Archive of SID

مدل‌سازی اندرکنش منابع آب و ارزش افزوده دشت بیرجند

حدیقه محمدی[۱]، ابوالفضل اکبرپور[۲،*] و علی باقری[۳]

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۲۴

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۳

واژگان کلیدی:

رویکرد سیستمی،

آب‌های زیرزمینی،

دشت بیرجند،

فعالیت‌های اقتصادی،

Vensim.

چکیده

استفادهٔ فزاینده از منابع آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و رشد روزافزون اقتصاد، به‌ویژه در بخش کشاورزی، منجر به تشدید روند نزولی سطح آبخوان‌ها شده است. بنابراین به یک چارچوب منطقی و نظام‌مند برای تصمیم‌گیری اصولی برای تخصیص منابع آب محدود، به نحوی که به طور مؤثر و مطلوب، نیازهای جامعه را تأمین کرده، رشد اقتصادی را موجب شود، احتیاج است. در این مقاله با استفاده از یک مدل مفهومی، ارتباط بین فعالیت‌های اقتصادی موجود در منطقه و منابع آب دشت بیرجند با استفاده از رویکرد سیستمی، شناسایی و سپس در محیط نرم‌افزار Vensim شبیه‌سازی شد. سپس برای مدل مورد نظر، بسته‌های سیاستی متفاوت تحت شش سناریوی مختلف در نظر گرفته شد و میزان حجم منابع آب و میزان ارزش افزوده در گزینه‌های مختلف مقایسه گردید. نتایج نشان داد که با ادامه روند موجود در منطقه، وضعیت بخش اقتصاد (میزان ارزش افزوده) و منابع آب زیرزمینی، بدتر خواهد شد. همچنین اگر قرار باشد حجم منابع آب تغییر نکند و ارزش افزوده منطقه زیادتر شود، باید ابتدا روی فعالیت‌های اقتصادی غیر آب‌بر، اعم از معادن و صنایع غیرآب‌بر سرمایه‌گذاری بیشتری شود، البته این در صورتی تحقق خواهد یافت که منابع اولیه این فعالیت‌های اقتصادی، موجود باشند.

۱- مقدّمه

در نگرش جدید جهانی، آب، کالایی اجتماعی- اقتصادی و به‌عنوان نیاز اولیه انسان محسوب می‌شود. آب یکی از منابع تجدیدشونده به شمار می‌رود، اما مقدار آن محدود است. با توجه به رشد جمعیت، گسترش صنعت، بالا رفتن سطح بهداشت و رفاه عمومی، سرانه منابع تجدیدشونده رو به کاهش است. رشد سریع جمعیت جهان و توسعه کشاورزی در دهه‌های گذشته و جواب‌گو نبودن میزان آب‌های سطحی به نیازهای بشر، منجر به افزایش روند پمپاژ آب های زیرزمینی و در نتیجه، افت سطح آب زیرزمینی و تهی شدن سفره‌ها شده است. تهی شدن سفره‌های آب زیرزمینی و پیامدهای آن، از جمله افزایش هزینه‌های استحصال آب، نشست زمین و کاهش کیفیت آب، امروزه به یک مشکل جهانی تبدیل شده و در مناطق مختلف دنیا از جمله آمریکا، ایتالیا، ژاپن، انگلستان، چین، تایلند، تایوان و مکزیک مشاهده می‌شود [۱].

آب زیرزمینی بعد از یخچال‌ها، بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین زمین محسوب می‌شود. آب زیرزمینی فقط شش درصد آب‌های موجود کره زمین را تشکیل می‌دهد، حال آنکه این حجم بسیار ناچیز ۹۸٪ آب شیرین قابل استفاده بشر را تأمین می‌کند [۲].

بنا بر اطلاعات متعدد، آب‌های زیرزمینی مهم‌ترین منبع تأمین آب در اقصی نقاط جهان به حساب می‌آیند. این منابع با حجمی معادل ۳۷ میلیارد کیلومتر مکعب (۲۲ درصد

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: Akbarpour@birjand.ac.ir

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، منابع آب، دانشگاه بیرجند

۲. دانشیار، گروه عمران، دانشگاه بیرجند

۳. دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه تربیت مدرس

www.SID.ir

Archive of SID

آب‌های شیرین جهان) حدود ۹۸ درصد آب شیرین مصرفی جهان را تأمین می‌کند [۳].

آب زیرزمینی از یک سو به علت شیرین بودن، ترکیبات ثابت شیمیایی، دمای ثابت، ضریب آلودگی کمتر و سطح اطمینان بالاتر در تأمین آب، به‌عنوان یک منبع قابل اتکا، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب شده، از سوی دیگر، با تأثیر بر توان اکولوژیک سرزمین، پدیده‌ای مهم و مؤثر در توسعهٔ اقتصادی و تنوع اکولوژیک به شمار می‌آید [۴].

کشور ایران با شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و میانگین بارش سالانه حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یکی از کم آب‌ترین کشورهای جهان محسوب می‌شود [۵].

به طور کلی، قسمت اعظم این کشور، خشک و کم‌آب است و آب مورد نیاز روستاها، صنایع و شهرها از منابع آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود. حتی در مناطقی که بارندگی زیاد است و منابع آب سطحی وجود دارد، برای جبران کمبود آب، از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود. در حال حاضر، در کشور به دلیل برداشت بیش از حد مجاز آب از سفره‌های زیرزمینی، بسیاری از قنات‌ها خشک یا در حال نابودی است. منابع آب زیرزمینی به دلیل برداشت‌های بی‌رویه به‌شدت رو به کاهش است. کاهش حجم آب‌های زیرزمینی از یک سو و فعالیت‌های انسان از سوی دیگر، با گذشت زمان، موجب کاهش کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی و تخریب اراضی می‌شود [۶].

پویایی سیستم[1] یک روش شبیه‌سازی بازخور شیءگرا[2] بوده که در حیطهٔ مدل‌سازی سیستم‌های منابع آب، در حال رشد و همگانی شدن است. روش پویایی سیستم، به‌عنوان یک رویکرد مدل‌سازی، تاریخچه‌ای طولانی داشته، منشأ آن در کار فرستر [۷] است. وی این رویکرد را برای درک مبانی استراتژیک در سیستم‌های پویای پیچیده ایجاد کرد. مدل‌های پویایی سیستم با بینش فرایندهای بازخور، کاربران سیستم را به فهم بهتری از رفتار دینامیکی سیستم‌ها در طول زمان نایل می‌سازد. محدوده‌های کاربردی پویایی سیستم، بسیار وسیع است و به‌خصوص بر کاربردهای آن در مسائل اجتماعی و اقتصادی تأکید بسیار می‌شود [۸]. مفاهیم نظری پویایی سیستم بر اساس اصل تفکر سیستمی[3] است که دنیا را متشکل از کل‌هایی به نام سیستم می‌داند. خواص سیستم از جمع خواص اجزای آن به دست نمی‌آید، بلکه حاصل مطالعه اجزا و روابط آن‌هاست. در واقع، سیستم برابر با جمع اجزای خود نیست و باید به‌عنوان یک کل مدنظر قرار گیرد [۹]. در تفکر سیستمی با استفاده از ابزارها و فرایندهای معرفی‌شده، درک رفتار سیستم‌های پیچیده، ممکن و به تبع آن در تصمیم‌گیری‌ها، سیاست‌های مناسب اتخاذ می‌شود تا بتوان تغییرات را در مسیر صحیح هدایت کرد. البته درک رفتار سیستم‌های پیچیده هنگامی که خود نیز جزئی از آن سیستم هستیم، کاری دشوار است [۹].

نرم‌افزار Vensim یک نرم‌افزار شبیه‌سازی و محیط مدل‌سازی گرافیکی شیءگرا است. در این نرم‌افزار نمودارها با یک سری از زوج معادلات دیفرانسیلی مرتبه اول (اغلب غیرخطی) که با روش اولر یا رانگ‌کوتا حل می‌شوند، ساخته می‌شود. روش مدل‌سازی در این نرم‌افزار به این صورت است که پیشرفت از کل به جزء صورت می‌گیرد؛ به طوری که به‌صورت تدریجی توابع و اجزای متصل‌شده بیشتر می‌شود تا یک مدل کامل‌شده برای اجرا آماده شود [۱۰].

از جمله کاربردهای پویایی سیستم‌ها در آب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: پالمر و همکاران [۱۱]، وینز و همکاران [۱۲] در حوضه رودخانه، کیس و پالمر [۱۳] در مطالعات خشک‌سالی و فلتچر [۸] در تحلیل تصمیم در مدیریت کم‌آبی. همچنین کاربرد نرم افزار Vensim در پروژه‌های بسیاری مورد اثبات قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان به مدل‌سازی و برنامه‌ریزی حوضه-رودخانه منابع آبی [۱۴] و بهره‌برداری از مخازن [۱۵] اشاره کرد.

در ایران نیز تا کنون مطالعات زیادی در زمینهٔ پویایی سیستم‌ها انجام شده است که از این میان می‌توان به مطالعات جلالی و افشار [۱۶]، حسینی و باقری [۱۷]، شیخ خوزانی و همکاران [۱۸]، نوذری و همکاران [۱۹] ، حسن‌زاده و همکاران [۲۰] ، جلالی و افضلی [۲۱] ، شریفی و تجریشی [۲۲] ، حاتم و همکاران [۲۳]، سمائی و همکاران [۲۴] ، ملاحسینی و همکاران [۲۵] ، صلوی‌تبار و همکاران [۲۶]، محمودی و همکاران [۲۷] و تربتی و همکاران [۲۸] اشاره کرد.

همچنین محمدی و همکاران [۲۹] در تحقیق خود از روش پویایی سیستم و مدل Vensim بهره گرفتند.

[1].System Dynamics
[2].Feedback object-oriented
[3].System Thinking

www.SID.ir

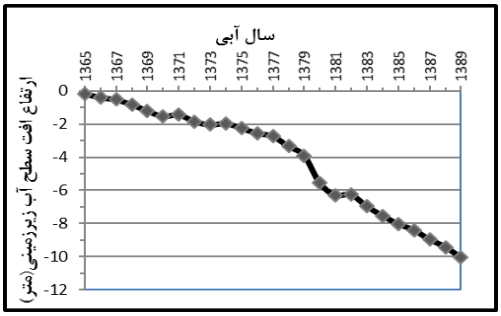
Archive of SID

در نتیجه، با توجه به پیش‌بینی‌های انجام‌شده راجع به تغییر اقلیم و خشک‌سالی منطقه دشت بیرجند، پایین رفتن روزافزون سطح آب زیرزمینی در منطقه و از طرفی رشد روزافزون اقتصاد در منطقه، نگرانی دربارهٔ خروج روند توسعه منطقه از الگوی توسعه پایدار، تشدید شده است [۳۰]. به عبارتی دیگر، رشد اقتصادی باید مؤثر بر درآمد کشاورزان باشد تا صرفه‌جویی واقعی از طریق دریافت قیمت واقعی آب صورت گیرد.

در مقالهٔ حاضر با به‌کارگیری روش تفکر سیستمی، روابط بین فعالیت اقتصادی و منابع آبی موجود در دشت بیرجند در نرم‌افزار Vensim شبیه‌سازی و سپس با تعریف سناریوهای مختلف برای مدل، به مقایسهٔ حجم منابع آب و میزان ارزش افزوده در گزینه‌های مختلف پرداخته شد.

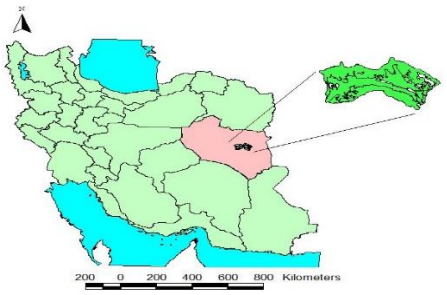
۲- مواد و روش‌ها

حوضه آبریز دشت بیرجند که یکی از زیرحوضه‌های کویر لوت محسوب می‌شود، به‌عنوان مهم‌ترین دشت خراسان جنوبی از نظر تمرکز جمعیت، موقعیت شهرنشینی، تمرکز فعالیت‌های اقتصادی و نظامی، با جمعیتی حدود ۲۱۰۰۰۰ نفر، ۳۳ درصد از جمعیت خراسان جنوبی را در خود جای داده است. این منطقه از لحاظ جغرافیایی دارای موقعیتی ویژه و استراتژیک است و همین یکی از دلایلی است که باعث شده تا شهر بیرجند به‌عنوان مرکز استان خراسان جنوبی انتخاب شود. این امر موجب رشد و توسعهٔ محدودهٔ مطالعاتی شده [۳۱] و منجر به استفاده فزاینده از منابع آب‌های زیرزمینی برای تأمین تقاضا و در نتیجه، تشدید روند نزولی سطح آبخوان گردیده است (شکل ۱).



شکل۱- هیدروگراف آب زیرزمینی دشت بیرجند [۳۲]

بهترین روش برای بررسی مسائل پیچیده، استفاده از روش سیستمی است. از مشخصه‌های این روش، آن است که هیچ مسئله‌ای نمی‌تواند به‌صورت مجزا بررسی و به‌عنوان قسمتی از یک مفهوم کلی دیده شود [۳۳]. مهم‌ترین ویژگی این روش، روشن کردن ساختار درونی سیستم تحت مطالعه و دیدن چگونگی ارتباط اجزای مختلف از سیستم است. در سیستم پویا رابطه بین ساختار و رفتار، اساس مفهوم بازخورد اطلاعات و کنترل را تشکیل می‌دهد [۳۴].



شکل۲- موقعیت کلی دشت بیرجند (بدون مقیاس)

سیستم منابع آب، به دلیل طبیعت پیچیدهٔ اجزا و دینامیک اندرکنش‌های آن‌ها به‌عنوان یک سیستم زنده و کاملاً پویا مطرح است [۳۴]. طبق گفته سیمونویچ [۳۵] مسائل پیچیده برنامه‌ریزی منابع آب، بسیار به تفکر سیستمی بستگی دارد، چیزی که به‌عنوان توانایی گسترش درک از طریق به کار گرفتن روش‌های مدل فکری ساخت، مقایسه، تجزیه و تحلیل از طریق استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری STELLA، DYNAMO، POWERSIM و VENSIM تعریف شده است. توسعهٔ یک حوضه و منطقه، فرایندی سیستمیک و البته مبتنی بر استراتژی‌های اتخاذی از جانب مدیران آن منطقه است. از این رو در این مقاله از رویکرد سیستمی و نرم‌افزار VENSIM برای تبیین سیستم منابع آب و اقتصاد منطقه استفاده شده است.

