

## تحلیل آمایشی توسعه منطقه آزاد ماکو: یک رویکرد مبتنی بر پویایی سیستم‌ها به سوی توسعه پایدار

محمدرضا شهبازبگیان<sup>۱</sup>

سایه حبیب زاده<sup>۲</sup>

### چکیده

منطقه آزاد ماکو به لحاظ قرار گرفتن در مرز ایران با ترکیه و جمهوری آذربایجان دارای یک موقعیت استراتژیک بالقوه در کشور بوده و توسعه‌ی پایدار آن از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و سیاسی از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال سیاست‌های توسعه آن هنوز بر رشد بدون توجه به محدودیت منابع به خصوص منابع آب متمرکز بوده و نیازمند مطالعه بیشتر در راستای پارادایم توسعه‌ی پایدار و توجه به محدودیت منابع خصوصاً منابع آب است. توسعه‌ی پایدار در یک محدوده با در نظر گرفتن توان اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی متعلق به آن محدوده می‌تواند تحقق یابد. توسعه به صورت جداگانه، در هریک از بخش‌ها بدون در نظر گرفتن رفتار کلی و تأثیرات زیرسیستم‌ها بر روی یکدیگر مقدور نیست. از این‌رو، هدف تحقیق حاضر نیز تحلیل آمایشی توسعه منطقه آزاد ماکو با توجه به سه زیرسیستم اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی با تأکید بر منابع آب بوده و برای تحلیل تعاملات بین متغیرها از رویکرد سیستمی بهره می‌گیرد. مطالعه حاضر، از نظر هدف کاربردی به لحاظ ماهیت و گردآوری اطلاعات توصیفی-تحلیلی می‌باشد و با استناد به مطالعات و بررسی‌های اسنادی و میدانی در رابطه با موضوع تحقیق از روش پویایی سیستم‌ها در محیط نرم‌افزار ونسیم استفاده شده است. در این راستا، ابتدا با بهره‌گیری از مشاهدات و نیز مصاحبه با کارشناسان منطقه، اطلاعات و داده‌های آماری لازم به دست آمده است. سپس با استفاده از دانش پویایی سیستم سه بخش اقتصادی و اجتماعی و منابع آب در قالب حلقه‌های علّت و معلولی (تعادلی و تقویتی) به صورت مجزا با نرم‌افزار ونسیم ترسیم و عملکرد آن‌ها با نمودارهای مرجع تأیید شد. این زیرسیستم‌ها به صورت جامع و در ارتباط باهم در قالب یک مکانیزم سیستمی حاکم بر شاخص‌های توسعه ماکو ترسیم شدند. در نهایت با مطالعه سیستمی زیرسیستم‌های مربوط به سه بخش نامبرده سه سیاست از درون مکانیزم سیستمی با توجه به پتانسیل‌های موجود در منطقه و توجه به محدودیت منابع آب‌های زیرزمینی استخراج گردید. نتایج مطالعه مکانیزم‌های سیستمی حاکم بر توسعه حاکمی از آن است که سه سیاست مبتنی بر تقویت آبی‌پروری، سرمایه‌گذاری برای تقویت گردشگری و کشت گیاهان دارویی با تقویت مکانیزم‌های سیستمی تعادلی، قابلیت تقویت پایداری منطقه آزاد ماکو را دارند.

**واژگان کلیدی:** آمایش سرزمین، توسعه پایدار، منطقه آزاد ماکو، رویکرد سیستمی، منابع آب

### مقدمه

در جهان امروزی توسعه همه جانبه و با سرعت در حال پیشروی است با توجه به گستردگی دامنه‌اش در موضوعات گوناگون، تمام نقاط دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده است؛ به همین دلیل، عقب ماندن از آن به معنای دور ماندن از علم، فرهنگ، تجربه و یافته‌های جهانی، زیستن در عصری عقب‌تر از کشورهای دیگر و درنهایت جهان پر تغییر است (صفرعلی زاده و همکاران، ۱۳۹۷: ۶). توسعه در لغت، به معنای گسترش دادن است و پس از جنگ جهانی دوم، این اصطلاح به صورت فراگیر مطرح شد (موسایی، ۱۳۸۸: ۱۰۰).

<sup>۱</sup> استادیار عضو هیات علمی دانشکده‌های علوم انسانی و علوم و فناوری‌های بین رشته‌ای دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده)

Email : MR.Shahbazbegian@modares.ac.ir - Tel: 09122416029

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس

برخلاف اصطلاح رشد، لغت توسعه دارای مضمونی فراگیر و چند بعدی است و به معنی پیشرفت و ترقی جامعه در تمامی ابعاد زندگی می‌باشد (لطیفی و قائم پور، ۱۳۹۵: ۱۹۹). برنامه‌ریزی آمایش سرزمین نیز با تمرکز بر روی روابط فضایی یک‌راه مؤثر برای ادغام برنامه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در جهت توسعه فضایی است (فیض الهی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۳۲). به بیانی دیگر آمایش سرزمین به منظور استفاده منطقی از تمام ابزارها و توانایی‌ها برای پیشرفت وضعیت مادی و معنوی جامعه به انتظام رابطه بین انسان و فضا و فعالیت‌های انسان در مکان می‌پردازد (صرافی، ۱۳۹۰). نیز، آمایش سرزمین بر روی برنامه‌ریزی و سامان دادن نحوه‌ی تسخیر مکان و تعیین محل اقامت انسان‌ها، موقعیت فعالیت‌های انسانی و همچنین کنش‌های بین عوامل متعدد نظام اجتماعی و اقتصادی متمرکز است (شریف زادگان و دهکردی، ۱۳۸۹: ۸۸). این دانش برای استفاده بهتر از توانایی انسانی و محیطی تعامل‌های دوسویه این دو عامل را در نظر می‌گیرد (بصیرت، ۱۳۹۰: ۲۰). امروزه آمایش سرزمین به یک شیوه جغرافیایی برای توسعه‌ی پایدار در کشورها تبدیل شده است (یزدان پناه، ۱۳۹۷: ۱۰). در واقع تکیه آمایش سرزمین استفاده بهینه و عقلانی و پی بردن به ارزش‌های فضا به منظور کارکردهای مؤثر اقتصادی و اجتماعی است. لذا، تقسیم‌کار سرزمین در جهت نیل به اهداف توسعه متعادل سرزمین و توزیع آن در مناطق با توجه به ظرفیت‌های داخلی از جنبه‌های مهم آن شمرده می‌شود. مفروض بنیادی آمایش سرزمین این است که در جامعه، امور در جای خود قرار ندارند؛ بنابراین با برنامه‌ریزی یا به اصطلاح، چیدمان در گستره ملی و استانی باید به این ناهماهنگی پایان داد (صنعی، ۱۳۹۰: ۱۷۱). به عبارت دیگر، آمایش سرزمین به معنای تعیین استراتژی‌های توزیع فضایی جمعیت و فعالیت در پهنه سرزمین، مشتمل بر تعیین مناطق اولویت‌دار در توسعه از نظر پذیرش جمعیت و فعالیت، تعیین نقش نواحی مختلف بر مبنای تقسیم‌کار ملی و استقرار فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، خدماتی و امکانات زیربنایی، تعیین چشم‌انداز اشتغال و توزیع آن در بخش‌های مختلف اقتصادی در سطوح ملی است. با در نظر گرفتن شرایط این رویکرد مناطق آزاد از توزیع متعادل در نواحی مختلف کشور برخوردار است و از طرف دیگر از نظر تقسیم کار ملی و استقرار واحدهای صنعتی، تولیدی و کشاورزی از جایگاه نسبتاً خوبی برخوردار هستند، از این رو توسعه کشور با نگاهی به طرح آمایش سرزمینی و ظرفیت‌های مناطق آزاد می‌تواند دستیابی به اهداف توسعه‌ای را تسهیل و تعادل بخشی به اقتصاد کشور را تسریع کند (شایگان، ۱۳۹۵: ۱). از جمله این مناطق، منطقه آزاد ماکو از توابع استان آذربایجان غربی است که به لحاظ ظرفیت‌ها و فرصت‌هایی همچون موقعیت ممتاز ارتباطی و ژئوپلیتیکی با دسترسی به کریدورهای تجارت بین‌المللی، نقش دروازه منطقه در زمینه بار و مسافر، وجود ذخایر ارزشمند و متنوع معدنی در منطقه، برخورداری از اراضی مناسب قابل توسعه، دسترسی نسبتاً مستقیم به دریای سیاه و مدیترانه از طریق بنادر ترازون و مرسین، توسعه و تسهیل صادرات ایران به ترکیه، بالا بودن تقاضا برای محصولات پلیمری، کانی‌های غیرفلزی و غذای منطقه آزاد امکان تأمین این نیازها و رسیدن به اهداف مزبور را داراست (طرح راهبردی - ساختاری منطقه آزاد ماکو، ۱۳۹۸، ۱۸).

