیدایش علائم ایجاد طوفان‌های گردوغبار در سطح استان - افزایش تعداد گونه‌های گیاهی در حال انقراض (کلوس) - افزایش تعداد دشت‌های ممنوعه (از ۹ به ۱۱))	اجتماعی (مهاجرت قشر جوان برای پیدا کردن شغل - کاهش تعداد نیروی فعال - تعطیلی دبیرستان و بانک روستا) - اکولوژیکی (رها شدن اراضی دیم و تبدیل آن به منطقه مستعد منشأ گردوغبار - کاهش میزان آب چشمه‌ها، قنوات و خشک شدن چاه‌ها که باعث تبدیل اراضی آبی به دیم شده که نتیجه آن کاهش سطح تولیدات زراعی و خشک شدن باغات است.)
سیستم مرکزی	Ω	افزایش روند مهاجرت قشر جوان تعطیل شدن بانک روستا تعطیل شدن دبیرستان روستا کاهش حوزه نفوذ روستا کاهش تولید محصولات زراعی و باغی کاهش تعداد دامداران روستا خشک شدن ۴ چاه نیمه عمیق خشک شدن یک قنات روستا خشک شدن ۱۷ چشمه روستا کاهش میزان آب کشاورزی، سطح اراضی زراعی و باغی تبدیل اراضی آبی به دیمزار رها شدن دیمزارها افزایش تعداد روزهای همراه با گردوغبار مهاجرت دامداران از روستا	-
سیستم‌های در مقیاس کوچک‌تر	Ω	کشاورزان (سطح زیر کشت کاهش یافته است - کاهش دبی آب‌های سطحی و زیرزمینی روستا - مهاجرت قشر جوان با انرژی بالا برای فعالیت کشاورزی - رها شدن اراضی دیم) دامداران (کاهش تعداد دام به دلیل کاهش منابع آبی و منابع تهیه علوفه و افزایش قیمت علوفه - تمایل به ایجاد مجتمع دامداری - به دلیل عدم تأمین علوفه توسط مراتع روستا مهاجرت به مراتع استان‌های دیگر)	کاهش میزان تولیدات زراعی و باغی سیستم مرکزی - کاهش میزان درآمد ساکنان روستا - کاهش میزان تولیدات دامی روستا -

تاب‌آوری خاص ضرورت دارد. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۵ وضعیت ارزیابی تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان با توجه به مسئله اصلی که کاهش منابع آب قابل دسترس است، در فاز فشار قرار دارد که آستانه گذران در زمانی است که این کاهش منابع آب قابل دسترس از بخش کشاورزی به شرب برسد و آب روستا جیره‌بندی شود. ادامه این وضعیت با شواهد و روندهای اجتماعی، اکولوژیکی و مدیریتی آسیب‌پذیری این سیستم را افزایش می‌دهد.

• بررسی وضعیت حکمرانی سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان

جامعه از قوانین بی‌شماری تشکیل شده که برخی رسمی و برخی غیررسمی هستند. این قوانین منتج به روش‌هایی می‌شوند

مسئله پتانسیل حوادث آتش‌سوزی فاجعه‌بارتری دارند، کمک می‌کند. در هر سطحی آگاهی از وضعیت موجود یا فاز موجود در چرخه سازگاری سیستم‌های متصل به هم می‌تواند فرصت‌ها و چالش‌های بالقوه سیستم مرکزی را آشکار کند. جدول ۴ موقعیت سیستم‌های بزرگ‌تر و کوچک‌تر از سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بر اساس نشانه‌های ارائه شده هر ۲ نوع سیستم‌ها در موقعیت فشار یا Ω قرار دارند. قرارگیری در این موقعیت باعث شده که سیستم مرکزی هم تحت تأثیر قرار گیرد و فشارهای زیادی را متحمل شود. تاب‌آوری خاص اشاره به تاب‌آوری از چه و برای چه دارد (به‌طور مثال تاب‌آوری تولید محصولات در برابر خشک‌سالی) و در جایی که اثر آستانه شناسایی شده و یا مشکوک است، ارزیابی