۲-۱- مدل مفهومی

برای ایجاد مدل دینامیک و تبیین مراحل مدل همچون مدل‌سازی زیرسیستم‌ها استفاده از مدل مفهومی جهت ارزیابی سیستم محدوده مطالعاتی دشت بیرجند الزامی است؛ زیرا ایجاد مدل مفهومی، قابلیت‌های زیر را به ما می دهد [۳۶]:

- فهم موقعیت و ایجاد تصویری از سیستم
- فهم ساختار و مکانیزم‌های کلی فعال در سیستم
- تشخیص و بیان نیاز اطلاعاتی

به بیانی دیگر، مدل‌سازی، مبتنی بر مکانیزم‌ها و ساختارهای تبیین‌شده صورت می‌پذیرد. در این راستا مدل مفهومی دشت بیرجند مطابق با شکل (۳) است.

همچنان که نشان داده شده، فعالیت‌های اقتصادی موجود در منطقه به فعالیت‌های اقتصادی آب‌بر و غیر آب‌بر تقسیم

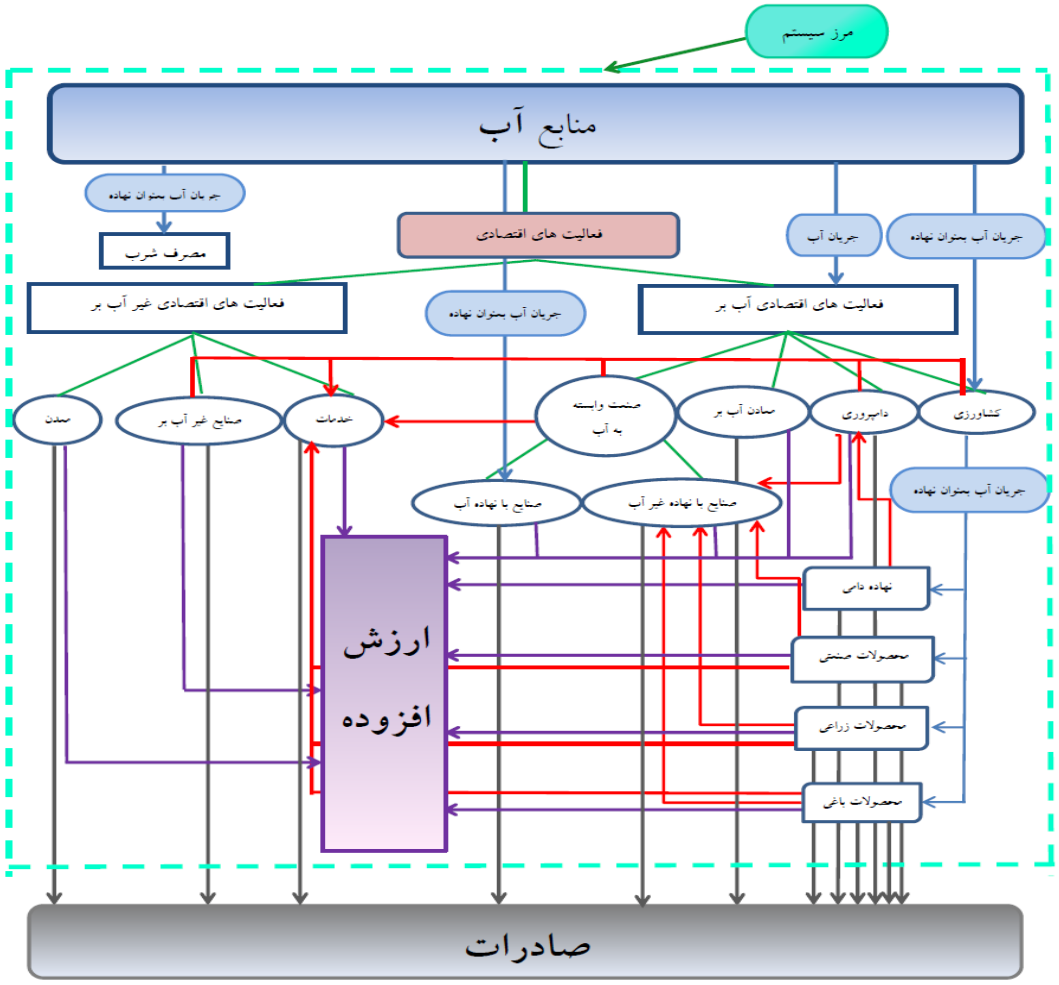
www.SID.ir

Archive of SID

شده است. فعالیت‌های اقتصادی آب‌بر، هم فعالیت‌های اقتصادی با نهاده مستقیم آب و هم فعالیت‌های اقتصادی با نهاده غیرمستقیم آب (فعالیت‌هایی که به‌طور مستقیم از آب استفاده نمی‌کنند) را شامل می‌شود.

فعالیت‌های اقتصادی آب‌بر عبارت‌اند از:

- **کشاورزی**: فعالیت‌های کشاورزی به طور مستقیم از آب استفاده می‌کنند. محصولات کشاورزی که سبب ایجاد ارزش افزوده می‌شوند، به محصولات باغی، محصولات زراعی، محصولات صنعتی و محصولات تغذیه دام یا نهاده دام تقسیم شده‌اند. این تقسیم‌بندی از این رو انجام شده که هریک از این محصولات، زنجیرهٔ اقتصادی جداگانه‌ای در منطقه ایجاد می‌کنند که در ادامه توضیح داده می‌شود.



شکل ۳- طراحی مدل مفهومی دشت بیرجند

فلش آبی: جریان آب فلش قرمز: جریان کالا فلش بنفش: جریان ارزش افزوده فلش نارنجی: جریان کالا به خارج از منطقه

- **دامپروری**: این بخش از اقتصاد، فعالیت اقتصادی با نهاده غیرمستقیم آب محسوب می‌شود؛ زیرا ماده اولیه آن‌ها محصولات نهاده دامی است که به‌عنوان علوفه و دانه دام و طیور استفاده می‌شود. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص شده، این ارتباط با فلش رنگ مشکی که بیانگر جریان کالا است، از محصولات نهاده دامی به دامپروری نشان داده شده است.
- **معادن آب‌بر**: فعالیت‌های اقتصادی معادن آب‌بر از نوع فعالیت‌های اقتصادی با نهاده مستقیم آب است؛ زیرا به طور مستقیم از آب استفاده می‌کند.
- **صنایع وابسته به آب**: این بخش از فعالیت‌های اقتصادی، خود به دو بخش صنایع با نهاده مستقیم آب و صنایع با نهاده غیرمستقیم آب تقسیم می‌شوند. همان طور که در شکل (۳) نیز با فلش‌های مشکی جریان کالا نشان داده شده است، مواد اولیه صنایع با نهاده غیرمستقیم آب از محصولات کشاورزی و همچنین محصولات حاصل از

www.SID.ir

Archive of SID

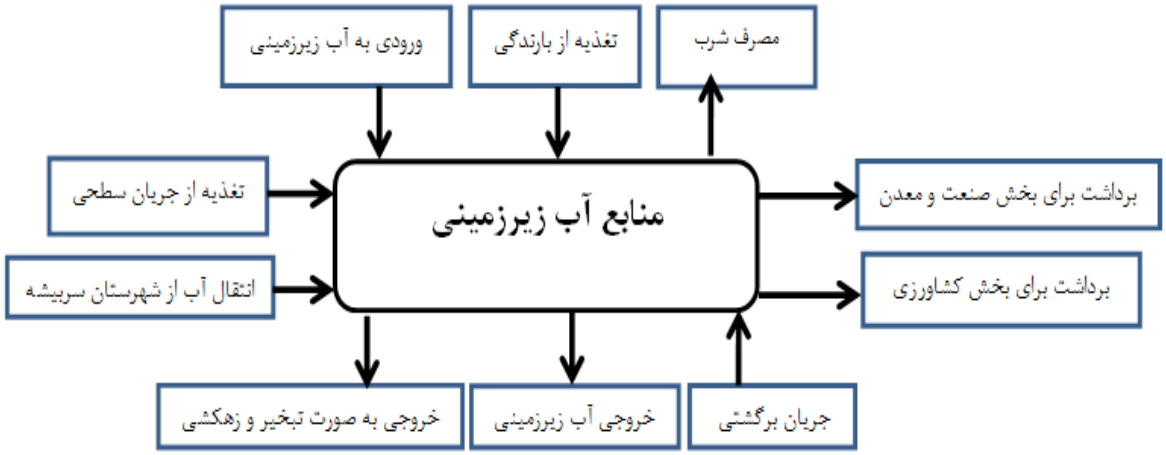
بخش دامپروری تأمین می‌شود.
فعالیت‌های اقتصادی غیر آب‌بر شامل معادن غیر آب‌بر، صنایع غیرآب‌بر و خدمات است.
محصولاتی که به طور مستقیم در اختیار مصرف‌کننده قرار بگیرد به‌عنوان خدمات در این پژوهش در نظر گرفته شده است.
از آنجایی که از تمام این فعالیت‌ها ارزش افزوده تولید می‌شود، همهٔ فعالیت‌ها به بخش ارزش افزوده در شکل (۳) توسط فلش‌های خط‌چین مشکی رنگ که نشان‌دهنده جریان ارزش افزوده است، مربوط شده‌اند.
همچنین همه محصولات فعالیت‌های اقتصادی در حالت کلی امکان صادر شدن از محدوده مطالعاتی را دارا می‌باشد بنابراین تمامی فعالیت‌ها به قسمت صادرات توسط فلش‌های طوسی رنگ که نشان‌دهنده صادرات کالا می‌باشد، مربوط شده‌اند.
مرز سیستم، محدوده مطالعاتی دشت بیرجند است. بنابراین، صادرات کالا خارج از مرز قرار می‌گیرد، ولی ارزش افزودهٔ حاصل از آن، در منطقه جمع می‌شود و درون مرز سیستم است.
زیرسیستم های موجود در این سیستم عبارت‌اند از: زیرسیستم منابع آب زیرزمینی (منابع آب سطحی در دشت ناچیز است) و زیرسیستم فعالیت‌های اقتصادی.

۲-۲- توسعهٔ مدل

در این بخش فرایند توسعهٔ مدل کمی منابع آب دشت بیرجند مبتنی بر مدل مفهومی، ارائه می‌شود. در نهایت، مدل توسعه‌یافته مطابق با شکل (۹) است.

۲-۲-۱- مدل‌سازی زیرسیستم منابع آب

مدل‌سازی زیرسیستم منابع آب دشت بیرجند مبتنی بر «دینامیک ناشی از تغییرات منابع آب موجود قابل بهره‌برداری» برای تأمین نیازهای آبی از آب‌های زیرزمینی است. عناصر مربوط به زیرسیستم منابع آب، همان عناصر مؤثر در بیلان آبی است. بر این اساس، مواردی که در این پژوهش برای بیلان در مدل در نظر گرفته شده، به طور شماتیک در شکل (۴) ارائه گردیده است.



شکل ۴- طرح مفهومی از اجزای معادله بیلان دشت بیرجند

به‌منظور مدل‌سازی بیلان آب زیرزمینی منطقهٔ مطالعاتی، از رابطه ۱ که معادله کلی بیلان آب زیرزمینی است، استفاده شد.

(۱)

Groundwater resources = groundwater inflow + Rainfall recharge + Return flow recharge + recharge from surface flow + water transfer from Sarbisheh - groundwater outflow - Water discharge - livestock products water use - garden products water use-industrial water use-crops water use - drinking use - water use of water - based industries and mines

در ادامه این بخش، فرایند مدل‌سازی عوامل تغذیه و خروجی از آبخوان (عوامل رابطه ۱) تشریح می‌شود.

۲-۲-۱-۱- مدل‌سازی متغیرهای تغذیه آبخوان دشت بیرجند

متغیرهای تغذیه آبخوان دشت بیرجند عبارت‌اند از:

۱. Rainfall recharge، میزان نفوذ بارش سالانه به آبخوان دشت؛
۲. recharge from surface flow، میزان نفوذ

www.SID.ir

Archive of SID

رواناب سطحی سالانه به آبخوان دشت؛

۳. groundwater inflow، میزان ورودی آب زیرزمینی به آبخوان دشت؛

٤. Return flow recharge، میزان آب برگشتی به آبخوان از برداشت سالانه در دشت؛

۵. water transfer from Sarbisheh، میزان انتقال آب از دشت سربیشه.

الف. میزان نفوذ بارش سالانه در آبخوان دشت بیرجند: بر اساس مطالعات انجام‌شده در بخش منابع آب دشت بیرجند، ضریب نفوذ بارش سالیانه به آبخوان دشت بیرجند، حدود ۱۵ درصد است. با توجه به وسعت ۳۰۷ کیلومترمربعی دشت بیرجند و بر اساس سری زمانی شش‌ساله بارش [۳۷]، حجم نفوذ سالانه به آبخوان دشت بیرجند مطابق با رابطه ۲ تولید می‌شود.

Rainfall recharge = Rainfall infiltration * Rainfall (۲)

در این رابطه، Rainfall recharge حجم آب نفوذی از بارش سالیانه به آبخوان دشت، Rainfall infiltration ضریب نفوذ از بارندگی و Rainfall میزان بارندگی برحسب مترمکعب است.

ب. میزان نفوذ رواناب سطحی سالانه به آبخوان دشت بیرجند: برای برآورد میزان نفوذ جریانات سطحی، لازم است حجم جریان سطحی ورودی به محدوده بیلان محاسبه شده، سپس با استفاده از اطلاعات دانه‌بندی خاک، رژیم آبدهی، موقعیت منبع آب سطحی و ارتباط بین منابع آب سطحی و زیرزمینی حجمی از این جریان به‌عنوان نفوذ به آبخوان در نظر گرفته شود. در این محدوده با توجه به اطلاعات مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب **[۳۸]**، نفوذ از جریان سطحی ۴/۸۷۸ میلیون مترمکعب در نظر گرفته شده است**.**

Recharge from surface flow = $4878000 m^3/year$ **(۳)**

ج. میزان ورودی آب زیرزمینی به آبخوان: میزان آب زیرزمینی که از جبهه‌های ورودی، دشت را تغذیه می‌کنند، با توجه به طول هر کدام از جبهه‌های ورودی، ضریب قابلیت انتقال در مقاطع مختلف و همچنین شیب هیدرولیکی در هریک از مقاطع، بر اساس قانون دارسی محاسبه می شود. در نتیجه، حجم جریان ورودی با توجه به مقاطع جبهه‌های ورودی برابر با ۵۵/۶ میلیون مترمکعب است **[۳۹و۴۰]**.