تعدادی از پژوهش‌های خارجی و داخلی انجام شده در زمینه توسعه منطقه‌ای با رویکرد توسعه‌ی پایدار به شرح ذیل است:

چن جنگ<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۱۸) به ارزیابی و مقایسه عملکرد توسعه مناطق تجارت آزاد در شش بندر ساحلی چین پرداخته‌اند و بر اساس مدل‌های نظری و تحقیقات تجربی و با استفاده از یک فرایند سلسله مراتبی تحلیلی رابطه و میزان توسعه‌یافتگی بین مناطق را بررسی و پیش‌بینی کرده‌اند (چن جنگ و همکارانش، ۲۰۱۸: ۵۰۶-۵۲۶) راسکوفسکی و بارتنیچاک<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) در پژوهش خود با استفاده از چهار شاخص به ارزیابی وضعیت توسعه پایدار در کشور لهستان طی سال‌های ۲۰۰۵ - ۲۰۱۱ پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که نمی‌توان رشد و توسعه‌ی لهستان را در بین این سال‌ها مطلوب یا بسیار مطلوب بیان کرد بلکه حرکت تدریجی رو به بهبود به سمت پایداری می‌توان گفت (راسکوفسکی و بارتنیچاک، ۲۰۱۸: ۲۲۵-۲۴۵). میشنین و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) نیز در پژوهشی در ایالت براندنبورگ آلمان به ارزیابی تأثیر تغییرات اقلیمی در توسعه پایدار آن ایالت پرداختند (میشنین و همکاران، ۲۰۱۸: ۳۲۹-۳۴۱). همچنین در پژوهشی

<sup>1</sup> Chen, Jihong

<sup>2</sup> Raszowski and Bartniczak

<sup>3</sup> Mishenin



دیگر استین<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) به مطالعه نقش مناطق آزاد در توسعه‌ی پایدار مناطق پرداخت که نتایج بیانگر آن است، مناطق آزاد نقش مهم و اصلی در اقتصاد بسیاری از کشورها بازی می‌کند و باعث افزایش صادرات و سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی می‌شوند (استین، ۲۰۰۷: ۱۹-۱). جعفری و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به تحلیل فضایی توسعه منطقه‌ای استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های اقتصادی پرداختند نتایج پژوهش حاکی از عدم توسعه متوازن و متعادل اقتصادی بین استان‌های ایران هست (جعفری و همکاران، ۱۳۹۹: ۶۱-۷۲). حیدری ساریان (۱۳۹۸) در اثر خود با استفاده از پرسشنامه و پخش آن بین ۴۰۰ نفر که ۲۰۰ پرسشنامه در روستاهای ماکو و ۲۰۰ پرسشنامه در روستاهای دورتر از آن توزیع شد به بررسی نقش تجارت آزاد در بهبود شاخص‌های اقتصادی مناطق روستایی مطالعه موردی شهرستان ماکو پرداخت. نتایج تحلیل فضایی روستاهای مورد مطالعه نشان داد که نقش تأسیس منطقه آزاد تجاری در تقویت شاخص‌های اقتصادی در بیست و پنج درصد روستاها در سطح قوی و در چهل و یک درصد روستاها در سطح متوسط و در بقیه روستاها ضعیف است (حیدری ساریان، ۱۳۹۸: ۱۱۱-۱۳۳). زینال زاده (۱۳۹۴) در پژوهش خود به مطالعه اثرات فضای اقتصادی، شکل‌گیری و توسعه منطقه آزاد تجاری و صنعتی ماکو با استفاده از نرم‌افزار XLSTAT پرداخت و به این نتیجه دست‌یافت که شاخص‌های اقتصادی و فضایی تأثیر معناداری بر شکل‌گیری و توسعه بخش صنعت و تجارت ماکو دارد (زینال زاده، ۱۳۹۷: ۱-۸۱). اورنلری و کولوبندی (۱۳۹۴) نیز در پژوهشی به بررسی موانع جذب سرمایه‌گذاری در ماکو پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که از بین هفت متغیر بررسی شده، پنج مورد عدم صراحت‌های قانونی، محدودیت، نارسایی، انعطاف ناپذیری، فقدان پویایی پاره‌ای از قوانین و مقررات در ارتباط با جذب سرمایه‌های خارجی در ماکو، فقدان سازمان‌های اجرایی و کارا و تأثیرات سوء ناشی از اتخاذ بعضی از خط‌مشی‌ها و سیاست‌های کلان اقتصادی دولت در سطح ملی عدم برخورداری از سطح مدیریت اجرایی قوی، سرمایه‌گذاری سازمان‌ها و مؤسسات سرمایه‌گذاری وابسته به دولت و عدم معرفی مناسب مزایای سرمایه‌گذاری در عدم جذب سرمایه‌گذاری ماکو مؤثرند. ولی دو متغیر باقی‌مانده از جمله، امکانات زیر بنایی اولیه و عدم مکان‌یابی صحیح در انتخاب ماکو به‌عنوان یک منطقه آزاد در عدم جذب سرمایه‌گذاری نقشی ندارند (اورنلری و کولوبندی، ۱۳۹۴: ۱-۶). خلیلی (۱۳۹۴) در تحقیق خود امکان‌سنجی احداث بندر خشک در ماکو را بررسی کرد. طبق شاخص‌های مرتبط با وضعیت ترانزیتی، دسترسی به راه‌های ارتباطی، قرار گرفتن در سر حد سه کشور ایران، ترکیه و آذربایجان و وضعیت اقلیم و زمین منطقه برای احداث بندر خشک از وضعیت مناسبی برخوردار است (خلیلی، ۱۳۹۴: ۱-۱۶). موسوی و همکارانش (۱۳۹۵) در پژوهشی دیگر، با ارائه یک مدل تحلیل محیط با رویکرد سیستمی در برنامه‌ریزی گردشگری مطالعه موردی شهرستان ماکو ارزیابی شد. با استفاده از ماتریس SWOT نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید بر صنعت گردشگری منطقه آشکار شد که نهایتاً به این نتیجه رسیدند که نقاط ضعف در صنعت گردشگری بر نقاط قوت غالب است (موسوی و همکارانش، ۱۳۹۵: ۱-۱۸).

مرور و بررسی مطالعات نشان می‌دهد؛ به‌رغم توجه به مقوله توسعه در این پژوهش‌ها، اغلب این تحقیقات توسعه ماکو را به‌صورت جداگانه در هریک از بخش‌ها جستجو کرده‌اند و بدون توجه به تعاملات و پس‌خوران حاکم بر بخش‌های اجتماعی، منابع آبی و اقتصادی به تصمیم‌گیری پرداختند. هدف از انجام این تحقیق تحلیل آمایشی توسعه منطقه آزاد ماکو با توجه به سه زیرسیستم اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی با تأکید بر منابع آب، با استفاده از رویکرد پویایی سیستم می‌باشد. در این راستا پرسش اصلی پژوهش این است که متغیرهای دخیل در تقویت توسعه پایدار آن کدامند؟ و روابط علی و معلولی بین زیرسیستم‌های شناسایی شده توسعه چگونه است؟

چارچوب تحقیق حاضر، ابتدا به‌صورت کوتاه به معرفی دانش پویایی سیستم‌ها و اصول ترسیم حلقه‌های علت و معلولی و سپس به معرفی مورد مطالعاتی می‌پردازد. پس از معرفی، با استفاده از اصول تحلیل روابط علی و معلولی مکانیزم سیستمی حاکم بر توسعه ماکو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سپس عامل‌های تأثیرگذار منفی بر این زیرسیستم‌ها شناسایی و در انتها با بحث و نتیجه‌گیری و بیان راهکارهای مبتنی بر تفکر سیستمی که قابلیت تقویت پایداری منطقه را دارند، به پایان می‌رسد.

<sup>۱</sup> Stein

## مبانی نظری

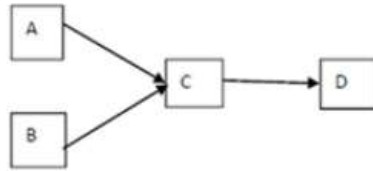
امروزه، توسعه یکی از فراگیرترین موضوعات جوامع بشری در راستای ارتقای کیفیت زندگی و رفاه انسان به‌خصوص در میان کشورهای در حال توسعه است. قسمتی از این مسئله ناشی از ضرورت اجتناب‌ناپذیر تلاش، پیشرفت و رشد در مسیر گام برداشتن از قافله روندهای جهانی است و بخش دیگر آن ناشی از موضوعات مشترکی مانند توجه به مناطق حاشیه‌ای، محیط زیست، جنسیت، فقر و غیره است که طیف وسیعی از مردم را درگیر و متأثر می‌کند (فرجی راد و کاظمیان، ۱۳۹۶: ۱۶۰). فرآیند توسعه باعث می‌شود؛ ویژگی‌های جامعه دچار تغییراتی بنیادین شوند که انتظار می‌رود این تغییرات منجر به بهبود شرایط مادی و معنوی جامعه شوند. این بهبودی به این معنی است که همه افراد جامعه در تأمین معاش، اعتماد به نفس و آزادی نسبت به گذشته به شرایط مطلوب‌تری برسند (فرجادی، ۱۳۸۷: ۲۰). در حقیقت، منظور از این مفهوم تلاش در راستای ایجاد تعادل تحقق نیافته و یا یافتن راهی برای از بین بردن فشارها و مشکلاتی است که پیوسته در میان قسمت‌های مختلفی از زندگی روزمره افراد جامعه وجود دارد (استورپر، ۲۰۰۶: ۵۲۰). رشد همراه با عدالت اجتماعی، بهترین تعریفی است که می‌توان درباره توسعه بیان کرد (ازکیا و غفاری، ۱۳۹۳: ۷). رسیدن به تعادل و پایداری در توسعه یکی از اهداف کشورهای مختلف در سرتاسر جهان است که این دستاورد می‌تواند زندگی تمامی مردم را تحت تأثیر قرار دهد (محمدی، ۱۳۸۰: ۱۰۱). از سویی پایداری را می‌توان در سطوح و مقیاس‌های مختلف تحقق بخشید (اسماعیل‌زاده، ۱۳۹۶: ۶). به عبارت دیگر؛ پایداری ترجیحاً باید به‌عنوان هدف یک جامعه در نظر گرفته شود (ضرابی، ۱۳۹۹: ۱۲۱). با بیان پایداری در توسعه پایدار، قداست رشد شکسته شد و همچنین تأکید ویژه‌ای بر عدالت بین نسل‌ها وابستگی بی‌چون و چرا به طبیعت، برتری کیفیت توسعه بر کمیت رشد و توانمندسازی اجتماعات به همراه ارزش‌های مادی و معنوی کرد (اشپرد، ۱۹۹۸: ۲۳).<sup>۲</sup> ارزیابی توسعه پایدار، به دلیل ویژگی‌های خاص و مفهومی که از آن در نظر است، بسیار مشکل است. نظر به اینکه در یک نظام پویا مانند جامعه بشری مفهوم پویای پایداری به معنای ثابت تعادل در طول زمان است این مفهوم چیزی نیست که بتوان آن را به‌راحتی اندازه گرفت چراکه یک کیفیت غیرثابت است نه یک نقطه ثابت (زاهدی و نجفی، ۱۳۸۵: ۴۷). یا به بیانی دیگر، هرچه در ارزیابی به سمت تعادل در طول زمان متمایل شویم با مشکلاتی هم مواجه می‌شویم، به‌ویژه پیچیدگی نظام‌های بشری باعث به وجود آمدن مشکل در تعیین معیارهای سنجش پایداری می‌شود. علاوه بر این، یکی دیگر از مشکلات موجود، شناخت این مورد است که کدام سطح از فعالیت‌ها در دراز مدت پایداری واقعی دارند. با علم به این مسئله که تحول موضوعی نسبی بوده و می‌توان با ملاحظه دو وضعیت در دو برهه زمانی به ساده‌ترین شکل ممکن آن را درک کرد، لازم است به بررسی تحول در بستر زمان از باب تغییرات تعاملات و پس‌خوران حاکم بر آن نگریده شود (افتخاری و آقایاری، ۱۳۸۶: ۳۶). به مرور و بررسی مفاهیم و مطالعات پیشین نشان می‌دهد، به‌رغم توجه به مقوله توسعه در این پژوهش‌ها، اغلب این تحقیقات توسعه را به‌صورت جداگانه در هریک از بخش‌ها جستجو کرده‌اند و بدون توجه به نقاط ضعف و کمبودها و ویژگی‌های اجتماعی، منابع آبی و اقتصادی به تصمیم‌گیری پرداختند. به‌طوری‌که در روش این تحقیقات، سیستم به صورت خطی مطالعه شده و به روابط و تأثیرات متقابل بین شاخص‌های توسعه حاکم بر مسئله و تغییرات در گذر زمان توجه نمی‌شود. در تفکر خطی فرض بر ثابت بودن اتفاقات و روند آن‌ها در یک سیستم در طول زمان است و هیچ‌گونه بازخوردی از خروجی به ورودی در نظر گرفته نمی‌شود (شکل ۱). از آنجا که این روش‌ها در تحلیل سیستم مورد مطالعه، تنها عامل‌های استاتیک فضا را در نظر می‌گیرند و به عامل‌هایی از جمله تعاملات علی و معلولی بین اجزای سیستم و همچنین به زمان‌های تأخیر در سیستم توجه نمی‌کنند، در صورتی که نمی‌توان توسعه را به‌صورت جداگانه در هریک از بخش‌ها جستجو کرد، بلکه رفتار کلی و تأثیرات زیرسیستم‌ها بر روی یکدیگر در طی زمان باعث توسعه یا عدم توسعه قلمرو می‌شوند. ایده مقاله

