فصلنامه ژئوپلیتیک ـ سال بیست و یکم، شماره اول، بهار ۱۴۰۴ Scopus
صص ۱۷۶- ۱۴۳

تحلیل فضایی توسعه پایدار منطقه ژئوپلیتیک مکران مبتنی بر رویکرد همبست آب، غذا، انرژی با استفاده از شبیه‌سازی سیستمی(مطالعه موردی: شهرستان میناب)

سمیرا مردانی – کارشناسی‌ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
دکتر محمدرضا شهبازبگیان* - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۵**

چکیده

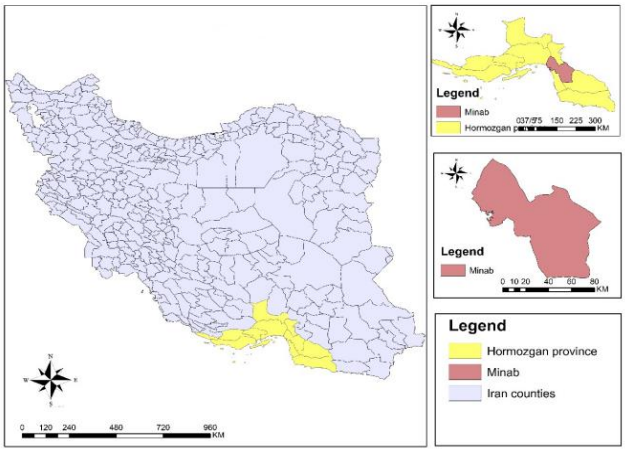
منطقه مکران واقع در جنوب‌شرقی ایران در مجاورت دریای عمان، دارای ظرفیت‌های بالقوه‌ای است که می‌توان از آن در راستای توسعه کشور بهره‌برد. مقاله حاضر جهت تحقق این هدف به تحلیل فضایی توسعه پایدار شهرستان میناب به عنوان دروازه ورودی منطقه با استفاده از شبیه‌سازی سیستمی مبتنی بر رویکرد همبست آب، غذا و انرژی تا افق ۲۰۵۰ در راستای پایداری منابع آب، پرداخته است. بنابراین با اجرای یک مدل مبتنی بر پویایی سیستم‌ها در راستای ارزیابی سیاست راه‌اندازی و توسعه آب شیرین‌کن‌های هسته‌ای، وضعیت سه متغییر اساسی شامل ۱. درصد تامین حجمی آب ۲. جمعیت ۳. تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه، تحت پنج سناریو شامل، راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن اتمی با چهار ظرفیت اسمی ۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰مگاوات به انضمام ادامه وضع موجود مورد بررسی قرارگرفت. بنابر نتایج شبیه‌سازی، سیاست راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن هسته‌ای منجر به تحقق اهداف توسعه پایدار و هر دو فرضیه مقاله در روند فرآیند ارزیابی، تایید شد.

واژه‌های کلیدی: همبست‌آب، غذا و انرژی، پویایی سیستم‌ها، تحلیل فضایی، منطقه مکران، شهرستان میناب.

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات E mail: Mr.shahbazbegian@modares.ac.ir

۱. مقدمه

شـهرسـتان میناب واقع در منطقه مکران محصـور در مرزهای سـیاسـی دو اسـتان هرمزگان و سیستان‌وبلوچستان می‌باشد(شکل۱).

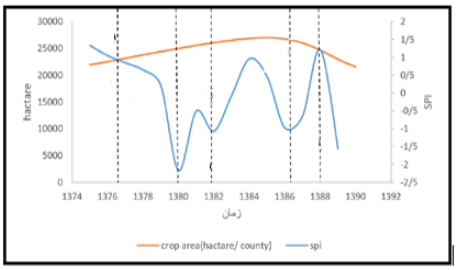


شکل(۱): شهرستان میناب واقع در سواحل مکران

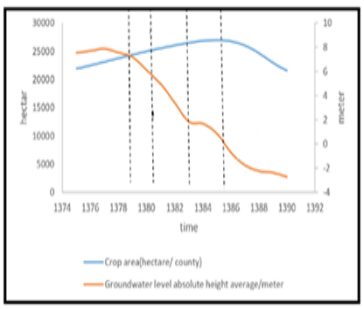
(**Source**: Feizolahi and et al,2019:237)

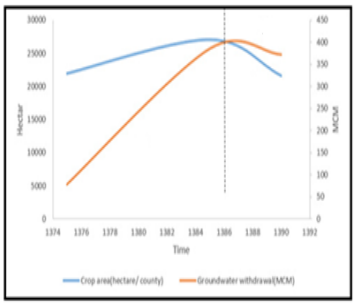
مکران سرزمینی ساحلی و راهبردی واقع در قاره‌ی آسیا در جنوب‌شرقی ایران و جنوب‌غربی پاکستان است که در طول خلیج عمان از باختر میناب ایران تا لاس بلا در جنوب خاوری ایالت بلوچستان پاکستان گسترده شده است(Feizolahi and et al,2019:237). این منطقه درکشور ایران با مساحت ۳۰۲، ۵۵ کیلومترمربع است که حدود ۵/۱ درصد از مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این محدوده راهبردی شامل شش شهرستان از دو استان هرمزگان و سیستان‌وبلوچستان است که عبارت‌است از شش شهرستان دشتیاری، چابهار، کنارک، جاسک، سیریک ومیناب. در مقاله حاضر شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی مکران که یکی از شهرستان‌های حائز اهمیت این منطقه محسوب می‌شود، مورد مطالعه قرار گرفته است. محدوده مطالعاتی میناب دارای وسعتی در حدود ۶۵۲/۵ کیلومترمربع می‌باشد. با توجه به اسناد بالادستی مانند سند جهت‌گیری‌های آمایش سرزمین منطقه مکران(Iranian Land use Planning Document,2017) به دلیل عدم توجه به محدودیت منابع و تاکید آن صرفاً به رشد منجر به عدم

توازن و تعادل فضایی منطقه در آینده خواهد شد. به طوری‌که توسعه مدنظر منطقه مکران در اسناد بالادستی با نگاه بر محدودیت منابع صورت نگرفته است و فقط در راستای رشد منطقه و بدون درنظرگرفتن محدودیت منابع به خصوص منابع آب تدوین شده است، بنابراین با توجه به نمودارهای(شکل۲) در راستای ارزیابی منابع آب شهرستان میناب در آینده‌ای نه چندان دور با محدودیت منابع به خصوص منابع آب مواجه خواهد شد و با توجه به اینکه اساساً توسعه مکران



(a)





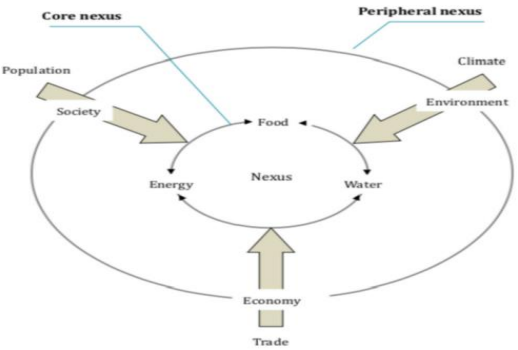
(b) (c)

شکل(۲): نمودارهای دشت میناب

(**Source:** Feizolahi and et al,2019:237)

a- نمودار سنجه خشکسالی SPI) در برابر سطح زیرکشت دشت میناب؛ b- نمودار تغییرات سطح زیرکشت و میانگین ارتفاع مطلق سطح آب زیرزمینی دشت میناب؛ c- نمودار برداشت از منابع آب زیرزمینی در برابر سطح زیرکشت دشت میناب صرفاً تابع ظرفیت‌های منطقه مکران نیست، بلکه مکران در پیوند با سایر نقاط کشور و ظرفیت‌های فراملی آن مدنظر است، بنابراین

در مقاله حاضر جهت سیاست‌گذاری پایدار در این خصوص، رویکرد همبست آب، انرژی و غذا (شکل۳) که بر تمامی جوانب اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تاثیر مستقیم دارد، مورد مطالعه قرار گرفته است.



شکل(۳): دیدگاه مفهومی پیوند آب-انرژی-غذا

(**Source:** Chai and et al,2020:2)

آب، غذا و انرژی به عنوان اساسی‌ترین نیازهای جوامع انسانی تلقی می‌شوند. برهمین مبنا مدیریت آن‌ها جهت پایداری و فرآیندهای مرتبط با همبست این عناصرحیاتی به‌عنوان مساله‌ای حیاتی در سطح جهان محسوب می‌شود. بنابراین در نظر نگرفتن این هم پیوندی حیاتی و مستقل نگریستن به هر یک از آن‌ها در راستای طراحی سیاست‌گذاری‌ها و استراتژی‌ها و تدوین برنامه‌های خرد و کلان مسبب عدم‌پایداری خواهدشد. بدین جهت از سال۲۰۱۵ به بعد سازمان ملل متحد مجموعه‌ای از اهداف را موسوم به اهداف توسعه پایدا (SDGs) با هدف دستیابی به توسعه پایدار درازمدت در جوامع انسانی وتضمین فراهم شدن غذا، آب و انرژی به منظور پایداری برای نسل های آینده، در دستورکار خود قرار داد. در راستای عملیاتی کردن این اهداف، محققان چارچوب‌ها و رهیافت‌های میان‌رشته‌ای و تخصصی متعددی را برای دستیابی به یک تعادل پویا و پایدار در تولید و مصرف منابع ارائه کرده‌اند که یکی از مهم‌ترین آنها پیوند آب، انرژی و غذا است. براساس این رویکرد آب، انرژی و امنیت غذایی عناصر کلیدی و محوری در راستای کاهش فقر با حفظ پایداری منابع جهت بهبود معیشت از طریق خط‌مشی عادلانه است (Biggs and et al,2015:6). رویکرد همبست آب ـ انرژی ـ غذا(WEF) در جوامع بین‌المللی

