Iranian Journal of
Rainwater Catchment Systems

مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

شاپا الکترونیکی: ۱۵۳۱-۲۷۸۳ شاپا چاپی: ۵۹۷۰-۲۴۲۳

تحلیل مفهوم امنیت آب در حوزه آبخیز دشت نیشابور با استفاده از چارچوب تعاملات نظام انسان- محیط‌زیست (HES)

مریم یزدان‌پرست[۱]، مهدی قربانی [*۲]، علی سلاجقه[۳]، رضا کراچیان[۴]

۱. پژوهشگر پسادکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۲. دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳. استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۴. استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵
صفحات: ۲۶-۱۳

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

بحران کم‌آبی که امروزه سطح کره زمین را فراگرفته، آسیب‌ها و تهدیدات جدی را برای مردم در سراسر جهان ایجاد نموده است. در این میان، کشور ایران به‌دلیل قرارگرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک و نوسانات بارش، ازجمله کشورهای کم‌آب به شمار می‌آید که وضعیت آب در اغلب مناطق آن در حالت تنش و بعضاً بحران است. ماهیت فراگیر آب و وجود عوامل متعدد انسانی و محیطی تأثیرگذار بر پایایی آن، تعامل‌های میان ابعاد انسانی-محیط‌زیستی را بسیار پیچیده نموده است. لذا بررسی این سیستم‌های پیچیده محیطی که تحت تأثیر اقدامات انسانی قرار می‌گیرند، یک چالش بزرگ علمی محسوب می‌شود. این چالش باید بر شکاف بین علوم طبیعی و علوم اجتماعی غلبه کند و بر مدل‌سازی در مقیاس‌های مختلف تسلط داشته باشد. بنابراین، نیاز به ادغام دانش از علوم طبیعی و اجتماعی وجود دارد. هدف از این پژوهش، تحلیل بحران آب و مفهوم امنیت آب با ارائه چارچوب تعامل‌های نظام انسان-محیط‌زیست (HES) در حوزه آبخیز دشت نیشابور است. در این راستا، نخست به بررسی روند تغییرات مسئله آب در حوزه آبخیز دشت نیشابور طی سال‌های ۱۳۹۰- ۱۳۹۹ پرداخته شد. سپس با توجه به شناسایی وضعیت حاکم بر حوزه آبخیز، با توجه به تأثیرگذاری عوامل مختلف انسانی و طبیعی در بروز بحران فعلی، به شناسایی عوامل اصلی تأثیرگذار بر بروز بحران و تعیین نحوه تعاملات و بازخوردهای آن‌ها برای تجزیه‌وتحلیل جامع مسئله بحران آب و پیامدهای ناشی از این کم‌آبی در منطقه پرداخته‌شده است. نتایج حاصل از بررسی وضعیت مسئله آب به‌طورکلی، کاهش بارش، گرم شدن هوا، افزایش تبخیر و تعرق، خشکی و کم‌آبی بیشتر را نشان می‌دهد. این درحالی است که بیشترین حجم برداشت آب (بالغبر ۴۵۰ میلیون مترمکعب در سال آبی ۹۸-۹۹) نیز به بخش کشاورزی اختصاص دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد شناخت سطوح سلسله مراتبی آگاهی محیط‌زیستی و درنهایت یادگیری و عمل بر اساس مؤلفه‌های کلیدی و تعاملات شناسایی‌شده توسط چارچوب HES، تجزیه‌وتحلیل پیچیدگی سیستم را به نحو مطلوبی میسر می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، سیستم‌های پیچیده، خطرات محیط‌زیستی، خدمات اکوسیستم، مدیریت منابع آب.

*Email: mehghorbani@ut.ac.ir نویسنده مسئول: مهدی قربانی

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]

مقدمه

آب عنصر اساسی حیات و وجه مشترک اهداف و چالش‌های توسعه پایدار می‌باشد و کمبود آب یکی از بزرگترین چالش‌های قرن حاضر است که می‌تواند سرمنشأ بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۴). تأمین آب سالم برای همه و مدیریت آب برای داشتن یک محیط‌زیست پایا، هدفی مشترک در سرتاسر جهان است که با چالش‌های متعددی روبه‌رو است (قربانی، ۱۳۹۷). لذا، تمرکز روزافزون بر مسیرهای پایدار به‌سوی بهبود امنیت آب، Grey و Sadoff (۲۰۰۷)، را برآن داشت امنیت آب را این‌گونه تعریف کنند: " قابلیت دسترسی به کمیت و کیفیت قابل‌قبول آب که لازمه سلامت، معیشت، اکوسیستم‌ها و تولید باشد و درعین‌حال میزان خطراتی که آب برای مردم، محیط‌زیست و اقتصاد درپی دارد درحد قابل قبول باشد." (قربانی، ۱۳۹۷). این تعریف نشان می‌دهد که آب نه‌تنها برای انسان‌ها حیاتی است، بلکه پایه اقتصادی میلیون‌ها شرکت تجاری، مزارع، نیروگاه‌ها و تولیدکنندگان است که بقا همه آن‌ها به کمیت و کیفیت قابل‌اعتماد آب وابسته است (Gunda et al., 2019). درنتیجه دستیابی به امنیت پایا آب، در هر دو زمینه بهره‌برداری از پتانسیل تولید آب و محدود کردن تأثیرات مخرب آن، همواره یک اولویت اجتماعی است (Grey & Sadoff, 2007). در این راستا برخی از محققان معتقدند که مقیاس چالش‌های اجتماعی به‌منظور دستیابی به موفقیت و حفظ امنیت آب پایا در حال حاضر توسط عوامل متعددی تعیین می‌شوند که سه مورد از عوامل اصلی عبارتند از: ۱- محیط هیدرولوژیکی (که یک میراث طبیعی است.) ۲- محیط اقتصادی- اجتماعی (ساختار اقتصادی و رفتار کنشگران آن‌که میراث طبیعی، فرهنگی و سیاستی را بازتاب می‌دهد.) ۳- تغییرات محیطی آینده با شواهد قابل‌توجه و روبه رشد که تغییر اقلیم قسمت عمده آن است. این عوامل در تعیین مؤسسات و انواع و مقیاس‌های زیربنایی موردنیاز برای دستیابی به امنیت آب نقش مهمی ایفا خواهندکرد (Grey & Sadoff, 2007).

بنابراین رفع نگرانی‌های امنیت آب علاوه بر اینکه نیاز به برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و مدیریت جامع، نوآوری‌های تکنولوژیکی و همکاری نزدیک‌تر در بخش‌ها، جوامع و مرزهای سیاسی دارد (European Commission, 2015). بلکه با توجه به تأثیرات عمده‌ای که بر محیط‌های اجتماعی و طبیعی دارد، امری ضروری است، حتی اگر امنیت آب را نتوان به‌طور کامل به دست آورد، باید ابزارهای سیاست‌گذاری جهت ارتقاء امنیت آب بهتر و آمادگی بهتر توسعه داده شود. این ابزارها ممکن است شامل اصلاحات نهادی، جنبه‌های حکمرانی و مدیریت، ابزارهای مبتنی بر بازار، قیمت‌گذاری آب، ایجاد ظرفیت و به اشتراک‌گذاری اطلاعات و داده‌ها باشند (World Bank, 2015; OECD, 2013; United Nations University, 2013).