<sup>1</sup> Storper

<sup>2</sup> Shepherd



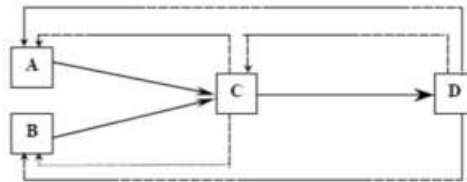
حاضر آن است که خلا مزبور با رویکرد پویایی سیستم‌ها قابل پوشش است (شکل ۲). در این راستا رویکرد پویایی سیستم‌ها برگرفته از تفکر سیستمی به‌عنوان ابزاری در مدیریت و برنامه‌ریزی است که توانایی حل مسئله‌های پیچیده را دارد (باقری و هجورث، ۲۰۰۷: ۱۵۲).



شکل (۱): نگرش خطی به توسعه پایدار

(ریچموند، ۱۹۹۳)<sup>۲</sup>

رویکرد پویایی سیستم‌ها نخستین بار توسط فارستر در موسسه فناوری ماساچوست در سال ۱۹۵۸ مطرح شد (فارستر، ۱۹۹۴: ۲۴۹). این رویکرد، یک روش تنظیم‌شده مناسب برای تجزیه و تحلیل اجزای سیستمی است که دربردارنده روابط علی و معلولی می‌باشد (چن و همکاران، ۲۰۰۵: ۲۶). همچنین قدرت مشخص‌سازی واکنش‌های نامعلوم و پیش‌بینی نشده‌ای را در بردارد (تورلی و چانگ، ۱۹۹۵: ۲۸).<sup>۵</sup> هم به کمک آن می‌توان سناریوهای متنوع را با نگرش منسجم تخمین نمود. از این جهت، در تحقیق حاضر، از این روش استفاده شده است. رویکرد سیستمی این فرصت را به افراد می‌دهد تا قبل اینکه سیاست‌های خود را در سیستم واقعی اجرا کند در الگویی شبیه‌سازی اندازه‌گیری و واکنش آن را در دوره‌های زمانی مختلف بسنجد (احمدوند و همکاران، ۱۳۹۰: ۷۷). پویایی سیستمی به دنبال پیش‌بینی کمی آینده نیست، بلکه هدف آن دست یافتن به دانش وسیع در مورد ارتباطات دینامیکی میان سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی است (استرمن، ۲۰۰۰: ۲۱۰).<sup>۶</sup>



شکل (۲): نگرش سیستمی به توسعه پایدار

(ریچموند، ۱۹۹۳)

در تفکر سیستمی ابزارهایی به‌کار برده می‌شوند تا بنیاد و قالب سیستم موردنظر نمایش و بهترین وجه قابل‌فهم باشد. از ابزارهای بسیار مهم تفکر سیستمی که برای توسعه مدل لازم است حلقه‌های علی و معلولی و نمودار حالت جریان می‌باشند (دایسون و چانگ، ۲۰۰۵: ۶۷۲).<sup>۷</sup> در مدل پویایی سیستم نمودار حلقه‌های علی و معمولی برای ایجاد یک مدل مفهومی که به نقشه‌های ذهنی برمی‌گردد بحث و مقایسه تفسیرهای مختلف ساختار سیستم را تسهیل می‌کند. در واقع ساختار یک سیستم، متغیرها و روابط بین آن‌ها می‌باشد که به شکل حلقه‌های بازخور تعاملی و تقویتی است و پویایی‌های موجود در یک سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. دیاگرام‌های علت و معلولی به‌منظور نمایش تعاملات دینامیک مابین عناصر سیستم بکار می‌رود و در آن تأثیرگذاری مثبت و منفی عناصر بر یکدیگر به

<sup>1</sup> Bagheri and Hjorth

<sup>2</sup> Richmond

<sup>3</sup> Forrester

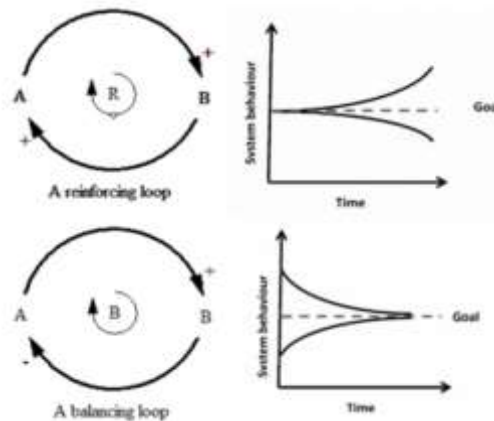
<sup>4</sup> Chen et al

<sup>5</sup> Thurlby and Chang

<sup>6</sup> Sterman

<sup>7</sup> Dyson and Chang

ترتیب با علامت‌های (+) و (-) نمایش می‌یابد. دو نوع حلقه بازخوردی اصلی در دیاگرام‌های علی وجود دارد، حلقه بازخوردی مثبت با رفتار نامایی و حلقه بازخوردی منفی با رفتار هدف جو (استرمن، ۲۰۰۰: ۱۴۰) (شکل ۳).



شکل (۳): حلقه‌های علت و معلولی تقویتی و تعادلی در پویایی سیستم‌ها

منبع: (استرمن، ۲۰۰۰)

بنابر شکل ۳، نمودارهای علیت نحوه تأثیر متغیرها بر روی یکدیگر و پس‌خوران بین آن‌ها را نمایش می‌دهند. بدین صورت که اگر تغییرات متغیر مستقل و وابسته در یک‌جهت باشند رابطه علی مثبت و در صورتی که تغییرات متغیر مستقل و وابسته عکس یکدیگر باشند رابطه علی منفی خواهد بود. اگر حاصل ضرب علامت‌های یک حلقه مثبت شود، حلقه‌ی مزبور یک حلقه تقویتی (R)<sup>۲</sup> و در صورتی که حاصل ضرب آن‌ها منفی شود حلقه مذکور یک حلقه تعادلی (B)<sup>۳</sup> خواهد بود. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است هر یک از حلقه‌های مزبور رفتار مربوط به خود را در طول زمان ایجاد می‌نمایند.

## داده و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی به لحاظ ماهیت و گردآوری اطلاعات توصیفی-تحلیلی محسوب می‌شود و با استناد به مطالعات و بررسی‌های اسنادی و میدانی در رابطه با موضوع تحقیق از روش پویایی سیستمی در محیط نرم افزار ونسیم استفاده شده است. هدف اصلی از انجام این تحقیق، تحلیل آمایشی توسعه منطقه آزاد ماکو با توجه به سه زیرسیستم اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی با تأکید بر منابع آب می‌باشد. در اینجا، نرم‌افزار ونسیم<sup>۴</sup> به عنوان یکی از معتبرترین نرم افزارهای موجود در زمینه مبانی تفکر سیستمی و متدولوژی سیستم‌های پویا مورد استفاده قرار گرفته است. ونسیم یکی از ابزار نهایی برای توسعه و تحلیل مدل‌های پویا است، ابزارهای قدرتمند تحلیل و شبیه‌سازی، افزایش قابل توجهی را در سرعت فرایند انجام کار و کیفیت نتایج را به دنبال دارد (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۹). در ادامه، با استفاده از مطالعه داده‌ها و اطلاعات مشاهداتی و مصاحبه حضوری با کارشناسان سازمان منطقه آزاد ماکو، سالنامه‌های آماری، طرح راهبردی - ساختاری (جامع) و گزارشات اقتصادی و اجتماعی، داده‌های آماری لازم را به دست آورده شدند. سپس با استفاده از دانش پویایی سیستم‌ها، سه بخش اقتصادی و اجتماعی و منابع آب در قالب حلقه‌های علت و معلولی با نرم‌افزار ونسیم ترسیم شدند. در این راستا، برای تأیید عملکرد حلقه‌ها از نمودارهای مرجع یا رفتار مشاهداتی متغیرها در طول زمان استفاده شده است. لدین ترتیب، هرکدام از زیرسیستم‌ها به‌صورت مجزا در حلقه‌های تعادلی و تقویتی ترسیم شدند، سپس این

<sup>1</sup> Sterman

<sup>3</sup> Reinforcing loop حلقه تقویتی

<sup>4</sup> Balancing loop حلقه تعادلی

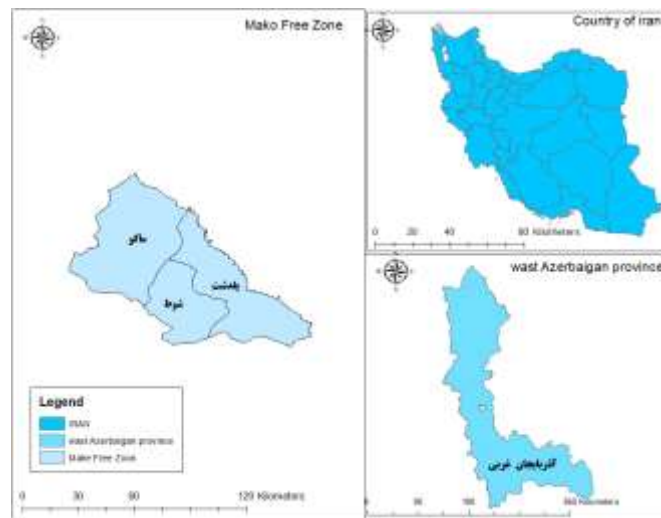
<sup>4</sup> Vensim



زیرسیستم‌ها به صورت جامع و در ارتباط با هم در قالب یک مکانیزم سیستمی توسعه شاخص‌های مورد مطالعه تحقیق ترسیم شدند، در نهایت با مطالعه زیرسیستم‌های مربوطه ۳ سیاست از درون مکانیزم سیستمی در جهت توسعه منطقه با توجه به پتانسیل‌های موجود در آن استخراج گردید.