د. میزان آب برگشتی به آبخوان دشت بیرجند: میزان آب برگشتی، به حجم تخصیص‌یافتهٔ سالانه به مصارف مختلف بستگی دارد. مقدار این متغیر، از مجموع جریان‌های برگشتی فعالیت‌های مختلف به دست می‌آید (رابطه ۴) [۴۱] که هر کدام از جریان‌های برگشتی از طریق رابطه ۵ به دست می‌آید. ضرایب آب برگشتی هریک از فعالیت‌های اقتصادی در دشت بیرجند در جدول ۱ نشان داده شده است [۴۱].

(۴)

Return flow recharge = Agricultural return flow + Return flow from water - based industries + Return flow from water-based mines + returned water from drinking use

آب برگشتی از هر بخش = آب تخصیص‌یافته به هر بخش * ضریب آب برگشتی از هر بخش در دشت بیرجند

(۵)

جدول ۱- مقادیر ضریب آب برگشتی فعالیت‌های مختلف در دشت بیرجند [۴۱]

فعالیت	شرب	صنعت	معدن*	کشاورزی
ضریب آب برگشتی	۰/۸	۰/۷	۰/۸۵	۰/۲

* ضریب آب برگشتی بخش معادن از طریق مصاحبه با کارشناسان مربوط به‌دست آمده است.

ه. میزان انتقال آب از دشت سربیشه: از سال ۱۳۸۶ برای مصرف شرب جمعیت منطقه مورد مطالعه، سالانه به میزان ۵ میلیون مترمکعب انتقال آب از منطقه سربیشه وجود دارد **[۳۲].**

(۶)

water transfer from Sarbisheh = lookup water transfer from sarbisheh (Time)

۲-۱-۲-۲- مدل‌سازی متغیرهای تخلیه آبخوان دشت بیرجند

متغیرهای تخلیه آب زیرزمینی عبارت‌اند از:

۱. Water discharge، زهکشی و تبخیر و تعرق؛

۲. groundwater outflow، حجم آب زیرزمینی خروجی؛

www.SID.ir

Archive of SID

۳. drinking use، مصرف شرب؛
۴. water use of water-based industries andmines، مصرف صنعت و معدن؛
۵. مصرف کشاورزی.
۵-۱- livestock products water use، برداشت برای محصولات نهاده دامی؛
۵-۲- garden products water use، برداشت برای محصولات باغی؛
۵-۳- industrial water use، برداشت برای محصولات صنعتی؛
۵-۴- crops water use، برداشت برای محصولات زراعی.

الف. زهکشی و تبخیر و تعرق: با توجه به عمق آب زیرزمینی محاسبه‌شده برای محدوده طرح، عمق برخورد به آب بیش از ۵ متر بوده، بنابراین تبخیر از آبخوان صفر است [۳۸].

در منطقه خوسف بیرجند (غرب آبخوان) از زمان‌های قدیم با احداث ۵ زهکش جومیان، موسیان، نزشک، کلقند و فدشک، آب زیرزمینی دشت زهکش شده، مورد استفاده کشاورزی قرار می‌گیرد. متوسط حجم آب زیرزمینی که توسط زهکش‌های منطقه در دوره بیلان تخلیه می‌شود، ۱/۴۹ میلیون مترمکعب بوده است [۴۱].

ب. حجم آب زیرزمینی خروجی: همان طور که مشخص است، هرچه میزان حجم جریان ورودی به آب زیرزمینی بیشتر باشد، میزان حجم جریان خروجی نیز بیشتر خواهد شد. در نتیجه، می‌توان گفت میزان جریان خروجی، به میزان جریان ورودی بستگی دارد. در این مطالعه، این وابستگی به روش زیر در نظر گرفته شده است [۴۰]:

(۷)

Groundwater outflow (m^3) = Groundwater inflow (m^3) * share of outflow from the total inflow

که نسبت جریان خروجی با استفاده از گزارش ممنوعیت دشت بیرجند ۰/۰۵۵ به دست آمده است.

ج. مصرف شرب: برای به دست آوردن مصرف شرب، از سرانه مصرف و تعداد جمعیت و رابطه ۸ استفاده می‌شود:

(۸)

drinking use = per capita drinking water use * Population

د. مصرف آب صنعت و معدن: برای به دست آوردن مصرف آب صنعت و معدن از آب قابل دسترس، از میزان نسبت آب مورد نیاز صنعت و معدن از آب قابل دسترس و میزان کنترلی که برای مصرف آب این بخش در نظر گرفته، طبق رابطه ۹ استفاده شده است.

(۹)

water use of water-based industries and mines = MIN(conrol for industrial and mineral water use * available water,ratio of industrialand mineral water need to the available water * available water)

نسبت آب مورد نیاز صنایع و معادن، به آب قابل دسترس با استفاده از مصاحبه از صنایع و معادن منتخب آب‌بر در محدوده مطالعاتی به دست می‌آید و آب قابل دسترس با استفاده از رابطه ۱۰ محاسبه می‌شود.

(۱۰)

available water = Groundwater resources-drinking use - groundwater outflow - Water discharge

ه. مصرف کشاورزی: این پارامتر از طریق رابطه ۱۱ به دست می‌آید.

(۱۱)

available water for agricultural allocation = MIN (control for agricultural water use * residual water for agriculture, Deficit irrigation * agricutural total water need)

باقی‌مانده آب برای بخش کشاورزی از طریق رابطه ۱۲ به دست می‌آید.

(۱۲)

residual water for agriculture = available water-water use of water-based industries and mines

کل نیاز بخش کشاورزی از مجموع نیازهای آبی محصولات باغی، زراعی، صنعتی و نهاده آبی با توجه به سطح زیرکشت و نیاز آبی محصول شاخصشان به دست می‌آید. با توجه به شرایط محدوده مطالعاتی، کل نیاز آبی محصولات کشاورزی تأمین نمی‌شود و مقدار کمی آبیاری در منطقه انجام می گیرد.

۲-۲-۲- مدل‌سازی زیرسیستم فعالیت اقتصادی

۱-۲-۲-۲- بخش کشاورزی

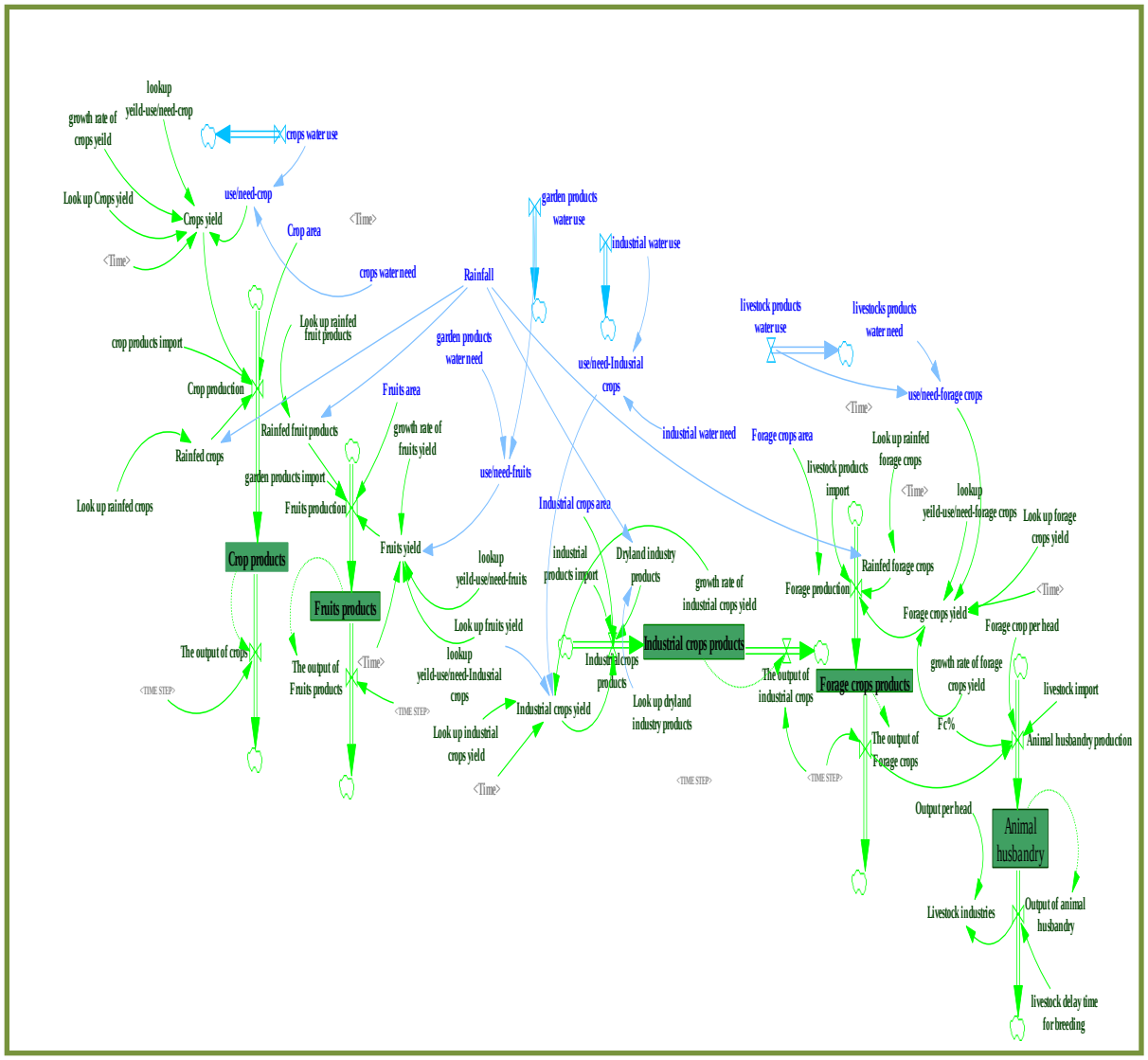
در این تحقیق، منظور از فعالیت‌های اقتصادی، بخش‌های صنعت، معدن، کشاورزی و خدمات مربوط به فعالیت‌های ذکرشده است. رشد اقتصادی منطقه برحسب ارزش افزوده

www.SID.ir

Archive of SID

هر بخش بیان می‌شود. ارزش افزوده با احتساب شاخص قیمت‌ها بر پایه سال ۱۳۸۹ برای حذف اثرات تورم و همچنین بر فرض اینکه هزینه تمام‌شده هر بخش صفر است، محاسبه شده است.

فعالیت اقتصادی کشاورزی دشت بیرجند با توجه به ارزش افزوده بخش محصولات باغی، زراعی، نهاده دامی، صنعتی و دامپروری تعیین می‌شود که میزان تولید محصولات کشاورزی با استفاده از سطح زیرکشت، میزان عملکرد برای هریک از محصولات کشاورزی، میزان تولیدشده به صورت دیم و واردات، محاسبه و مدل‌سازی می‌شود. شکل (۵)، فرآیند نهایی مدل‌سازی زیرسیستم فعالیت اقتصادی کشاورزی دشت بیرجند را نشان می‌دهد.



شکل۵- زیرسیستم فعالیت اقتصادی کشاورزی دشت بیرجند

۲-۲-۲-۲- بخش معادن

فعالیت‌های اقتصادی بخش معادن از معادن آب‌بر و معادن غیر آب‌بر در دشت بیرجند تشکیل شده است. بخش معادن آب‌بر با توجه به میزان آب مصرفی به‌ازای تولید یک تن معادن آب‌بر، میزان هدف گذاری برای تولید معادن آب‌بر و واردات و بخش معادن غیر آب‌بر با استفاده از میزان استخراج سالیانه معادن غیر آب‌بر که از سازمان صنایع و معادن استان خراسان جنوبی گرفته شده، به‌صورت شکل (۶) مدل‌سازی شده است.

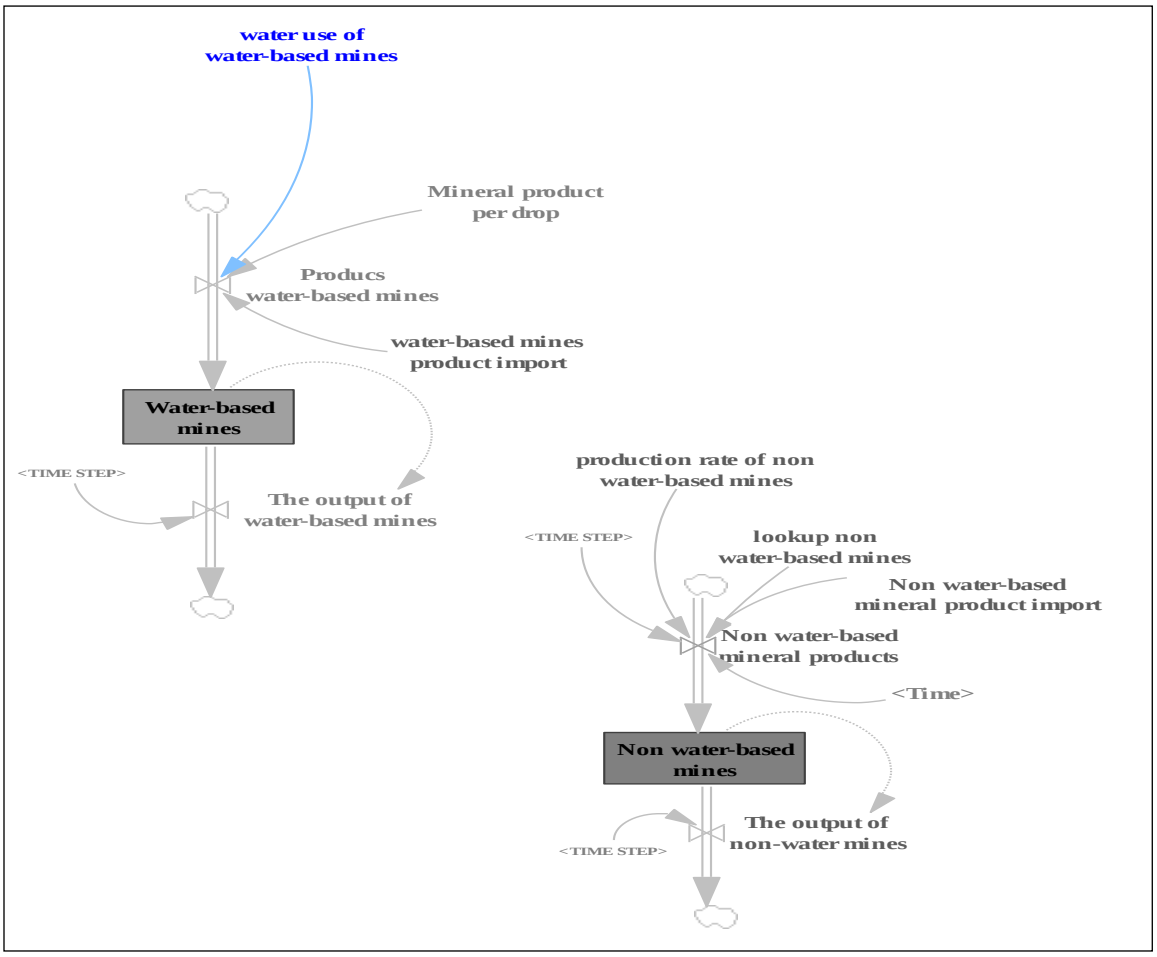
۳-۲-۲-۲- بخش صنایع

فعالیت‌های اقتصادی بخش صنایع از صنایع با نهاده مستقیم آب، صنایع غیر آب‌بر و صنایع با نهاده غیرمستقیم آب در دشت بیرجند تشکیل شده است. بخش صنایع با نهاده مستقیم آب با توجه به میزان آب مصرفی به‌ازای تولید یک تن صنایع با نهاده مستقیم آب، میزان هدف‌گذاری برای تولید صنایع با نهاده مستقیم آب با استفاده از مصاحبه