که به وسیله آنها مردم با اکوسیستم‌های اطراف خود رابطه برقرار می‌کنند و این روابط تشکیل سازمان‌ها را می‌دهند. سازمان‌های رسمی قوانینی از قبیل قانون اساسی، قوانین سازماندهی بازارها و حقوق شهروندی را تدوین کرده و سازمان‌های غیررسمی شامل قوانینی هستند که ارزش‌های رفتاری، اجتماعی، خانوادگی و جامعه را بیان می‌کنند. در این پژوهش نوع و شدت روابط در مدیریت منابع آب سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان به‌عنوان یکی از شاخص‌های بررسی وضعیت حکمرانی سیستم بررسی شد. مدیریت تاب‌آوری نیازمند همکاری میان ذی‌نفعان در سیستم

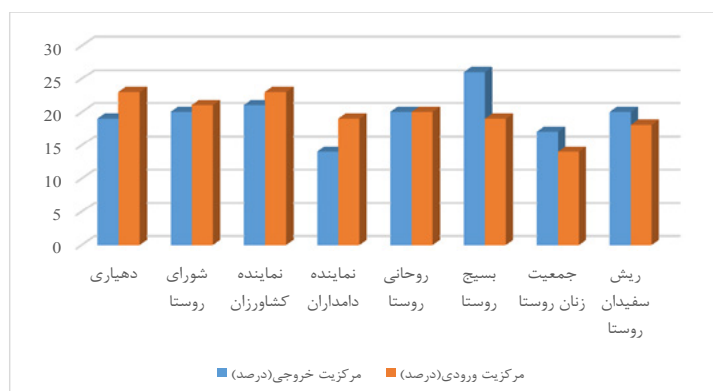
اجتماعی-اکولوژی است. این همکاری می‌تواند به وسیله آگاهی از ارتباطات اجتماعی میان ذی‌نفعان توسط شبکه‌های اجتماعی آسان شود. در اینجا تمرکز روی تعداد ارتباطات بین کنشگران و درجه مرکزیت آنهاست. براساس نتایج ارائه شده در جدول ۶ از کل پیوندها ۳۶ پیوند معادل ۶۴,۲۸ درصد در دامنه ارزش ۳ تا ۵ قرار دارند که به معنای همکاری در سطح پیگیری، تقسیم کار، تأمین نیروی انسانی و منابع مالی هستند. در الگوی تحلیل شبکه برای سنجش قدرت دست‌اندرکاران از شاخص‌های مرکزیت استفاده می‌شود. کنشگران قدرتمندتر

جدول (۵): خلاصه نتایج ارزیابی تاب‌آوری خاص سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان

ارزیابی تاب‌آوری خاص سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان	
مسئله	تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژیک هرچگان در برابر کاهش منابع آب قابل دسترس
موقعیت سیستم مرکزی در چرخه سازگاری	ورود به فاز Ω در چرخه سازگاری که این فاز را مرحله سقوط (Release) می‌نامند.
شواهد	افزایش روند مهاجرت قشر جوان تعطیل شدن بانک روستا تعطیل شدن دبیرستان روستا کاهش حوزه نفوذ روستا کاهش تولید محصولات زراعی و باغی کاهش تعداد دامداران روستا خشک شدن ۴ چاه نیمه عمیق خشک شدن یک قنات روستا خشک شدن ۱۷ چشمه روستا کاهش میزان آب کشاورزی و سطح اراضی زراعی و باغی تبدیل اراضی آبی به دیمزار رها شدن دیمزارها افزایش تعداد روزهای همراه با گردوغبار مهاجرت دامداران از روستا
آستانه گذر (Tipping point)	کاهش منابع آب شرب روستا (خشک شدن چاه آب کنونی شرب روستا- جیره‌بندی شدن در فصول گرم سال و اجبار در انتقال آب برای شرب از منابع آبی دیگر)
روند اجتماعی	۳ گروه در برخورد با مسئله اصلی در این سیستم وجود دارند. گروهی که برای حل مسئله و سازگاری با شرایط موجود اقدامات عملی مانند استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار و ذخیره آب انجام داده‌اند. گروهی که با کاهش منابع آبی اراضی باغی و زراعی را رها کرده؛ به شهرهای اطراف مهاجرت کرده‌اند و فقط برای تفریح به روستا می‌آیند. گروهی که به مسائل اصلی بی‌تفاوت هستند و تغییر را به راحتی نمی‌پذیرند.
روند اکولوژیکی	رژیم بارش در سطح استان تغییر و میزان بارش برف کاهش یافته که نتیجه آن کاهش منابع آبی چشمه‌ها و قنوات روستاست. با رها شدن دیمزارها سطح خاک لخت شده و نفوذ آب کاهش یافته است. همچنین سطح مراتع با کیفیت بالا در سطح محدوده عرفی روستا کاهش یافته است.
روند مدیریتی	مدیریت منابع آبی مدیریتی در گفتار و برنامه‌ریزی نگران است که همزمان با تأمین بودجه مقطعی و عجولانه عمل می‌کند. روند هم حاکی از نبود مدیریتی فعال و مستمر در تأمین منابع آبی این سیستم است.