در این راستا یکی از جدیدترین رویکردها به مبحث پایایی امنیت آبی دیدگاه فرارشته ای است. در عرصه عملیاتی این دیدگاه توسط نظام‌های انسان- محیط‌زیست (HES)[1] قابل‌دستیابی است. تعامل‌های انسان – محیط‌زیست نشان‌دهنده تمایز میان تعامل‌های سودمند و مضر، یا آنچه انسان‌ها مفید یا مضر تصور می‌کنند است که مهم‌ترین نیروهای محرک رابطه میان انسان و طبیعت را در برمی‌گیرد. ازاین‌رو با توجه به مفاهیم خدمات اکوسیستم و خطرات محیط‌زیستی، تعامل‌های میان انسان و محیط‌زیست توصیف می‌شود. خدمات دال بر کارکرد نظام اکولوژیکی به‌عنوان ارائه‌دهنده خدمات مختلف متناسب با فعالیت‌های انسانی است. خطرات نیز عبارتند از تهدیدهایی که یک نظام اکولوژیکی بر نظام جامعوی تحمیل می‌کند. با توجه به ماهیت فراگیر آب، تعامل‌های میان انسان – محیط‌زیست بسیار پیچیده است. آب عاملی کلیدی برای انتقال تأثیرات تغییر جهانی است، همچنین نقش کلیدی در رشد اقتصادی و رشد انسان دارد. کسب امنیت آب برای طیف وسیعی از فعالیت‌های ضدونقیض انسانی، حوزه‌ای از حکمرانی است که شاخصه بارز آن با بحث و منازعات مشخص می‌شود. درنتیجه، نیازهای محیط‌زیست اغلب نادیده گرفته می‌شود و پیامدهای مخربی برای اکوسیستم دارد و در درازمدت

[1] Human- Envoironment Systems

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]

در کل اثرات منفی بر نظام‌های اجتماعی اکولوژیکی خواهد داشت. Pahl-Wostl (۲۰۱۵) برای رسیدن به شناختی گسترده و نظام‌مند از حکمرانی آب، به تشریح زمینه‌های متعددی ازجمله: اصول سیاست آب، معرفی عناصر کلیدی چارچوب مفهومی موردنیاز برای تحلیل حکمرانی آب و تغییر دگرگون ساز، مفهوم حالت‌های حکمرانی و پویایی نظام‌های حکمرانی پرداخته است. همچنین با تأکید بر این نکته که رابطه میان انسان و محیط‌زیست طبیعی، کلید حکمرانی و مدیریت پایدار منابع است؛ خدمات اکوسیستم و خطرات محیط‌زیست را به‌عنوان مفاهیم ضروری در رویکرد یکپارچه و میان‌رشته‌ای به شناخت و تحلیل نظام‌های اجتماعی – اکولوژیکی و حکمرانی و مدیریت آن‌ها، معرفی کرده است. مفاهیم خدمات اکوسیستم و خطرات محیط‌زیستی، مفاهیمی هستند که به رقم خوردن الگوهای پایدارتر تعامل میان انسان و طبیعت کمک می‌کنند (قربانی، ۱۳۹۷). همچنین Li و همکاران (۲۰۱۸) با اندازه‌گیری زیرسیستم‌های انسانی- محیطی به‌وسیله ۴ مدل تئوری و همچنین با بررسی پیشران‌های اصلی تحول در سیستم‌های پیچیده انسانی – زیست‌محیطی که شامل: تولید، انرژی و آلودگی است، بیان کردند که درک تحولات ازنظر مؤلفه‌های انسانی و محیطی در مدیریت تاب‌آور شهری ضروری است و همچنین با کمک راهبردهای حفاظت از محیط‌زیست و تغییر ساختارهای صنعتی، تاب‌آوری زیرسیستم‌های محیط‌زیست امکان‌پذیر خواهد بود. در این راستا، مشخص می‌گردد که تحقیق بر اساس اصول HES به ما اجازه شرح تعاملات ذاتی متنوع در نظام‌های انسانی، نظام‌های محیطی و همچنین تعاملات بین آن دو را می‌دهد (قربانی، ۱۳۹۸؛ Scholz, 2011).

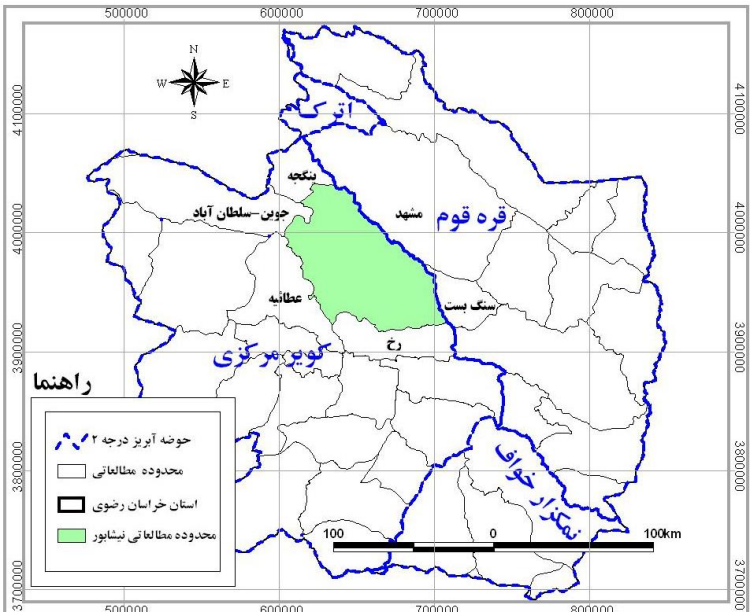
هدف این پژوهش معرفی چارچوب نظام انسان – محیط‌زیست و ترسیم آن در رابطه با مفهوم امنیت آب در حوزه آبخیز دشت نیشابور و تعیین عوامل مؤثر، نحوه تعاملات و بازخوردهای انسانی- محیطی در این حوضه می‌باشد. حوزه آبخیز نیشابور ازجمله حوضه‌هایی است که با مشکلات برداشت بی‌رویه و کسری مخزن روبه‌رو شده است و حدود ۵۰ درصد از سطح دشت، مناطق دارای پتانسیل بحران متوسط تا شدید است (فرج زاده اصل و حسینی، ۱۳۸۶)؛ ازاین‌رو دشت نیشابور در تاریخ ۱۳۶۶/۱۰/۵ به علت افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی به‌عنوان دشت ممنوعه اعلام شد. لذا با توجه به تأثیرگذاری عوامل مختلف انسانی و طبیعی در بروز بحران فعلی، شناسایی عوامل اصلی تأثیرگذار بر بروز بحران و تعیین نحوه تعاملات و بازخوردهای آن‌ها برای تجزیه‌وتحلیل جامع مسئله بحران آب و پیامدهای ناشی از این کم‌آبی در منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه موردمطالعه

حوزه آبخیز دشت نیشابور جزئی از حوزه آبخیز کویر مرکزی ایران بوده و در شمال شرق آن قرار می‌گیرد. وسعت کل این حوضه حدود ۷۳۰۰ کیلومترمربع است که حدود ۴۳۰۰ کیلومترمربع آن را دشت و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. بلندترین نقطه منطقه در ارتفاعات بینالود در محدوده شمال شرقی حوضه و پایین‌ترین نقطه منطقه در سمت غرب حوضه و محل خروجی دشت قرار دارد (باقری، ۱۳۹۰). این حوضه در طول جغرافیایی ′۱۳ °۵۸ تا ′۳۰ °۵۹ و عرض جغرافیایی ′۴۰ °۳۵ تا ′۳۹ °۳۶ واقع‌شده است (شارکیان، ۱۳۹۴). عمده منابع آبی مورداستفاده در دشت نیشابور شامل منابع آب‌های زیرزمینی موجود در حوضه است که شامل چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، چشمه‌ها و چندین رشته قنات است که برای اهداف مختلف ازجمله کشاورزی، شرب، صنعت، خدمات و بهداشت مصرف می‌شود. اما در این میان بیش‌ترین میزان آب استخراجی از منابع آب زیرزمینی صرف فعالیت‌های کشاورزی در منطقه می‌گردد. همچنین مهم‌ترین منبع آب سطحی که در منطقه وجود دارد، رودخانه کال شور نیشابور است (زراعتی نیشابوری و همکاران، ۱۳۹۹). موقعیت حوزه آبخیز دشت نیشابور در شکل (۱) نشان داده‌شده است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]