www.SID.ir

Archive of SID

با صنایع منتخب و واردات، بخش صنایع غیر آب‌بر و صنایع با نهاده غیرمستقیم آب، با استفاده از مصاحبه با چندین صنعت منتخب از لیست صنایع موجود در محدوده مطالعاتی ارائه‌شده سازمان صنایع و معادن استان خراسان جنوبی به‌صورت شکل (۷) مدل‌سازی شده است.



شکل ۶- زیرسیستم فعالیت اقتصادی معادن دشت بیرجند

۴-۲-۲-۲- بخش خدمات

میزان ورودی از مجموع تمام خدمات (خدمات مربوط به صنایع مختلف، خدمات مربوط به تولیدات کشاورزی، دامپروری و معادن) طبق رابطه ۱۳ به دست می‌آید.

(۱۳)

Service input = Crop-based services + Fruits-based services + Industrial crops-based services + Animal husbandry services + Water-based industrial related services + Non water-based industrial related services + Water-based mineral related services + Non water-based mineral related services + Non-water industry services

۵-۲-۲-۲- سرانه ارزش افزوده

با توجه به جمعیت منطقهٔ مورد مطالعه و مقدار کل ارزش افزوده انباشته‌شده در منطقه می‌توان با استفاده از رابطه (۱۴) مقدار سرانه ارزش افزوده را به دست آورد.

سرانه ارز افزوده = ارزش افزوده در منطقه/ تعداد جمعیت

(۱۴)

ارزش افزوده انباشته در منطقه از مجموع همه ارزش افزوده‌ها به‌وجود می‌آید.

(۱۵)

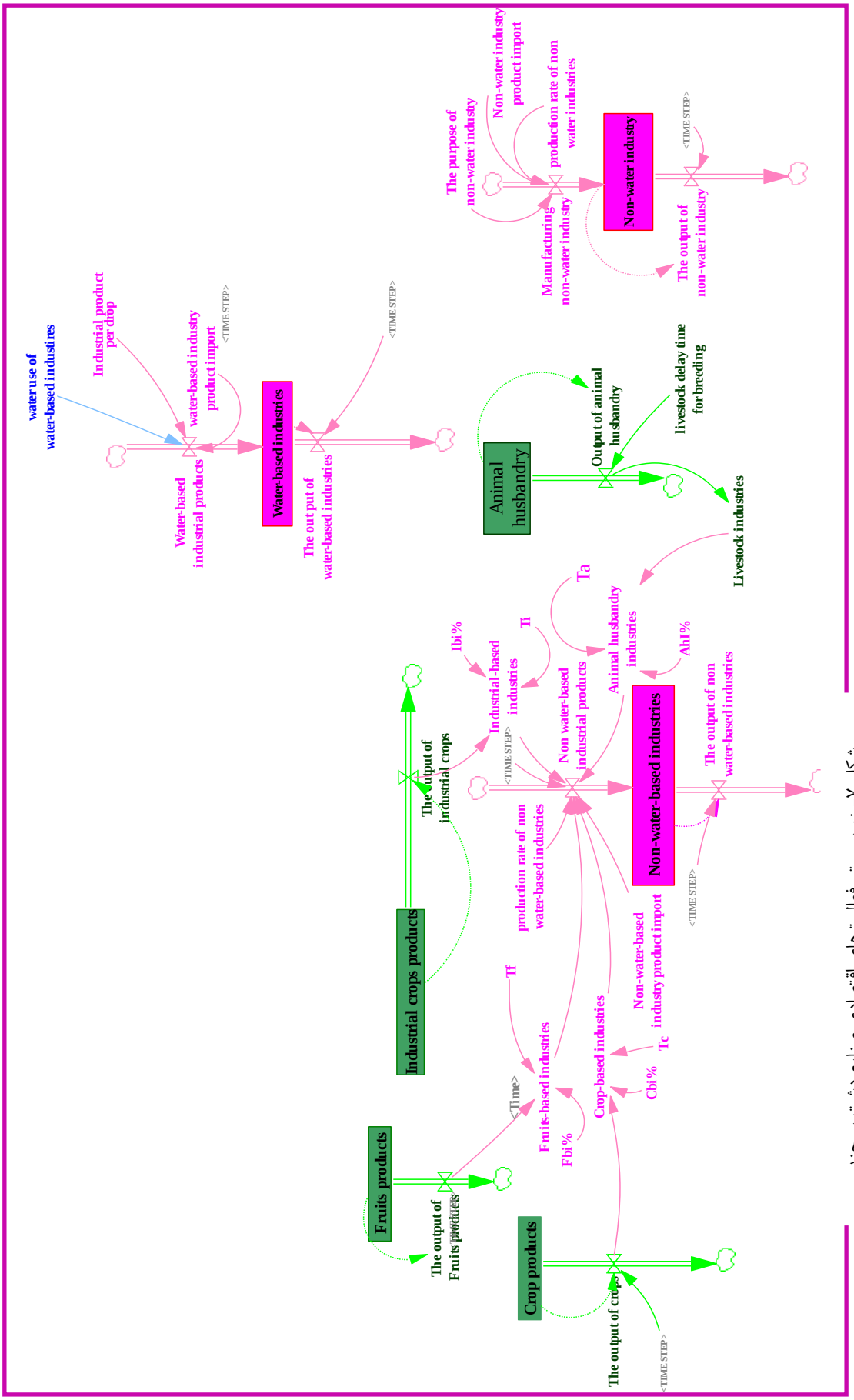
GDP input = GDP agricultural + GDP industry + GDP services + GDP mines

۳-۲- متغیرهای مدل به همراه فرض‌های لحاظ‌شده

از آنجا که در نظرگرفتن همهٔ پارامترها به صورتی که در جهان واقعی وجود دارند، در هیچ مدلی امکان‌پذیر نیست، در مدل حاضر نیز برای سادگی کار از یک سری مفروضات استفاده شده است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود.

www.SID.ir

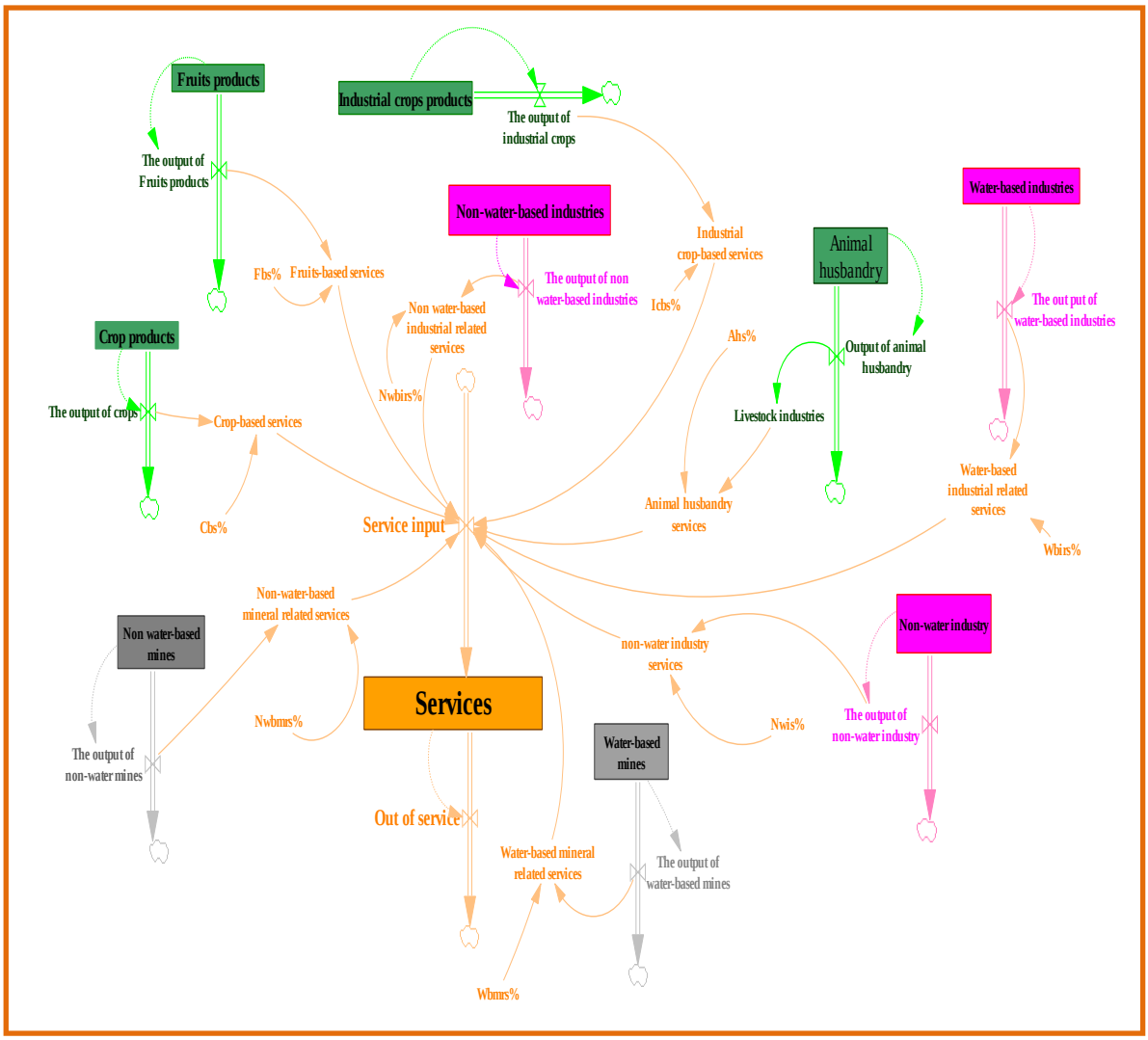
Archive of SID



شکل ۷- زیرسیستم فعالیت‌های اقتصادی صنایع دشت بیرجند

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- زیرسیستم فعالیت‌های اقتصادی خدمات دشت بیرجند