جدول (۶): فراوانی شدت روابط در شبکه همکاری مدیریت منابع آب روستای هرچگان

جمع پیوندها	تعداد پیوندها	ارزش پیوند	سطح همکاری
۲۰	۲	۰	بدون همکاری و روابط تعریف شده
	۶	۱	همکاری محدود در سطح اطلاع رسانی و نظرخواهی شفاهی
	۱۲	۲	همکاری در سطح برگزاری جلسه
۳۶	۲۲	۳	همکاری در سطح پیگیری مسئله و تقسیم کار برای حل مسئله
	۹	۴	همکاری در سطح تأمین نیروی انسانی و قبول مسئولیت اجرایی برای حل مسئله
	۵	۵	همکاری در سطح تأمین منابع مالی
۵۶			تعداد کل پیوندها



تصویر (۳): نمودار شاخص‌های مرکزیت ورودی و خروجی بین عوامل مرتبط با مدیریت منابع آب در روستای هرچگان

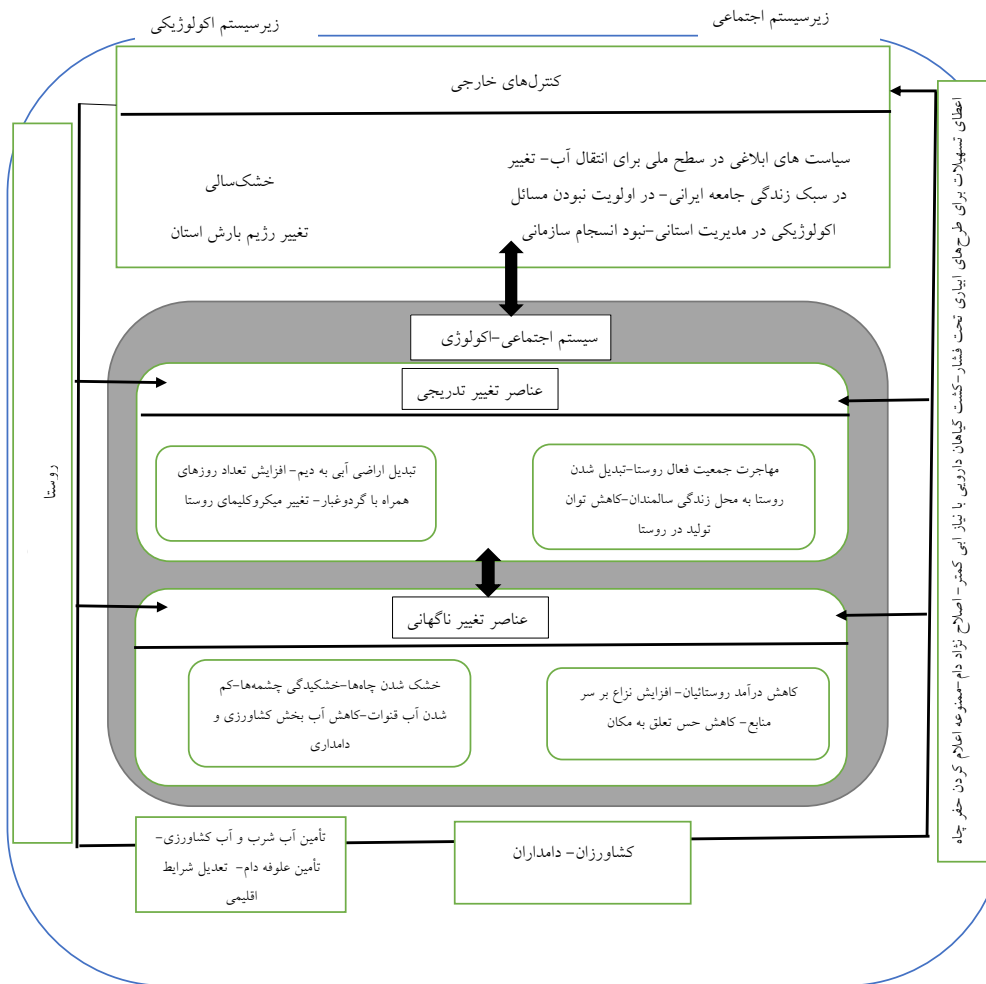
تشکیل مدل مفهومی فرآیندی تکراری و نیازمند چندین مرحله ویرایش است. در این روش پژوهش فرآیند سنتز ارزیابی و ساخت مدل مفهومی فرآیندی به شدت فرموله شده نیست. بنابراین بایستی دانش و فهم حاصل شده در سرتاسر ارزیابی را ترسیم کرد.