در راستای پاسخگویی به تغییرات آب‌وهوا و تغییرات اجتماعی از جمله رشد جمعیت، جهانی شدن، رشد اقتصادی، شهرنشینی و رشد نابرابری و نارضایتی اجتماعی و بی‌ثباتی‌های سیاسی و اقتصادی به وجود آمده است(Hoff,2011:3). با توجه به رویکرد همبست که ارتباط و بهم‌پیوستگی میان این سه منبع را بیان می‌کند و در جریان نیل به اهداف توسعه پایدار تقویت شده است و در حال توسعه می‌باشد(Akinsete and et al,2021:5). این رویکرد می‌تواند چارچوبی انسجام‌بخش برای فراتر رفتن از رویکردهای گذشته‌ای باشد که در آن هر یک از سه رأس آب، انرژی و غذا به صورت جداگانه و بدون توجه به دیگر رئوس بررسی می‌شدند. عدم انسجام سیاستی و پایین بودن بهره‌وری در استفاده از منابع، سبب ایجاد و پررنگ‌تر شدن این رویکرد شده‌است. به کمک رویکرد همبست، می‌توان امنیت همه‌جانبه منابع آب و انرژی و غذا که توأمان با دسترسی پایدار و عادلانه است، را ارتقا بخشید. با توجه به اینکه یکی از نیازهای اولیه بشر امنیت است، امنیت به معنای اطمینان از آیندهٔ محیط‌زیستی که در آن قادر به تأمین نیازهای اولیه او همانند غذا، آب و انرژی باشد. از این‌رو جهت‌دهی سرمایه‌ها و منابع باید به سوی پایدارسازی خدمات اکوسیستمی بر مبنای مدیریت همبست منابع حیاتی محیط‌زیست باشد تا قابلیت مدیریت سیستم‌های پیچیده و ارتباطات میان آن‌ها فراهم گردد. رویکرد همبست آب، انرژی و غذا به‌منظور اجرایی شدن سیاست‌ها، لازم است در ارتباطی متشکل از محققان، متخصصان و سیاستگذاران در زمینه‌های مرتبط به اشتراک گذاشته شود، تا قابلیت‌های آن آشکار شده و اجماعی میان ذینفعان دولتی و خصوصی برای تعهد به اجرای چنین رویکردی شکل‌گیرد. درنتیجه یکی از راهبردهای پیشنهادی توسعه نهادی برای سیاست‌گذاری و گفتمان بخش‌های مختلف درگیر در پیوند آب، انرژی و غذا، برای دستیابی به اجماع و اساسِ مشترک می‌باشد. با توجه به ضرورت پیوند آب، انرژی و غذا در کشور و نقش مؤثر برقراری این پیوند در رسیدن به توسعه پایدار، لذا باید به تأکید بر مدیریت پایدار منابع، توجه شود(Albrecht and et al, 2018:10). با توجه به بحث همبست برخی از کارآمدترین مطالعات جهان و ایران در ارتباط با موضوع مقاله با محوریت رویکرد همبست، مورد ارزیابی قرار گرفته است که در ادامه به تشریح آن پرداخته می‌شود.

در مطالعه‌ای تحت عنوان «استخراج نظری ترکیب اثرات زیست‌محیطی، انرژی، کربن و ردپای‌آب: مروری بر ردپای خانوادگی» با رهیافت تعادل عمومی و با ارزیابی در بخش‌های مرتبط، ردپای محیط‌زیست، انرژی، کربن و آب به عنوان مؤلفه‌ی منتخب جهت تعریف ردپای خانوادگی استفاده می‌شود. در واقع این مسئله امکان ارزیابی چهار ردپای ذکر شده را می‌دهد که به طور مکمل در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرتبط با استفاده از منابع طبیعی و ضایعات خارج شده‌است. این مقاله به دلیل ارزیابی اثرات زیست‌محیطی چهار ردپای ذکر شده به‌ویژه آب را می‌تواند از نظر مفهومی با مقاله حاضر مرتبط سازد (Fang et al., 2014:517). در مقاله‌ای تحت عنوان «طراحی سیستم تولید محلی یکپارچه: مطالعه ارتباط بین آب ـ غذا ـ انرژی» با رویکرد تعادل جزئی به ارزیابی توسعه فرآیند ابزارهای سیستم‌های مهندسی در ترکیب با مفهوم ارزیابی منابع استفاده‌کننده از انرژی جهت طراحی سیستم‌های تولید محلی پرداخته‌اند. روش پیشنهادی که اصولی جامع را برای طراحی یک سیستم تولید محلی منعکس می‌کند، نشان‌دهنده یک مطالعه موردی در طراحی یکپارچه در ارتباط بین آب ـ غذا ـ انرژی برای اکوسیستم یک شهر در بریتانیا است. این مقاله به دلیل مطالعه ارتباط بین آب ـ غذا ـ انرژی جهت طراحی یک سیستم تولید محلی می‌تواند از نظر مبانی نظری به مقاله حاضر نزدیک باشد(Hang and et al, 2016:1082). در مطالعه‌ای با رویکرد تعادل عمومی به ارزیابی ابزارهای مدل‌سازی «ارتباط» میان آب، انرژی و غذا برای بهبود رویکرد مدل‌سازی در راستای طراحی سیاست‌های یکپارچه پرداخته‌اند. تمام ابزارها در نهایت با هدف ایجاد جمعیت پایدار و رشد اقتصادی با استفاده از تصمیم‌گیری یکپارچه عمل می‌کنند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که توافق بیشتر در میان توسعه دهندگان ابزارها، بایستی در راستای پیشرفت مدل‌سازی این رویکرد را درنظر داشت(Kaddoura and El Khatib,2017:119). در مقاله‌ای با عنوان «ارتباط میان آب، غذا و انرژی: یک برنامه یکپارچه و مفاهیم برای حکمرانی شهری» با رویکرد تعادل جزئی دریافتند که فراتراز بخش‌های آب، انرژی و غذا می‌توان ازآزمون‌های سیاسی نتایج و مسائل آن، به توزیع تخصص و ظرفیت هماهنگی پرداخت. در واقع این مقاله به دلیل درنظرگرفتن یک برنامه یکپارچه شهری، ظرفیت هماهنگی و ارتباط آن با آب، غذا و انرژی می‌تواند از لحاظ مفهومی با مقاله حاضرمرتبط

باشد(Artioli and et al,2017:221). در مقاله‌ای تحت عنوان «مطالعات شبیه‌سازی در مورد سیاست‌های استان جیانگ سو، جهت تعادل پویا منابع آب تحت پیوند آب–انرژی–غذا»، یان چن و همکاران با استفاده از مدل پویایی سیستم‌ها و مطالعه منابع آب استان نانجینگ بارویکرد همبست به ارائه سیاست‌هایی درراستای پایداری تعادل عرضه و تقاضای منابع آب در این استان می‌پردازند(Chen and Chen,2020:4). در خصوص مطالعات داخلی مرتبط با موضوع موردتحقیق مطالعات زیر را می‌توان برشمرد: اسفندیاری و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان «شهرنشینی وتأثیرات آن برامنیت غذا ـ آب ـ انرژی در ایران نمونه موردی: شهر شیراز با رویکرد تعادل جزئی به ارزیابی این موضوع پرداخته‌اند که شهر شیراز در دوره زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵ با شهرنشینی با سرعت بالاروبرو شده است. در نتیجه تغییرات کاربری زمین دشت شیراز تحت‌تأثیر شهرنشینی بسیار زیاد موجب کاهش جدی محصولات باغی و کشاورزی شـده است. در نتیجه کاهش مشهود آب کشاورزی و کاهش محصولات کشاورزی منطقه تحت‌تأثیر مشکل اصلی شهرنشینی سریع حادث گردیده است(Esfandiari-Baiat and et al,2014:111). عربی یزدی و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی امنیت آبی در اقلیم‌های خشک از دیدگاه شاخص ردپای آب، مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی» با رویکرد تعادل جزئی به ارزیابی اضافه برداشت از آب زیرزمینی، صادرات آب مجازی و نیاز خالص آبی جهت تأمین امنیت غذایی در این استان پرداخته‌اند(Arabi Yazdi and et al,2014:745). غلامی و همکاران در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی بهره‌وری انرژی ـ آب و بهره‌وری اقتصادی انرژی در سامانه‌های آبیاری بارانی و سطحی در شرایط بهره‌برداری از آب زیرزمینی(مورد مطالعه: دشت قزوین) با رویکرد تعادل جزئی و با استفاده از داده‌های فصلی سیستم‌های آبیاری و عملکرد محصولات کشت این سیستم‌ها در سال ۱۳۹۰ در دشت قزوین دریافتند که در حالت بهره‌برداری تلفیقی از آب‌زیرزمینی و کانال آبیاری، بهره‌وری انرژی در سیستم‌های آبیاری به مراتب بیشتر از بهره‌وری انرژی درحالت بهره‌برداری از آب زیرزمینی است(Gholami and et al,2018:29). کیهان پور و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان « تحلیل دینامیکی مدیریت پایدار منابع آب مبتنی بر همبست آب–غذا–انرژی(مورد مطالعه: استان خوزستان)»، در این مطالعه با استفاده از مدل پویایی

سیستم‌ها و مطالعه منابع آب استان خوزستان با رویکرد همبست به ارائه سیاست‌هایی درراستای پایداری مدیریت منابع آب در این استان پرداخته شده است(Keyhanpour and et al, 2021:19). بنابراین با در نظرگرفتن مطالعات انجام شده و با توجه به نوپا بودن مفهوم رویکرد همبست آب ـ انرژی ـ غذا در ایران، خلاءیی که موجب تردید در توسعه پایدار درازمدت منطقه مکران است، درنظر نگرفتن رویکرد همبست در سیاستگذاری‌های این منطقه و به خصوص عامل آب به عنوان کلیدی‌ترین بحران آینده این منطقه است که در صورت عدم‌آینده‌نگری در راستای پایداری آن و سایر عوامل همبست یعنی غذا و انرژی که در نتیجه آن ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نیز دچار بحران خواهند شد.علاوه بر این، با توجه به مطالعات پیشین در کشور تاکنون مقاله‌ای در خصوص ارائه مدلی با رویکرد همبست آب ـ انرژی ـ غذا و با روش پویایی سیستم‌ها به صورت موازی در این منطقه و در راستای پایداری منابع آب ارائه نشده است، بنابراین مقاله حاضر در ابعاد مزبور نسبت به سایرتحقیقات صورت‌گرفته از نوآوری برخوردار است، راه‌حل‌هایی ارائه می‌دهد و خلاءهای موجود در سیاستگذاری‌های منابع آب در این منطقه را برطرف خواهد کرد. با توجه به اهمیت رویکرد همبست در فرآیند سیاست‌گذاری جهت تحقق اهداف، در مقاله حاضر به یکی از مهم‌ترین مناطق ایران به لحاظ ژئوپلیتیکی و راهبردی یعنی منطقه ساحلی مکران و به طور اخص به شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی این منطقه پرداخته شده است، بنابراین، توسعه پایدار منطقه مکران از منظر رویکرد همبست آب، غذا، انرژی باتوجه به محدودیت منابع آب تا افق ۲۰۵۰ امکان پذیر نخواهد بود؛ لذا با توجه به تصویب سند جهت‌گیری‌های ملی آمایش‌سرزمین که از سوی شورای عالی آمایش سرزمین در تابستان سال ۱۳۹۶ تصویب شده است، به اعمال مدیریت یکپارچه بر منابع آب(بند۲۸) و تامین آب مورد نیاز توسعه فعالیت‌های جدید در قلمروهای راهبردی با استفاده از روش‌های جدید از جمله: از طریق نمک‌زدایی از آب دریا با اولویت سواحل دریای عمان(سواحل مکران) و نقاط واقع در پسکرانه سواحل جنوبی کشور با در نظرگیری ملاحظات اکولوژیکی لازم و حفاظت از اکوسیستم دریا(بند۳۲) تاکید شده است(Iranian Land use Planning Document,2017). بنابراین این مقاله برآن است که با

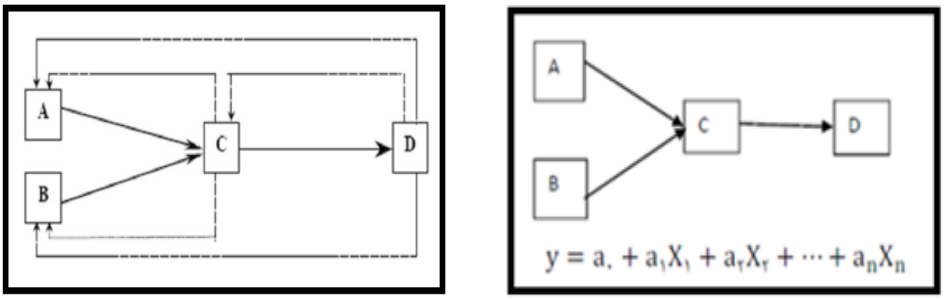
استفاده از پویایی سیستم‌ها مبتنی بر رویکرد همبست به تحلیل فضایی منطقه مکران و به طوراخص شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی این منطقه و توسعه پایدار آن در راستای پایداری منابع آب شهرستان میناب تا سال ۲۰۵۰ بپردازد.