شکل (۱) : موقعیت حوزه آبخیز دشت نیشابور و حوضه‌های مجاور در استان خراسان رضوی

چارچوب HES

نظام‌های انسان- محیط‌زیست، سیستم‌های پیچیده و جفت شده‌ای به‌حساب می‌آیند که درک و مدیریت آن‌ها نیازمند روش‌های خاص و فرآیندهای فرارشته‌ای ویژه است. تعامل‌های انسان – محیط‌زیست نشان‌دهنده تمایز میان تعامل‌های سودمند و مضر، یا آنچه انسان‌ها مفید یا مضر تصور می‌کنند است که مهم‌ترین نیروهای محرک رابطه میان انسان و طبیعت را در برمی‌گیرد (قربانی، ۱۳۹۷؛ Pahl-Wostl, 2015). ازاین‌رو به‌منظور ساختاربخشی به روابط انسان- محیط‌زیست و باهدف ارتقاء سواد محیط‌زیستی، و همچنین درک صحیح تعاملات در نظام‌های انسان- محیط‌زیست، تعریف و پیاده‌سازی هفت اصل کلیدی HES (جدول ۱) ضروری می‌باشد (قربانی، ۱۳۹۸). اصل‌های HES که با اعداد در چارچوب HES (شکل ۲) مشخص‌شده‌اند به‌عنوان اصل‌های کلیدی برای ساختار و فرآیند تحول مسئله محیط‌زیستی به کار می‌آیند. اصل مکملیت (P1): این دیدگاه را نشان می‌دهد که نظام‌های انسان و محیط‌زیست، جفت و درهم‌تنیده هستند. ازاین‌رو، HES را به‌صورت یک سیستم نشان می‌دهد که می‌تواند به دو سیستم فرعی موازی تفکیک شود. اصل سلسله‌مراتب (P2): پیشنهاد می‌کند که نظام‌های انسان و محیط‌زیست هر دو متشکل از ساختارهای سلسله مراتبی هستند. چارچوب HES، سطوح سلسله مراتبی را به‌صورت دسته‌ای ورق نشان می‌دهد. هر لایه، سطحی از نظام‌های انسانی و سیستم‌های محیط‌زیست را که در تحلیلی خاص دخیل هستند نشان می‌دهد. این اصل، از سطح فردی تا سطح فراملی، صدق می‌کند. اصل مداخله (P3): این اصل دال بر آن است که میان و درون سطوح مختلف نظام‌های انسانی و محیط‌زیست از سطح خرد تا سطح کلان تعامل‌هایی وجود دارد که میان این نظام‌های انسانی تداخل یا موازنه ایجاد می‌کند. اصل تداخل به‌خصوص به مسائل دوراهی – مانند منابع مشترک مربوط است -که با محرک‌های متناقض نظام‌های انسانی در سطح فردی (یا خرد) و سطح جامعه (یا کلان) روبه‌رو است. اصل حلقه بازخورد P4: این اصل دال بر آن است که انواع مختلف حلقه‌های بازخورد درون و میان نظام‌های انسان و محیط‌زیست وجود دارد. حلقه بازخورد اولیه و حلقه بازخورد ثانویه نشان می‌دهند که نظام انسان در مورد واکنش محیط‌زیست و اثرات کنش‌ها بر پویایی‌های محیط‌زیست چه چیز را ادراک و ارزیابی می‌کند و یاد می‌گیرد. اصل تصمیم P5: این اصل این فرض را بیان می‌کند که تمامی نظام‌های انسانی، سیستم‌های تعمدی هستند که برای تحقق اهداف و محرک‌ها کنش دارند. ازاین‌رو، فرض می‌کنیم نظام‌های انسانی، یک سیستم هدف‌دارند و معمولاً یک فرآیند

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]

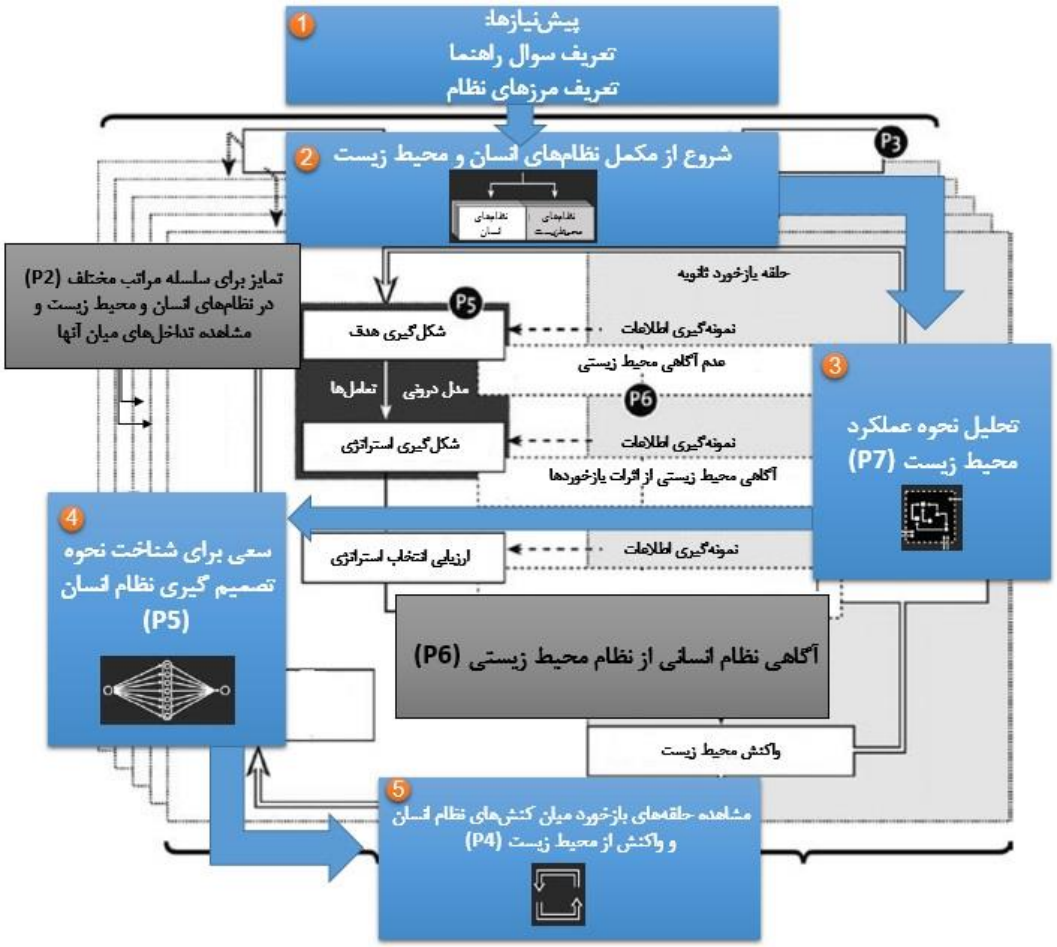
شکل‌گیری هدف رخ می‌دهد که این شکل‌گیری هدف و راهبرد مبتنی بر یک مدل درونی تعامل انسان-محیط‌زیست است. اصل آگاهی P6: این اصل، درجات مختلف آگاهی محیط‌زیستی را بیان می‌کند. نخست، یک نظام انسانی ممکن است هیچ آگاهی محیط‌زیستی نداشته باشد زمانی که برای مثال به‌طور انحصاری بر منافع خود تمرکز داشته باشد. دوم، نظام انسانی می‌تواند از اثراتی که ممکن است از کنش حاصل شوند، آگاه باشد اما معنای آن‌ها را نداند و سوم نظام انسانی می‌تواند حتی از بازخوردها آگاه باشد که این بالاترین شکل دسترسی به آگاهی محیط‌زیستی است و مؤلفه کلیدی یادگیری پایداری در نظر گرفته می‌شود. اصل تقدم محیط‌زیست P7: این اصل دال بر این است که هرگونه تحلیل از HES باید با تحلیل سیستم محیط‌زیستی آغاز شود. زمانی که یک پرسش راهنما و مرزهای سیستم تعیین شدند، مؤثرترین پروژه‌ها با شناخت ابعاد اجتماعی و مادی سیستم‌های محیط‌زیستی آغاز می‌شوند. انجام پژوهش بر اساس این اصل‌ها سبب می‌شود ساختار و پویایی‌های تعامل‌های انسان- محیط‌زیست با بهره‌گیری از ظرفیت علوم طبیعی، اجتماعی و مهندسی به‌صورت بین‌رشته‌ای منظم و اصولی تعریف شود. این اصل‌ها نقش‌های مختلف دارند به‌طوری‌که، اصل مکملیت (P1)، سلسله‌مراتب (P2)، تداخل (P3) و بازخورد (P4)، امکان مدل‌سازی صحیح سیستم‌های جفت را میسر می‌سازند. در کنار اصل‌های سلسله‌مراتب و تداخل، اصل‌های تصمیم (P5) و آگاهی (P6) برای شناخت محرک‌های سیستم‌های اجتماعی، ضروری هستند. این دو اصل امکان مدل‌سازی نظام‌های انسانی نظیر افراد، گروه‌ها، شرکت‌ها، نهادها یا جوامع را که با یکدیگر و محیط مادی خود تعامل دارند را ممکن می‌سازد. درنهایت، اصل تقدم محیط‌زیست (P7) تأکید دارد هر تحلیلی از HES باید نخست با شناخت کامل پویایی‌های محیط‌زیست و پاسخ‌های آن به تصمیمات انسان آغاز شود. به‌این‌ترتیب، بر ماهیت سیستم‌های جفت انسان و محیط‌زیست تأکید شده و به اثرات بازگشتی ناخواسته اعتراف دارد (P4) که در حالت ایده‌آل از آن‌ها پرهیز می‌شود (قربانی، ۱۳۹۸؛ Scholz, 2011).