با استفاده از نتایج مراحل فازهای پنج‌گانه نمودار دوم که آستانه‌ها و روابط متقابل بین آنها را نشان می‌دهد، ترسیم شد (تصویر ۵). مدل آستانه‌ها حول آشوب‌های تدریجی و اصلی سیستم ساخته می‌شود. آشوب‌ها یا متغیرهای تدریجی در چندین مقیاس نمایش داده شده و خطوط روابط متقابل آنها را به هم وصل می‌کند. برای ساخت این مدل به خلاصه اطلاعات ارزیابی که در بخش‌های قبل جمع‌آوری شده، مراجعه می‌شود. مدل آستانه‌ها و روابط متقابل نشان‌دهنده آن است که چگونه عبور از یک آستانه می‌تواند جرقه‌ای برای عبور دیگر آستانه‌ها باشد.

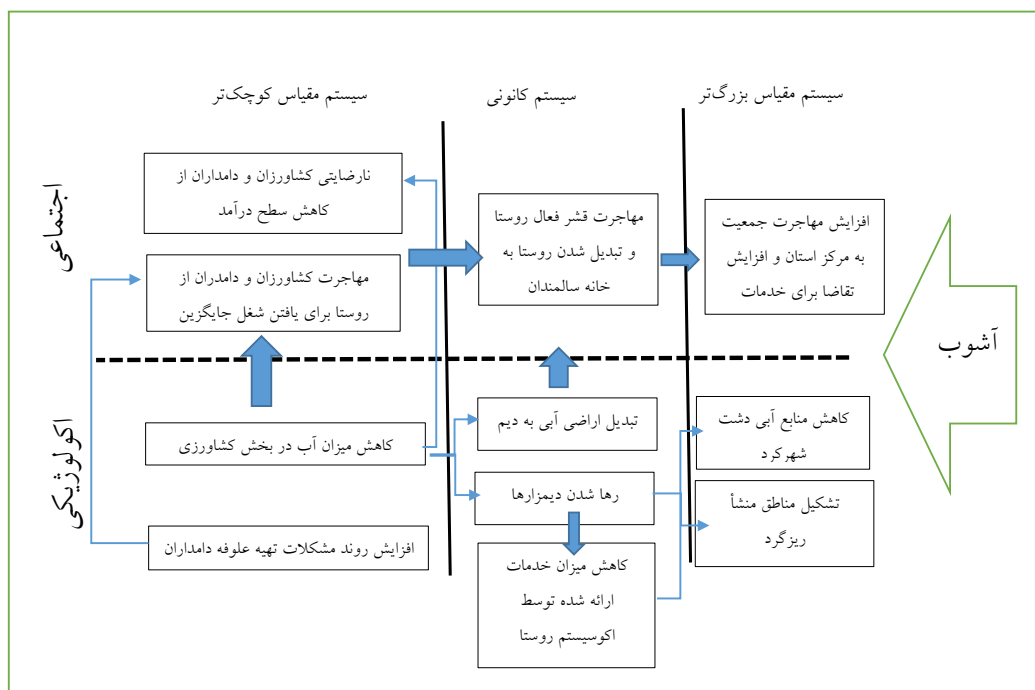
اتخاذ تصمیمات راهبردی و مداخلات مدیریتی، در نتیجه یافته‌های حاصل از ارزیابی تاب‌آوری بستگی به شناخت از پویایی سیستم و متغیرهای کلیدی آن دارند که برای هر سیستم اجتماعی-اکولوژی منحصر به فرد است. با توجه به مدل مفهومی و مدل آستانه‌های سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان، استراتژی، اقدامات و موانع مدیریت تاب‌آور محور در این سیستم در جدول ۷ ارائه شد.