### محدوده مورد مطالعه

منطقه آزاد تجاری - صنعتی ماکو به لحاظ محدوده جغرافیایی منطبق بر شهرستان‌های ماکو، شوط و پلدشت، در منتهی‌الیه شمال غربی کشور از شمال به رودخانه قره‌سو و کشور ترکیه از شرق به رودخانه ارس و جمهوری آذربایجان (خودمختار نخجوان) از غرب به جمهوری ترکیه و از جنوب به شهرستان چاپاره محدود شده است (شکل ۴). مساحت آن حدود ۳۸۶۰ کیلومتر مربع و دومین منطقه آزاد بزرگ جهان از لحاظ وسعت می‌باشد. همچنین دارای ۱۴۰ کیلومتر مرز مشترک آبی با کشور جمهوری آذربایجان و ۱۳۰ کیلومتر مرز آبی و خاکی با کشور ترکیه است. بر اساس تقسیمات کشوری در وضع موجود، محدوده این منطقه دارای ۳ شهرستان، ۶ بخش، ۶ شهر و ۱۳ دهستان و ۲۳۶ آبادی دارای سکنه در سال ۱۳۹۸ بوده است (طرح راهبردی - ساختاری، ۱۳۹۸: ۴).



شکل (۴): جایگاه منطقه آزاد ماکو در تقسیمات سیاسی

ترسیم: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

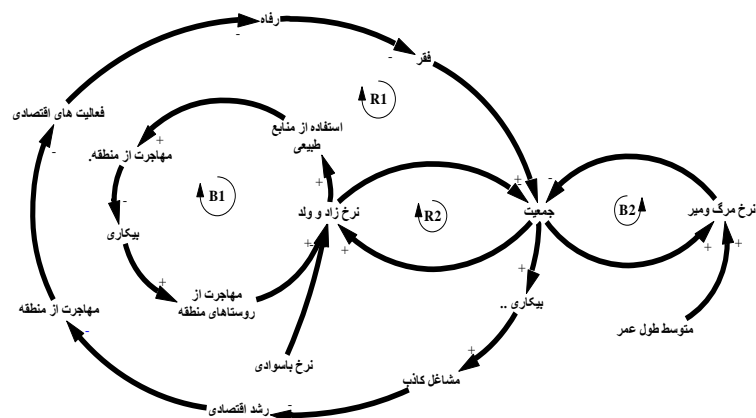
### تجزیه و تحلیل

به منظور تحلیل سیستمی هر یک از بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و طبیعی منطقه آزاد ماکو به عنوان یک زیرسیستم به صورت جداگانه مورد تحلیل قرار گرفت و برای تصدیق عملکرد هر حلقه از نمودارهای مرجع استفاده شد. در این راستا تحلیل‌های هر بخش از طریق مطالعه داده‌های آماری، مشاهداتی و مصاحبه با کارشناسان منطقه به دست آمد.

### تحلیل سیستمی زیرسیستم بخش اجتماعی

جمعیت و تحولات آن از مؤثرترین بخش‌های مدل توسعه منطقه‌ای می‌باشد. جمعیت می‌تواند به عنوان یک عامل مستقل تأثیراتی بر رشد اقتصادی و نیروی انسانی و عرضه منابع محیط‌زیست و سلامتی داشته باشد. در این بخش پژوهش به مطالعه وضعیت اشتغال و تغییرات جمعیت منطقه آزاد ماکو پرداخته می‌شود. کاهش نرخ بیکاری و افزایش ضریب اشتغال، یکی از بارزترین اهداف برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران اقتصادی کشورها محسوب می‌شود. رسیدن به این سرآغاز از میان بردن بسیاری از مشکلات اقتصادی و اجتماعی خواهد بود. جمعیت شهری داخل محدوده شهرستان‌های ماکو، پلدشت و شوط طی دوره ۲۰ ساله از ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ به دلیل خشک‌سالی و تأسیس منطقه آزاد ماکو تغییرات زیادی را تجربه کرده‌اند. در این میان شهر ماکو به علت زمین‌های تجاری، اقتصادی و موقعیت

استراتژیک سلسله‌مراتب شهری و روستایی را تا حدودی از تعادل دور کرده است. ماکو در چند سال اخیر از رشد و گسترش قابل توجهی برخوردار شده، مرتباً بر جمعیت آن افزوده شده است، این روند افزایشی تعداد جمعیت در تمام نقاط مشاهده می‌شود. کانیزم سیستمی حاکم بر تحولات جمعیتی در شکل ۵ ترسیم شده است. در تشریح این مکانیزم سیستمی می‌توان گفت در پاسخ به نیازهای جمعیتی همچو رفاه، مسکن، اشتغال فعالیت‌های اقتصادی افزایش یافته و مساحت اختصاص یافته به کاربری‌های اقتصادی متنوع نیز افزایش خواهد یافت. بدین ترتیب با افزایش فعالیت‌های اقتصادی فرصت اشتغال، سطح توسعه، افزایش سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی و مهاجرت به داخل بیشتر خواهد شد و مهاجرت به بیرون از و بیکاری نیز کاهش میابد، همچنین پتانسیل روی آوردن به شغل‌های کاذب مانند قاچاق کالا و تنش‌های اجتماعی را کنترل می‌نماید و امنیت برقرار می‌شود این موضوع از آن جهت دارای اهمیت است که افزایش تنش‌های اجتماعی باعث کاهش امنیت شده و افزایش مهاجرت از داخل به خارج از محدوده را به دنبال دارد؛ این روند در توضیح حلقه‌های تقویتی B1, R1 در شکل ۵ دیده می‌شود؛ و حلقه‌های B2, R2 نمایانگر رشد طبیعی جمعیت می‌باشد که از مؤلفه‌های زاد و ولد و مرگ و میر تشکیل می‌شوند و از نرخ مهاجرت نیز تأثیر می‌پذیرند. برای تحلیل مکانیزم سیستمی بخش اجتماعی از نمودارهای مرجع برای اثبات عملکرد حلقه‌ها استفاده شده است.



شکل (۵): تحلیل زیر سیستم بخش اجتماعی

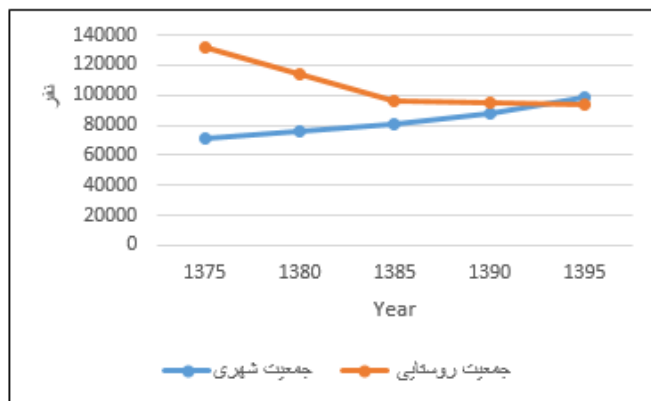
منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

همان‌طور که در (شکل ۶ تا ۹) قابل مشاهده است جمعیت با یک رشد سریع بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ تحت فعالیت حلقه تقویتی R2 رو به افزایش بوده است. در همین سال‌ها جمعیت از ۱۸۸۹۷۴۱ در سال ۱۳۷۰ به ۲۰۲۹۳۹ نفر در سال ۱۳۷۵ رسید. با بروز خشک سالی و افزایش بیکاری بین سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۱، مهاجرت از منطقه به شهرها و روستاهای استان افزایش یافته، بدین سبب جمعیت در سال ۱۳۸۰ به ۱۸۹۶۷۵ نفر رسید؛ در سال ۱۳۸۵ با اینکه این ناحیه طولانی‌ترین دوره ترسالی خود را سپری کرده است، ولی جمعیت به دلیل حذف سیاست‌های تشویقی ۳ اولاد به بالا و همچنین تنظیم سیاست‌های تنظیم خانواده و کنترل جمعیت از طریق مراکز بهداشت سیر نزولی خود را ادامه داده است. در پایان سال ۱۳۸۵ جمعیت به ۱۷۶۴۱۱ نفر رسید. مقایسه رفتار نمودار جمعیت منطقه با نمودار سنجه خشک‌سالی (SPI)<sup>۱</sup> می‌تواند بیانگر آن می‌باشد که خشک‌سالی‌های مربوط به سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱ و خشک‌سالی ۱۳۹۵ تا

<sup>۱</sup> سنجه خشک‌سالی: برای کمی کردن کمبود بارش در مقیاس‌های زمانی گوناگون است که برای هر منطقه معین بر پایه دراز مدت با مدت بارندگی دست کم ۳۰ سال برای یک دوره دلخواه ۶،۳ و... ماهه است سنجه خشک‌سالی یک مقدار نرمال شده با میانگین صفر و انحراف معیار یک است، مقادیر مثبت، نمایانگر بارش بیشتر از مقدار بارش متوسط و مقادیر منفی بیانگر بارش کمتر از مقدار متوسط آن است.