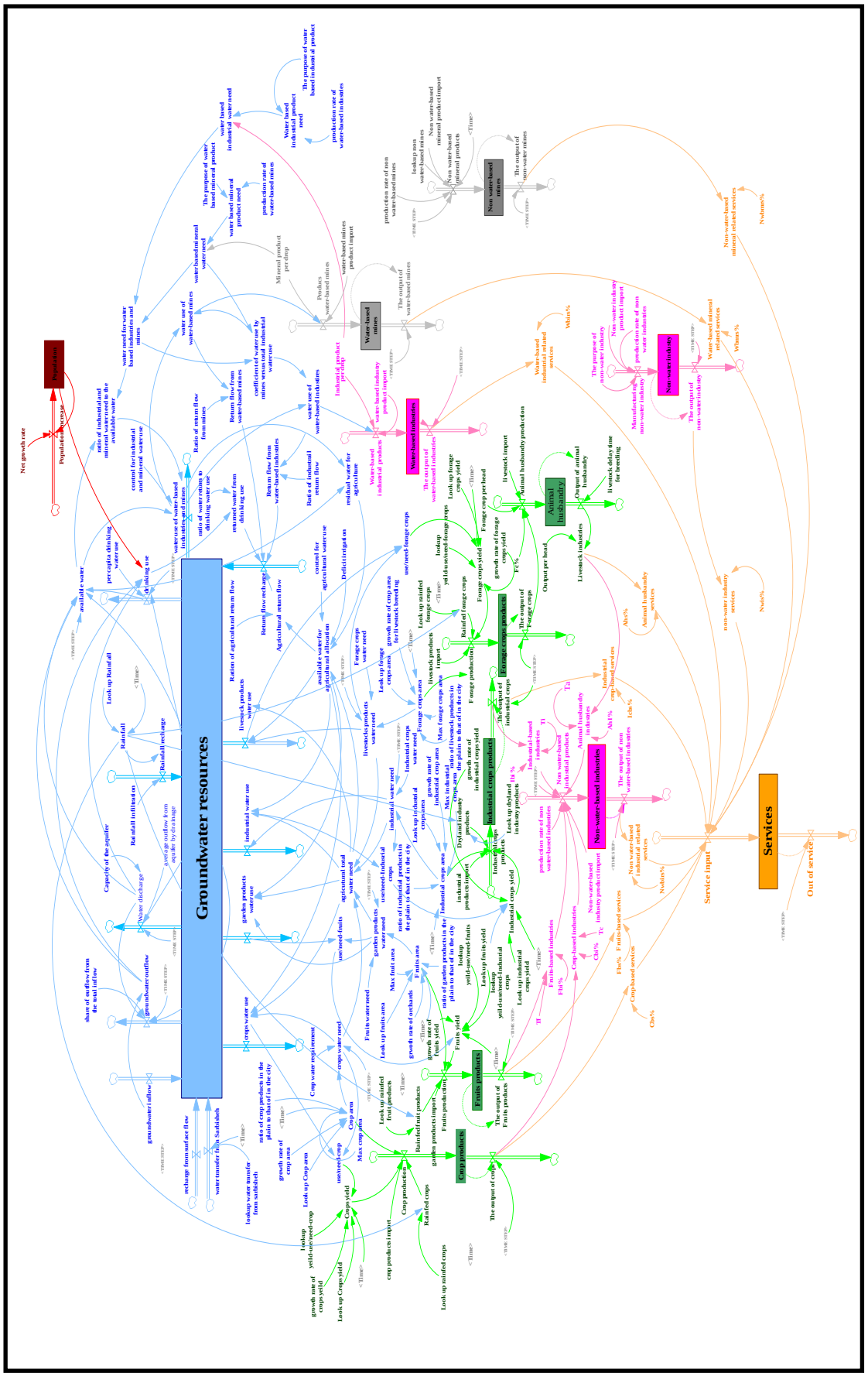
۱-۳-۲- مفروضات

- بخش خدمات، جزء فعالیت‌های اقتصادی غیرآب‌بر فرض شده است.
- بعضی از پارامترهای مربوط به بیلان آب زیرزمینی به‌علت محدودیت اطلاعات به‌صورت عدد ثابت فرض شده است؛ در حالی که این پارامترها به عوامل بسیاری مربوط هستند و باید به طور دقیق‌تر و به‌صورت سری زمانی برآورد شود. از جملهٔ این پارامترها خروجی آب به‌صورت زهکشی، حجم ورودی به منابع آب زیرزمینی از مقاطع ورودی، تغذیه از جریان سطحی و ضریب کم‌آبیاری است.
- بعضی از معادلات که در مدل به کار رفته، معادلات ابتدایی است و باید متخصصان مربوط به طور دقیق آن‌ها را به دست آورند. از جمله این معادلات عبارت‌اند از: معادله مربوط به خروجی آب به‌صورت زهکشی، معادله مربوط به ارتباط بین مقادیر خروجی از مقاطع خروجی و مقادیر ورودی از مقاطع ورودی، تابع آب – عملکرد و معادله مربوط به بارندگی و شرایط اقلیمی با میزان تولیدات محصولات دیمی.
- بعضی از پارامترها به طور دقیق برای محدوده مطالعاتی در دسترس نیست؛ از جمله تعداد جمعیت، نرخ خالص رشد جمعیت، سرانه مصرف شرب، میزان تولید محصولات کشاورزی. در این پژوهش برای آن‌ها فرض‌هایی مانند معادل گرفتن مقادیر محصولات کشاورزی دشت بیرجند با مقادیر شهرستان، معادل گرفتن تعداد جمعیت محدوده مطالعاتی برابر با جمعیت سه شهر خوسف، بیرجند و مود، برابر گرفتن سرانه مصرف شرب بیرجند با سرانه مصرف محدوده مطالعاتی و معادل گرفتن میزان تولیدات فرآورده‌های دامی در سه شهر بیرجند، خوسف و مود با میزان فرآورده‌های دامی

www.SID.ir

Archive of SID

در محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شده است.


Groundwater resources
Population
Water-based industries
Non-water-based industries
Water-based mines
Non water-based mines
Animal husbandry
Industrial crops products
Forage crops products
Fruits products
Crop products
Non-water industry
Services
Net growth rate
Population increase
Service input
Out of service
Livestock industries
Crop-based industries
Fruits-based industries
Non-water-based industrial products
Water-based industrial products
Water-based industrial related services
Non-water-based industrial related services
Non-water industry services
Animal husbandry services
Crop-based services
Fruits-based services
Rainfall
Rainfall infiltration
Capacity of the aquifer
Water discharge
groundwater outflow
recharge from surface flow
water transfer from Sahdabeh
Look up Rainfall
Look up Crop area
Look up Crops yield
Look up Fruits area
Look up Fruits yield
Look up irrigated crops
Look up rainfed crops
Look up industrial crops area
Look up industrial crops yield
Look up forage crops area
Look up forage crops yield
Look up livestock products import
Look up livestock products export
Look up livestock products yield
Look up livestock products price
Look up livestock products cost
Look up livestock products water need
Look up livestock products land need
Look up livestock products labor need
Look up livestock products energy need
Look up livestock products capital need
Look up livestock products water use
Look up livestock products land use
Look up livestock products labor use
Look up livestock products energy use
Look up livestock products capital use
Look up livestock products output
Look up livestock products input
Look up livestock products value added
Look up livestock products gross output
Look up livestock products net output
Look up livestock products intermediate input
Look up livestock products primary input
Look up livestock products secondary input
Look up livestock products tertiary input
Look up livestock products quaternary input
Look up livestock products quinary input
Look up livestock products senary input
Look up livestock products septenary input
Look up livestock products octonary input
Look up livestock products nonary input
Look up livestock products denary input
Look up livestock products undenary input
Look up livestock products duodenary input
Look up livestock products tredenary input
Look up livestock products quattuordenary input
Look up livestock products quindenary input
Look up livestock products sexdenary input
Look up livestock products septendenary input
Look up livestock products octodenary input
Look up livestock products novemdenary input
Look up livestock products vigenary input
Look up livestock products unvigenary input
Look up livestock products duovigenary input
Look up livestock products trevigenary input
Look up livestock products quattuorvigenary input
Look up livestock products quinvigenary input
Look up livestock products sexvigenary input
Look up livestock products septenvigenary input
Look up livestock products octovigenary input
Look up livestock products novemvigenary input
Look up livestock products trigenary input
Look up livestock products untrigenary input
Look up livestock products duotrigenary input
Look up livestock products tretrigenary input
Look up livestock products quattuortrigenary input
Look up livestock products quintrigenary input
Look up livestock products sextrigenary input
Look up livestock products septentrigenary input
Look up livestock products octotrigenary input
Look up livestock products novemtrigenary input
Look up livestock products quadragenary input
Look up livestock products unquadragenary input
Look up livestock products duoquadragenary input
Look up livestock products trequadragenary input
Look up livestock products quattuorquadragenary input
Look up livestock products quinquadragenary input
Look up livestock products sexquadragenary input
Look up livestock products septenquadragenary input
Look up livestock products octoquadragenary input
Look up livestock products novemquadragenary input
Look up livestock products quinquagenary input
Look up livestock products unquinquagenary input
Look up livestock products duoquinquagenary input
Look up livestock products trequinquagenary input
Look up livestock products quattuorquinquagenary input
Look up livestock products quinquinquagenary input
Look up livestock products sexquinquagenary input
Look up livestock products septenquinquagenary input
Look up livestock products octoquinquagenary input
Look up livestock products novemquinquagenary input
Look up livestock products sexagenary input
Look up livestock products unsexagenary input
Look up livestock products duosexagenary input
Look up livestock products tresexagenary input
Look up livestock products quattuorsexagenary input
Look up livestock products quinsexagenary input
Look up livestock products sexsexagenary input
Look up livestock products septensexagenary input
Look up livestock products octosexagenary input
Look up livestock products novemsexagenary input
Look up livestock products septuagenary input
Look up livestock products unseptuagenary input
Look up livestock products duoseptuagenary input
Look up livestock products treseptuagenary input
Look up livestock products quattuorseptuagenary input
Look up livestock products quinseptuagenary input
Look up livestock products sexseptuagenary input
Look up livestock products septenseptuagenary input
Look up livestock products octoseptuagenary input
Look up livestock products novemseptuagenary input
Look up livestock products octogenary input
Look up livestock products unoctogenary input
Look up livestock products duooctogenary input
Look up livestock products treoctogenary input
Look up livestock products quattuoroctogenary input
Look up livestock products quinoctogenary input
Look up livestock products sexoctogenary input
Look up livestock products septenoctogenary input
Look up livestock products octooctogenary input
Look up livestock products novemoctogenary input
Look up livestock products nonagenary input
Look up livestock products unnonagenary input
Look up livestock products duononagenary input
Look up livestock products trenonagenary input
Look up livestock products quattuornonagenary input
Look up livestock products quinnonagenary input
Look up livestock products sexnonagenary input
Look up livestock products septennonagenary input
Look up livestock products octononagenary input
Look up livestock products novemnonagenary input
Look up livestock products centenary input
Look up livestock products uncentenary input
Look up livestock products duocentenary input
Look up livestock products trecentenary input
Look up livestock products quattuorcentenary input
Look up livestock products quincentenary input
Look up livestock products sexcentenary input
Look up livestock products septencentenary input
Look up livestock products octocentenary input
Look up livestock products novemcentenary input
Look up livestock products millenary input
Look up livestock products unmillenary input
Look up livestock products duomillenary input
Look up livestock products tremillenary input
Look up livestock products quattuormillenary input
Look up livestock products quinmillenary input
Look up livestock products sexmillenary input
Look up livestock products septenmillenary input
Look up livestock products octomillenary input
Look up livestock products novemmillenary input
Look up livestock products decamillenary input
Look up livestock products undecamillenary input
Look up livestock products duodecamillenary input
Look up livestock products tredecamillenary input
Look up livestock products quattuordecamillenary input
Look up livestock products quindecamillenary input
Look up livestock products sexdecamillenary input
Look up livestock products septendecamillenary input
Look up livestock products octodecamillenary input
Look up livestock products novemdecamillenary input
Look up livestock products vigenarymillenary input
Look up livestock products unvigenarymillenary input
Look up livestock products duovigenarymillenary input
Look up livestock products trevigenarymillenary input
Look up livestock products quattuorvigenarymillenary input
Look up livestock products quinvigenarymillenary input
Look up livestock products sexvigenarymillenary input
Look up livestock products septenvigenarymillenary input
Look up livestock products octovigenarymillenary input
Look up livestock products novemvigenarymillenary input
Look up livestock products trigenarymillenary input
Look up livestock products untrigenarymillenary input
Look up livestock products duotrigenarymillenary input
Look up livestock products tretrigenarymillenary input
Look up livestock products quattuortrigenarymillenary input
Look up livestock products quintrigenarymillenary input
Look up livestock products sextrigenarymillenary input
Look up livestock products septentrigenarymillenary input
Look up livestock products octotrigenarymillenary input
Look up livestock products novemtrigenarymillenary input
Look up livestock products quadragenarymillenary input
Look up livestock products unquadragenarymillenary input
Look up livestock products duoquadragenarymillenary input
Look up livestock products trequadragenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquadragenarymillenary input
Look up livestock products quinquadragenarymillenary input
Look up livestock products sexquadragenarymillenary input
Look up livestock products septenquadragenarymillenary input
Look up livestock products octoquadragenarymillenary input
Look up livestock products novemquadragenarymillenary input
Look up livestock products quinquagenarymillenary input
Look up livestock products unquinquagenarymillenary input
Look up livestock products duoquinquagenarymillenary input
Look up livestock products trequinquagenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquinquagenarymillenary input
Look up livestock products quinquinquagenarymillenary input
Look up livestock products sexquinquagenarymillenary input
Look up livestock products septenquinquagenarymillenary input
Look up livestock products octoquinquagenarymillenary input
Look up livestock products novemquinquagenarymillenary input
Look up livestock products sexagenarymillenary input
Look up livestock products unsexagenarymillenary input
Look up livestock products duosexagenarymillenary input
Look up livestock products tresexagenarymillenary input
Look up livestock products quattuorsexagenarymillenary input
Look up livestock products quinsexagenarymillenary input
Look up livestock products sexsexagenarymillenary input
Look up livestock products septensexagenarymillenary input
Look up livestock products octosexagenarymillenary input
Look up livestock products novemsexagenarymillenary input
Look up livestock products septuagenarymillenary input
Look up livestock products unseptuagenarymillenary input
Look up livestock products duoseptuagenarymillenary input
Look up livestock products treseptuagenarymillenary input
Look up livestock products quattuorseptuagenarymillenary input
Look up livestock products quinseptuagenarymillenary input
Look up livestock products sexseptuagenarymillenary input
Look up livestock products septenseptuagenarymillenary input
Look up livestock products octoseptuagenarymillenary input
Look up livestock products novemseptuagenarymillenary input
Look up livestock products octogenarymillenary input
Look up livestock products unoctogenarymillenary input
Look up livestock products duooctogenarymillenary input
Look up livestock products treoctogenarymillenary input
Look up livestock products quattuoroctogenarymillenary input
Look up livestock products quinoctogenarymillenary input
Look up livestock products sexoctogenarymillenary input
Look up livestock products septenoctogenarymillenary input
Look up livestock products octooctogenarymillenary input
Look up livestock products novemoctogenarymillenary input
Look up livestock products nonagenarymillenary input
Look up livestock products unnonagenarymillenary input
Look up livestock products duononagenarymillenary input
Look up livestock products trenonagenarymillenary input
Look up livestock products quattuornonagenarymillenary input
Look up livestock products quinnonagenarymillenary input
Look up livestock products sexnonagenarymillenary input
Look up livestock products septennonagenarymillenary input
Look up livestock products octononagenarymillenary input
Look up livestock products novemnonagenarymillenary input
Look up livestock products centenarymillenary input
Look up livestock products uncentenarymillenary input
Look up livestock products duocentenarymillenary input
Look up livestock products trecentenarymillenary input
Look up livestock products quattuorcentenarymillenary input
Look up livestock products quincentenarymillenary input
Look up livestock products sexcentenarymillenary input
Look up livestock products septencentenarymillenary input
Look up livestock products octocentenarymillenary input
Look up livestock products novemcentenarymillenary input
Look up livestock products millenarymillenary input
Look up livestock products unmillenarymillenary input
Look up livestock products duomillenarymillenary input
Look up livestock products tremillenarymillenary input
Look up livestock products quattuormillenarymillenary input
Look up livestock products quinmillenarymillenary input
Look up livestock products sexmillenarymillenary input
Look up livestock products septenmillenarymillenary input
Look up livestock products octomillenarymillenary input
Look up livestock products novemmillenarymillenary input
Look up livestock products decamillenarymillenary input
Look up livestock products undecamillenarymillenary input
Look up livestock products duodecamillenarymillenary input
Look up livestock products tredecamillenarymillenary input
Look up livestock products quattuordecamillenarymillenary input
Look up livestock products quindecamillenarymillenary input
Look up livestock products sexdecamillenarymillenary input
Look up livestock products septendecamillenarymillenary input
Look up livestock products octodecamillenarymillenary input
Look up livestock products novemdecamillenarymillenary input
Look up livestock products vigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unvigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duovigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trevigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorvigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinvigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexvigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenvigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octovigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemvigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products untrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duotrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tretrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuortrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quintrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sextrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septentrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octotrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemtrigenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquadragenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquinquagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unsexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duosexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tresexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorsexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinsexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexsexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septensexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octosexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemsexagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products treseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemseptuagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unoctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duooctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products treoctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuoroctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinoctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexoctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenoctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octooctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemoctogenarymillenarymillenary input
Look up livestock products nonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unnonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duononagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trenonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuornonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinnonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexnonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septennonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octononagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemnonagenarymillenarymillenary input
Look up livestock products centenarymillenarymillenary input
Look up livestock products uncentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duocentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trecentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorcentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quincentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexcentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septencentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octocentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemcentenarymillenarymillenary input
Look up livestock products millenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unmillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duomillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tremillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuormillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinmillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexmillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenmillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octomillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemmillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products decamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products undecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duodecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tredecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuordecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quindecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexdecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septendecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octodecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemdecamillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products vigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unvigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duovigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trevigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorvigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinvigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexvigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenvigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octovigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemvigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products untrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duotrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tretrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuortrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quintrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sextrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septentrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octotrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemtrigenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquadragenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquinquagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unsexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duosexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tresexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorsexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinsexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexsexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septensexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octosexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemsexagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products treseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemseptuagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unoctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duooctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products treoctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuoroctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinoctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexoctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenoctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octooctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemoctogenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products nonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unnonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duononagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trenonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuornonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinnonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexnonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septennonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octononagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemnonagenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products centenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products uncentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duocentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trecentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorcentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quincentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexcentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septencentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octocentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemcentenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products millenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unmillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duomillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tremillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuormillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinmillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexmillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenmillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octomillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemmillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products decamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products undecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duodecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tredecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuordecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quindecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexdecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septendecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octodecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemdecamillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products vigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unvigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duovigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trevigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorvigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinvigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexvigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenvigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octovigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemvigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products untrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duotrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tretrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuortrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quintrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sextrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septentrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octotrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemtrigenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duosexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tresexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septensexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octosexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products treseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unoctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duooctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products treoctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuoroctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinoctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexoctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenoctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octooctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemoctogenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products nonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unnonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duononagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trenonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuornonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinnonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexnonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septennonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octononagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemnonagenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products centenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products uncentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duocentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trecentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorcentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quincentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexcentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septencentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octocentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemcentenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products millenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unmillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duomillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tremillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuormillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinmillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexmillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenmillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octomillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemmillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products decamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products undecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duodecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tredecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuordecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quindecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexdecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septendecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octodecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemdecamillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products vigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unvigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duovigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trevigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorvigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinvigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexvigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenvigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octovigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemvigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products untrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duotrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tretrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuortrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quintrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sextrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septentrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octotrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemtrigenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquadragenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products trequinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemquinquagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duosexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products tresexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septensexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octosexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products novemsexagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products unseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products duoseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products treseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quattuorseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products quinseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products sexseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products septenseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenarymillenary input
Look up livestock products octoseptuagenarymillenarymillenarymillenarymillenar