جدول (۱): اصل‌های نظام انسان-محیط‌زیست (HES)

عدد	عنوان	محتویات
P1	مکمل	نظام‌های انسان و محیط‌زیست، مکمل هستند.
P2	سلسله‌مراتب	نظام‌های انسان و محیط‌زیست هردو ساختارهای سلسله مراتبی دارند.
P3	تداخل	تعامل‌های مختل‌کننده میان و درون سطوح مختلف نظام‌های انسان و محیط‌زیست، به‌خصوص میان سطوح خرد و کلان وجود دارد.
P4	بازخورد	انواع مختلف حلقه‌های بازخورد درون و میان نظام‌های انسان و محیط‌زیست وجود دارد.
P5	تصمیم	نظام‌های انسان را می‌توان به‌مثابه تصمیم‌گیرندگانی تصور کرد که محرک‌هایی داشته و برای تحقق اهداف مشخص، عمل می‌کنند.
P6	آگاهی	نظام‌های انسانی، انواع مختلف آگاهی محیط‌زیستی دارند.
P7	تقدم محیط‌زیست	تحلیل مؤثر نظام‌های انسان و محیط‌زیست و همچنین برنامه‌ریزی برای تعامل‌های پایدار انسان – محیط‌زیست نیازمند تحلیل جامع محیط مادی و اجتماعی است که ماتریس HES را می‌سازد.

در این راستا چارچوب HES با تکیه‌بر هفت اصل HES و مطابق با مراحل نشان داده‌شده در شکل (۲)، برای شناخت عوامل و تعامل‌های انسانی – محیطی در رابطه با امنیت آب در منطقه موردمطالعه ترسیم گردید.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]



شکل (۲): جریان و مراحل چارچوب HES

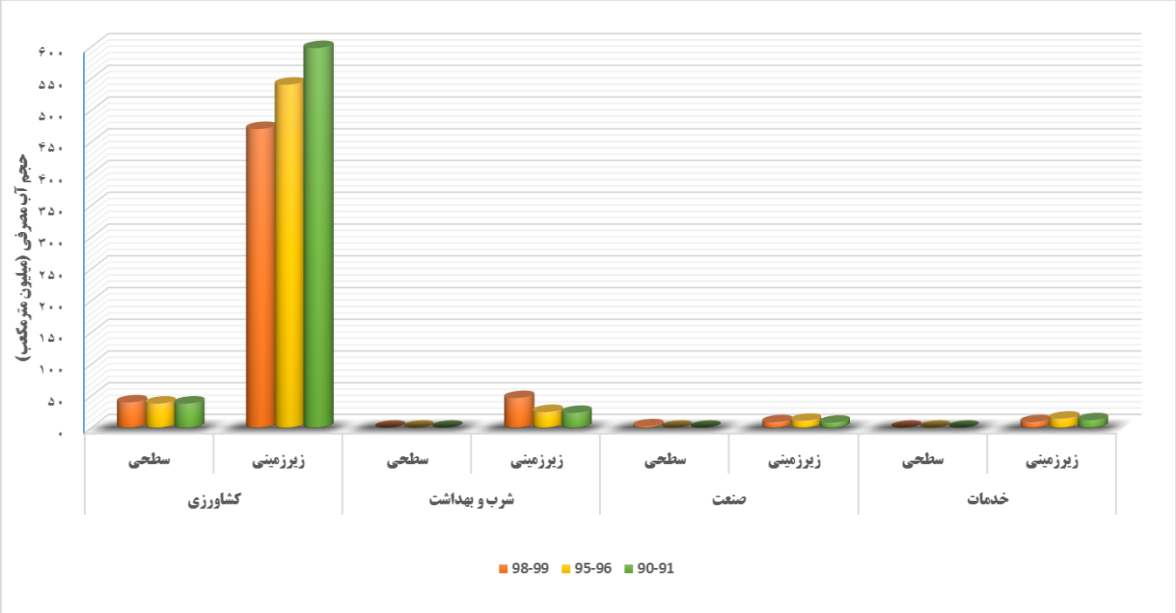
تعریف سؤال راهنما و مرز سیستم

تعریف سؤال راهنما و مرز سیستم، گام نخست بنیادی برای هر نوع بررسی است. زیرا مسئله را متمرکز می‌کند و به تحقیق و بررسی جهت می‌دهد و همچنین مشخص می‌کند که چه نوع داده‌هایی باید جمع‌آوری شود. لذا در این راستا با توجه به مطالعات صورت گرفته به‌منظور مشخص نمودن سؤال راهنما و مرز سیستم در حوضه موردمطالعه باید به یکسری پرسش‌ها پاسخ داده شود، که در ادامه پرسش و پاسخ مربوطه ارائه می‌گردد:

الف) چه محیط مادی-بیوفیزیکی و اجتماعی – معرفتی باید مدنظر قرار گیرد تا بتوان راهبردهای معنادار برای دگرگون ساختن مسئله از چشم‌انداز نظام انسانی «کلیدی» که تمرکز اصلی تحقیق است، ارائه داد؟

پاسخ: منطقه موردمطالعه (محیط مادی-بیوفیزیکی) حوزه آبخیز دشت نیشابور در استان خراسان رضوی است و با توجه به بحران آب به وجود آمده در منطقه و اختصاص بیشترین سهم از مصرف آب (مخصوصاً آب زیرزمینی) به بخش کشاورزی (شکل ۳) و به دنبال آن وقوع بحران جدی در حوضه، نظام انسانی کلیدی (محیط اجتماعی – معرفتی) در پژوهش حاضر «جامعه کشاورزان» می‌باشند.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]



شکل (۳): میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف (کشاورزی، شرب و بهداشت، صنعت و خدمات) در دشت نیشابور (آب منطقه‌ای خراسان رضوی)

ب) چه نظام‌های انسانی دیگر (زیرسیستم یا فرا سیستم) که کنش آن‌ها در تداخل با نظام انسانی «کلیدی» است باید مدنظر قرار گیرد؟

پاسخ: سایر کنشگران اثرگذار در حوزه آب و در تداخل و تعامل با نظام انسانی «کلیدی» در منطقه شامل سازمان‌ها و ادارات مرتبط ازجمله: آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی، اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی، استانداری خراسان رضوی، جهاد کشاورزی خراسان رضوی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی، اداره کل محیط‌زیست خراسان رضوی، شرکت مدیریت منابع آب ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خراسان رضوی، شرکت آب و فاضلاب روستایی می‌باشند.

تعریف نظام‌های انسانی و سیستم محیط‌زیستی هم‌ارز

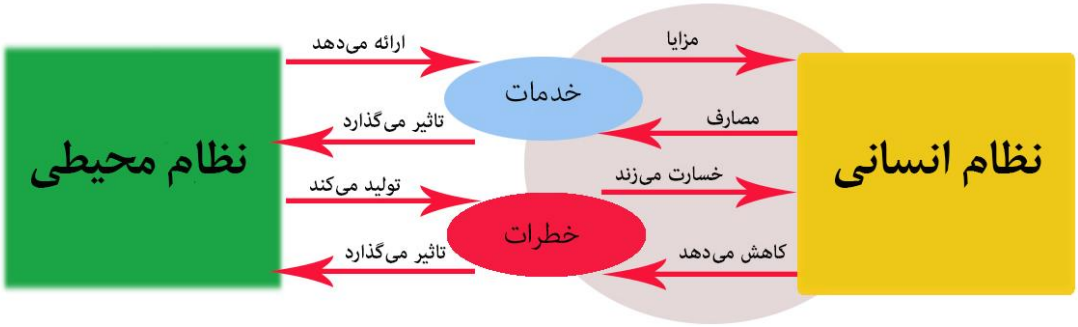
در این پژوهش، نظام‌های انسانی موردمطالعه، جامعه کشاورزان حوزه آبخیز دشت نیشابور و کارشناسان نهادی مرتبط با آب در نظر گرفته‌شده‌اند. سیستم محیط‌زیستی موردمطالعه نیز به‌طورکلی شامل سیستم بیوفیزیکی و هیدرولوژیکی حاکم بر منطقه ازجمله وضعیت آب و هوایی و اقلیمی، منابع آب سطحی و زیرزمینی و همچنین حوادث طبیعی مانند سیل و خشکسالی و... است.