۲. روش تحقیق

۲-۱.دانش پویایی سیستم‌ها

روش مقاله حاضر، تحلیلی و مبتنی بر استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی است. پویایی سیستم‌ها یک روش مطالعه، تحلیل، شبیه‌سازی و بهبود سیستم‌های پویا مانند سیستم‌های اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی و... با استفاده از یک نگرش بازخوردی است. پویایی‌سیستم‌ها با چارچوب و اصول امروزی آن، در سال ۱۹۵۸ توسط جی فارستر و همکارانش در دپارتمان مدیریت اسلون[1] در موسسه تکنولوژی ماساچوست عنوان شد(Forrester,1994:247). ساختار اساسی پویایی‌سیستم‌ها متشکل از حلقه‌های علت و معلولی یا همان بازخوردهای موجود در یک سیستم و همچنین نمودار انباشت و جریان است(Sterman,2000:6). در واقع پویایی‌سیستم‌ها ابزاری است که با بهره‌مندی از آن می‌توان سیرتحول فرآیندها را در طول زمان ارزیابی کرد، به‌عنوان مثال رشد و توسعه یک منطقه که در طول زمان دچار تحولات می‌شود و یا تعداد جمعیت در یک منطقه که از سالی به سال دیگر دچار تغییرات و نوسانات است، مصداق‌هایی از پویایی سیستم‌ها است. پویایی سیستم‌ها، روشی برای توسعه و آزمودن مدل‌های ریاضی و شبیه‌سازی کامپیوتری از سیستم‌های پویای پیچیده غیرخطی است(Sterman,2000:6). که در راستای تبیین تعامل‌ها و بازخوردهای بین اجزای سیستم از حلقه‌های علت و معلولی استفاده می‌شود و در بستر آن با توجه به(شکل۴) تفاوت دو نگرش خطی و غیرخطی مشهود است و مراحل پیاده‌سازی آن در نرم افزار Vensim انجام می‌شود.

1.Sloon



(b) (a)

شکل(۴): تفاوت دو نگرش خطی و غیرخطی

(**Source:** Richmond,1993:115)

a- نگرش خطی؛ b- نگرش غیرخطی(سیستمی)

۳. مباحث نظری

۳-۱.آمایش سرزمین

آمایش سرزمین، مدیریت منابع موجود و فعالیت‌های موجود در فضا، در راستای پایداری محیطزیست، جوامع انسانی و ساختار اقتصادی است(Davoudi and Strange,2009:22).

۳-۲.فضا

عامل فضا به عنوان مهم‌ترین و اساسی‌ترین مفهوم در ادبیات جغرافیا محسوب می‌شود، فضای جغرافیایی شامل فرآیندهایی است که به تحلیل روابط منابع محیطزیستی، جوامع انسانی و ساختار اقتصادی در راستای فعالیت‌های موجود می‌پردازد و شکل نوینی از سطح زمین در یک مکان را به وجود می‌آورد(Couclelis,1992:17).

۳-۳. تحلیل فضایی

تحلیل فضایی نگرش اصلی و کاربردی جغرافیا است، با استفاده از تحلیل فضایی می‌توان رابطه‌ی منطقی بین پراکندگی جمعیت انسانی و منابع محیط برقرار کرد. در این صورت است که در هر منطقه انسان با توجه به توان واقعی منطقه فعالیت می‌کند و مخاطره ایجاد نمی‌شود و همچنین اهداف هفده‌گانه توسعه پایدار محقق خواهد شد(Alijani,2015:12).

۳-۴. توسعه پایدار

از سال ۲۰۱۵ به بعد، سازمان ملل متحد مجموعه‌ای از اهداف را موسوم به اهداف توسعه پایدار (SDGs) با هدف دستیابی به توسعه پایدار درازمدت در جوامع انسانی و تضمین فراهم‌شدن غذا، آب و انرژی به منظور پایداری برای نسل‌های آینده، در دستورکار خود قرار داد(Enders and Remig,2014:4).

۳-۵. همبست آب، غذا، انرژی

در راستای عملیاتی‌کردن اهداف توسعه پایدار، محققان چارچوب‌ها و رهیافت‌های میان‌رشته‌ای و تخصصی متعددی را برای دستیابی به یک تعادل پویا و پایدار در تولید و مصرف منابع ارائه کرده‌اند که یکی از مهم‌ترین آنها پیوند آب، انرژی و غذا است. رویکرد همبست متاثر ازعوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است و توجه به این رویکرد به عنوان عاملی محوری در تصمیم‌گیری‌های همه‌جانبه نقش بسیار موثری دارد(Biggs and et al,2015:395).

۳-۶. سیستم‌ها

سیستم به مجموعه‌ای از اجزای بهم‌پیوسته گفته می‌شود که با تعاملات و ارتباطات بین اجزا به صورت هماهنگ و یکپارچه به دنبال رسیدن به یک هدف خاص هستند(McLoughlin and Webster,1970:12).

۳-۷. پویایی سیستم‌ها

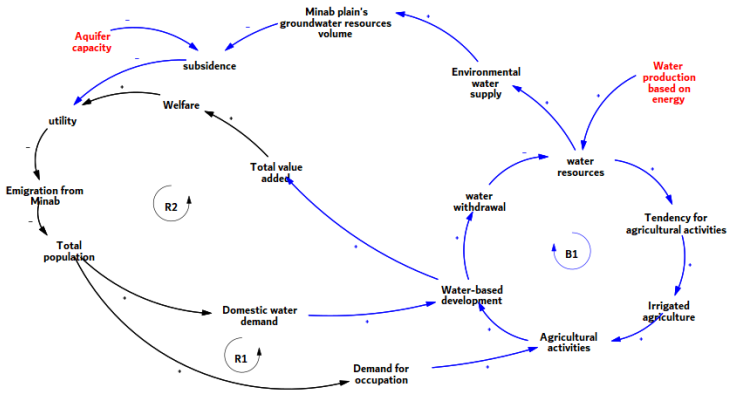
پویایی‌سیستم‌ها ابزاری است که با بهره‌مندی از آن می‌توان سیرتحول فرآیندها را در طول زمان ارزیابی کرد، پویایی سیستم‌ها، روشی برای توسعه و آزمودن مدل‌های ریاضی و شبیه‌سازی کامپیوتری از سیستم‌های پویای پیچیده غیرخطی است(Sterman,2000:6).

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. تجزیه‌وتحلیل فرآیند شبیه‌سازی

۴-۱-۱.تحلیل فرآیند حلقه‌های علت و معلولی با رویکرد همبست در بسترسه زیر سیستم اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شهرستان میناب

باتوجه به حلقه‌های علت و معلولی(شکل۵) که جهت تحلیل فضایی شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی منطقه مکران با رویکرد همبست در بستر سه زیرسیستم اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ترسیم شده است، به تحلیل گام به گام حلقه‌ها به شرح ذیل پرداخته می‌شود.



شکل(۵): حلقه‌های علت و معلولی شهرستان میناب با رویکرد همبست آب، غذا و انرژی

با توجه به اینکه بیشترین سهم تولید ارزش‌افزوده در شهرستان میناب مربوط به فعالیت‌های کشاورزی است، لذا مکانیزم سیستمی بخش اقتصادی دشت میناب بیشتر متمرکز بر این قسمت می‌باشد. زیرسیستم بخش اقتصادی از یک حلقه تعادلی(B1) تشکیل شده است. این حلقه تعادلی به چگونگی رشد فعالیت‌های کشاورزی آب‌محور و در نهایت به توسعه اقتصادی آب‌محور اشاره دارد، که در آن با توسعه منابع آب مبتنی بر انرژی(راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای) باعث افزایش تمایل کشاورزان به کشاورزی آب‌محور می‌شود، در نتیجه فعالیت‌های کشاورزی افزایش یافته که منجر به توسعه اقتصادی آب‌محور می‌شود، با افزایش میزان توسعه اقتصادی آب‌محور، میزان برداشت آب از منابع نیز افزایش می‌یابد.

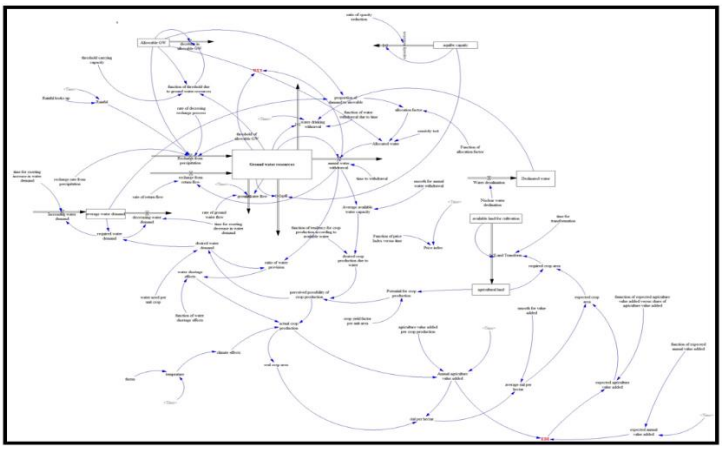
با افزایش توسعه اقتصادی آب‌محور به صورت موازی افزایش جمعیت صورت می‌گیرد، شهرستان میناب از نظر جمعیتی به عنوان یکی از مناطق مهم استان هرمزگان و منطقه مکران، محسوب می‌شود که رتبه دوم استان بعد از بندرعباس را به خود اختصاص داده است. در سال‌های اخیر جمعیت روستایی و شهری این شهرستان به دلیل خشکسالی دچار تغییرات زیادی شده است. با در نظرگرفتن زیرسیستم بخش اجتماعی و تاثیرگذاری آن بر منابع آب می‌توان این تغییرات را تحلیل نمود. با توجه به حلقه تقویتی(R2) این بخش از دو قسمت شهری و روستایی تشکیل شده است، اما در تحلیل حلقه‌های علی در این پژوهش جهت سهولت در نتایج به‌عنوان یک جمعیت واحد در نظرگرفته می‌شود و از یک حلقه تقویتی تشکیل شده است، که باعث تکامل حلقه تعادلی زیرسیستم اقتصادی نیز می‌شود، همان‌طور که در حلقه تقویتی زیرسیستم اجتماعی قابل مشاهده است با توسعه اقتصادی آب‌محور، میزان کل ارزش‌افزوده افزایش می‌یابد که به دنبال آن میزان رفاه جامعه افزایش یافته و با افزایش رفاه نیز میزان جذابیت شهری افزایش خواهد یافت که به دنبال آن میزان مهاجرت از شهرستان میناب کاهش می‌یابد و با کاهش میزان مهاجرت، جمعیت شهرستان میناب افزایش خواهد یافت، با چنین رشد جمعیتی میزان تقاضای آب خانگی افزایش یافته که به دنبال آن توسعه آب‌محور نیز افزایش خواهد یافت. همچنین با درنظر گرفتن حلقه تقویتی(R1) با افزایش جمعیت، تقاضا برای شغل افزایش یافته که به دنبال آن فعالیت‌های‌کشاورزی افزایش می‌یابد و افزایش توسعه آب‌محور را به دنبال خواهد داشت.