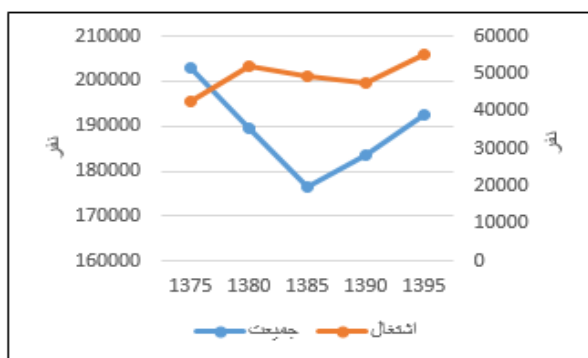
کنون منجر به غالبیت حلقه B1 در منطقه شده است (شکل ۹). بنابراین اشتغال در بخش کشاورزی که نتوانسته تقاضای اشتغال را به صورت کامل برطرف کند، حلقه سیستمی R1 را در منطقه ایجاد کرده است. در سال ۱۳۹۱ با تأسیس منطقه آزاد ماکو و افزایش فرصت‌های اشتغال و سرمایه‌گذاری در منطقه مهاجرت به خارج از منطقه کاهش و مهاجرت به منطقه افزایش یافته است که منجر به افزایش بر تعداد نفوس شده است.



شکل (۶): نمودار جمعیت روستایی در برابر جمعیت شهری

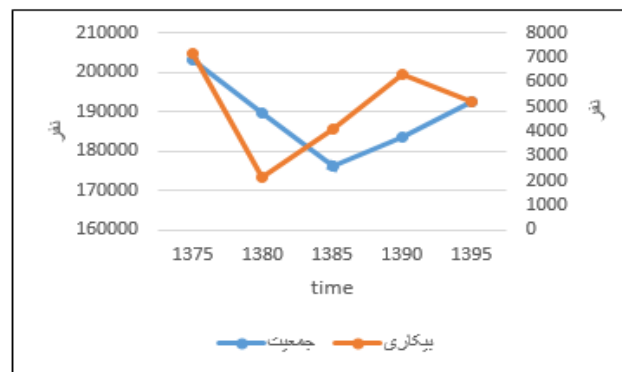
منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

بین سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۱ که منطقه درگیر خشک‌سالی بوده با تأسیس شهرک‌های صنعتی، رشد صنعت دام و طیور بر کم کردن نرخ بیکاری نقش مؤثری داشتند. تأسیس منطقه آزاد ماکو در سال ۱۳۹۱ نقش مؤثری در بالا رفتن نرخ اشتغال نقش داشته است، طوری که بر اساس نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۷۵، جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر ۱۲۸۰۰۸ نفر و از این تعداد ۴۲۵۵۲ نفر صاحب اشتغال، ۷۱۶۸ بیکار و جویای کار بوده‌اند؛ و از کل نفوس ۷۷۰۰۵ نفر در آن سال افراد غیرفعال بودند. بین سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ به دلیل تأسیس منطقه آزاد ماکو و شروع سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی، بیکاری نسبت به سال‌های قبل رو به نزول است.



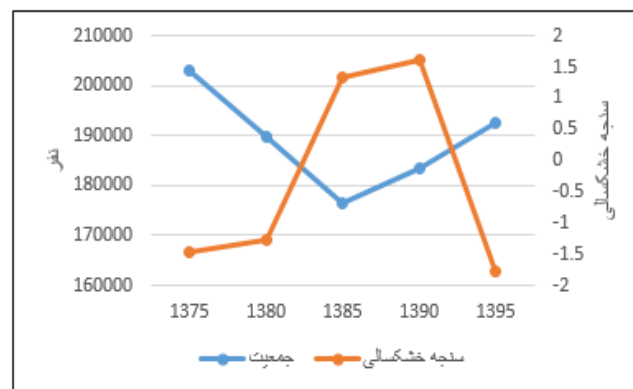
شکل (۷): شاخص اشتغال در برابر جمعیت

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)



شکل (۸): شاخص بیکاری در برابر جمعیت

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)



شکل (۹): شاخص جمعیت در برابر خشکسالی

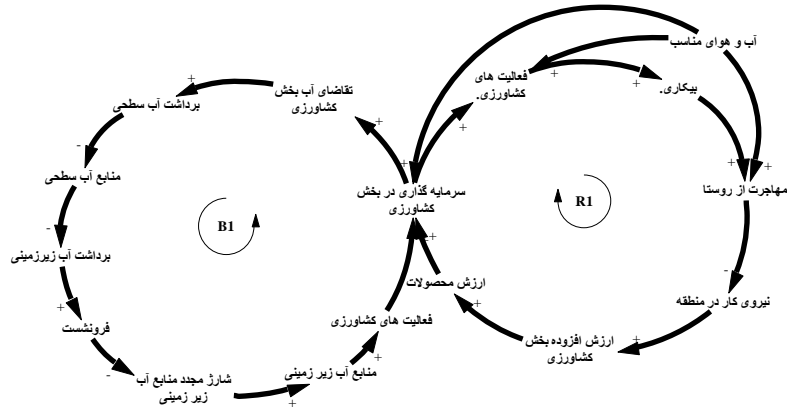
منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

### تحلیل سیستمی زیرسیستم بخش اقتصادی

منطقه آزاد ماکو دارای پهنه وسیعی از اراضی زراعی و باغی و نیز اراضی ملی مستعدی جهت فعالیت‌های کشاورزی و تنوع محصولاتی جهت کشت و تولید می‌باشد. از این جهت، کشاورزی مهمترین بخش تولید ارزش افزوده است، بنابراین مکانیزم سیستمی حاکم بر اقتصاد منطقه در سطح اول بر این بخش متمرکز هست. زیرسیستم بخش اقتصادی با توجه به (شکل ۱۰) از دو حلقه تعادلی و تقویتی تشکیل شده است، حلقه تقویتی اول مکانیزم رشد فعالیت‌های کشاورزی را نشان می‌دهد؛ با افزایش جمعیت، در نتیجه سطح زیر کشت، فعالیت‌های کشاورزی و تقاضای آب در این بخش رشد یافته است. برای

رفع این تقاضا میزان تقاضا برای آب نیز افزایش یافته که در صورت تامین آب مجدداً میزان تولید و ارزش افزوده کشاورزی را تقویت می‌نماید. افزایش ارزش افزوده در این بخش فرصت اشتغال بیشتری را به دنبال داشته و موجب کاهش بیکاری و مهاجرت و به تبع آن مانع خالی شدن روستاها از سکنه می‌شود. این موضوع سرمایه‌گذاری هرچه بیشتر در بخش کشاورزی را نیز به دنبال خواهد شد. حلقه تعادلی اول مکانیزم سیستمی حاکم بر روند برداشت منابع آب برای فعالیت‌های کشاورزی را به تصویر می‌کشد، با افزایش فعالیت کشاورزی به همان میزان مصرف و تقاضا برای آب نیز افزایش می‌یابد. این موضوع منجر به برداشت منابع آب سطحی بیشتری شده و به دنبال آن منابع آب سطحی کاهش می‌یابد. بدین ترتیب شاهد افزایش تقاضا برای برداشت منابع آب زیرزمینی به صورت مجاز و غیرمجاز و به تبع آن افت سطح آب زیرزمینی خواهیم بود. ادامه این روند تغذیه منابع آب زیرزمینی را مختل نموده و فعالیت کشاورزی کاهش خواهد یافت. در ادامه فعالیت این زنجیره علیت، بیکاری و ایجاد اختلال در معیشت کثیری از جمعیت فعال در بخش کشاورزی بوجود

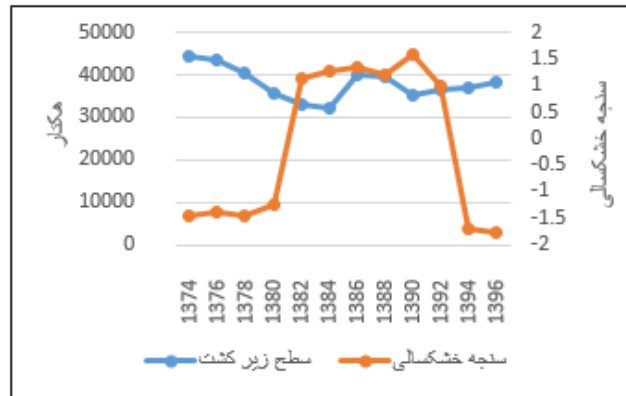
خواهد آمد. این محدودیت‌ها منطقه را با یک مکانیزم محدودیت رشد روبه‌رو می‌کند، برای تأیید رفتار حلقه تعادلی از ترسیم سری زمانی، سنجه‌های خشک‌سالی در برابر سطح زیر کشت، در شکل ۱۱ استفاده شده است.



شکل (۱۰): زیرسیستم بخش کشاورزی

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به شکل ۱۱ شهرستان ماکو طی مدت ۲۲ سال با یک خشک‌سالی نوسانی روبه‌رو بوده است. رفتار این منطقه در پاسخ به این نوسانات مورد بررسی قرار گرفت. طی دوره ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۱، با وجود ۸ سال تداوم خشک‌سالی، سطح زیر کشت زمین‌های زراعی کاهش چشمگیری نداشته است. دلیل این امر نبود فعالیت جایگزین کشاورزی و ناچار بودن شاغلین این بخش به ادامه فعالیت خود با فشار بیش از حد به منابع آب زیرزمینی از طریق برداشت بی‌رویه از آن بوده است. طولانی‌ترین دوره ترسالی بین سال‌های ۸۲ تا ۸۶ قابل مشاهده است. در دوره مزبور بر خلاف تصور، سطح زیر کشت نسبت به دوره خشک‌سالی کاهش یافته است. دلیل این امر روی آوردن مردم منطقه به اشتغال جایگزین کشاورزی مانند بازرگانی و تجارت در آن دوره است. این رفتارها پتانسیل خوب منطقه برای اعمال سیاست معیشت جایگزین را به خوبی نشان می‌دهد.