تحلیل اصل تقدم محیط‌زیست، محرک‌های انسانی و محیطی و پیش‌بینی حلقه‌های بازخورد اولیه و ثانویه ناشی از کنش‌های انسانی و محیطی

امنیت آب، مفهومی مبتنی بر ریسک است لذا در این بخش، محرک‌های انسانی و محیطی و پیش‌بینی حلقه‌های بازخورد اولیه و ثانویه ناشی از کنش‌های انسانی و محیطی در مرز سیستم مطالعاتی که در بستر مفاهیم خدمات اکوسیستم و خطرات محیط‌زیستی، نمود پیدا می‌کنند، بررسی و تعیین گردید (شکل ۴). مفاهیم خدمات اکوسیستم و خطرات محیط‌زیستی، مفاهیمی هستند که به رقم خوردن الگوهای پایدارتر تعامل میان انسان و طبیعت کمک می‌کنند. خدمات اکوسیستم دال بر شرایط و فرآیندهایی است که ضمن آن اکوسیستم‌های طبیعی و گونه‌های موجود در آن‌ها، پایداری و

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]

حیات انسان را محقق می‌سازند. اکوسیستم‌ها با توجه به خدمات ضروری که برای تداوم حیات بشر ارائه داده و جنبه‌های کارکردی که به پشتیبانی از این خدمات می‌انجامد شناخته می‌شوند. بسیاری از مسائل محیط‌زیستی از نادیده گرفتن و غفلت در مورد اهمیت خدمات ضروری اکوسیستم و پیامدهای بهره‌کشی بیش‌ازحد از برخی خدمات و درنتیجه زایل‌کردن پایه و اساس برخی خدمات دیگر و شکل‌گیری منشأ جدید خطرات سر برمی‌آورند (قربانی، ۱۳۹۷؛ Pahl-Wostl, 2015). خطرات محیط‌زیستی برای جامعه، درواقع رویدادی محیطی است که می‌تواند به جامعه آسیب و خسارات وارد کند. خطرات شایع در حوزه آب، سیل و خشکسالی می‌باشند و همواره ریسک بزرگی برای فعالیت‌های اقتصادی و زندگی بشر محسوب می‌شوند (Castillo et al. 2019).

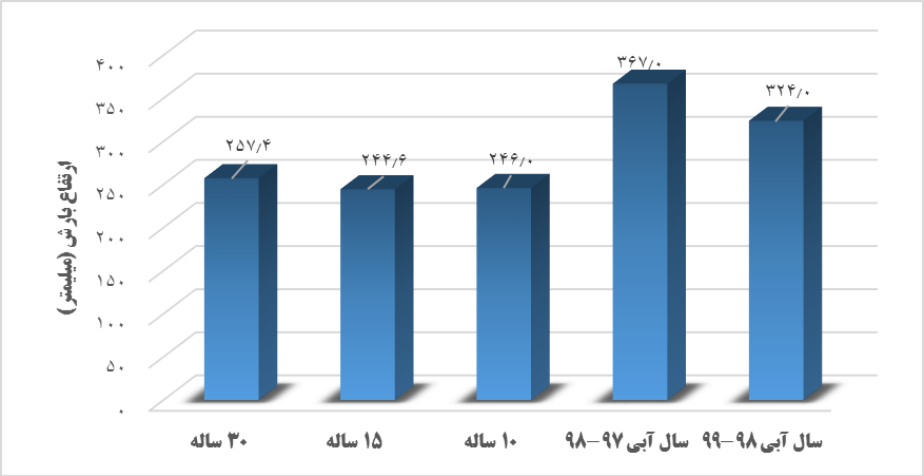


شکل (۴): کنش‌های انسانی-محیطی در بستر مفاهیم خدمات و خطرات آب

نتایج و بحث

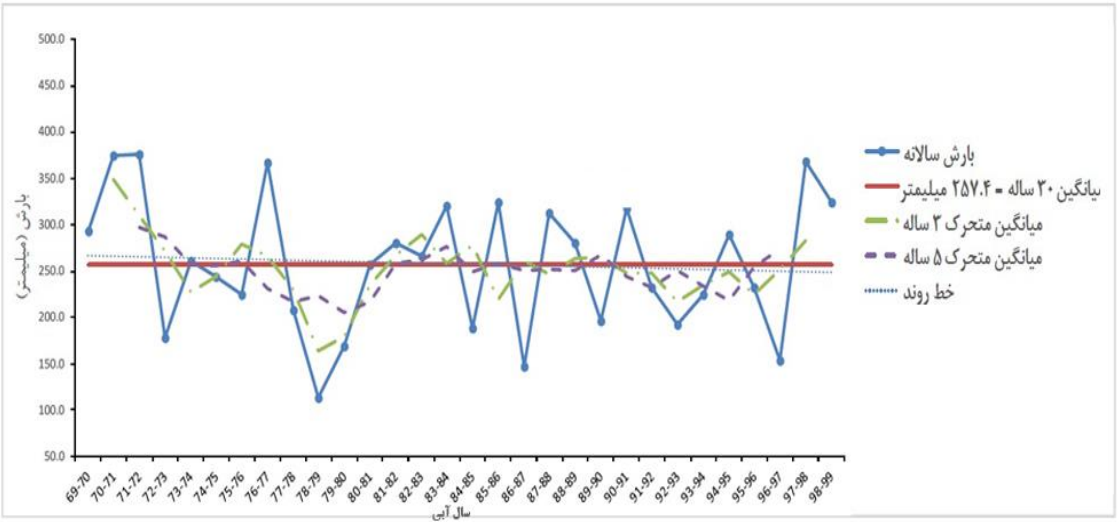
تحلیل وضعیت مسئله آب در حوزه آبخیز دشت نیشابور

در چند دهه گذشته، به دلیل گرم شدن زمین و تغییرات اقلیمی، میانگین بارش در حوزه آبخیز موردمطالعه کاهش‌یافته است. البته سال‌هایی پرباران، مانند سال آبی ۹۷-۹۸ و ۹۸-۹۹ نیز وجود داشته است (شکل ۵)، اما روند کلی، کاهش بارش، گرم شدن هوا، افزایش تبخیر و تعرق، خشکی و کم‌آبی بیشتر را نشان می‌دهد (شکل ۶).



شکل (۵): میانگین بارندگی در حوزه آبخیز دشت نیشابور تا سال آبی ۹۸-۹۹

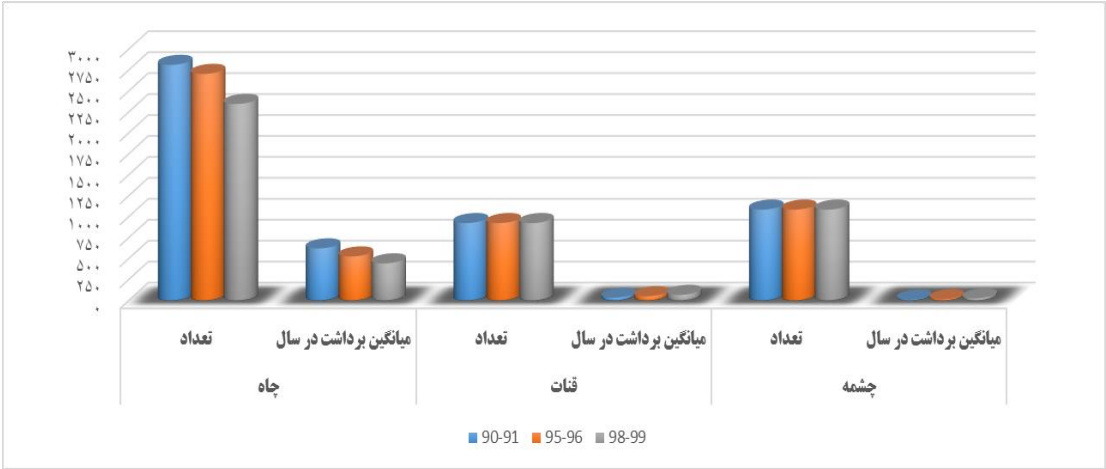
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]