Archive of SID

- نیاز آبی محصولات برای هر منطقه متفاوت است. در این تحقیق برای بعضی از محصولات، فرض‌هایی صورت گرفته است.
- هزینه‌های تولید محصول، صفر و ارزش افزوده برابر با قیمت فروش فرض شده است.
- متوسط درآمدهای واحد اجزای ورودی خدمات به‌عنوان درآمد واحد خدمات فرض شده است.
- به دلیل سهم اندک آب سطحی در منابع آب دشت، منظور از منابع آب دشت تنها منابع آب زیرزمینی فرض شده است.
- میزان تقاضای آب در منطقه، معادل با میزان مصرف آب سالیانه فرض شده است.
- دوره زمانی شرایط مشاهده‌ای در مدل‌سازی به مدت ۶ سال از سال آبی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۸ فرض شده است.
- دوره زمانی شبیه‌سازی به مدت ۳۰ سال از سال ۱۳۸۹ تا ۱۴۱۹ هجری شمسی فرض شده است.

۲-۳-۲- مقادیر اولیه متغیرهای حالت در مدل

مقادیر اولیه همه متغیرهای حالت به غیر از متغیر حالت منابع آب زیرزمینی و جمعیت، صفر در نظر گرفته شده است. مقادیر برآوردشده برای متغیرهای حالت ذکرشده در سال ابتدای شبیه‌سازی (۱۳۸۳) بر اساس فرضیاتی مطابق با جدول ۲ است.

جدول ۲- مقدار اولیه متغیرهای حالت مدل منابع آب دشت بیرجند

متغیر حالت	جمعیت(نفر)	آب موجود در آبخوان (میلیون متر مکعب)
مقادیر اولیه	۱۶۷۸۲۷	۴۳۱,۰۴

۳-۳-۲-توابع جست‌وجو[1] در مدل منابع آب دشت بیرجند

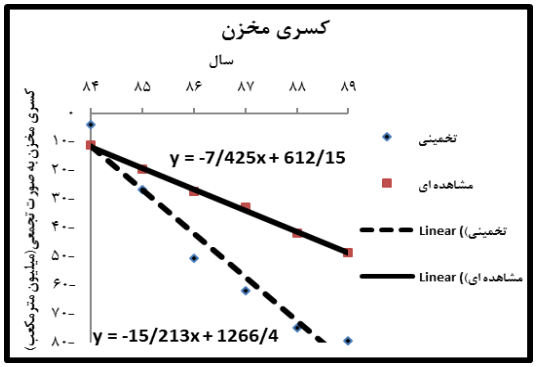
متغیرهای مورد نیاز در مدل که شامل سری زمانی هستند، با استفاده از «توابع جست‌وجو» وارد مدل می‌شوند. توابع جست‌وجوی به‌کار رفته در مدل منابع آب دشت بیرجند عبارت‌اند از: ۱. سری زمانی سطح‌های زیر کشت محصولات کشاورزی؛ ۲. سری زمانی عملکرد تولیدات کشاورزی؛ ۳. سری زمانی بارش؛ ۴. تابع کاهش عملکرد بر اساس تابع آب – عملکرد؛ ۵. تابع بارندگی و محصولات دیم؛ ۶. سری زمانی میزان تولیدات معادن غیر آب‌بر؛ ۷. سری زمانی انتقال آب از سربیشه.

صحت‌سنجی مدل

مرحله صحت‌سنجی مدل بیشتر به‌دنبال بررسی سودمند بودن مدل بر اساس صورت مسئله و اهداف تعریف‌شده است. همچنین درجه اطمینان از صحت مدل به دید مدل‌ساز بر اساس مدل دینامیکی طراحی‌شده و اهداف مورد نظر مدل‌ساز از مدل وابسته است [۴۲]. بدین منظور، آزمون‌هایی به شرح زیر برای صحت‌سنجی مدل منابع آب دشت بیرجند انجام گرفته است:۱. آزمون ارزیابی ساختار؛ ۲. آزمون تکرار رفتار؛ ۳. آزمون شرایط حدی؛ ۴. آزمون مدل در شرایط غیرمنطقی.

۱. آزمون ارزیابی ساختار: برای انجام این آزمون، مراحل تکوینی مدل‌سازی، به بررسی صحت و سازگاری مدل‌های تولیدشده دشت بیرجند با مکانیزم‌های طراحی‌شده در دشت، کمک شایانی می‌کند.

۲. آزمون تکرار رفتار: در این آزمون، داده‌های مشاهده‌ای و تخمینی توسط مدل، مورد مقایسه قرار می‌گیرند. این بررسی با استفاده از ابزارهای آماری ضریب تبیین[2] و جذر میانگین مربعات خطای نسبی[3] صورت می‌گیرد. متغیرهای بررسی‌شده شامل هفت متغیر حالت است: ۱. کسری حجم منابع آب زیرزمینی؛ ۲. تولیدات محصولات زراعی؛ ۳. تولیدات محصولات باغی؛ ۴. تولیدات محصولات صنعتی؛ ۵. تولیدات محصولات نهاده دامی؛ ۶. تولیدات دامپروری؛ ۷. تولیدات معادن غیر آب‌بر.



شکل ۱۰- مقایسه آمار مشاهداتی و تخمینی کسری مخزن منابع آب زیرزمینی

[1].Lookup
[2].Coefficient of determination (R^2)
[3].Relative Root Mean Square Error (RMSEr)

www.SID.ir

Archive of SID

شکل (۱۰) برای نمونه رفتار مدل را در تخمین متغیر کسری حجم منابع آب زیرزمینی در مقایسه با مقادیر متناظر مشاهده‌ای نشان می‌دهد. جدول ۳ نیز نشان‌دهندهٔ عملکرد مدل در تخمین رفتار متغیرهای هفت‌گانه از نگاه مشخصه‌های آماری است.

جدول ۳- نتایج آزمون تکرار رفتار متغیرهای حالت

نام متغیر		R^2	RMSEr%
افت منابع آب زیرزمینی		۰/۹۹	۰/۷۲
تولید محصولات زراعی	حالت تبدیل شدن به شاخص	۱/۰۰	۰/۱۰
	حالت بدون تبدیل شده به شاخص	۰/۹۹	۰/۱۷
تولید محصولات باغی	حالت تبدیل شدن به شاخص	۱/۰۰	۰/۰۳
	حالت بدون تبدیل شده به شاخص	۱/۰۰	۰/۳۸
تولید محصولات صنعتی کشاورزی	حالت تبدیل شدن به شاخص	۱/۰۰	۰/۰۰
	حالت بدون تبدیل شده به شاخص	۱/۰۰	۰/۱۱
تولید محصولات نهاده دامی	حالت تبدیل شدن به شاخص	۱/۰۰	۰/۰۰
	حالت بدون تبدیل شده به شاخص	۱/۰۰	۰/۳۰
تولید محصولات دامپروری (تعداد دام)	حالت تبدیل شدن به شاخص	۰/۹۸	۰/۴۲
	حالت بدون تبدیل شده به شاخص	۰/۹۸	۰/۹۰
تولید معادن غیرآب‌بر	حالت تبدیل شدن به شاخص	۱/۰۰	۰/۰۰
	حالت بدون تبدیل شده به شاخص	۰/۹۴	۲/۲۶

۳. آزمون شرایط حدی: هدف از انجام این آزمون، کنترل مقادیر خروجی از مدل در شرایط حدی است. این آزمون صحت ساختار علت و معلولی مدل را بررسی می‌کند. آزمون مذکور بر روی متغیرهای میزان برداشت آب برای بخش کشاورزی، میزان برداشت آب برای بخش صنعت و معدن و سرانه مصرف شرب انجام شد.

۴. آزمون سازگاری واحدها: این آزمون از آزمون‌های پایه و اساسی است که باید در ابتدای کار مدل‌سازی به آن توجه شود. در این آزمون، واحدهای اندازه‌گیری برای هر متغیر تولیدشده در مدل بررسی می‌شود [۴۲]. در این تحقیق، در مراحل تدوین مدل، سازگاری واحدها در زمینهٔ مطابقت آن‌ها با یکدیگر، بررسی و رعایت شده است. این تست با انتخاب گزینه Unit check در نرم‌افزار Vensim قابل انجام است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- محدودیت‌های مدل

با توجه به فرضیات بیان‌شده و مرز سیستم، محدودیت‌ها و انتظارات از مدل در این تحقیق عبارت‌اند از:

- با توجه به مطالعات انجام‌شده، محصولات معادن آب‌بر و غیرآب‌بر یا حتی محصولات صنایع و... می‌تواند به‌عنوان ماده اولیه صنایع دیگر باشد که در این تحقیق به علت محدودیت اطلاعات این ارتباط و وابستگی بین فعالیت‌ها دیده نشده است و این جزء محدودیت‌های مدل است که قابلیت ارتقا و توسعه دارد.
- در این تحقیق، فعالیت‌های اقتصادی خدماتی شامل ساختمان، تأمین آب، برق و... به علت محدودیت اطلاعات بررسی نشده است. مدل برای فعالیت‌های اقتصادی دیگر، اعم از صنایع، معادن، کشاورزی و خدمات مربوط به این فعالیت‌ها ساخته شده است. این نیز جزء محدودیت‌های مدل است که قابلیت ارتقا و توسعه دارد.
- در این تحقیق، ارتباط بین منابع آب و فعالیت‌های اقتصادی دیده شده است که خروجی آن

www.SID.ir

Archive of SID

میزان ارزش افزوده محاسبه شده است، ولی بازخورد این ارزش افزوده‌ها روی فعالیت‌های اقتصادی مختلف به‌صورت کمی و در مدل حالت –جریان ساخته نشده است.

- مدل، توانایی تولید مقادیر برای ارائه تصویر سیستم در شرایط آتی دارد، ولی برای تولید دقیق داده و پیش‌بینی در یک سال خاص، ابزار مناسبی نیست.

۳-۲- سیاست‌گذاری تحت سناریوهای مختلف

پس از توسعه و اعتبارسنجی مدل، مرحله اعمال سیاست تحت سناریوهای مختلف فرا می‌رسد. بر اساس رشد اقتصادی با رویکرد محدودیت منابع آب و تخصیص منابع آب با رویکرد ارزش افزوده، می‌توان سیاست‌های عملیاتی را تحت سناریوهای محتمل معرفی کرد.

۳-۲-۱- سناریوهای محتمل در شبیه‌سازی

در این تحقیق، سه سناریوی محیطی تحت شرایط نرمال، خشکسالی و ترسالی در نظر گرفته شد [۴۳] که در ذیل هر سناریوی محیطی، دو سناریوی انسانی با عناوین نرخ رشد جمعیت کنونی و پیش‌بینی‌شده در نظر گرفته شد [۳۰]؛ در نتیجه، شش سناریو برای اعمال در مدل شبیه‌سازی به دست می‌آید.

