

شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیمی و سیاست انتقال آب از بخش کشاورزی به صنعت بر منابع آبی و تاثیر آن بر تولیدات باغی (در استان یزد)

طاهره شرقی^۱، خلیل کلانتری^{۲*}، علی اسدی^۳، محمود جمعه پور^۴

۱، ۲، ۳، دانشجوی دکتری و استادان گروه مدیریت و توسعه کشاورزی،

دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران

۴، استاد دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه علامه طباطبایی

(تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۱۹ - تاریخ تصویب: ۹۴/۶/۱۷)

چکیده

هدف این پژوهش شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیمی و سیاست خروج آب از بخش کشاورزی بر منابع آبی و اثرات آن بر تولیدات باغی دشت یزد-اردکان است. در این مطالعه از روش شناسی پویایی سیستم و از داده‌های سری زمانی (از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲) استفاده گردید. داده‌ها از منابع و سالنامه‌های آماری هواشناسی، آب منطقه‌ای و سازمان جهادکشاورزی استان یزد اخذ گردید که برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار *vensim* بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم تا سال ۱۴۰۴ میزان آب بخش باغی دشت یزد-اردکان را ۱۷ درصد کاهش خواهد داد. افت میزان منابع آبی در تعامل با دیگر متغیرهای درگیر در تولیدات باغی منجر به کاهش ۵۱ درصدی تولیدات باغی در دشت خواهد شد. نتایج حاکی از آن است که میزان تولیدات باغی حدود ۳۷ هزار تن تا سال ۱۴۰۴ نسبت به سال ۱۳۹۲ کاهش خواهد داشت. نتایج شبیه‌سازی اجرای سیاست خروج آب کشاورزی در شرایط تغییر اقلیمی نشان داد که میزان تولیدات باغی به میزان ۶/۵ هزار تن دیگر کاهش می‌یابد. میزان افت تولیدات باغی به دلیل اثر تغییر اقلیمی بر منابع آبی بیش از ۵/۵ برابر سیاست تخصیص مجدد آب در این دشت خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، انتقال آب کشاورزی، تولیدات باغی، دشت یزد-اردکان.

مقدمه

مصرف آب ۹۲/۲ درصد است (FAO, 2009). پاسخ سیاست‌گذاران و مدیران آب برای مقابله با کمبود آب زمانی که رویکرد تامین آب هزینه‌بر باشد، تخصیص مجدد آب از کشت آبی به مصارف غیرکشاورزی است (Meinzen-Dick & Ringler, 2008).

دشت یزد-اردکان با مساحت ۱۱۳۹۳ کیلومتر مربع در حوضه کویر سیاه کوه فلات مرکزی ایران واقع شده است که جزیی از استان یزد است (Ministry of

در بسیاری از مناطق جهان تقاضای آب در بخش های صنعتی، کشاورزی و شرب از عرضه‌ی طبیعی آب فراتر رفته است. بخش کشاورزی مسئول ۷۰ درصد برداشت آب جهانی است و سهم این بخش از مصرف آب در آفریقا ۸۲ درصد، آمریکا ۴۹ درصد، آسیا ۸۱ درصد و در اروپا ۲۲ درصد است (FAO, 2012 a). بر اساس سی و چهارمین گزارش FAO سهم بخش کشاورزی ایران از

استان با کاهش میزان بارش و افزایش دما در آینده مواجه هستند. بنابراین، این تحقیق درصدد جوابگویی به اثرات این سیاست در شرایط تغییر اقلیم بر منابع آب و تولیدات باغی در دشت یزد-اردکان است.

اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی به ویژه در بخش تولید، حاکی از پیامدهای نامطلوبی است که در آینده این بخش را فراخواهد گرفت (Ackerman & Stanton, 2013). اثرات ترکیبی تغییر اقلیم مانند افزایش دما، بالا رفتن غلظت CO_2 جو و کاهش دسترسی محصولات کشاورزی به آب می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر روی محصولات کشاورزی داشته باشد (Chiotti & Johnston, 1995). اکثر محصولات کشاورزی با افزایش دما با افت عملکرد و رشد مواجه می‌شوند. رویدادهایی مانند خشکسالی‌های شدید و مداوم احتمالا منجر به افت عملکرد محصولات به دلیل کاهش آب می‌گردد (US, 2010). تغییرات اقلیمی منجر به آسیب‌پذیری در عملکرد محصولات کشاورزی به ویژه غلات مانند ذرت، گندم و جو خواهد شد (Frumhoff et al., 2007). نتایج اثرات تغییر اقلیم آینده بر روی محصولات دیم جنوب غربی بنگلادش نشان داد که محصولات برنج و سیب زمینی با کاهش تولید روبرو خواهند شد (Roy et al., 2009). تحلیل اثرات تغییر اقلیم بر میزان آبدهی رودخانه ششپیر در جنوب ایران حاکی از کاهش شدید آوردها به میزان ۳۹ تا ۴۳ درصد تا سال ۲۰۴۰ و ۲۰۷۰ میلادی خواهد بود (Farajzadeh, 2012). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب حوضه زرينه‌رود نشان داد که میزان رواناب ورودی به سد زرينه‌رود ۲۸ درصد تا سال ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۵ میلادی کاهش خواهد یافت (Mansouri et al., 2014).