شکل (۶): روند تغییرات بارندگی در حوزه آبخیز نیشابور

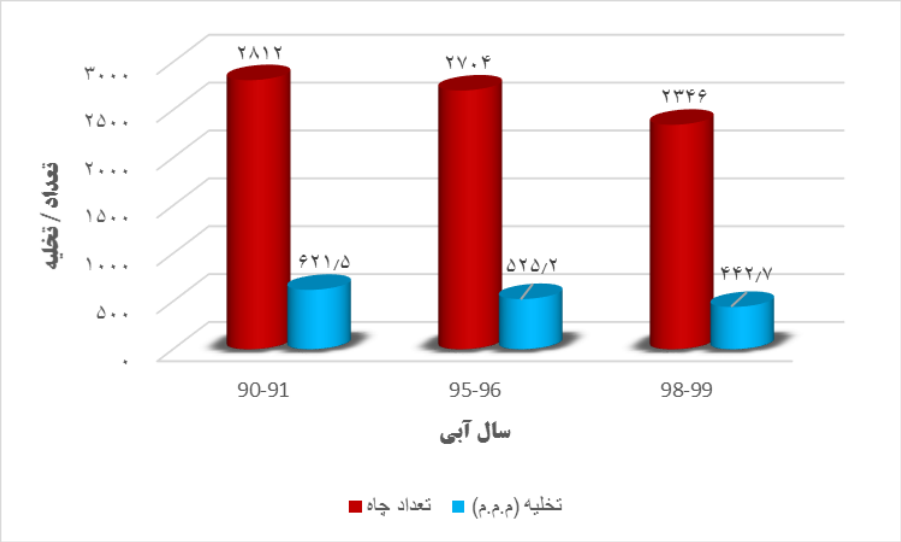
همان‌طور که در شکل (۳) نشان داده‌شده است، منبع اصلی تأمین آب در حوزه آبخیز دشت نیشابور، منابع آب زیرزمینی است. در این راستا بیشترین حجم برداشت آب (بالغبر ۴۵۰ میلیون مترمکعب در سال آبی ۹۸-۹۹) نیز به بخش کشاورزی اختصاص دارد. این در حالی است که به علت ناچیز بودن منابع آب سطحی در حوضه موردمطالعه، کلیه مصارف دیگر اعم از صنعت، شرب و بهداشت و خدمات نیز تماماً به منابع آب زیرزمینی وابسته هستند.

در این راستا، مطابق با نتایج ارائه‌شده در شکل (۷)عمده برداشت آب از مخزن آب زیرزمینی از طریق چاه‌ها صورت می‌گیرد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد (شکل ۸) به‌طورکلی تعداد چاه‌ها در طول دوره آماری در حوزه کاهش‌یافته و حجم برداشت نیز کم شده است. اما تعداد چاه‌های عمیق کشاورزی در حوزه روند افزایشی داشته است (شکل ۹). این بدان معنی است که دیگر آبی در آبخوان باقی نمانده که با افزایش تعداد و عمق چاه‌ها بتوان آن را برداشت نمود.

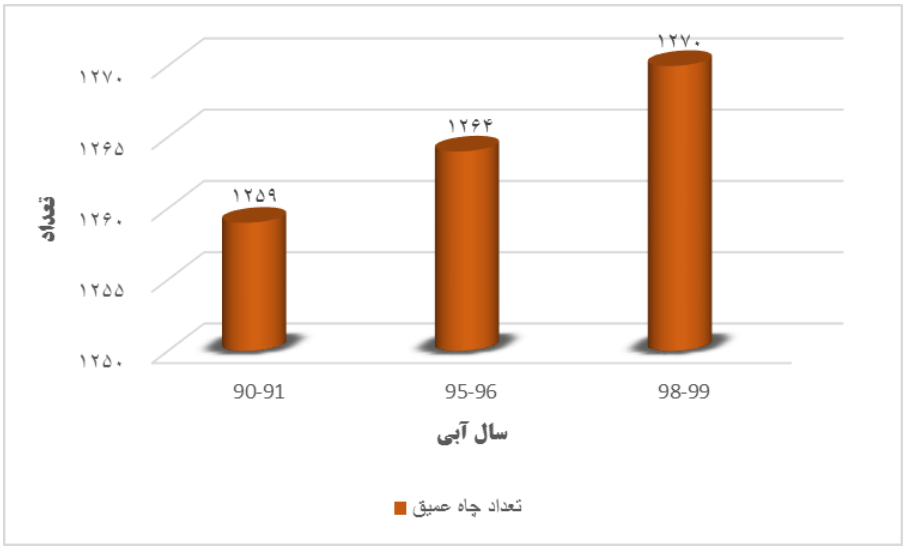


شکل (۷): منابع آب زیرزمینی در حوزه آبخیز دشت نیشابور

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]



شکل (۸): روند تغییر تعداد و آبدهی چاه‌ها در دشت نیشابور طی سال‌های ۹۱-۹۰، ۹۶-۹۵ و ۹۸-۹۹

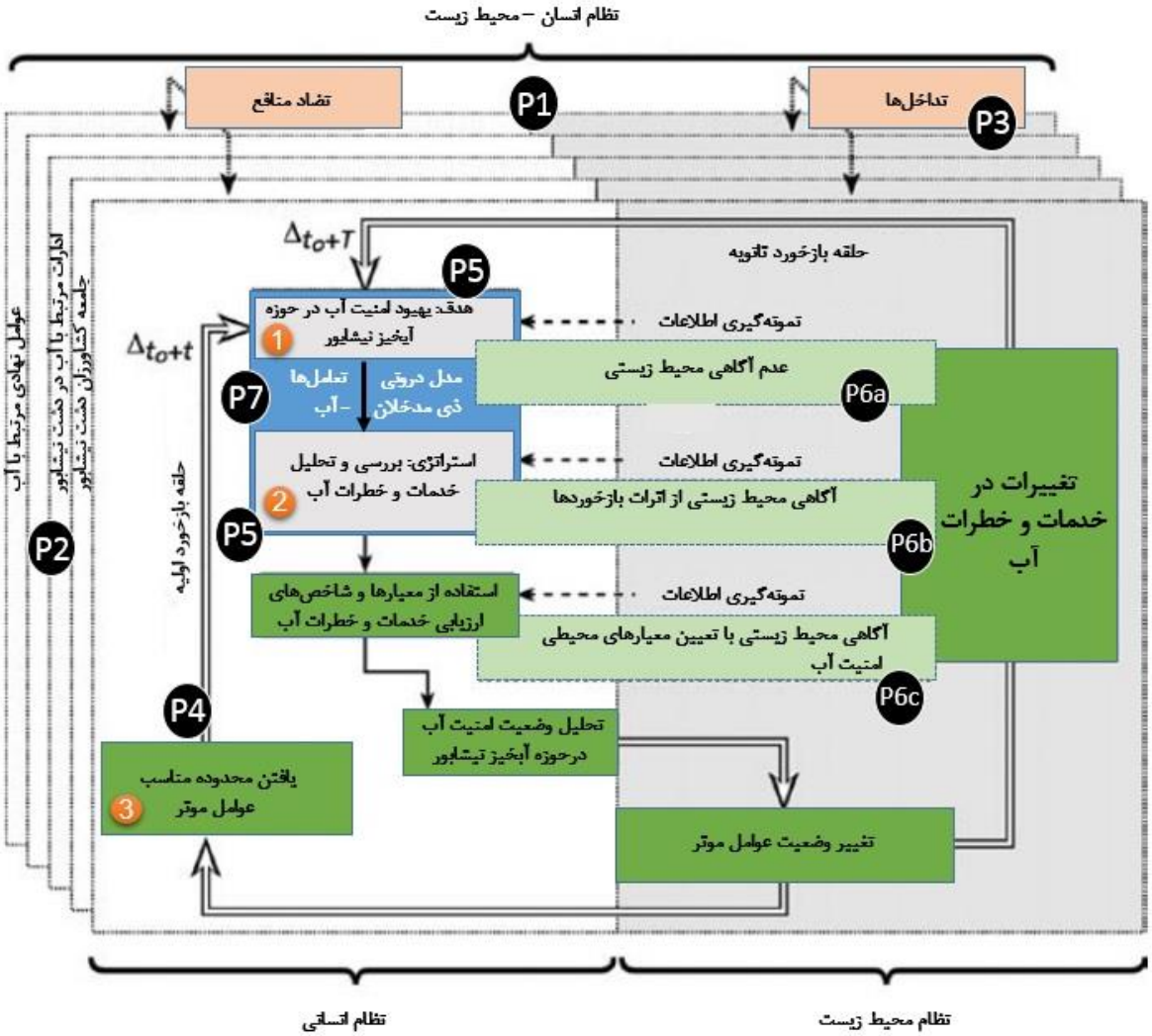


شکل (۹): روند تغییر تعداد چاه‌های عمیق کشاورزی در دشت نیشابور طی سال‌های ۹۱-۹۰، ۹۶-۹۵ و ۹۸-۹۹