۳-۲-۲- تعاریف سناریوها

الف. سناریوی طبیعی (شرایط نرمال): تکرار سری زمانی برای دوره‌ی ۱۷ ساله از سال ۷۱ تا ۸۷ در مدل؛

ب. سناریوی طبیعی (شرایط خشک‌سالی): تکرار سری زمانی برای دورهٔ ۱۰ ساله از ۷۸ تا ۸۷ در مدل؛

ج. سناریوی طبیعی (شرایط ترسالی): تکرار سری زمانی برای دورهٔ ۷ ساله از سال ۷۱ تا ۷۷؛

د. سناریوی انسانی (شرایط نرخ رشد جمعیت کنونی): نرخ رشد جمعیت به طور ثابت برابر با ۳/۰۶ درصد تا سال ۱۴۱۹ در مدل؛

ه. سناریوی انسانی (شرایط نرخ رشد جمعیت پیش‌بینی شده): نرخ رشد جمعیت، از سال ۱۳۸۹تا ۱۴۱۹ به‌صورت ثابت برابر با ۱/۵درصد فرض شده است.

جدول(۴): سناریوهای شش‌گانه طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۴۱۹

سناریو	شرایط محیطی (بارش)	شرایط انسانی (نرخ رشد جمعیت)
۱	نرمال	نرخ کنونی
۲	خشک‌سالی	نرخ کنونی
۳	ترسالی	نرخ کنونی
۴	نرمال	نرخ پیش‌بینی‌شده
۵	خشک‌سالی	نرخ پیش‌بینی‌شده
۶	ترسالی	نرخ پیش‌بینی‌شده

۳-۳- سیاست‌های منتخب در مدل

سیاست‌های مبتنی بر پارامترهای مدل که قابل تغییر توسط سیاست‌گذار در منطقه است، تولید می‌شود. در تحقیق حاضر پنج سیاست به شرح زیر در نظر گرفته شده است:

گزینه ۱: گزینه مربوط به رشد فعالیت‌های اقتصادی موجود در منطقه بدون افزایش میزان منابع آب (منظور انتقال آب است)؛

گزینه ۲: گزینه مربوط به رشد فعالیت‌های اقتصادی موجود در منطقه با افزایش میزان منابع آب زیرزمینی؛

گزینه ۳: گزینه مربوط به رشد فعالیت‌های اقتصادی غیرآب بر موجود در منطقه بدون افزایش میزان منابع آب؛

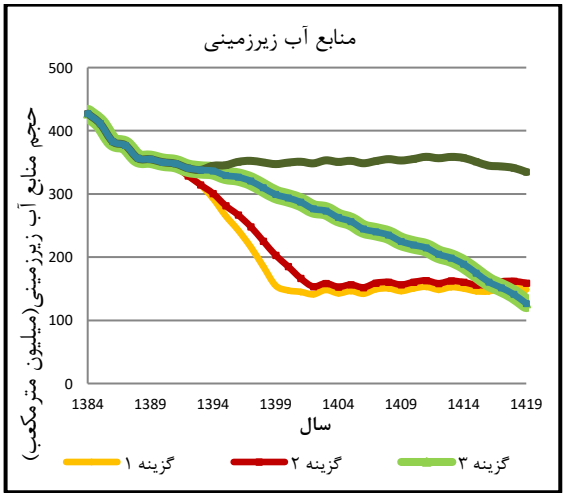
گزینه ۴: گزینه مربوط به رشد فعالیت‌های اقتصادی غیرآب‌بر موجود در منطقه با افزایش میزان منابع آب؛

گزینه۵: شرایط موجود ادامه پیدا کند (منظور مقادیر پارامترها در سال ۱۳۸۹ است).

پارامترهای قابل تغییر در هریک از گزینه‌ها و مقدار هریک از سال ۱۳۸۹ تا ۱۴۱۹ طبق برنامه ۵ ساله پنجم توسعه [۴۴ و۴۵] در جدول ۵ آمده است.

۳-۴- ارزیابی سیاست‌ها

ارزیابی سیاست‌ها، از دو منظر ارزش افزوده و حجم منابع آب زیرزمینی صورت می‌گیرد. نتایج حاصل از مدل، در شکل‌های (۱۱) تا (۲۲) خلاصه شده است.



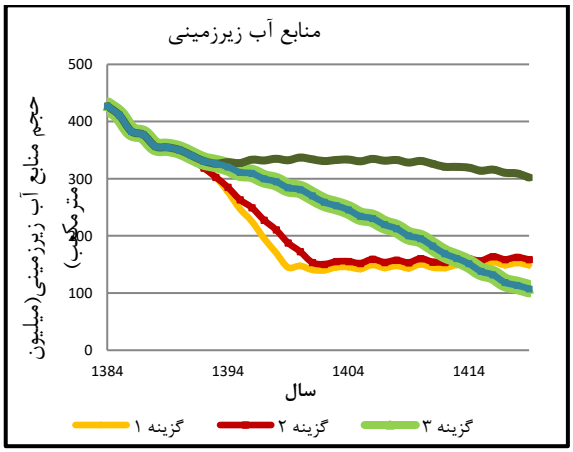
شکل(۱۱): حجم منابع آب زیرزمینی تحت سناریو ۱

www.SID.ir

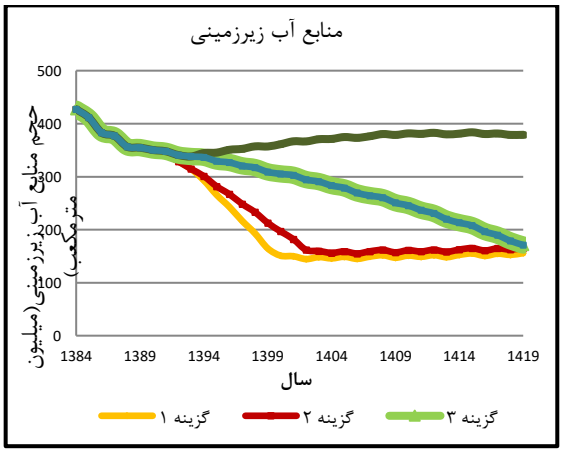
Archive of SID

جدول ۵- پارامترهای برون‌زا برای تولید سیاست و مقادیر سطوح اعمالی آن‌ها

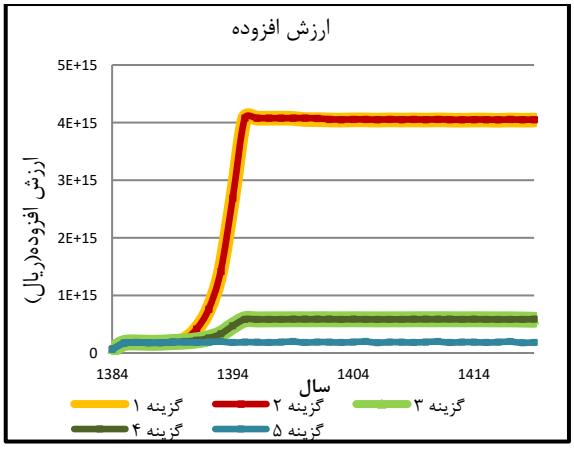
پارامترهای قابل تغییر	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴	گزینه ۵
انتقال آب به منطقه (میلیون مترمکعب)	....	۸	....	۸	....
نرخ رشد سطح زیرکشت باغی	۰/۰۳۴	۰/۰۳۴	....	....	....
نرخ رشد سطح زیرکشت زراعی	۰	۰	....	....	....
نرخ رشد سطح زیرکشت صنعتی	۰	۰	....	....	....
نرخ رشد سطح زیرکشت نهاده دامی	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	....	....	....
نرخ رشد عملکرد محصولات باغی	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	....
نرخ رشد عملکرد محصولات زراعی	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	....
نرخ رشد عملکرد محصولات صنعتی	۰/۱۰۷	۰/۱۰۷	۰/۱۰۷	۰/۱۰۷	....
نرخ رشد عملکرد محصولات نهاده دامی	۰/۰۲۸۷	۰/۰۲۸۷	۰/۰۲۸۷	۰/۰۲۸۷	....
نرخ رشد معادن آب‌بر	۰/۹۳	۰/۹۳	....	....	....
نرخ رشد معادن غیرآب‌بر	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	....
نرخ رشد صنایع با نهاده مستقیم آب	۰/۹۳	۰/۹۳	....	....	....
نرخ رشد صنایع با نهاده غیرمستقیم آب	۰/۹۳	۰/۹۳	....	....	....
نرخ رشد صنایع غیرآب‌بر	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	....



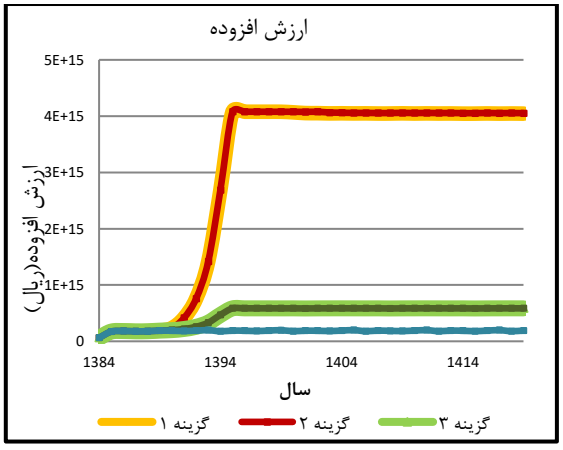
شکل(۱۳): حجم منابع آب زیرزمینی تحت سناریو ۲



شکل(۱۵): حجم منابع آب زیرزمینی تحت سناریو ۳



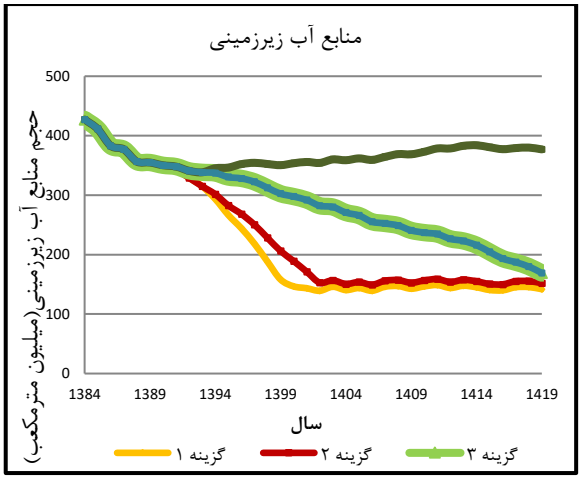
شکل(۱۴): مقدار ارزش افزوده تحت سناریو ۲



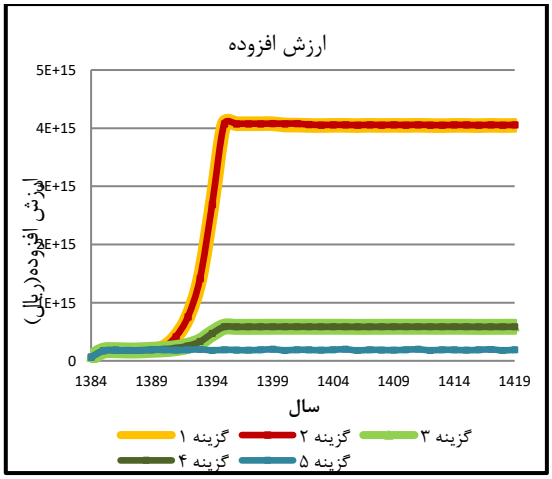
شکل(۱۶): مقدار ارزش افزوده تحت سناریو ۳

www.SID.ir

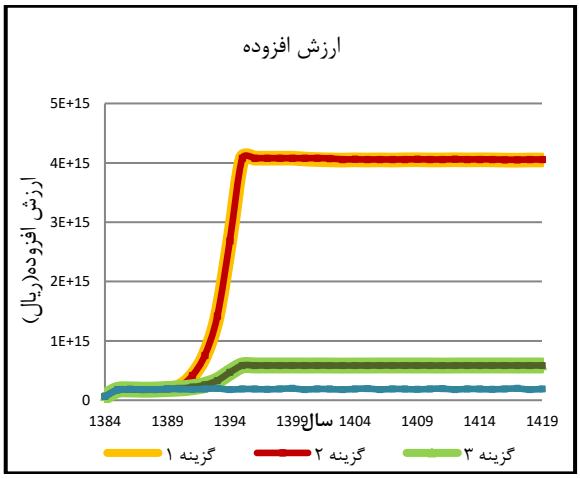
Archive of SID



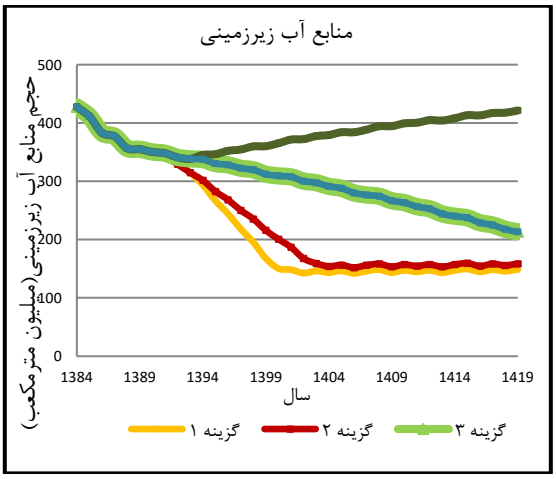
شکل(۱۷): حجم منابع آب زیرزمینی تحت سناریو ۴