بر اساس میزان روابطی که با سایر کنشگران در شبکه دریافت یا ارسال می‌کنند، قدرت شبکه را در دست می‌گیرند و سایر کنشگران را تحت کنترل خود قرار می‌دهند. تصویر ۳ نمودار نتایج میزان مرکزیت درجه ورودی و خروجی را بر اساس پیوندهای همکاری در عاملان مرتبط با مدیریت منابع آب در درون روستای هرچگان نشان می‌دهد. مرکزیت درجه تعداد ارتباطات مستقیمی است که یک کنشگر با سایر کنشگران در یک شبکه دارد. مرکزیت درجه ورودی تعداد دریافت رابطه ورودی یک کنشگر و مرکزیت درجه خروجی تعداد رابطه خروجی یک کنشگر است [۲۱]. بر اساس نتایج بالاترین میزان درجه ورودی (۲۳ درصد) مربوط به دهیاری و نماینده کشاورزان است. یک کنشگر با سطوح بالای مرکزیت درجه ورودی در صورتی که موضوع مورد تحقیق در شبکه، جنبه‌های مثبت و همکاری باشد، فردی است که اقتدار بیشتری نسبت به دیگران داشته و سایرین وابستگی بیشتری به او دارند. مرکزیت درجه خروجی بسیج روستا (۲۶ درصد) بیشترین میزان را در شبکه مورد مطالعه به خود اختصاص داده است. بنابراین می‌توان گفت که بسیج روستا به عنوان کانون و منبع ارتباط و مشاوره از دید سایر عوامل بوده و می‌تواند به عنوان یک ظرفیت مناسب و کنشگر کلیدی برای توسعه سیستم مبتنی بر همکاری در مدیریت منابع آبی در نظر گرفته شود.

نتایج هر یک از مراحل پنج‌گانه به عنوان یافته‌های پایه برای تشکیل ۲ نمودار مفهومی استفاده شد. تصویر ۴ نمودار مدل اجتماعی-اکولوژی هرچگان را نشان می‌دهد.



تصویر(۴): مدل مفهومی سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان



تصویر(۵): مدل مفهومی آستانه‌های سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان

جدول (۷): استراتژی و اقدامات مدیریت تاب‌آور محور در سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان

موانع	اقدامات	استراتژی‌ها
<p>وجود دام بیش از ظرفیت مرتع و چرای زودرس وجود طرح‌های شکست‌خورده منابع طبیعی و بی‌اعتمادی ساکنان روستا به پروژه‌های تعریف‌شده از سوی سازمان‌های متولی عدم توجه مسئولان متولی به برنامه ریزی‌های بلندمدت و اکتفا کردن به انجام پروژه‌های کوتاه‌مدت به خاطر ارائه گزارش و بالا بردن بازده کاری در دوره مسئولیت بلندمدت بودن روند تصویب طرح مرتعداری و هزینه بالای آن برای مرتعداران اخذ هزینه‌های بالا تهیه طرح مرتعداری توسط نظام مهندسی استان عدم آشنایی مرتعداران با اهمیت و ضرورت تهیه طرح مرتعداری</p>	<p>احیای تنوع زیستی گیاهی و جانوری روستا با مراجعه به اطلاعات موجود در مطالعات و حافظه دانش بومی روستاییان پرهیز از انجام پروژه‌های بدون مطالعه و شتاب‌زده در اراضی مرتعی روستای هرچگان بازنگری طرح مرتعداری روستای هرچگان برنامه ریزی اراضی مرتعی بر پایه طرح مرتعداری بازنگری شده</p>	<p>حفظ و تقویت وضع موجود عملکردی اکوسیستم روستای هرچگان</p>
<p>برنامه ریزی از بالا به پایین برای روستا و عدم توجه به پتانسیل‌ها و فرصت‌های موجود در روستا نبود قوانین در جلوگیری از ساخت‌وسازهای خارج از ساختار و ماهیت اصلی روستا کاهش جذابیت‌های روستا به دلیل اختلال در کارکرد اکوسیستم روستا</p>	<p>توسعه و ترویج فعالیت‌های متناسب با پتانسیل موجود در روستا جلوگیری از ورود المان‌های شهری به داخل روستا تقویت حس تعلق به مکان در روستاییان از طریق جذابیت محیط روستا</p>	<p>حفظ و تقویت ساختار و ماهیت روستایی روستای هرچگان</p>
<p>هزینه بالای ساخت استخر ذخیره آب عدم تمایل ساکنان به انجام کشت‌های مشارکتی همراه با سیستم آبیاری مشارکتی نبود آمادگی ذهنی پذیرش تغییر در بین کشاورزان قدیمی روستا</p>	<p>جلوگیری از پرت آب قنوات روستا از طریق تجمیع و انتقال آب قنوات به استخر ذخیره آب تقویت سیستم انتقال آب از مادرچاه به مزرعه محدود کردن حفر چاه‌های روستا به چند مادرچاه اصلی کارشناسی شده تغییر الگوی کشت در اراضی شیب‌دار و مسطح صحراهای روستا (رعایت اصول کشت دیم در اراضی شیب‌دار و ترجیح کشت به گونه‌های بومی مرتعی و درختچه‌ای)، ترویج کشت گونه‌های چندساله با قدرت ریشه‌دوانی بالا در اراضی مسطح به منظور کاهش میزان آب مصرفی با توجه به وجود مجتمع‌های گلخانه‌ای در روستاهای اطراف، ترویج کشت گلخانه‌ای در سطح روستا</p>	<p>تکمیل سیستم آبیاری روستا</p>
<p>بودجه مداری برگزاری دوره‌های آموزشی در روستا (با تأمین بودجه و در خارج از زمان مناسب) برگزاری دوره‌های آموزشی نمایشی و مقطعی</p>	<p>تغییر در طرز نگرش روستاییان به تغییر در الگوی کشت و شکستن دیوار حفاظتی تولیدکنندگان روستا با برگزاری دوره‌های آموزشی متناسب، ساده و شفاف پرهیز از نسخه‌پیچی کلی و دوره‌های دیکته‌شده در روستا</p>	<p>تقویت یادگیری اجتماعی ساکنان روستا</p>

بحث و نتیجه‌گیری

با افزایش تنش‌های آبی در سطح کشور و استان چهارمحال و بختیاری در این پژوهش به ارزیابی تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان در مقابل بحران کاهش آب قابل دسترس پرداخته شد. سیستم اجتماعی-اکولوژی به معنای انسان در طبیعت در نظر گرفته شد. زیرا که جامعه محلی هرچگان بر سیستم اکولوژی تأثیر می‌گذارد و تأثیر می‌پذیرد. مرز اجتماعی محدوده روستا و مرز اکولوژی سامانه عرفی روستا در نظر گرفته شد و به منظور ارزیابی تاب‌آوری از چارچوب ارزیابی تاب‌آوری دانشگاه استکهلم سوئد استفاده شد که متناسب با شرایط اجتماعی و اکولوژی محدوده مورد مطالعه واسنجی شد. نتایج در این ارتباط