ترسیم و تحلیل چارچوب HES

همان‌طور که بیان گردید تعامل‌های انسان – محیط‌زیست نشان‌دهنده تمایز میان تعامل‌های سودمند و مضر، یا آنچه انسان‌ها مفید یا مضر تصور می‌کنند است که مهم‌ترین نیروهای محرک رابطه میان انسان و طبیعت را در برمی‌گیرد. در این راستا چارچوب HES مطابق با مراحل شرح داده‌شده در بخش چارچوب HES ، به‌منظور بررسی تعامل‌های انسانی – محیطی پیرامون امنیت آب در منطقه موردمطالعه مطابق شکل (۱۰) ترسیم گردید.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]



شکل (۱۰): چارچوب HES امنیت آب در دشت نیشابور

چارچوب HES و اصل‌های مربوطه، برای تسهیل تحقیقات در مورد مسائل و پرسش‌های محیطی – انسانی پیچیده و رویارویی با آن‌ها طراحی می‌شود. زیرا معمولاً در مراحل اولیه پرداختن به یک مسئله محیطی پیچیده و بدخیم، مسئله بدون ساختار به نظر می‌رسد و نمی‌توان همیشه به‌وضوح آن را تعریف کرد. باید مشخص شود که قرار است چه زیرمجموعه‌ای از جهان موردبررسی قرار گیرد و امکان شروع کارآمد فرآیندی که امکان تحلیل، شناخت بهتر و در صورت ممکن، تغییر تعامل انسان- محیط‌زیست را دارد، به وجود می‌آورد (قربانی، ۱۳۹۸؛ Scholz, 2011). همان‌طور که در شکل (۳) نشان داده‌شده است، اصل‌های HES که با اعداد در چارچوب HES مشخص‌شده‌اند به‌عنوان اصل‌های کلیدی برای ساختار و فرآیند تحول مسئله محیط‌زیستی به کار می‌آیند. این چارچوب شامل یک دیدگاه سلسله مراتبی از سیستم انسانی است. در هر سطح سلسله مراتبی، سازوکارهای نظارتی متفاوتی در رابطه با سیستم محیطی وجود دارد. درک این مکانیسم‌ها اجازه می‌دهد تا مکانیسم‌های نظارتی مداخله کننده شناسایی شوند. این چارچوب به مفهوم‌سازی رفتار انسان از طریق هدف و استراتژی (مستطیل ۱)، انتخاب استراتژی (مستطیل ۲)، عمل و یادگیری (مستطیل ۳) با توجه به بازخوردهای فوری (اولیه) و تأخیری (ثانویه) نظام محیطی می‌پردازد. در این راستا، با توجه به تعریف مفهوم امنیت آب،

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]

آگاهی از محرک‌های انسانی و محیطی و حلقه‌های بازخورد اولیه و ثانویه بین دو نظام انسان و محیط‌زیست ناشی از کنش بین خدمات اکوسیستم مانند تولید و عرضه آب، و خطرات محیط‌زیستی مانند سیل و خشکسالی به‌عنوان استراتژی منتخب برای هدف تامین امنیت آب در حوضه است. بدین منظور شناخت کامل متغیرهای موجود در تمام ابعاد انسانی و محیط‌زیستی، ذی مدخلان کلیدی و تأثیرگذار، شناخت سطوح سلسله مراتبی آگاهی محیط‌زیستی و درنهایت یادگیری و عمل بر اساس مؤلفه‌های کلیدی و تعاملات شناسایی‌شده توسط چارچوب HES، تجزیه‌وتحلیل پیچیدگی سیستم را به نحو مطلوبی میسر می‌سازد. مطالعات بسیاری لزوم بهره‌گیری از چارچوب HES برای ساختار بخشیدن به مسائل پیچیده را مورد تأکید قرار داده‌اند. Li و همکاران (۲۰۰۷)، از طریق چارچوب HES، وضعیت وخیم دامداران مغولستان را که فعالیت‌های دامداری آن‌ها، چمنزارهایی را که به‌عنوان مرتع استفاده می‌کردند تخریب کرده بود را بررسی نمودند و استراتژی‌های لازم جهت هدف اصلی یعنی تضمین معیشت خانواده را با در نظر گرفتن تاریخچه چمنزارهای مغولستان، حقوق مالکیت، کشمکش‌ها و دوراهی‌های مستمر که نمونه‌ای از ارزش منابع مشترک را به نمایش می‌گذارد مشخص نمودند. در پژوهشی دیگر، Scholz (۲۰۱۱)، اثرات منفی و ناخواسته و مزایای احتمالی ناشی از انتخاب سوخت زیستی حاصل از محصولات کشاورزی توسط کشور سوئد را با استفاده از چارچوب HES، بررسی کرده و برخی پویایی‌های ناپایدار که علم و جامعه بدان معترف نبودند را مشخص و ارائه نمود.

به‌این‌ترتیب، ارزیابی آگاهی که نظام‌های انسانی در موردتعامل خود با محیط‌زیست دارند نیازمند یک ابزار مفهومی است. در این راستا می‌توان فرآیندهای یادگیری را مدل‌سازی کرد، آگاهی محیط‌زیستی را ارتقا بخشید، اثرات بازگشتی را پیش‌بینی کرد و قابلیت نظام‌های انسانی در سازگاری و متعادل شدن با سیستم‌های محیط‌زیستی را ارزیابی کرد و آن‌ها را در محدوده موردنیاز برای پایدار نگه‌داشتن نظام‌های انسانی، حفظ کرد.

نتیجه‌گیری

روند افزایش جمعیت شهری، کاهش جمعیت روستایی، افزایش سطح بهداشت و رفاه عمومی، تغییر فرهنگ و شیوه زندگی، توزیع آب مفت با یارانه‌های پیدا و پنهان، توسعه ناپایدار و ناهم‌خوان با توان آبی حوزه، بد مصرفی و اسراف آب باعث شده که حجم آبی که از آبخوان‌های زیرزمینی برداشت می‌شود بسیار بیشتر از تغذیه آن‌ها باشد. درنتیجه تعادل آبی در حوزه‌های آبخیز برهم‌خورده و هرسال حجمی از آبخوان‌های زیرزمینی نابود می‌شود. با کاهش سطح آب زیرزمینی، آبدهی قنات‌ها، چشمه‌های چاه‌ها کم می‌شود و این منابع خشک می‌شوند، سطح زمین نشست می‌کند و شکاف می‌خورد. در منطقه فرونشست پایداری راه‌ها و راه‌آهن، فرودگاه‌ها، خطوط انتقال انرژی و آب و فاضلاب و پایداری ساختمان‌ها بر هم می‌خورد و زمین‌های کشاورزی به کانون‌های گردوخاک و ریز گرد تبدیل می‌شود. ازاین‌رو با توجه به اینکه نظام‌های انسانی و اجتماعی به‌صورت نیمه‌خودکار و به‌هم‌پیوسته در نظر گرفته می‌شوند. وقوع این پدیده‌های ویرانگر در چرخه‌ای از تعاملات و بازخوردها بین نظام انسانی و محیطی (HES) روی می‌دهد. این نظام‌ها با انواع مختلف آگاهی محیطی و انواع مختلف حلقه‌های بازخورد به هم پیوند می‌خورند. بازخورد در مقیاس‌های زمانی مختلف صورت می‌گیرد. با چارچوب HES مکانیسم‌های یادگیری و اصول تغییر رفتار را می‌توان مشخص کرد. بنابراین ویژگی‌های سیستم مانند آسیب‌پذیری، ثبات یا انعطاف‌پذیری را می‌توان به‌صراحت بیان کرد.