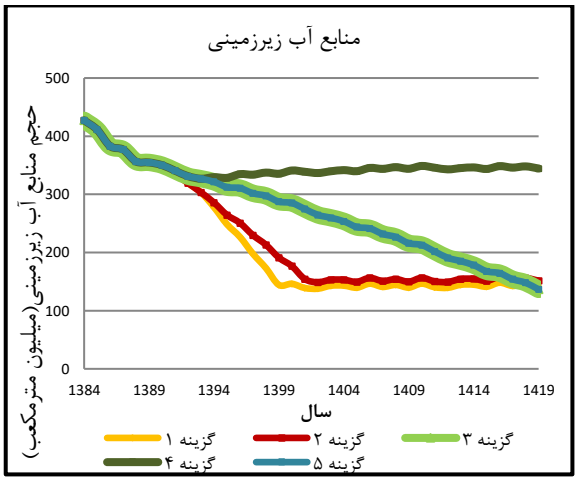
شکل(۲۰): مقدار ارزش افزوده تحت سناریو ۵



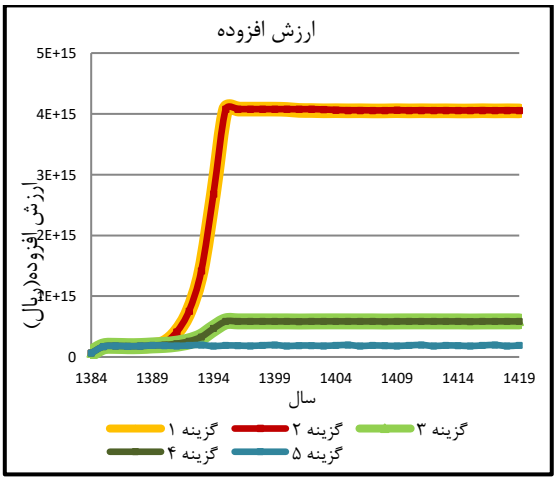
شکل(۱۸): مقدار ارزش افزوده تحت سناریو ۴



شکل(۲۱): حجم منابع آب زیرزمینی تحت سناریو ۶



شکل(۱۹): حجم منابع آب زیرزمینی تحت سناریو ۵



شکل(۲۲): مقدار ارزش افزوده تحت سناریو ۶

۴- نتیجه‌گیری

همان‌طور که در همهٔ سناریوها مشخص است، حجم منابع آب زیرزمینی در همهٔ گزینه‌ها به‌جز گزینهٔ ۴ روند کاهشی داشته است. حجم منابع آب زیرزمینی به‌ترتیب در گزینهٔ ۴، گزینهٔ ۳ و ۵، گزینهٔ ۲ و در آخر، گزینهٔ ۱ کاهش می یابد. به علت اینکه در گزینهٔ ۳ و ۴ رشد معادن و صنایع آب‌بر، صفر است، حجم منابع آب‌زیرزمینی بیشترین مقدار را دارد و در گزینهٔ ۴ به علت اینکه سالانه ۸ میلیون مترمکعب از

www.SID.ir

Archive of SID

منطقهٔ دشت مختاران به محدودهٔ مطالعاتی، آب انتقال داده می‌شود، مقدار حجم آب از گزینهٔ ۳ که این انتقال در آن وجود ندارد، بیشتر است. درگزینه‌های ۱ و ۲ به علت اینکه میزان تولیدات صنایع و معادن آب‌بر افزایش پیدا می کند، حجم آب نسبت به گزینه‌های ۳، ۴ و ۵ کمتر و در گزینهٔ ۲ به علت انتقال آب از مختاران، حجم آب بیشتر از گزینهٔ ۱ است.

در مورد ارزش افزوده تولیدی، مقادیر ارزش افزوده در گزینهٔ ۱ و ۲، برابر است. همچنین میزان ارزش افزوده در گزینهٔ ۳ و ۴ با هم برابر بوده، مقدار ارزش افزوده به‌ترتیب ابتدا در گزینهٔ ۱و ۲، سپس در گزینهٔ ۳ و ۴ و در آخر، گزینهٔ ۵ بیشترین مقدار است.

بنابراین، اگر قرار باشد حجم منابع آب تغییر نکند و ارزش افزوده منطقه زیادتر شود، باید ابتدا روی فعالیت‌های اقتصادی غیر آب‌بر، اعم از معادن و صنایع غیر آب‌بر سرمایه گذاری بیشتری شود؛ البته این زمانی تحقق خواهد یافت که منابع اولیه این فعالیت‌های اقتصادی موجود باشد. همچنین با ادامهٔ روند موجود در منطقه، وضعیت هر دو بخش اقتصاد و منابع آب، بدتر خواهد شد.

مراجع

[1] R. Kaiser and F. Skiller, "Options for managing the hidden threat of aquifer depletion in Texas", Texas Tech. Law Review, 32, 2003, PP: 250-304.

[2] D.K. Todd, Groundwater Hydrology, Third Edition, John wiley & sons, 2005.

[3] S. Foster, ‘‘Groundwater: assessing vulnerability and promoting protection of a threatened resource’’, Proceedings of the 8th Stockholm Water Symposium,10–13August, Stockholm, Sweden, 1998, pp 79–90.

[4] K. jha Madan, Y. Kamii, K. Chikamori, "Cost-effective Approaches for sustainable Groundwater Management in Alluvial Aquifer Syste ms",Water Resources Management, 2008.

[۵] ا. مسعودیان و م.ر. کاویانی، اقلیم‌شناسی ایران، انتشارات دانشگاه اصفهان، ایران، ۱۳۸۶.

[۶] ه. هاشمی‌نژاد و ا. کریمی، «بررسی افت کیفیت آب‌های زیرزمینی در واحدهای هیدرولوژیکی نجف‌آباد و اصفهان بر خوار در طی سال‌های ۷۶-۸۳»، اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری بهینه از منابع آب حوزه‌های کارون و زاینده‌رود، دانشگاه شهرکرد، ۱۳۸۵، صفحه ۱۸۲۹-۱۸۳۹.

[7] J.W. Forrester, Industrial dynamics, Productivity Press, Portland Oreg, 1961.

[8] E.J. Fletcher, ‘‘The Use of System Dynamics as Decision Support Tool For The Management of Surface Wter Resources’’, Proc. 1st Int. Conf. on New Information Technology For Decision –Making in Civil Eng., University of Quebec, Montreal, Canada, 1998, pp. 909-920.

[9] J.D. Stermane, Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, McGrow- Hill, Boston, 2000.

[۱۰] ا. مؤمنی، «مدل‌سازی بهره‌برداری از مخزن چندمنظوره با استفاده از روش پویایی سیستم»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۳.

[11] R. Palmer, A.M. Keyes, S. Fisher, (1993). "Empowering Stakeholders Through Simulation in Water Resources Planning", Water Management for the 90s, eds. Hon, K., ASCE, 1993, pp. 451-454

[12] I. Winz, G. Brierley and S. Trowsdale, "The Use of System Dynamics Simulation in Water Resources Management", Water Resources Management, 23, 2008, pp. 1301-1323

[13] A.M. Keyes and R. Palmer, ‘‘The Role of Object-Oriented Simulation Models in the Drought Preparedness Studies’’, Proc. Of the 20th Annual National Conference, Water Resources Planning and Management Division of ASCE, Seattle, WA, 1993, pp. 479-482.

[14] S.P. Simonovic, "Measures of Sustainability and Their Utilization in Practical Water Management Planning", LAHS-AISH Publication, (268), 2001, pp. 3-16.

www.SID.ir

Archive of SID

[15] S. Ahmed and S.P. Simonovic, "Modelling Reservoir Operations For Flood Management Using System Dynamics", ASCE Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 14, No. 3, 2000.

[۱۶] م.ر. جلالی و ع. افشار، «شبیه‌سازی پویایی سیستم تولید انرژی مخازن برقابی»، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب ایران، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.

[۱۷] س.ا. حسینی و ع. باقری، «مدل‌سازی پویایی سیستم منابع آب دشت مشهد برای تحلیل استراتژی‌های توسعه پایدار»، مجله آب و فاضلاب، شماره ۴، ۱۳۹۲، صفحه ۲۸-۳۹.

[۱۸] ز. شیخ خوزانی، خ. حسینی و م. رحیمیان، «مدل‌سازی بهره‌برداری از مخازن چندمنظوره به روش پویایی سیستم»، مجله مدل‌سازی در مهندسی، سال هشتم، شماره ۲۱، تابستان ۱۳۸۹، صفحه ۵۷-۶۶.

[۱۹] ح. نوذری، ع.م. لیاقت و م. خیاط خلقی، «شبیه‌سازی حرکت آب و نمک‌ها در سامانه زهکشی زیرزمینی با استفاده از روش تحلیل پویایی سیستم»، مجله آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۸، صفحه ۲۸-۳۹.

[۲۰] ا. حسن‌زاده، ی. حسن‌زاده و م. ضرغامی، «مدل‌سازی تأثیر جریان آب سطحی بر کاهش تراز دریاچه ارومیه به کمک پویایی سیستم‌ها»، مجله مهندسی عمران و محیط زیست، شماره ۲، ۱۳۹۰.

[۲۱] م.ر. جلالی و ر. افضلی، «شبیه‌سازی سیستمی سدهای برقابی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم، مطالعه موردی: حوضه کرخه»، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران، ۲۳ الی ۲۵ مهرماه ۱۳۸۷.

[۲۲] ا.ر. شریفی و م. تجریشی، «مدل‌سازی پویایی سیستم به منظور بررسی تأثیر توسعه بالادست حوضه آبریز رودخانه کرخه بر تولید انرژی برقابی سد کوران بوزان»، دومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه‌های برقابی، اردیبهشت ۱۳۸۷.

[۲۳] ا. حاتم، م.ج. منعم و ع. باقری، «توسعهٔ مدل پویایی سیستم بهسازی شبکهٔ آبیاری با توجه به مشارکت کشاورزان و ارتقای مدیریت شبکه»، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، دوره ۱۳، شماره ۴، ۱۳۹۱، صفحه ۱-۲۴.

[۲۴] م.ر. سمائی، ع. افشار، م.ا. احمدی برگانی و ر. اسدی، «مدل‌سازی اوتریفیکاسیون در مخازن با رویکرد پویایی سیستم»، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، آبان ۱۳۸۸.

[۲۵] م. ملاحسینی، س.ج. موسوی، ع.ر. صلوی‌تبار، «ارزیابی اثر ایجاد ظرفیت ذخیره در کاهش خسارت سیلاب با استفاده از مدل بهینه‌سازی-شبیه‌سازی مبتنی بر پویایی سیستم»، نهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۹-۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۱.

[۲۶] ع.ر. صلوی تبار، م. ضرغامی و ا. ابریشم‌چی، «مدل پویایی سیستم در مدیریت آب شهری تهران»، مجله آب و فاضلاب، شماره ۵۹، ۱۳۸۵، صفحه ۱۲-۲۸ .

[۲۷] ا. محمودی، ع. نعمیی صدیق، ک. چهارسوقی و ح. اسکندری ، «بررسی تأثیر گردش اطلاعات بر مدل زنجیره تأمین سوخت طبق سفارش مبتنی بر رویکرد سیستم های پویا»، مجله مدل‌سازی در مهندسی، دوره ۸، شماره ۲۲ ، پاییز ۱۳۸۹، صفحه ۲۱-۳۶.

[۲۸] ا. تربتی، م. ارسنجانی و م فیروزشاهی، «تدوین نقشه استراژی مدیریت زنجیره تأمین با تلفیق نمودار حلقه علی و کارت امتیازی متوازن»، مجله مدل‌سازی در مهندسی، دوره ۱۳، شماره ۴۲، پاییز ۱۳۹۴، صفحه ۱۵۱-۱۶۵.

[۲۹] ح. محمدی، ف. بابائیان، س.ح. کاظمی، ع. باقری و ا. اکبرپور، «تعیین مکانیزم‌های فعال مربوط به فعالیت‌های اقتصادی و اثرات آن‌ها بر منابع آب زیرزمینی با رویکرد پویایی با استفاده از نرم‌افزار Vensim به منظور پرداختن به مفهوم توسعه پایدار (مطالعه موردی: دشت بیرجند)»، دومین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست، ۲۴ مرداد ۱۳۹۲، صفحه ۱-۲۰.

[۳۰] ح. محمدی، «رویکرد منطقه‌ای در تحلیل آسیب‌پذیری سیستم منابع آب دشت بیرجند به کمبود آب»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۱۳۹۲.

www.SID.ir

Archive of SID

[۳۱] ش. صادقی، «تعیین مکان‌های مستعد برای جمع‌آوری آب باران (RWH) به کمک سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS) مبتنی بر GIS (مطالعه موردی: دشت بیرجند)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۱۳۹۰.

[۳۲] ح. سعیدی، «بهینه‌سازی کمی و کیفی بهره‌برداری از آبخوان به منظور تعدیل غلظت شوری، (مطالعه موردی: دشت بیرجند)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.

[33] P. Prodanovic, S.P. Simonovic, “Integrated Water Resources Modelling of the Upper Thames River Basin”, 18th Canadian Hydrotechnical Conference On Challenges for Water Resources Engineering in a Changing World. Winnipeg, Manitoba, 2007.

[34] S. Khan, L. Yufeng and A. Ahmad, System Dynamics Modeling for Water Savings and Conjunctive Water Management, Chiang Mai, Thailand, 2007.

[35] S.P. Simonovic, “Assessment of Water Resources Through System Dynamics Simulation From Global Issues to Regional Solutions”, Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, 2003.

[۳۶] ف. زارع، «مدل‌سازی یکپارچه فیزیکی- اقتصادی- اجتماعی سیستم‌های منابع آب در مقیاس حوضه آبریز (مطالعه موردی: سیستم منابع آب حوضه گرگان‌رود- قره‌سو)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۱۳۹۰.

[۳۷] ص. صادقی طبس، «تهیه مدل بهینه استحصال آب زیرزمینی با استفاده از الگوریتم‌های چندهدفه فراکاوشی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۱۳۹۲.

[۳۸] «مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب، حوزه‌های آبریز: مهارلو-بختگان، ابرقو- سیرجان، کویرلوت، درانجیر-ساغند، هامون جازموریان، جلدیازدهم: بیلان منابع و مصارف آب تا سال ۱۳۸۵»، شرکت مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۹۱.

[۳۹] ا. قوچانیان حق‌وردی، «ارزیابی و برنامه‌ریزی منابع آب زیرزمینی دشت بیرجند با استفاده از مدل WEAP-MODFLOW (مطالعه موردی: دشت بیرجند)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه بیرجند، ۱۳۹۱.

[۴۰] «گزارش تمدید ممنوعیت محدوده مطالعاتی بیرجند». شرکت آب منطقه‌ای خراسان جنوبی، ۱۳۸۷.

[۴۱] «گزارش نیمه تفضیلی شرکت طوس آب، گزارش نهایی دشت بیرجند، جلد هفتم: هیدروژئولوژی، مطالعات تعادل بخشی و نیمه تفضیلی منابع آب زیرزمینی دشت‌های بیرجند، سربیشه و مختاران»، ۱۳۸۷.

[42] J. Sterman, Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. McGraw-Itill publication, New York, 2000..

[43] A. Hosseini, "Derivation of strategies for sustainable development of water resources using a system dynamics approach – Case study: The water resources in Mashad plain", M.Sc. Thesis, Faculty of

Agriculture, University of Tehran, (in Persain), 2009.

[۴۴] سند توسعه شهرستان بیرجند، غیرقابل استناد، ۱۳۸۸.

[۴۵] سند راهبردی منابع آب استان خراسان جنوبی در برنامه پنجم توسعه۱۳۹۰-۱۳۹۴، ۱۳۹۰.

www.SID.ir