با توجه به تحلیل دو حلقه تعادلی و تقویتی زیرسیستم‌های اقتصادی و اجتماعی شهرستان میناب جهت پایداری این دو زیرسیستم باید به زیرسیستم زیست‌محیطی نیز پرداخت. با توجه به حلقه‌های تعادلی و تقویتی، زیرسیستم‌های اقتصادی و اجتماعی که با توسعه منابع آب، باعث توسعه اقتصادی آب‌محور و افزایش جمعیت می‌شود، بنابراین با توسعه منابع آب(مانند راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای)، تامین آب زیست‌محیطی شهرستان میناب با کاهش میزان حجم بهره‌برداری از منابع آب‌زیرزمینی دشت میناب و با افزایش ظرفیت آبخوان، افزایش خواهد یافت که باعث کاهش میزان فرونشست خواهد شد، با کاهش میزان فرونشست میزان جذابیت

شهری افزایش یافته که به موجب آن حلقه تقویتی زیرسیستم اجتماعی تقویت و به دنبال آن زیرسیستم اقتصادی متعادل و به پایداری خواهد رسید.

۴-۱-۲. مدل‌سازی مکانیزم سازمان‌فضایی حاکم بر منابع آب منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب)

بستراصلی مقاله حاضر مدل طراحی‌شده توسط(Shahbazbegian,2023) می‌باشد. مدل مذکور با استفاده از داده‌های به دست آمده مربوط به منطقه مورد مطالعه توسعه یافته است. با توجه به (شکل۶)، مدل حاضر از سه قسمت محوری به شرح ۱. شش متغیر حالت(Stock)، ۲. هشت متغیر جریان(Flow) و از ۳. پنج توابع (Lookup) تشکیل شده است.

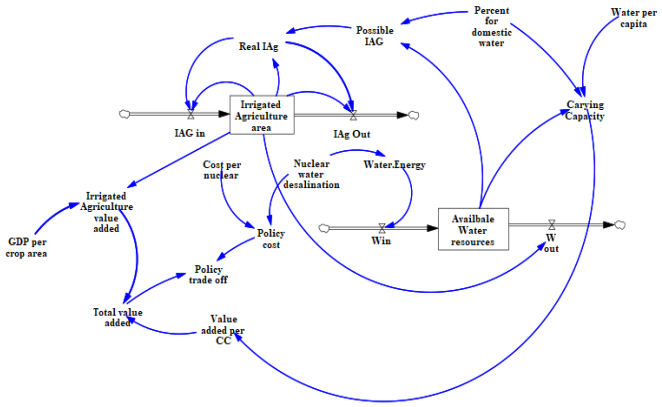


شکل(۶): مکانیزم نمودار جریان- حالت، مدل شبیه‌سازی شده شهرستان میناب

(**Source**: Shahbazbegian,2023:5)

این مدل، اساس مقاله حاضر برای منطقه مطالعاتی مد نظر محسوب می‌شود که در بستر آن مکانیزم نمودار جریان- حالت، مدل شبیه‌سازی شده شهرستان میناب با رویکرد همبست آب، غذا و انرژی مدل‌سازی شده است، در ادامه به تشریح این مدل براساس متغییرهای حالت و جریان پرداخته می‌شود.

۴-۱-۳. مدل‌سازی مکانیزم سیستمی منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب) با رویکرد همبست



شکل(۷): مکانیزم نمودارجریان- حالت، مدل شبیه‌سازی شده شهرستان میناب با رویکرد همبست آب، غذا و انرژی

باتوجه به (شکل۷) مدل حاضر از دو قسمت محوری به شرح ۱. دو متغیر حالت(Stock) ۲. چهار متغیر جریان(Flow) تشکیل شده است. اولین متغیرحالت، منابع‌آب قابل دسترس (Available Water Resources) محسوب می‌شود که متغیرنرخ(Win)، به عنوان جریان ورودی و به معنای جریان آب ورودی است که می‌توان به مواردی مانند: آب‌های سطحی، زیرزمینی و همین‌طور آب‌های تولید شده مبتنی بر انرژی مانند آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای که می‌توان به آن‌ها اشاره‌کرد و همین‌طور متغییر نرخ(Wout) به‌عنوان جریان خروجی و به معنای آب خروجی است که می‌توان به مواردی مانند: برداشت از منابع آب جهت مصارفی از قبیل شرب، کشاورزی و صنعت و... یا مواردی چون تبخیر نیز اشاره کرد. دومین متغیر حالت، سطح زیرکشت(Irrigated Agriculture Area) محسوب می‌شود که متغیرنرخ‌های آن به شرح (IAg out) و(IAg in)، به‌عنوان جریان ورودی وخروجی این متغییر حالت و به معنای عواملی مانند: میزان آب مصرفی، مقدار زمین قابل‌کشت و...است که برافزایش یا کاهش سطح زیرکشت تاثیرگذار است. پس از تبیین متغییرهای اساسی حالت و جریان مدل به تبیین سیاست افزایش میزان منابع قابل دسترس مبتنی برانرژی با راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های اتمی پرداخته

می‌شود، همان‌طور که در این مدل قابل مشاهده است با نمک‌زدایی منابع آب دریای عمان، با استفاده از آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای(Nuclear Water Desalination) میزان آب تولیدشده مبتنی برانرژی(Water Energy) افزایش خواهد یافت، باتوجه به اینکه راه‌اندازی هر آب‌شیرین‌کن‌هسته‌ای مستلزم هزینه(Cost Per-Nuclear) می‌باشد. بنابراین باید به ارزیابی هزینه‌های این سیاست (Policy Cost) با سبک و سنگین کردن سیاست(Policy Trade off) و به نوعی به درنظرگرفتن سود و زیان آن پرداخت. در ادامه به تشریح دو عامل محوری در افزایش ارزش افزوده‌ی نهایی و ارزیابی هزینه‌ی سیاست مذکور پرداخته می‌شود.

۱. اولین عامل افزایش میزان ارزش‌افزوده بدین شرح است: با توجه به این که افزایش میزان دسترسی به منابع آب از طریق راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های اتمی باعث افزایش سرانه آب(Water Per-Capita) و در نتیجه منجر به افزایش میزان ظرفیت تحمل(Carying Capacity) یا همان جمعیت نهایی قابل تحمل محیط و همچنین افزایش درصد آب مصرفی خانگی(Percent for Domestic Water) و در نهایت منجر به افزایش ارزش‌افزوده حاصل از این ظرفیت تحمل (Value added Per CC) خواهد شد.

۲.دومین عامل افزایش میزان ارزش‌افزوده نیز بدین شرح است: با توجه به این که افزایش میزان دسترسی به منابع آب از طریق راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌ها باعث افزایش امکان سطح زیرکشت ممکن(Possible IAG) و درنتیجه میزان سطح زیرکشت واقعی(Real IAg) افزایش خواهد یافت. با افزایش سطح زیرکشت مقدار ارزش‌افزوده‌ی کشاورزی آب‌محور (Irrigated Agriculture Value added) که تحت تاثیر تولید ناخالص ملی برای هرمحصول(GDP Per Crop Area) می‌باشد، افزایش خواهد یافت.

در نتیجه با راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌هسته‌ای(Nuclear Water Desalination) و افزایش میزان آب قابل برداشت، میزان ارزش‌افزوده ظرفیت تحمل و همین‌طور ارزش‌افزوده‌ی کشاورزی آب‌محور افزایش خواهد یافت که منجر به افزایش ارزش‌افزوده کل(Total Value added) خواهد شد. بنابراین با درنظرگرفتن ارزش‌افزوده کل می‌توان میزان سود و زیان این سیاست را ارزیابی و به اصطلاح عام سبک و سنگین (Policy Trade off) کرد به طوری‌که

هزینه‌های در نظرگرفته شده در اجرای این سیاست(Policy Cost) هم قابل برگشت و دارای سوددهی باشند و همچنین منجر به پایداری بلندمدت و همه‌جانبه در منطقه مورد مطالعه شود.

۴-۲. صحت‌سنجی

فرآیند آموزش، واسنجی و صحت‌سنجی مدل به ترتیب بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۴ و۱۳۷۴ تا سال۱۳۸۴انجام شده است. نتایج شبیه‌سازی شده توسط مدل و مقادیر مشاهداتی به تفکیک دوره‌های واسنجی و صحت‌سنجی، برای سه متغیر ۱. تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه ۲. جمعیت ۳. درصد تامین حجمی آب ترسیم شده‌اند. همچنین مقایسه رفتارهای شبیه‌سازی شده با رفتارهای مشاهداتی در دوره زمانی یکسان انجام شده است و فراز و فرودهای رفتار نمودارهای منتج از مدل شبیه‌سازی شده و همچنین میزان تغییرات آنها در مقاطع زمانی خاص و هنگام بروز شوک‌های وارده به سیستم با واقعیت مقایسه و میزان توانایی مدل در بازتولید این رفتارها مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین سایر آزمون‌های معمول مدل سیستمی، همچون آزمون حالت حدی و آنالیز حساسیت نیز بر روی مدل انجام شد، که حاکی از نتایج قابل قبولی می‌باشد(Shahbazbegian,2023:10).