در پژوهش حاضر پس از بررسی روند تغییرات مسئله آب در حوزه آبخیز دشت نیشابور طی سال‌های ۱۳۹۰- ۱۳۹۹ و سپس با توجه به شناسایی وضعیت حاکم بر حوزه، با توجه به تأثیرگذاری عوامل مختلف انسانی و طبیعی در بروز بحران فعلی، اصول اساسی، کاربردها و بحث روش‌شناختی رویکرد نظام‌های انسان- محیط‌زیست ارائه گردید. نتایج ترسیم چارچوب HES در ارتباط با مفهوم امنیت آب در دشت نیشابور بیانگر نقش کلیدی دو مفهوم خدمات اکوسیستم و خطرات محیط‌زیستی و نحوه تعاملات آن‌ها در حفاظت از سلامت حوزه آبخیز و پایایی منابع آب می‌باشد. ازاین‌رو، توسعه‌ی پایدار، جستاری پیوسته

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]

باهدف مدیریت محدودیت‌های سیستم است و در این راستا، ارزیابی مناسب ظرفیت سازگاری محیط مادی و اجتماعی ضرورت دارد و باید کنش‌های پایدار مناسب کشف شود. ازجمله مهارت‌های پایداری که کاملاً با اصل‌های HES در ارتباط‌اند و کلید سواد محیط‌زیستی تلقی می‌شوند، عبارتند از: درک ظرفیت محیط‌زیست، اثرات بازگشتی، نقاط اوج، موازنه‌ها، مدیریت تاب‌آوری، تعریف مسئله و نمایش سیستم. براین اساس، اگر روابط پایدار انسان- محیط‌زیست هدف باشد، این توانایی‌ها برای تمامی سطوح نظام‌های انسانی، از سطح فردی تا نهادی و دولت‌ها و نظام‌های فراملی، مطلوب و راهگشا خواهد بود. بنابراین، با توجه به اینکه کاربرد HES در تمام سیستم‌های محیط‌زیستی و تکنولوژیکی وجود دارد، لزوم بهره‌گیری از چارچوب HES برای ساختار بخشیدن به مسائل پیچیده به‌منظور تجزیه‌وتحلیل هرچه کامل‌تر و همه‌جانبه‌تر نحوه تعاملات و بازخوردهای موجود در سیستم موردمطالعه، شناخت سطوح سلسله مراتبی آگاهی محیط‌زیستی و درنهایت یادگیری و عمل بر اساس مؤلفه‌های کلیدی و تعاملات شناسایی‌شده توسط چارچوب HES پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱. آسیابی هیر، ر.، ر. مصطفی زاده، م. رئوف و ا. اسمعلی عوری (۱۳۹۴) شاخص فقر آب و اهمیت آن در مدیریت منابع آب.نشریه ترویج و توسعه آبخیزداری، سال سوم، شماره ۱۱، ص ۱۷-۲۳.

۲. باقری، ع. (۱۳۹۰) بررسی روابط بارش، رواناب و ضریب رواناب در حوضه آبریز نیشابور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. زراعتی نیشابوری، س.، م. پوررضا بیلندی، ع. خاشعی سیوکی و ع. شهیدی (۱۳۹۹) مقایسه مدل رگرسیون فازی امکانی و رگرسیون کمترین مربعات فازی در پیش بینی تراز سطح ایستابی آبخوان دشت نیشابور- علوم و مهندسی آبیاری، جلد۴۳، شماره۱، بهار ۱۳۹۹، ص ۱۳۱-۱۴۳.

۴. شارکیان، م. (۱۳۹۴) مدیریت یکپارچه منابع آبی با استفاده از مدل WEAP در حوضه مطالعاتی دشت نیشابور. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهرود.

۵. فرج زاده اصل، م. و آ. بیگم حسینی (۱۳۸۶) تحلیل بحران آب دشت نیشابور. فصلنامه مدرس علوم انسانی، ویژه نامه جغرافیا، بهار ۱۳۸۶، ص ۲۱۵-۲۳۸.

۶. قربانی، م. (۱۳۹۷). حکمرانی آب در مواجهه با تغییر جهانی. انتشارات دانشگاه تهران.

۷. قربانی، م. (۱۳۹۸) سواد محیط‌زیستی در علم و جامعه (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تهران.

8. Castillo R.M., Wilhelm F.M. and Machado K. *(2019). A CLEWS Nexus modeling approach to assess water security trajectories and infrastructure needs in Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank. Water and Sanitation Division. 63P.
9. European Commission. *(2015). Science for environment policy.* Future brief: innovation in the European water sector.
10. Grey D. and Sadoff C.W. *(2007). Sink or Swim? Water security for growth and development*. Water Policy 9: 545-571.
11. Gunda T., Hess D., Hornberger G.M. and Worland S. *(2019). Water security in practice: The quantity-quality-society nexus.* Journal of Water Security, 6: 1-6.
12. Li W., Ali S. H. and Zhang Q. *(2007). Property right and grassland degradation: a study of the Xilingol Pasture, Inner Mongolia, China.* Journal of Environmental Management, *85(2), 61-70*.
13. Li Yi. Kappas M. and Li Ya. *(2018). Exploring the coastal urban resilience and transformation of coupledhuman-environment systems.* Journal of Cleaner Production, 195: 1505-1511.
14. OECD. *(2013). Water security for better lives. OECD Studies on Water*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]

15. Pahl-Wostl C. *(2015). Water Governance in the Face of Global Change: From Understanding to Transformation.* Institute for Environmental Systems Research. University of Osnabruk, Osnabruk, Germany.
16. Scholz R.W. *(2011). Environmental Literacy in Science and Society: From Knowledge to Decisions.* Cambridge University Press, Cambridge, UK.
17. United Nations University. *(2013). Water security & the global water agenda. A UN-Water analytical brief.* United Nations Institute for Water Environment and Health, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Canad
18. World Bank. *(2015). A water-secure world for all. Water for development: responding to the challenges*. Conference Edition. World Bank, Washington DC

Analysis of Water Security Concept in Neyshabour Plain Watershed by Using Human-Environment System (HES) Interaction Framework

Maryam Yazdanparast[1], Mehdi Ghorbani[2*] , Ali Salajegheh[3], Reza Kerachian[4]

1. Post-Doc Researcher, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
3. Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
4. Professor, Faculty of Civil Engineering, University of Tehran, Iran.

Received: 2022/05
Accepted: 2022/08

Abstract

The water shortage crisis that is sweeping the globe today has posed serious harm and threat to people around the world. Meanwhile, Iran is one of the water-scarce countries due to its location in the arid and semi-arid belt and fluctuations in rainfall. The water status in most of its regions is in a state of tension and sometimes crisis. The pervasive nature of water and the existence of numerous human and environmental factors affecting its reliability have greatly complicated the interactions between the human-environmental dimensions. Therefore, the study of these complex environmental systems that are affected by human actions is a major scientific challenge. This challenge must bridge the gap between the natural sciences and the social sciences and dominate modeling at different scales. Therefore, there is a need to integrate knowledge from the natural and social sciences. In this regard, the purpose of this study is to analyze the water crisis and the concept of water security by presenting a framework for Human-Environment System (HES) interactions in the Neishabur Plain watershed. In this regard, first, the process of changing the water issue in the Neishabur Plain watershed during 2011-2020 was investigated, and then, according to the identification of the prevailing situation in the watershed, considering the influence of various human and natural factors in the current crisis, to identify the main factors affecting the occurrence of the crisis and determining how they interact and feedback for a comprehensive analysis of the water crisis and the consequences of this water shortage in the region. The results of the investigation of the water issue in the area generally show a decrease in precipitation, warming of the air, increase in evaporation and transpiration, dryness, and more dehydration. This is while the largest volume of water harvesting in the basin (ca. 450 million m^3 in the 2019-2020 water year) is also dedicated to the agricultural sector. In addition, the results show that understanding the hierarchical levels of environmental awareness and ultimately learning and practice based on key components and interactions identified by the HES framework, facilitates the analysis of system complexity.

Key words: Water Resources Management, Sustainable Development, Complex Systems, Environmental Risk, Ecosystem Services.

* mehghorbani@ut.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.4.3]