نشان داد که در سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان مسئله اصلی کاهش سطح آب قابل دسترس است که از جمله دلایل اصلی آن کاهش میزان آب ورودی به منابع آبی و هدررفت آب به دلیل نبود تجهیزات ذخیره آب است. در ادامه به منظور ارزیابی پویایی سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان خط تاریخی این سیستم در دوره‌ای ۷۰ ساله ترسیم و رخدادها در طول این دوره همراه با رشد جمعیت و مسائل مربوط به منابع آب بررسی شد. نتایج نشان داد که منابع آبی این سیستم ۳ دوره را طی کرده و اکنون در دوره افت سطح آب‌های زیرزمینی قرار دارد. با نتایج خط تاریخی و ترسیم چرخه سازگاری، سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان در فاز امگا (Ω) یا فشار قرار دارد. از شواهد این فاز می‌توان به مهاجرت

منابع

1. Adger, W. N., (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography* 24, 3, 347-364.
2. Berkes, F., Colding J., & Folke, C., (2003). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T., Reinhorn, A., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W., von W., (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra* 19, 733- 752.
4. Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J., Abel, M., (2001). From metaphor to measurement: Resilience of what to what? *Ecosystems* 4, 765-781.
5. Holling, C. S., (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematic* 4, 1-23.
6. Timmerman, P., (1981). Vulnerability, resilience and the collapse of society: A review of models and possible climatic applications. Institute for Environmental Studies, Canada: University of Toronto.
7. Resilience Alliance, (2010), *Assessing Resilience in social-ecological systems, workbook for scientists, version2*, p53.
۸. پورطاهری، مهدی، رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا و کاظمی، نسرین، (۱۳۹۲). نقش رویکرد مدیریت ریسک خشکسالی در کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی، اجتماعی کشاورزان روستایی (از دیدگاه مسئولان و کارشناسان): مطالعه موردی دهستان سولدوز آذربایجان غربی. پژوهش‌های روستایی. سال چهارم، شماره یکم، بهار، ۲۲-۱.
9. Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters". *Global Environmental Change*, 1-9.
۱۰. ارزیابی پیرمردیان، نادر، شمس‌نیا، سید امیر و بوستانی، فردین، (۱۳۸۷). ارزیابی دوره بازگشت خشکسالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش در استان فارس، مجله دانش نوین کشاورزی. سال چهارم، شماره سیزدهم.
۱۱. قربانی، مهدی، آذرنیوند، حسین، مهرابی، علی‌اکبر، باستانی، سوسن، جعفری، محمد و ناییبی، هوشنگ، (۱۳۹۱)، تحلیل شبکه اجتماعی: رویکردی نوین در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مدیریت مشارکتی منابع طبیعی، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۵، شماره ۴-۵۵۳-۵۶۸.
۱۲. قربانی، مهدی، راسخی، ساره، سلیمی، جمیله و روغنی، ربانه، (۱۳۹۳)، مدیریت منابع طبیعی در مقیاس محلی، سرمایه اجتماعی و قدرت اجتماعی در شبکه ذی‌نفعان محلی، پژوهش‌های روستایی، دوره ۵، شماره ۴، ۷۷۹-۸۰۸.
۱۳. ابراهیمی، فریبا، قربانی، مهدی، سلاجقه، علی و محسنی ساروی، محسن، (۱۳۹۳)، تحلیل شبکه اجتماعی ذی‌نفعان محلی در برنامه عمل مدیریت مشارکتی منابع آب (مطالعه موردی: رودخانه جاجرود در حوزه آبخیز لتیان- روستای دربندسر)، نشریه علمی- پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال هشتم، شماره ۲۵، ۴۷-۵۶.
14. Gunderson, L. and C. S. Holling. (eds.), (2002), *Panarchy: Understanding transformations in human and*