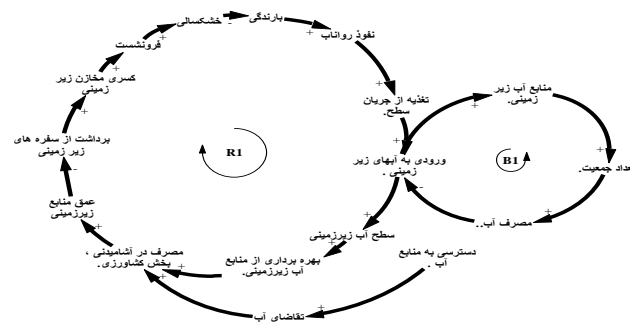


شکل (۱۱): نمودار سنجه خشک‌سالی SPI در برابر سطح زیر کشت

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

## تحلیل سیستمی زیرسیستم بخش منابع آب

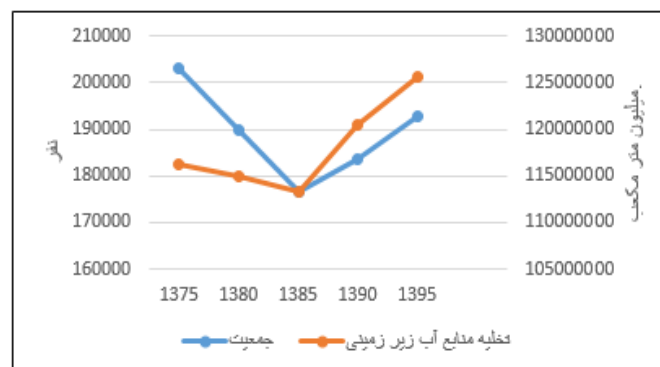
مکانیزم سیستمی حاکم بر منابع آب در ماکو، بیشتر متمرکز بر منابع آب‌های زیرزمینی است. زیرسیستم بخش منابع آب با توجه به (شکل ۱۲) از دو حلقه تعادلی (B1) و تقویتی (R1) تشکیل شده است. حلقه تقویتی بر برداشت منابع آب زیرزمینی احاطه دارد. بدین ترتیب که با افزایش، نزولات جوی شامل باران، تگرگ، برف منابع آب زیرزمینی از طریق تغذیع رواناب‌های سطحی افزایش می‌یابند. با افزایش منابع آب زیرزمینی انگیزه برای برداشت‌های انسانی افزایش می‌یابد. در اینصورت عمق منابع آب زیرزمینی کاهش خواهد یافت و موجب کسری مخازن آب زیرزمینی می‌شود. ادامه این وضعیت، منطقه را با فرونشست و به عبارتی خشک‌سالی انسانی منتج از یک حلقه تقویتی روبه‌رو خواهد شد. حلقه تعادلی B1 مکانیزم تحاکم بر کاهش منابع آب زیرزمینی از طریق افزایش جمعیت در ماکو را به تصویر می‌کشد. بدین ترتیب، افزایش سطح منابع آب زیرزمینی، انگیزه جمعیت برای انجام فعالیت کشاورزی را افزایش داده و به دنبال آن جمعیت رشد می‌نماید. با ادامه این روند رقابت بر سر برداشت از منابع آب زیرزمینی افزایش یافته و در پی آن برداشت از منابع بیشتر خواهد شد و بدین سبب سطح منابع آب زیرزمینی کاهش می‌یابد. برای تصدیق حلقه‌ی تعادلی در (شکل ۱۳ و ۱۴) به میزان تخلیه سالانه منابع آب زیرزمینی اشاره شده است.



شکل (۱۲): زیرسیستم بخش منابع آب زیرزمینی

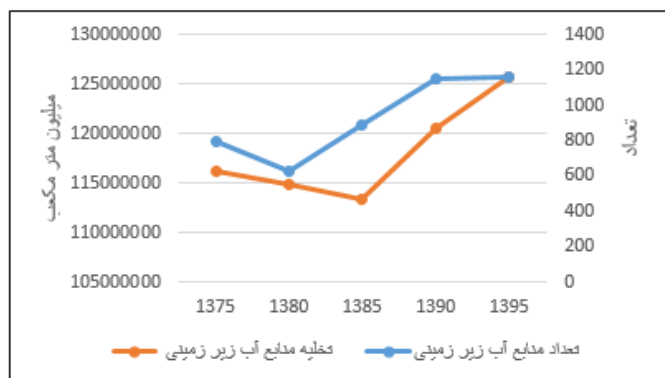
منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به نمودارهای شکل ۱۳ و ۱۴ می‌توان گفت که حجم کل تخلیه در سال‌های متمادی بیشتر شده است و به دلیل خشک‌سالی‌های طولانی و کاهش منابع آب سطحی نیاز به آب‌های زیرزمینی نیز افزایش یافته و این امر فشار فزاینده‌ای به منابع آب زیرزمینی را به همراه داشته است. لذا بر تعداد حفر چاه‌ها و قنات‌های هر سال اضافه شده است.



شکل (۱۳): تخلیه منابع آب زیرزمینی در برابر جمعیت منطقه

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

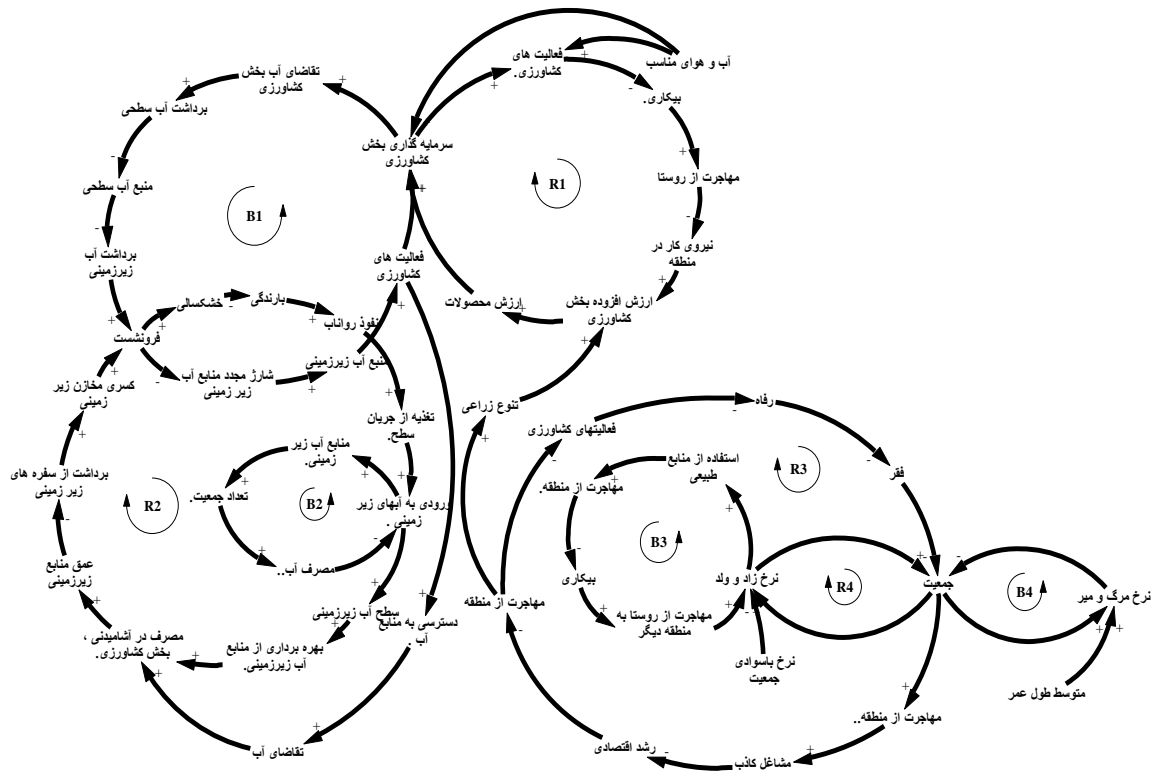


شکل (۱۴): تخلیه منابع آب زیرزمینی در برابر تعداد منابع آب زیرزمینی

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

### بیان راهکارها برای توسعه منطقه آزاد ماکو

از آنجا که مکانیزم سیستمی حاکم بر توسعه منطقه آزاد ماکو با توجه به (شکل ۱۵)، از ۴ حلقه تعادلی و چهار حلقه تقویتی تشکیل شده است، بنابراین با تحلیل هر یک از حلقه‌های تعادلی و تقویتی زیرسیستم‌های معرفی شده، این نتیجه حاصل شد که وضعیت حاکم بر زیرسیستم‌های توسعه ماکو دارای ماهیت آرک تایپ محدودیت رشد بوده و این منطقه رشد و توسعه فعالیت‌های اقتصادی خود را در بخش کشاورزی وابسته به منابع آب زیرزمینی قرار داده است. برای این منظوره سیاست مبتنی بر ترسیم حلقه‌های تعادلی در شکل ۱۶ ترسیم شده‌اند. از آنجاکه بخش کشاورزی مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده آب در محدوده ماکو به حساب می‌آید، بنابراین تغییر معیشت باید در چارچوب توسعه و جایگزین نمودن فعالیت‌های کشاورزی کم آب بر با فعالیت‌های غیر کشاورزی بر اساس موقعیت و شرایط منطقه انجام شود. بدین ترتیب اساس ترسیم حلقه‌های تعادلی در اینجا به گونه‌ای است که بتواند معیشت جایگزین و کم آب بر را برای منطقه به ارمغان آورد. در این راستا سه فعالیت کشت گیاهان دارویی، آبی‌پروری و تقویت گردشگری بر اساس پتانسیل‌های منطقه برای ترسیم حلقه‌های تعادلی و بررسی عملکرد آنها مورد استفاده قرار گرفته است.