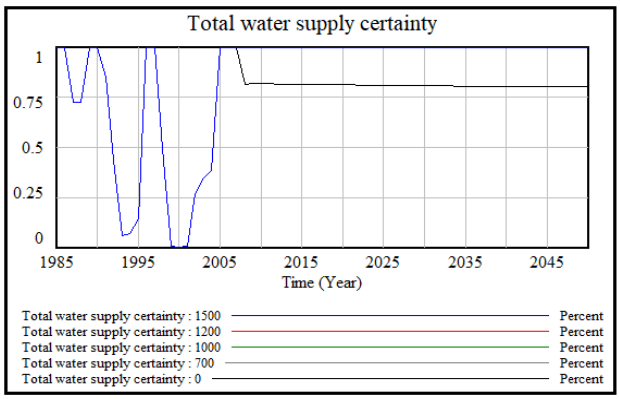
۴-۳. نتایج شبیه‌سازی

پس از تشریح فرآیند شبیه‌سازی و واکاوی سیاست مبتنی بر انرژی با درنظرگرفتن نتایج شبیه‌سازی برای سه متغیر ۱. درصد تامین حجمی آب ۲. جمعیت ۳. تولید ناخالص داخلی سرانه در منطقه مورد مطالعه (شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی مکران) به تشریح هر یک از نمودارهای متغیرهای مزبور به عنوان نتایج نهایی به شرح ذیل پرداخته می‌شود.

۴-۳-۱. درصد تامین حجمی آب (Total Water Supply Certainty)

همان‌طورکه در(شکل۸) قابل مشاهده است، در راستای ارزیابی سیاست توسعه منابع آب مبتنی بر انرژی، در این نمودار با توجه به ظرفیت‌های درنظرگرفته شده تا افق ۲۰۵۰ میلادی جهت راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای اعماز ظرفیت‌های ۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰ مگاواتی، با توجه به میزان درصد تامین حجمی آب که در بازه‌ی عددی صفر تا یک متغیر است و درتعریف به میزان درصد حجم آبی اتلاق می‌شود که می‌توان تامین کرد و هرچه به عدد یک

نزدیک‌تر باشد بدین معناست که در تامین حجم آب مورد نظر موفقیت بیشتری حاصل شده است(Sadoff and et al,2020:7).



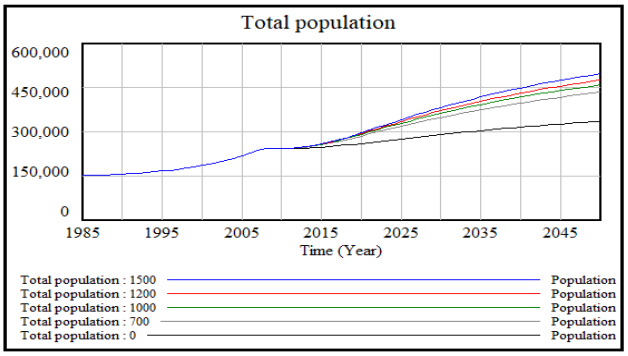
شکل(۸): نتایج شبیه‌سازی درصد تامین حجمی آب

بنابراین همان‌طورکه در نمودار نیز قابل مشاهده است میزان حجم آب قابل تامین پس از راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای برای هر یک از ظرفیت‌های مزبور روند ثابتی را سیر می‌کند، به این معنا که حتی با درنظر گرفتن کمترین ظرفیت مورد نظر یعنی راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن ۷۰۰ مگاواتی هم، درصد تامین حجمی آب به بالاترین میزان ممکن که در شکل حدود ۰,۸ می‌باشد، قابل تامین است.

۴-۳-۲. جمعیت (Total Population)

همان‌طورکه در(شکل۹) قابل مشاهده است، در راستای ارزیابی سیاست توسعه منابع آب مبتنی برانرژی در این نمودار و با توجه به ظرفیت‌های درنظرگرفته شده تا افق ۲۰۵۰ میلادی جهت راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای اعم از ظرفیت‌های ۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰ مگاواتی، با افزایش میزان ظرفیت، همان‌طور که در نمودار نیز قابل مشاهده است، میزان جمعیت سیر صعودی خواهد داشت و افزایش می‌یابد به طوری‌که با راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن اتمی با بیشترین میزان مدنظر در مقاله حاضر یعنی ظرفیت ۱۵۰۰ مگاواتی، شاهد بیشترین میزان افزایش جمعیت در حدود۵۰۰- ۴۰۰هزار نفر، خواهد بود. بدین معنا که میزان ظرفیت آب‌شیرین‌کن‌های اتمی با شمار جمعیت رابطه مستقیم دارد، به طوری‌که با افزایش میزان ظرفیت، شمار جمعیت

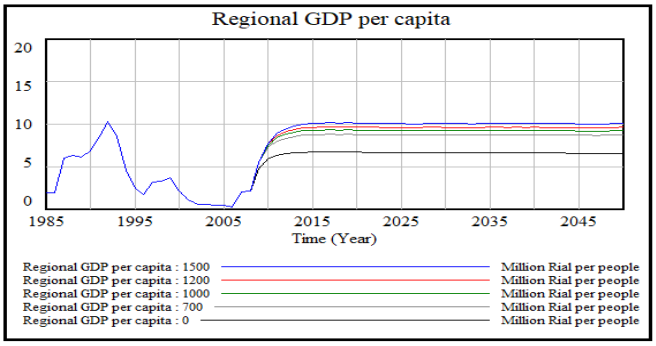
به دلیل افزایش نرخ زادوولد و میزان مهاجرت با توجه به شرایط مساعد زندگی بر مبنای پایداری منابع ازجمله آب به عنوان مهم‌ترین عنصر حیاتی جهت زندگی و امرار معاش افزایش خواهد یافت.



شکل(۹): نتایج شبیه‌سازی جمعیت(ظرفیت تحمل)

۴-۳-۳. تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه (Regional GDP Per-Capita)

همان‌طور که در(شکل۱۰) قابل مشاهده است، در راستای ارزیابی سیاست توسعه منابع آب مبتنی بر انرژی در این نمودار با توجه به ظرفیت‌های درنظرگرفته شده تا افق ۲۰۵۰ میلادی جهت راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین کن‌های هسته‌ای اعماز ظرفیت‌های۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰ مگاواتی، با افزایش صعودی میزان ظرفیت‌ها، همان‌طورکه در نمودار قابل مشاهده است، میزان تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه‌ای نیز به صورت صعودی افزایش خواهد یافت. به‌طوری که با راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن اتمی با بیشترین میزان مدنظر در مقاله حاضر یعنی ظرفیت ۱۵۰۰ مگاواتی، شاهد بیشترین میزان افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه در حدود ده میلیون ریال به ازای هر نفر خواهد بود، بدین معنا که میزان ظرفیت آب‌شیرین‌کن اتمی با میزان تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه‌ای رابطه مستقیم دارد، به طوری‌که با افزایش میزان ظرفیت، تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه‌ای نیز افزایش خواهد یافت.



شکل(۱۰): نتایج شبیه‌سازی تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه

با توجه به تشریح نمودارهای سه متغییر محوری مزبور، این نتیجه حاصل می‌شود که هرسه متغییر به یکدیگر مرتبط هستند به طوری‌که با توجه به ظرفیت‌های درنظرگرفته شده جهت راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای، افزایش میزان درصد تامین حجمی آب و ثبات آن، منجر به افزایش جمعیت و در نهایت رشد جمعیت منجر به افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه‌ای خواهدشد. بنابراین سناریوهای درنظر گرفته شده جهت تحلیل فضایی توسعه پایدار شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی منطقه مکران با رویکرد پویایی‌سیستم‌ها تا افق ۲۰۵۰ به شرح ذیل است: ۱. روند فعلی ادامه یابد ۲.راه‌اندازی و توسعه‌آب‌شیرین‌کن هسته‌ای با ظرفیت ۷۰۰ مگاوات ۳. راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن هسته‌ای با ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات ۴. راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن هسته‌ای با ظرفیت ۱۲۰۰ مگاوات ۵. راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن هسته‌ای با ظرفیت ۱۵۰۰مگاوات.

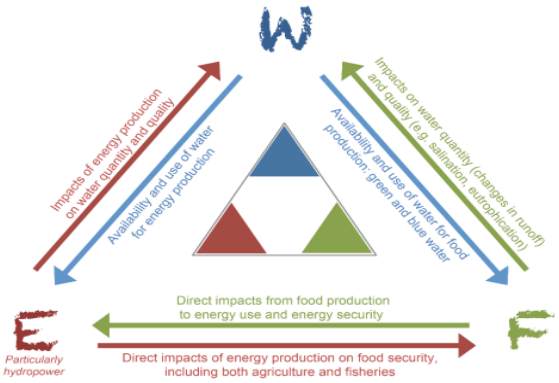
۵. تجزیه و تحلیل

با توجه به نتایج شبیه‌سازی و سناریوهای درنظرگرفته شده، در این بخش به تحلیل نتایج بر مبنای **"مثلث پیوندی" همبست** و موقعیت ژئوپلیتیک منطقه مکران، پرداخته می‌شود.

۵-۱. تجزیه و تحلیل مبتنی بر مفهوم "مثلث پیوندی" همبست، منطبق با منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب)

با توجه به بحث و تحلیل رویکرد همبست به تجزیه و تحلیل رویکرد همبست مبتنی بر مفهوم "مثلث پیوندی"(شکل۱۱)که در آن پیوندهای کلیدی خلاصه شده است، موازی با حلقه‌های

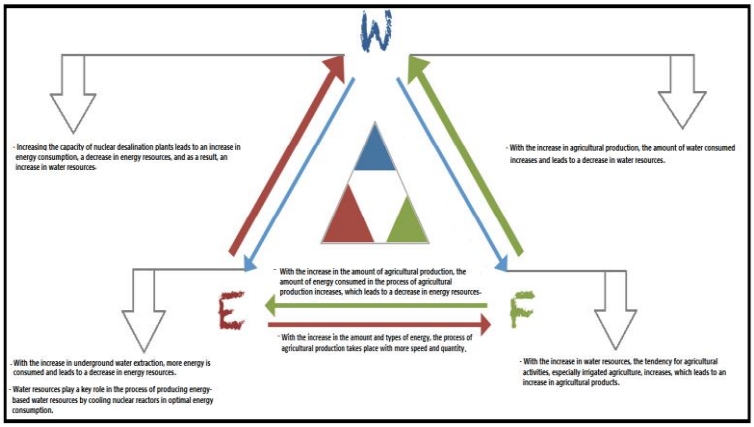
علت‌ومعلولی مقاله حاضر پرداخته می‌شود، منطق "مثلث Nexus"، نشان می‌دهد، چگونه اتصالات کلیدی هم‌پیوندی، تعریف شده است.



شکل(۱۱): منطق "مثلث Nexus"، برمبنای چگونگی اتصالات کلیدی

(**Source:** Keskinen and et al,2016:5)

هدف از تجزیه‌وتحلیل این مثلث ارائه یک تشریح جامع از نحوه تجلی پیوند است برای ارائه یک تجزیه‌وتحلیل عمیق از وضعیت پیوند در یک منطقه خاص مانند منطقه مکران که به تشریح آن در(شکل۱۲) به صورت اجمالی، پرداخته شده است.