جمعیت فعال روستا، کاهش آب قنوات و چشمه‌ها، خشک شدن چاه‌های قدیمی روستا، تبدیل اراضی آبی به دیمزار، رها شدن دیمزارهای قدیمی و در نهایت کاهش سطح تولیدات زراعی و دامی اشاره کرد. نتایج نشان داد که آستانه گذر و یا نقطه بحرانی سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان در مسئله کاهش میزان آب قابل دسترس زمانی اتفاق می‌افتاد که منابع آب برای مصرف شرب با مشکل مواجهه شود؛ به طوری که آب در فصول گرم سال چیره‌بندی شود و یا برای دسترسی به آب شرب مجبور به انتقال آب از منابع دیگر شوند. نتایج همچنین نشان داد که روندهای اجتماعی، اکولوژی و مدیریتی سیستم در وضعیت تاب‌آور محور نیست. در بعد اجتماعی در برخورد با مسئله اصلی روستا ۳ گروه عمده وجود دارند؛ گروهی که برای حل مسئله اقدامات عملی انجام داده‌اند، گروهی که از روستا مهاجرت کرده و گروهی که نسبت به مسائل بی‌تفاوت هستند. در بعد اکولوژیکی با کاهش سطح مراتع باکیفیت و رها شدن دیمزارهای روستا طوفان‌های همراه با گردوغبار افزایش یافته است. در بعد مدیریتی فعالیت‌ها محدود به تصمیمات مقطعی و بودجه‌محور است. در واقع مدیریت فعالی در رابطه با مسئله اصلی سیستم صورت نمی‌گیرد. نتایج تحلیل شبکه دست‌اندرکاران مدیریت منابع آب روستا در محدوده روستا نشان‌دهنده آن است که شدت روابط همکاری در مسئله اصلی سیستم در سطح قابل قبول (۶۴،۲۸) قرار دارد. در بین دست‌اندرکاران نماینده کشاورزان، دهیار و بسیج روستا نقش بسزایی در بهبود شرایط و جلب مشارکت ساکنان در حل مسئله سیستم دارند. در نهایت نتایج ارزیابی نشان داد که مناسب‌ترین استراتژی‌ها جهت مدیریت تاب‌آور در سیستم اجتماعی-اکولوژی هرچگان شامل حفظ و تقویت وضع موجود عملکردی اکوسیستم روستای هرچگان، حفظ و تقویت ساختار و ماهیت روستایی روستای هرچگان، تکمیل سیستم آبیاری روستا و تقویت یادگیری اجتماعی ساکنان روستا هستند.

پی‌نوشت

1. Resilience
2. Disturbances
3. Bouncing Back
4. To Jump Back
5. Holing
6. Adger
7. Carpenter
8. Berkes
9. Bruneau
10. Timmerman
11. Adaptive cycle model
12. Exploitation
13. Conservation
14. Release
15. Reorganization

natural systems. Washington, D.C., Island Press.

15. Wilhite, D.A., Svoboda, M. D., & Hayes, M. J., (2007). Understanding the complex impacts of drought: a key enhancing drought mitigation and preparedness. *Water resource management* 21, 763-774.
۱۶. پوراصغر، سنگاچین، (۱۳۷۹). چالش‌های مدیریت منابع آب کشور، مجله برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. شماره ۶۴ و ۶۵.
۱۷. سرشماری نفوس و مسکن، (۱۳۹۰). مرکز آمار و اطلاعات ایران.
۱۸. موسوی، سید عمار، صمدی بروجنی، حسین، نوری امام‌زاده‌ای، سید محمدرضا، (۱۳۹۲). نخستین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی. انجمن آبیاری و زهکشی ایران، اصفهان.
۱۹. شرکت آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری، (۱۳۹۰). آمار و اطلاعات آب‌های سطحی و زیرزمینی استان چهارمحال و بختیاری.
۲۰. سازمان هواشناسی ایران، (۱۳۹۵). مرکز ملی پایش و هشدار خشک‌سالی.
21. Hanneman, R., (2001), Introduction to Social Network Methods. Department of sociology at the University of California.

۸۰

شماره ۲۱
بهار و تابستان
۱۴۰۱
دوفصلنامه
علمی و پژوهشی



دسترس / محمدرضا یزدانی
ارزیابی تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژیک در برابر کاهش آب قابل