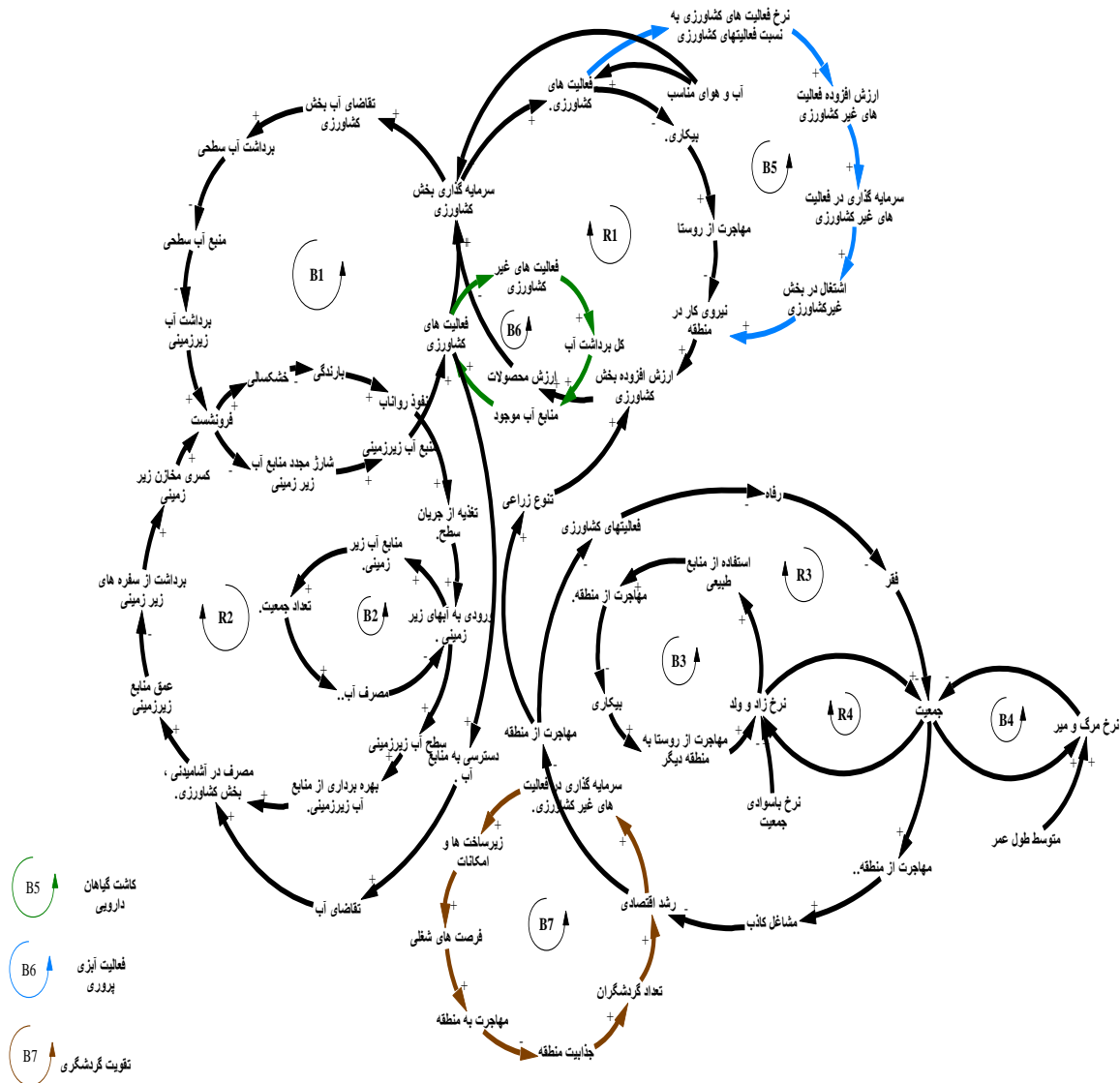


شکل (۱۵): مکانیزم سیستمی حاکم بر توسعه منطقه آزاد ماکو

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۰)

سیاست مبتنی بر تقویت گردشگری مشابه با آنچه در شکل ۱۶ ترسیم شده است می‌تواند در عین افزایش ارزش افزوده منطقه فشار برداشت از منابع آب زیرزمینی را کاهش دهد. سیاست مذکور منجر به ایجاد حلقه تعادلی به (رنگ قهوه‌ای) در منطقه می‌شود که کاهش بیکاری، افزایش درآمد به دلیل ایجاد فرصت‌های شغلی و رشد اقتصادی را به همراه دارد. در حال حاضر ماکو دارای نواحی مستعد آبی‌پروری با سطح زیر کشت ۴۰۰۰۰ هزار مترمکعب با تولید ۸۰ تن در سال است، لذا فعالیت مزبور تقریباً هیچ وابستگی به منابع آب زیرزمینی ندارد. سیاست مبتنی بر تقویت آبی‌پروری با توجه به پتانسیل بالای روان آب تولیدی در شمال منطقه رودخانه ارس و همچنین وجود سدهای همچون دانالو و قیقاج تا ۷۰۰۰۰ هزار مترمکعب قابل افزایش است (مصاحبه با کارشناس منطقه)<sup>۱</sup>. این سیاست تأثیر حلقه‌های تقویتی منفی همچون میزان مهاجرت، فقر و برداشت از منابع آب زیرزمینی با توجه به محدودیت آبی منطقه را کنترل می‌نماید. سیاست‌های نامبرده منجر به ایجاد دو حلقه تعادلی برای تقویت فعالیت‌های غیر کشاورزی در مکانیزم سیستمی مستخرج خواهد شد (حلقه قهوه‌ای و آبی رنگ).

<sup>۱</sup> مصاحبه با کارشناس بخش کشاورزی و منابع طبیعی سازمان منطقه آزاد ماکو به تاریخ ۱۳۹۹.۸.۲۰



شکل (۱۶): راهکارهای ترسیم‌شده بر روی مکانیزم سیستمی منطقه آزاد ماکو

منبع: (انکارندگان، ۱۳۹۹)

سیاست سوم مبتنی بر کاشت گیاهان دارویی مطابق آنچه شکل ۱۴ ترسیم شده است می‌باشد. در حال حاضر حدود ۴۰۰ هکتار از زمین‌های زراعی ماکو زیر کاشت گیاهان دارویی قرار داشته و با توجه به نیاز آبی محدود جایگزین خوبی برای محصولات باغی و زراعی آب بر می‌باشند. در این خصوص امکان افزایش سطح زیر کاشت گیاهان دارویی با جایگزینی سطح زیر کاشت محصولات باغی تا ۸۰۰ هکتار ممکن است (مصاحبه با کارشناس منطقه). سیاست مزبور مطابق حلقه آبی رنگ ترسیم شده در شکل علاوه بر تأثیرگذاری در صرفه‌جویی در مصرف آب در بخش کشاورزی، در معیشت مردم منطقه نیز تأثیرگذار است.

## بحث و نتیجه‌گیری

برای تحلیل توسعه منطقه آزاد ماکو با در نظر گرفتن ملاحظات توسعه‌ی پایدار و توجه به محدودیت منابع از رویکرد پویایی سیستم‌ها استفاده شد. در این راستا جهت دستیابی به یک مدل کلی برای توسعه ابتدا زیرسیستم‌های مؤثر در سه بخش اقتصادی، اجتماعی و طبیعی به صورت جداگانه و در ارتباط باهم به صورت سیستمی ترسیم شدند و مکانیزم حلقه‌های علّت و معلولی در راستای شناسایی متغیرهای مؤثر بر توسعه ماکو مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند. برای تصدیق عملکرد حلقه‌ها از داده‌ها و اطلاعات مشاهداتی و مصاحبه حضوری با کارشناسان سازمان منطقه آزاد ماکو، سالنامه‌های آماری، طرح راهبردی - ساختاری (جامع) و گزارشات اقتصادی و اجتماعی منطقه مورد بهره گرفته شد. در تحلیل سیستمی هر یک از زیرسیستم‌ها حلقه‌های تعادلی و تقویتی و عملکرد آن‌ها بررسی شد؛ بنا بر اصول پویایی سیستم‌ها، می‌توان با ترسیم حلقه‌های تعادلی اثرهای منفی مکانیزم سیستمی حاکم بر منطقه را کنترل کرد و منطقه را به سمت یک حالت پایدار سوق داد. برای این منظور و با توجه به داده و اطلاعات موجود و نیز مرز مکانیزم سیستمی ترسیم شده، سیاست‌هایی مبتنی بر حلقه‌های تعادلی که منجر به کنترل اثرهای منفی حلقه‌های تقویتی است مورد نیاز است. بر این اساس، همانطور که اشاره شد یکی از مهمترین محدودیت‌های منطقه ماکو به لحاظ توسعه پایدار منطقه ناپایداری منابع آب زیرزمینی بر اثر برداشت بی‌رویه از منابع آب موجود می‌باشد. لذا با محور قرار دادن تخلیه بیش از اندازه منابع آب زیرزمینی، تمرکز مقاله پیش‌رو بر روی حلقه‌های تعادلی برای کنترل اثرات منفی حلقه‌های تقویتی منجر به افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی است. بدین منظور حلقه‌های تعادلی به گونه‌ای ترسیم شدند که با کاهش وابستگی به فعالیت‌های کشاورزی، برداشت از منابع آب زیرزمینی و حلقه‌های تقویتی مؤثر بر آنرا تعدیل شوند. از آنجا که بخش کشاورزی، مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده آب در آن منطقه به حساب می‌آید لذا ترسیم حلقه‌های مزبور تنها بر اساس سیاست معیشت جایگزین<sup>۱</sup> و تغییر معیشت از کشاورزی به معیشت‌های با ارزش افزوده بیشتر و کمتر وابسته به آب ممکن خواهد بود؛ بنابراین تغییر معیشت باید در چارچوب توسعه و جایگزین نمودن فعالیت‌های کشاورزی کم آب بر با فعالیت‌های غیر کشاورزی بر اساس موقعیت و شرایط منطقه انجام شود. لذا سیاست‌های استخراجی یا همان حلقه‌های تعادلی همگی با محوریت جایگزینی فعالیت بخش کشاورزی با فعالیت‌های کم آب‌بر و غیر کشاورزی متناسب با ویژگی‌های طبیعی و موقعیت ویژه منطقه آزاد ماکو در جهت تغییر معیشت مردم و همچنین کاهش وابستگی منطقه به منابع آب زیرزمینی با اتکا به مکانیزم سیستمی توسعه منطقه ترسیم شده‌اند.

سیاست اول مبتنی بر تقویت فعالیت آبی‌پروری است که در حال حاضر با سطح زیر کشت ۴۰۰۰۰ هکتار و با تولید ۸۰ تن در سال در حال بهره‌برداری می‌باشد. با توجه به پتانسیل بالای ماکو در خصوص آبی‌پروری باوجود روان آب در شمال منطقه رودخانه ارس و همچنین وجود سدهای همچون دانالو و قیقاج می‌توان سطح زیر کشت را تا ۷۰۰۰۰ مترمکعب افزایش داد. علاوه بر آن در منطقه آزاد ماکو تالاب‌های بسیاری وجود دارد که در آینده با انجام مطالعات بر روی آن‌ها می‌توان در امر آبی‌پروری از آن‌ها استفاده نمود و نسبت به سرمایه‌گذاری مطمئن در این زمینه اقدام نمود. سیاست دوم مبتنی بر تقویت فعالیت گردشگری نیز با افزایش ارزش افزوده منطقه و کاهش فشار به منابع آب زیرزمینی منجر کنترل حلقه تقویتی مخرب خواهد شد. کشت گیاهان دارویی به واسطه مصرف کم آب و درآمد به ازای سطح زیر کشت زیاد نسبت به سطوح زیرکشت باغی، سومین سیاست سیستمی پیشنهادی است که می‌تواند رفتار مکانیزم سیستمی حاکم بر منابع آب ماکو را به سمت مطلوب پیش ببرد.