شکل۱۲- تجزیه و تحلیل مبتنی بر مفهوم "مثلث پیوندی" همبست، منطبق با منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب)

شکل فوق تلفیقی مبتنی بر منطق مثلث پیوندی(شکل۱۱) و حلقه‌های علت‌ومعلولی(شکل۵) مقاله حاضر است که رویکرد همبست برای شهرستان میناب را به عنوان دروازه ورودی منطقه مکران به اختصار و با ترسیم شکل بیان نموده است. در تشریح شکل فوق به رابطه هریک از عنصرهای همبست با دو عامل دیگر به صورت مجزا و در هم‌پیوندی یکدیگر به شرح ذیل پرداخته شده است.

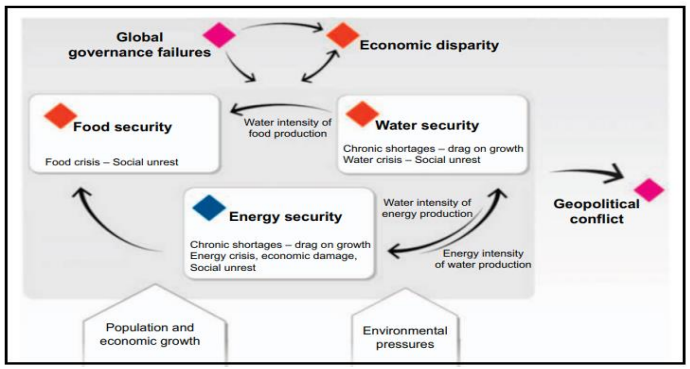
۱. آب: عامل آب در پیوند با عامل غذا در صورت افزایش منابع آبی منجر به افزایش محصولات کشاورزی و در نتیجه افزایش مواد غذایی می‌شود. همچنین عامل آب در پیوند با عامل دیگر یعنی انرژی در صورت بهره‌برداری از منابع آب‌زیرزمینی، منجر به کاهش منابع انرژی خواهد شد.

۲. غذا: عامل غذا در پیوند با عامل آب در صورت افزایش محصولات کشاورزی میزان بهره‌برداری از منابع آب بیشتر در نتیجه منجر به کاهش منابع آب می‌گردد. همچنین عامل غذا در پیوند با عامل دیگر یعنی انرژی در راستای فرآیند تولید محصولات غذایی مقدار انرژی مصرفی افزایش که منجر به کاهش منابع انرژی می‌گردد.

۳. انرژی: عامل انرژی د رپیوند با عامل آب در صورت بهره‌برداری از آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای و با افزایش میزان ظرفیت‌های انرژی مصرفی منجر به افزایش میزان تولید آب و گسترده‌تر شدن منابع آب می‌گردد. همچنین عامل انرژی در پیوند با عامل دیگر یعنی غذا در صورت افزایش میزان و انواع انرژی در راستای فرآیند تولید محصولات کشاورزی مقدار و سرعت تولید محصولات کشاورزی افزایش یافته که منجر به افزایش مواد غذایی می‌گردد.

بنابراین در تحلیل فوق با درنظرگرفتن هر سه عامل رویکرد همبست یعنی آب، غذا و انرژی در هم‌پیوندی با یکدیگر این نتیجه حاصل می‌شود که با در نظرگرفتن این رویکرد در طراحی استراتژی‌ها و اعمال سیاست‌ها در بافت درون‌مرزی و فرامرزی، تسهیل روند توسعه پایدار میسر خواهد شد. بافت فرامرزی سه پیامد عمده دارد: تنوع مقیاس‌ها و دیدگاه‌ها، اهمیت بازیگران دولتی و اهمیت سیاست‌ها، به همین ترتیب، معرفی نکسوس به عنوان یک رویکرد در زمینه فرامرزی پتانسیل ارائه منابع و رویکردهای جدید را دارد، به‌طوری که قادر است تصویر غنی‌تری

از روابط را به تصویر بکشد. به‌طور کلی، اهمیت ارتباط آب–انرژی–غذا و تأثیر مستقیم آنها بر تخصیص منابع به این معنی است که این پیوند دارای پتانسیل تکمیل رویکردهای دیگر در راستای توسعه پایدار خواهد بود(Akinsete and et al,2021:10). بنابراین با توجه به تشریح رویکرد همبست و "مثلث پیوندی" فوق که به طور خاص برای منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب) ترسیم شده است و با توجه به اهمیت مقوله امنیت در رویکرد همبست در هر سه جنبه‌ی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و با توجه به موقعیت ژئوپلیتیک منطقه مکران که به اختصار در(شکل۱۳) تشریح شده است.



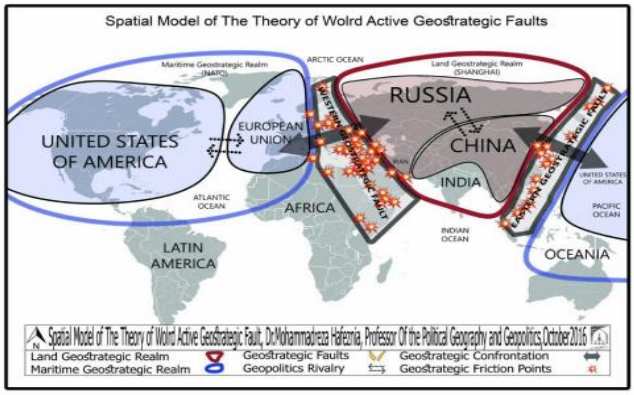
شکل(۱۳): تشریح امنیت همبست آب، غذا و انرژی

(**Source:** Albrecht and et al,2018:9)

این نتیجه حاصل می‌شود که در صورت کمبود منابع‌آب، غذا و انرژی موجب بحران‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی می‌گردد و امنیت را تهدید خواهد کرد که در صورت شدت یافتن و عدم آینده‌پژوهی در راستای پایداری این منابع به هم‌پیوسته، ممکن است منجر به درگیری‌های ژئوپلیتیکی گردد، بنابراین با توجه به موقعیت ژئوپلیتیکی حساس و با اهمیت منطقه مکران درگام بعدی به تحلیل ژئوپلیتیکی منطقه پرداخته می‌شود.

۵-۲. تجزیه و تحلیل مبتنی برموقعیت ژئوپلیتیک منطقه مکران

امروزه پنج بازیگر استراتژیک و قدرتمند و فعال در سطح جهانی وجود دارند که به دو قلمرو اصلی ژئواستراتژیک جهانی(شکل۱۴) طبقه‌بندی می‌شوند.



شکل(۱۴): دو گسل ژئواستراتژیک فعال در جهان

(**Source:** Hafeznia,2016:2)

رقابت دو قدرت برتر و وجود فضایی ضعیف‌تر میان آنها که برای هر دو قدرت از اهمیت استراتژیک برخوردار است، موجب توجه قدرت‌ها به این فضا شده و رقابت سختی میان آنها برای در اختیار گرفتن این فضا و یا حداقل بی‌طرف نگه داشتن آن ظهور می‌یابد. در عین حال این فضاها محل بروز رقابت‌های آشکار و پنهان این قدرت‌ها محسوب می‌شوند(Hafeznia and et al,2013:1). این پنج بازیگر استراتژیک از اعضای شورای امنیت سازمان ملل و بدین شرح می باشند: ایالات متحده آمریکا، بریتانیا و فرانسه در جبهه ژئواستراتژیک دریا، روسیه و چین جبهه ژئواستراتژیک زمین و قدرت‌های جهانی در دو سوی این گسل‌ها قرار دارند، این گسل‌ها ماهیت ژئوپلیتیکی دارند زیرا بازیگران دو طرف سعی در افزایش فضای ژئوپلیتیک و جغرافیایی خود در سطح جهانی دارند و همچنین هر دو جبهه سعی دارند که به رقبا اجازه ورود به فضاهای خود را ندهند و روند بسط فضایی آنها دو وجه دارد:

۱. وجه جغرافیایی: افزایش قلمرو با استفاده از روش‌های تسلط، الحاق و تصرف.

۲. وجه ژئوپلیتیک: افزایش قدرت کنترل و نفوذ در مناطق دیگران.

بنابراین با توجه به تشریح گسل‌های ژئواستراتژیک و منطقه مکران که به اقیانوس هند منتهی می‌شود، این فضا برای روسیه بسیار حیاتی است، به طوری‌که ارتش و نیروی دریایی استراتژیک او در اقیانوس هند مستقر است. همچنین، این فضا برای چینی‌ها اهمیت ژئواستراتژیک و

ژئواکونومیک حیاتی دارد به طوری‌که سرزندگی و اقتصاد روبه رشد چین به مناطق دریایی اقیانوس هند نیز نیاز دارد،از دیدگاه چین، اشغال این فضا، ناامنی در این فضا یا کنترل این فضا توسط رقبا برای چین تهدید امنیت ملی محسوب می‌شود به طوری‌که به آن توجه ویژه دارد و در صورت وقوع واکنش، چین واکنش شدیدی به این موضوع نشان می‌دهد(Hafeznia, 2016:2). بنابراین با توجه به میزان اهمیت کشورهای منتهی به اقیانوس هند به لحاظ ژئواستراتژیک، ژئوپلیتیک و ژئواکونومیک(مانند منطقه مکران واقع در کشور ایران) برای قدرت‌های منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای، از موقعیت موجود می‌توان در راستای منافع و ثبات کشور بهره برد. با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین پایه‌های امنیت پایدار کشورها در عرصه جهانی بستگی به شیوه و میزان پیوند کشور در شبکه اقتصاد جهانی دارد به طوری‌که پس از پایان جنگ سرد، اقتصاد و مسائل راهبردی و ژئوپلیتیکی به شدت با هم پیوند خورده است(Scholvin and Wigell,2018:76) و با توجه به نقش روبه‌رشد سازمان‌های منطقه‌ای طی دو دهه گذشته به ویژه در مورد صلح، امنیت، توسعه و پیشگیری یا تخفیف منازعات، برخی از قرن ۲۱ به عنوان دوران منطقه‌گرایی در مقابل قرن ۱۹ و ۲۰ که به ترتیب دوران امپریالیسم و ملی‌گرایی بودند، یاد می‌کنند(Mokhtari Hashi,2020:334). از این‌رو کشورها در ژئوپلیتیک نظام جهانی سده بیست و یکم در راستای دستیابی به اهداف ژئواکونومیک همواره خود را در شبکه اقتصاد جهانی به‌عنوان بازیگری فعال نیز معرفی می‌کنند. بدیهی است ایفای نقش راهبردی فعال در نظام اقتصاد جهانی نیز بدون داشتن بسترهای جغرافیایی عملی نخواهد شد. کشور ایران با توجه به موقعیت راهبردی خود در جنوب‌غرب آسیا، در سواحل مکران که در مجاورت کشورهای سواحل دریای عمان واقع شده است(شکل۱۵) که هدف مقاله حاضر می‌باشد، در گام نخست باید پس از طرح سیاست‌گذاری‌ها و ارزیابی آن‌ها در راستای پایداری توسعه منطقه، با توجه به اینکه شهرها برای جهانی‌شدن ابتدا باید به شهرهای قدرتمند در سطح ملی کشورهایشان تبدیل شوند سپس به واسطه و زیرساخت‌هایی که فضای سیاسی و ژئوپلیتیک کشور فراهم می‌کند به سطح بین المللی وارد شوند(Sadeghi and et al,2020:133) و به عنوان یک امر زیرساختی پرداخته شود.

شکل(۱۵): کشورهای سواحل دریای عمان

(**Source**: Hafeznia and et al,2020:89)

در مقاله حاضر کارآمدی سیاست آب‌شیرین‌کن هسته‌ای مبتنی بر رویکرد همبست جهت پایداری عناصر زیرساختی اساسی آب، غذا، انرژی که تضمین‌کننده پایداری منطقه در همه جوانب اساسی اعم از اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌باشد، مورد ارزیابی قرار گرفته است، در گام بعدی با اطمینان به طرح و ارزیابی دقیق سیاست‌گذاری‌ها با درنظر گرفتن موقعیت ژئوپلیتیکی سواحل مکران و اعمال سیاست‌گذاری‌های کارآمد در سیاست خارجه و روابط بین‌الملل می‌توان از این موقعیت، با توجه به الگوهای پیشرفت منطقه‌ای که از دو جنبه «الگوهای اقتصادی برای پیشرفت منطقه‌ای» و «سناریوهای پیشرفت و همکاری منطقه‌ای» در راستای توسعه و امنیت پایدار کشور با توجه به ظرفیت‌های منطقه مکران که به شرح ذیل می‌باشد، مورد ارزیابی واقع شود(Akhbari and et al,2012:54).

۱. قابلیت جذب گردشگر داخلی و خارجی و رونق صنعت گردشگری به دلیل شرایط خاص زیست‌محیطی، ۲. وجود منطقهٔ آزاد تجاری صنعتی چابهار در این ناحیه با امکانات و مزیت‌های قانونی، به‌خصوص موقعیت خاص ترانزیتی بندر چابهار که در صورت وقوع با طرح، ارزیابی و اعمال سیاست‌گذاری‌های صحیح، ایران در مسیرکریدور ارتباطی و ترانزیتی جنوب –شمال و شرق–غرب، قرار خواهد گرفت.۳.امکان سرمایه‌گذاری برای اتباع ایرانی و خارجی،۴. موقعیت جغرافیایی راهبردی سواحل مکران در خارج از محدوده پرترافیک و پرتنش خلیج‌فارس و تنگهٔ

هرمز، کوتاه‌ترین به‌صرفه‌ترین و کم‌هزینه‌ترین راه ترانزیتی به آب‌های آزاد بین‌المللی برای تأمین نیازها و ترانزیت کالا به کل کشورهای آسیای میانه(افغانستان، ترکمنستان، ازبکستان، تاجیکستان، قرقیزستان و قزاقستان و برعکس)، ۵. پیوندهای فرهنگی، اجتماعی و مذهبی با مردم کشورهای منطقه، ۶. دسترسی به پهنهٔ عملیاتی بزرگ اقیانوس هند و قابلیت نظارت و کنترل خطوط تجارت دریایی در این حوزه، ۷. مرکز ثقل و تکیه‌گاه ایران از نظر ژئواستراتژیک در جناح شرقی ۸.داشتن موقعیت ارتباطی و واقع‌شدن در مسیر کریدور ارتباطی و ترانزیتی جنوب–شمال و شرق–غرب ۹. دسترسی به حوزه‌های پراهمیتی مانند خلیج‌فارس، شبه‌قاره هند، آسیای مرکزی، جنوب‌شرق آسیا، تنگهٔ باب المندب، دریای سرخ و شرق آفریقا(Jahantigh and et al,2016:16).

بنابراین، منطقه مکران به‌عنوان منطقه مطالعاتی مقاله حاضر که شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی آن مورد مطالعه قرار گرفته است، از سواحل دریای عمان محسوب می‌شود که منتهی به اقیانوس هند می‌شود، با توجه به مطالعه‌ای که در این مقاله در راستای توسعه پایدار منطقه مکران تا سال ۲۰۵۰ مبتنی بر رویکرد همبست صورت گرفته است، اگر موقعیت ژئوپلیتیک این منطقه را با توجه به موارد مزبور فوق موازی با سیاست‌گذاری‌های مبتنی بر همبست، به عنوان رویکردی جامع جهت اتخاذ سیاست‌های بلندمدت، پایدار و محاسبه شده در نظر داشت، می‌توان از این ظرفیت، با درنظرگرفتن عناصر و مولفه‌های توسعه و امنیت از منظر ژئواکونومی و ژئوپلیتیک در راستای امنیت و توسعه پایدار کشور بهره برد، زیرا ایجاد سازمان منطقه‌ای و بین المللی به عنوان روشی برای ایجاد و حفظ صلح و پایداری مورد توجه است(Sadeghlou and et al,2019:23). بنابراین توسعه پایدار منطقه مکران به عنوان یک موقعیت ژئوپلیتیکی ممتاز، قادراست نقش مهمی در تحولات راهبردی، اقتصادی و سیاسی ایران در جهان ایفا کند.

۵-۳. تجزیه و تحلیل نهایی

افزایش جمعیت، افزایش تقاضای منابع آب را به دنبال داشته است که منجر به کمبود فزاینده منابع آب قابل دسترس شده‌است. بر همین مبنا، ارزیابی سیاست، افزایش منابع آب مبتنی بر انرژی که در اسناد بالادستی به آن اشاره شده است از طریق تحلیل فضایی مبتنی بر رویکرد

همبست و با استفاده از شبیه‌سازی سیستمی، محور اصلی بحث مقاله حاضر می‌باشد که سوالات ذیل در این خصوص مطرح شده است:

۱. توسعه پایدار منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب) در راستای اهداف اسناد بالادستی و با توجه به محدودیت منابع آب تا افق ۲۰۵۰ چگونه خواهد بود؟

۲. ارزیابی فضایی توسعه پایدار منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب) مبتنی بر همبست آب، غذا، انرژی چگونه انجام می‌شود؟

بر این مبنا مقاله حاضر جهت پاسخگویی به سوالات مطرح شده و تحقق هدف اصلی مقاله، دو فرضیه زیر را مبنای کار خود قرارداده است.

۱. پایداری توسعه منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب) تا افق ۲۰۵۰ با توجه به تئوری‌های محدودیت رشد و توسعه پایدار در صورت عدم‌ارزیابی و اعمال سیاست‌گذاری‌های کارآمد در راستای پایداری منابع آب امکان پذیر نخواهد بود.

۲. ارزیابی فضایی توسعه پایدار منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب) مبتنی بر همبست آب، غذا، انرژی با رویکرد پویایی سیستم‌ها قابل انجام است.

۱. تایید فرض اول

فرضیه اول: پایداری توسعه منطقه مکران (مورد مطالعه: شهرستان میناب) تا افق ۲۰۵۰ با توجه به تئوری‌های محدودیت رشد و توسعه پایدار در صورت عدم ارزیابی و اعمال سیاست‌گذاری‌های کارآمد در راستای پایداری منابع آب امکان‌پذیر نخواهد بود.

در این راستا به ارزیابی سیاست توسعه منابع آب مبتنی بر انرژی که به راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای اشاره دارد و به صورت مکتوب در اسناد بالادستی نیز بیان شده است، پرداخته شد. بنابراین اعمال سیاست‌های مطرح‌شده در اسناد بالادستی، مستلزم ارزیابی مبتنی بر محاسبات دقیق می‌باشد که در مقاله حاضر با استفاده از شبیه‌سازی سیستمی برای سه متغییر اساسی ۱. درصد تامین حجمی آب ۲. جمعیت ۳. تولید ناخالص داخلی سرانه در منطقه، جهت راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای با ظرفیت‌های ۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰ مگاواتی، پرداخته شد. بنابراین در صورت اعمال سیاست‌های تدوین‌یافته و ارزیابی‌شده با محاسبات دقیق، می‌توان

چشم‌انداز وسیعی با توجه به ظرفیت‌های موجود، در راستای توسعه پایدار شهرستان میناب به عنوان دروازه ورودی منطقه مکران، درنظر داشت.

۲. تایید فرض دوم

فرضیه دوم: ارزیابی فضایی توسعه پایدار منطقه مکران(مورد مطالعه: شهرستان میناب) مبتنی بر همبست آب، غذا، انرژی با رویکرد پویایی سیستم‌ها قابل انجام است.

برای تحلیل فضایی توسعه پایدار منطقه مکران تا افق ۲۰۵۰ از مدل مفهومی پویایی سیستم‌ها استفاده شد. در این راستا، سه بخش اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و منابع آب در ارتباط با هم به صورت سیستمی در قالب حلقه‌های علّت و معلولی با نرم‌افزار نسیم ترسیم شدند و هرکدام از زیرسیستم‌ها به‌صورت جامع و در ارتباط با هم در قالب مکانیزم سیستمی، مورد مطالعه واقع شدند، برای صحت عملکرد حلقه‌ها، از داده‌ها و اطلاعات‌کتابخانه‌ای، مشاهداتی و مصاحبه با کارشناسان منطقه استفاده شد. برای تأیید عملکرد حلقه‌ها، از نمودارهای مرجع یا رفتار مشاهداتی متغیرها در طول زمان استفاده شد. لذا با تحلیل هر یک از زیرسیستم‌ها، این نتیجه حاصل شد که فضای حاکم بر توسعه شهرستان میناب به عنوان دروازه‌ی ورودی منطقه مکران دارای ماهیت آرک تایپ محدودیت رشد است و توسعه خود را وابسته به منابع آب زیرزمینی قرار داده است، بنابراین در این راستا به ارزیابی سیاست توسعه منابع آب مبتنی بر انرژی که به راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای اشاره دارد و به صورت مکتوب در اسناد بالادستی نیز بیان شده است، پرداخته شد.