<sup>1</sup> Alternative Livelihood





## منابع:

- احمدوند، علی محمد، اقبالی، محمدعلی و باستان، مهدی (۱۳۹۰)، تحلیل فرایند آموزش افسران نیروی انتظامی با رویکرد پویایی‌های سیستم، *توسعه انسانی پلیس*، دوره ۸، شماره ۳۷، صص ۶۷ - ۹۴.
- ازکیا، مصطفی، غفاری و غلامرضا (۱۳۹۳)، *جامعه‌شناسی توسعه*، تهران، موسسه نشر کلمه، چاپ سوم.
- افتخاری، عبدالرضا رکن‌الدین افتخاری و آقا یاری هیر، محسن (۱۳۸۶)، سطح‌بندی پایداری توسعه روستایی مطالعه موردی بخش هیر، *نشریه پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۶۱، صص ۳۱ - ۴۴.
- اسماعیل‌زاده، حسن (۱۳۹۶)، تحلیل ارتباط هوشمند سازی و پایداری در فضاهای شهری مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران، *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۳، شماره ۶۸، صص ۲۱ - ۱.
- بصیرت، میثم (۱۳۹۰)، *آمایش سرزمین*، تهران، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، چاپ اول.
- تودارو، مایکل (۱۳۸۷)، *توسعه اقتصادی در جهان سوم*، ترجمه غلامعلی فرجادی، تهران، کوهسار، چاپ شانزدهم.
- جعفری، فیروز، حاتمی، افشار و کرمی، سونیا، (۱۳۹۹)، تحلیل فضایی توسعه منطقه‌ای استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های اقتصادی، *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۴، شماره ۷۴، صص ۷۲ - ۶۱.
- حسین اقدم اورنلری، احمد و کولوبندی، عبدالله (۱۳۹۴)، *زمستان*، بررسی موانع جذب سرمایه‌گذاری در منطقه‌ی آزاد تجاری ماکو، مقاله ارایه شده در سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت چالش‌ها و راهکارها، شیراز، صص ۱ - ۶.
- حیدری ساربان، وکیل (۱۳۹۸)، بررسی نقش منطقه آزاد تجاری در بهبود شاخص‌های اقتصادی مناطق روستایی: مطالعه موردی شهرستان ماکو، *نشریه روستا و توسعه*، سال ۲۲، شماره ۱، صص ۱۱۱ - ۱۳۳.
- خلیلی، مرتضی و مقیسه، مطهره (۱۳۹۴)، *زمستان*، امکان‌سنجی احداث بندر خشک در منطقه آزاد ماکو، مقاله ارایه شده در چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، صص ۱ - ۱۶.
- رفیعیان، مجتبی، باقری، علی و فرخی، مریم (۱۳۹۵)، برنامه ریزی مدیریت توسعه شهری با استفاده از رویکرد پویایی سیستم بررسی موردی: منطقه ۱۸ تهران، *فصلنامه دانشگاه هنر*، شماره ۱۶، صص ۳۵ - ۵۰.
- زاهدی، شمس السادات و نجفی، غلامعلی (۱۳۸۵)، *بسط مفهومی توسعه پایدار، نشریه مدرس علوم انسانی*، دوره ۱۰، شماره ۴، صص ۴۳ - ۷۶.
- زینال زاده، وحید (۱۳۹۴)، *اثرات فضایی - اقتصادی شکل‌گیری و توسعه منطقه آزاد تجاری، صنعتی ماکو*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده پردیس تبریز، دانشگاه تبریز.
- سالنامه آماری منطقه آزاد ماکو، سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵، مرکز آمار ایران.
- شریف زادگان، محمدحسین و سید امیر، رضوی دهکردی (۱۳۸۹)، ارزیابی فرایند برنامه‌ریزی آمایش سرزمین در ایران و راهکارهای بهبود آن، *فصلنامه علوم محیطی*، سال ۷، شماره ۴، صص ۸۷ - ۱۰۰.
- شایگان، حامد (۱۳۹۵)، گزارش ظرفیت‌های مناطق آزاد برای تحقق اهداف آمایشی سرزمین، خبرگزاری موج.  
<https://www.mojnews.com>
- صفرعلی زاده، اسماعیل، حسین زاده، رباب و اکبری، مجید (۱۳۹۷)، تحلیل کارایی نسبی کشورهای خاورمیانه از لحاظ شاخص‌های توسعه پایدار، *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، سال ۸، شماره ۲۹، صص ۱ - ۱۲.
- صرافی، مظفر (۱۳۹۰)، *دوره آمایش و توسعه سرزمین*، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور مرکز تحول اداری و منابع انسانی، تهران.

- صنیعی، احسان (۱۳۹۰)، آمایش سرزمین راهی به سوی تعادل نظام شهری و توسعه‌یافتگی، *مجله اقتصادی - ماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی*، شماره‌های ۹ - ۱۰، صص ۱۶۹ - ۱۸۰.
- ضرابی، اصغر، عباسی، شایسته و مشکینی، ابوالفضل (۱۳۹۹)، ارزیابی توسعه پایدار شهری با تاکید بر رویکرد تاب‌آوری در سکونتگاه‌های غیررسمی مورد مطالعه: سکونتگاه‌های غیر رسمی شهر سنندج، *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۴، شماره ۷۴، صص ۱۳۳ - ۱۱۹.
- طرح راهبردی - ساختاری (جامع) منطقه آزاد ماکو (۱۳۹۸)، مجری مهندسین مشاور سبز اندیش پایش (پاپ).
- فرجی راد، خدر و کاظمیان، غلامرضا (۱۳۹۶)، تحلیل فضایی عوامل اجتماعی و فرهنگی پیشران و مانع آمایش و توسعه منطقه‌ای در استان خراسان شمالی، *نشریه جامعه‌شناسی کاربردی*، شماره ۶۸، صص ۱۵۵ - ۱۷۲.
- فیض الهی، زینب، شهبازبگیان، محمدرضا، هاشمی، سید عبدالکریم و شایان، سیاوش (۱۳۹۸)، تحلیل آمایشی سازمان فضایی حاکم بر منابع آب دشت میناب با رویکرد پویایی سیستم‌ها، *فصلنامه علوم محیطی*، دوره ۱۷، شماره ۴، صص ۲۳۱ - ۲۴۸.
- کاظمی محمدی، سید مهدی موسی (۱۳۸۰)، توسعه پایدار شهری: مفاهیم و دیدگاه‌ها، *نشریه تحقیقات جغرافیایی*، دوره ۱۶، شماره ۳، صص ۹۴ - ۱۱۳.
- موسایی، میثم، (۱۳۸۸)، رابطه توسعه اجتماعی و اقتصادی، *نشریه راهبرد یاس*، شماره ۲۰، صص ۹۷ - ۱۱۶.
- موسوی، میر نجف، عبدالله زاده، مهدی، زینال پور، امید، کشکولی و باقری، علی (۱۳۹۵)، ارائه یک مدل تحلیل محیط با رویکرد سیستمی در برنامه یزی گردشگری: مطالعه موردی شهرستان ماکو، *نشریه پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، دوره ۳۸، شماره ۱، صص ۱ - ۱۸.
- لطیفی، غلامرضا و قایم پور، محمدعلی (۱۳۹۵)، تاثیر مناطق ویژه اقتصادی بر رفاه و توسعه اجتماعی مناطق شهری و روستایی مطالعه موردی: منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان، *فصلنامه برنامه‌ریزی و رفاه توسعه*، دوره ۷، شماره ۲۷، صص ۱۹۰ - ۲۲۰.
- یزدان پناه درو، کیومرث (۱۳۹۷)، نقش تطبیقی آمایش سرزمین در تبیین رابطه جغرافیا با توسعه: با تاکید بر نواحی خاص مرزی، ساحلی جنوب ایران، *فصلنامه جغرافیا برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، سال ۸، شماره ۳، صص ۷ - ۲۳.
- Bagheri, A. and Hjorth, p. (2007). **A framework for process indicators to monitor for sustainable development: practice to an urban water system**. *Environment, Development and sustainability*, 11(2): 143-161.
- Chen, J, Wan, Z, Zhang, F, Park, N, Zheng, A, and Zhao, J. (2018). **Evaluation and comparison of the development performances of typical free trade port zones in China, Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 11(8): 506-526.
- Chen, C.H., Liu, W.L., Liaw, S.L. and Yu, C.H. (2005). **Development of a dynamic strategy planning theory and system for sustainable river basin land use management**, *Science of the Total Environment*, 46(12): 17-37.
- Dyson, B, and Chang, N.B., (2005). **Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling**, *Waste management*, 25(7): 669-679.
- Forrester, J. W. (1994). **System dynamics, systems thinking, and soft OR**. *System dynamics review*, 10(3): 245-256.
- Mishenin, Y., Koblianska, I., Medvid, V., & Maistrenko, Y. (2018). **Sustainable regional development policy formation: role of industrial ecology and logistics**. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(1): 329-341.



- Raszkowski, A., & Bartniczak, B. (2018). **Towards sustainable regional development: economy, society, environment, good governance based on the example of Polish regions.** Transformations in Business & Economics, 17(2): 225-245.
- Richmond, b. (1993). **System thinking: acitical set of critical thiking skills for the 90 and beyond 13 dart mouth college zhighway.** System daynamics review, 9(2): 113-133.
- Sterman, J.D. (2000). **Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world.** London: mcgraw\_hill press, 1008p.
- Storper, M. A. (2006). **The wealth of regions.** Futures, 27(5): 505-526.
- Stein, H. (2007). **Africa and free trade zones,** Paper Prepared for Africa Task Force Meeting, Brooks World Poverty Institute, U. of Manchester, Manchester, Pp. 1- 19.
- Shepherd, A. (1998). **Sustainable Rural Development** Mac Millan. London . isdr society issue, 2(1): 1-55.
- Thurlby, R. and Chang, J. (1995). **Application of systems dynamics to the re-engineering of value processes, Executive Development,** 8(4): 26-31.