۶. نتیجه‌گیری

باتوجه به سوالات و فرضیه‌های مقاله حاضر، جهت طرح سیاست و با ارزیابی سیاست‌های مطرح، توجه به سازمان فضایی و تغییرات فضایی منابع موجود از اولویت‌های برنامه‌ریزی آمایش سرزمین جهت تصمیم‌گیری و تدوین برنامه محسوب می‌شود. با توجه به این که هدف آمایش سرزمین، مدیریت و برقراری تعادل در عرضه و تقاضای منابع موجود می‌باشد. با تحلیل‌های حاصل شده مبتنی بر رویکرد همبست آب، غذا و انرژی در روند ارزیابی، این نتیجه حاصل شد که فعالیت اصلی این منطقه کشاورزی پرآب بوده است و وابستگی زیادی بر منابع آب زیرزمینی

دارد و یک رابطه عدم‌تعادل بین منابع آب و تقاضای منابع آب در این منطقه ایجاد شده است. لذا برای کاهش فشار در جهت استفاده از منابع آب زیرزمینی، به ارزیابی سیاست افزایش منابع آب مبتنی بر انرژی که با راه‌اندازی و توسعه آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای در مجاورت سواحل مکران امکان‌پذیر است و در اسناد بالادستی نیز به آن اشاره شده است، پرداخته شد. بنابراین از منظر این مقاله ارزیابی و تحلیل سیستم‌های انسانی و محیطی در چارچوب برنامه‌ریزی آمایش سرزمین و رویکرد همبست با تاکید بر مفهوم توسعه پایدار یکی از ضروریات توسعه منطقه است. لذا مستلزم است به منظور محقق‌شدن هدف مقاله، سازمان فضایی فعالیت‌های جوانب اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی با رویکرد همبست و با استفاده از شبیه‌سازی سیستمی مورد تحلیل و بررسی قرار بگیرند، تا در این راستا با توجه به فشاری که بر منابع آب منطقه وارد می‌شود در نظام برنامه‌ریزی مورد ملاحظه قرار بگیرد.

۶-۱. پیشنهادات

باتوجه به محور اصلی مقاله که به ارزیابی سیاست مکتوب در اسناد بالادستی جهت توسعه منابع آب با استفاده از آب‌شیرین‌کن‌های هسته‌ای مبتنی برروبکرد همبست و پویایی سیستم‌ها در منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. از این‌رو، با تاکید بر ضرورت نگرش سیستمی و رویکرد همبست در تدوین برنامه‌های آمایش سرزمین می‌توان جهت مقالات آتی به‌عنوان پیشنهاد موارد زیر را ارائه داد.

۱. ارائه سیاست‌های جدید و ارزیابی سایر سیاست‌های مطرح‌شده در اسناد بالادستی.

۲. ارزیابی سایر بخش‌های اقتصادی در مقالات آتی با توجه به اینکه در مقاله حاضر به ارزیابی بخش کشاورزی منطقه پرداخته شده است.

۳. با توجه به اینکه در مقاله حاضر تحلیل رویکرد همبست با محوریت عامل آب انجام شده است در مقالات آتی پیشنهاد می‌شود با محوریت دو عامل غذا و عامل انرژی به صورت مجزا پرداخته شود.

۴. درنظرگرفتن رویکرد همبست برای کل منطقه مکران و ارزیابی آن جهت همکاری‌های بین‌المللی کشورهای واقع درمجاورت سواحل دریای عمان.

۵. تحلیل برمبنای سایر رویکردهای توسعه‌یافته همبست که عوامل دیگری را هم در پیوند آب، غذا و انرژی در نظر دارد مانند رویکرد WEFE که عامل اکوسیستم را هم مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

۶. برگزاری کارگاه‌ها و طراحی پرسشنامه‌های مردمی جهت مشارکت مردمی برای ساخت مدل مفهومی.

۷. تلفیق پویایی سیستم‌ها با سایر مدل‌های آمایش سرزمین مانند، مدل تاپسیس، مدل تخصیص کاربری زمین، مدل سلسله‌مراتبی AHP و غیره.

۸. تلفیق پویایی سیستم‌ها با سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و RS جهت ارائه تحلیل‌های جامع‌تر ودقیق‌تر.

۶-۲. محدودیت‌ها

با توجه به روند نگارش، مقاله حاضر با محدودیت‌هایی مواجه شده است که به اختصار به شرح ذیل می‌باشد.

۱. محدودیت در تهیه داده‌ها و اطلاعات؛

۲. محدودیت در امکان بازدید حضوری از منطقه مورد مطالعه؛

۳. محدودیت زمان در فرایند کالیبراسیون؛

۴. محدودیت زمانی برای تعمیق مدل؛

۵. امکان گسترش مرز مدل؛

۷.قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، آمایش‌سرزمین با عنوان «تحلیل فضایی توسعه پایدار منطقه مکران با رویکرد پویایی سیستم‌ها تا افق ۲۰۵۰» در دانشگاه تربیت مدرس تهران می‌باشد. نگارندگان برخود لازم می‌دانند از دانشگاه تربیت مدرس با توجه به حمایت‌های مادی و معنوی و فراهم نمودن شرایط پژوهش، قدردانی نمایند.

References

1. Akhbari, M; Chopani, R.M; Mear, A.A. (2012). Regional cooperation model in the horizon of outlook plan.
2. Akinsete, E; Koundouri, P; Landis, C. (2021). Integrated Approach for Sustainable WEF Nexus Management: An African Case.
3. Albrecht, T.R; Crootof, A; Scott, C.A. (2018). The Water-Energy-Food Nexus: A systematic review of methods for nexus assessment. Environmental Research Letters, 13(4), 043002.
4. Alijani, B. (2015). Spatial analysis in geography studies. Journal of Spatial Analysis Environmental hazarts, 2(3), 1-14. **[In Persian]**
5. Arabi Yazdi, A; Niknia, N; Majidi, N; Emami, H. (2014). Water Security Assessment in Arid Climates Based on Water Footprnt Concept (case study; south khorasan province). Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 8(4), 735-746. **[In Persian]**
6. Artioli, F; Acuto, M; McArthur, J. (2017). The water-energy-food nexus: An integration agenda and implications for urban governance. Political Geography, 61, 215-223.
7. Biggs, E.M; Bruce, E; Boruff, B; Duncan, J.M; Horsley, J; Pauli, N; McNeill, K; Neef, A; Van Ogtrop, F; Curnow, J. (2015). Sustainable development and the water–energy–food nexus: A perspective on livelihoods. Environmental Science & Policy, 54, 389-397.
8. Chai, J; Shi, H; Lu, Q; Hu, Y. (2020). Quantifying and predicting the Water-Energy-Food-Economy-Society-Environment Nexus based on Bayesian networks-a case study of China. Journal of Cleaner production, 256, 120266.
9. Chen, Y; Chen, W. (2020). Simulation study on the different policies of Jiangsu Province for a dynamic balance of water resources under the water–energy–food nexus.Water, 12(6), 1666.
10. Couclelis, H. (1992). Location, place, region, and space. Geography's inner worlds, 2, 15-233.
11. Davoudi, S; Strange, I. (2009). Conceptions of space and place in strategic spatial planning. Routledge London.
12. Enders, J.C; Remig, M. (2014). Theories of sustainable development: An introduction. In Theories of sustainable development (pp. 1-5). Routledge.
13. Esfandiari-Baiat, M; Barzegar, Z; Yousefi, L; Maheshwari, B. (2014). Urbanisation and its effects on water, food security and energy needs in Iran: a case study of city of shiraz. The Security of Water, Food, Energy and Liveability of Cities: Challenges and Opportunities for Peri-Urban Futures, 101-112. **[In Persian]**
14. Fang, K; Heijungs, R; De Snoo, G.R. (2014). Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview

of a footprint family. Ecological Indicators, 36, 508-518.
15. Feizolahi, Z; Shahbazbegian, M; Hashemi, S.A; Shayan, S. (2019). The Minab plain water-related spatial planning; a system dynamics approach. Environmental Sciences, 17(4), 231-248. **[In Persian]**
16. Forrester, J.W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. System dynamics review, 10(2-3), 245-256.
17. Gholami, Z; Ebrahimian, H; Noory, H. (2018). Prioritization of major agricultural crops cultivation considering the energy and water costs in Qazvin plain. Irrigation Sciences and Engineering, 41(1), 17-30. **[In Persian]**
18. Hafeznia, M.R. (2016). Active Geostrategic Faults in the World. Geopolitics Quarterly, 12(44), 1-12.
19. Hafeznia, M.R; Ahmadi, S; Hourcad, B. (2013). Explanation of the Structural and Functional Characteristics of Geographical Buffer Spaces.
20. Hafeznia, M; Alamdar, E; Ravani, R.S. (2020). The Role of Developing the Makran Coast and Iran's Marine Orienteering Strategy on the Development of the Eastern Axis of the Country. Political Spatial Planning, 2(2), 81-94. **[In Persian]**
21. Hang, M.Y.L.P; Martinez-Hernandez, E; Leach, M; Yang, A. (2016). Designing integrated local production systems: a study on the food-energy-water nexus. Journal of Cleaner Production, 135, 1065-1084.
22. Hoff, H. (2011). Understanding the nexus.
23. Iranian Land use Planning Document. (2017). Plnaning and budget organiztion of Iran.
24. Jahantigh, R; Farajirad, A; Sayyari, H; Sarvar, R (2016). Investigate the Potential Geopolitical Mokran Coasts and its Role in Sustainable Security in the IRAN'S South East Region. **[In Persian]**
25. Kaddoura, S; El Khatib, S. (2017). Review of water-energy-food Nexus tools to improve the Nexus modelling approach for integrated policy making. Environmental Science & Policy, 77, 114-121.
26. Keskinen, M; Guillaume, J.H; Kattelus, M; Porkka, M; Räsänen, T.A; Varis, O. (2016). The water-energy-food nexus and the transboundary context: insights from large Asian rivers. Water, 8(5), 193.
27. Keyhanpour, M.J; Musavi Jahromi, S.H; Ebrahimi, H. (2021). System dynamics model of sustainable water resources management using the Nexus Water-Food-Energy approach.12(2), 1267-1281.
28. McLoughlin, J.B; Webster, J.N. (1970). Development Control in Britain. University of Manchester, Centre for Urban and Regional Research.
29. Mokhtari Hashi, H. (2020). Interstate Rivalries within Regional Organizations Case study: Economic Cooperation Organization (ECO). Geopolitics Quarterly, 16(60), 334-350.

30. Richmond, B. (1993). Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. System dynamics review, 9(2), 113-133.
31. Sadeghi, M; Rabiee, H; Ghourchi, M; Abdi, A. (2020). Explaining the Role of Capitalist Economics and Space of Flow in the Emergence and Role-Playing of Global Cities. Geopolitics Quarterly, 16(57), 110-137. **[In Persian]**
32. Sadeghlou, S; Hafeznia, M; Safavi, S.Y; Roumina, E. (2019). Role of Regional Integration in MERCOSUR Regional Peace and Development An Approach to Human-Centered Geopolitics. Geopolitics Quarterly, 15(56), 1-24.
33. Sadoff, C; Grey, D; Borgomeo, E. (2020). Water security. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science.
34. Scholvin, S; Wigell, M. (2018). Power politics by economic means: Geoeconomics as an analytical approach and foreign policy practice. Comparative Strategy, 37(1), 73-84.
35. Shahbazbegian, M. (2023). Morphology of transition pathway matters: System dynamics to assess alternative livelihood policy towards groundwater sustainability. Groundwater for Sustainable Development, 21, 100928.
36. Sterman, J. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World Irwin McGraw-Hill Boston MA.

COPYRIGHTS
©2023 by the authors. Published by the Iranian Association of Geopolitics. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0