ارزیابی اثرات انتقال آب از کشاورزی به سایر بخش‌ها در آمریکا نشان می‌دهد که منافع تجارت آب در کالیفرنیا در بخش کشاورزی نسبت به افت میزان تولیدات کشاورزی کمتر است (Howitt, 1998). در برخی مناطق که آب کشاورزی به صورت کارا استفاده نشده و کشاورزان به سمت فناوری‌های جدید یا محصولات با ارزش بالاتر تغییر جهت می‌دهند مانند حومه‌های شهر پکن، انتقال آب از بخش کشاورزی علت کاهش درآمدهای کشاورزی و یا از دست دادن شغل

فعالیت کشاورزی در این دشت کاملاً به آب‌های زیرزمینی وابسته است. بیشترین مصرف آب کشاورزی در استان یزد مربوط به دشت یزد-اردکان به میزان ۹۴ درصد از آب‌های زیرزمینی است. این دشت در کلاسه دشت‌های ممنوعه بحرانی وزارت نیرو قرار دارد که با خطر کاهش شدید ذخایر آب مواجه است. این دشت به دلیل برخورداری از صنایع پرآبخواه کاشی و فولاد بیشترین مصرف کننده‌ی آب صنعتی در استان یزد است (Ministry of Interior of Iran, 2010; Ministry of Power, 2012). دشت یزد-اردکان مرکز عمده جمعیتی و قطب صنعتی استان یزد است که میزان مصرف آب صنعتی آن در مقایسه با بخش کشاورزی بسیار ناچیز (۱/۱۱ درصد) است (Ministry of Power, 2012). دشت یزد-اردکان در مقایسه با سایر دشت‌های استان تقریباً ۵۶ درصد میزان آب صنعتی را به خود اختصاص داده است که با توجه به گسترش فعالیت‌های صنعتی در این دشت تقاضا برای آب صنعتی در آینده به شدت افزایش می‌یابد (Ministry of Interior of Iran, 2010; Ministry of Energy, 2012) و این درحالی است که متوسط میزان بارش در این دشت ۵۰ میلی‌متر است که یک پنجم متوسط میزان بارش کشوری است (Ministry of Interior of Iran, 2012) و در آینده نیز میزان بارش با توجه به تغییر اقلیم و تداوم خشکسالی کاهش می‌یابد. اراضی باغی دشت یزد-اردکان بیش از ۸۰ درصد اراضی کشاورزی است که حدود ۳۲ درصد اراضی باغی استان یزد را تشکیل می‌دهد که نزدیک به ۳۸ درصد تولیدات باغی استان را به خود اختصاص داده است (Ministry of Jihad-Keshavarzi, 2010). متوسط عملکرد تولیدات باغی دشت یزد-اردکان به ازای هر مترمکعب آب مصرفی ۰/۳۵ کیلوگرم است که نسبت به متوسط عملکرد تولیدات باغی استان (۰/۹ کیلوگرم) به ازای هر مترمکعب آب ناچیز است. مدیران آب این استان به دلیل تغییر اقلیم، کمبود شدید آب و نیز بهره‌وری بالاتر صنعت از هر مترمکعب آب در مقایسه با کشاورزی سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت را در دستور کار خود قرار داده است. لذا، آنچه مهم است درک و شناخت از اثرات این سیاست در شرایطی است که باغداران این

درک و یادگیری از رفتار متغیرهایی که تحت‌تأثیر فرایند سیاست انتقال آب کشاورزی قرار می‌گیرند اثرات مطلوب را مورد توجه و اثرات نامطلوب را با بهبود سیاست تا حد ممکن تعدیل نمود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از لحاظ هدف، کاربردی است. از نظر میزان نظارت و درجه کنترل متغیرها غیر آزمایشی است. از آنجا که این تحقیق در پی شناخت و تحلیل اثرات اقلیمی (تغییر در میزان بارش و دما) به همراه سیاست انتقال بین بخشی آب کشاورزی بر میزان آب و تولیدات باغی بود، لذا از روش‌شناسی پویایی سیستم، بهره گرفته شد.

روش پویایی سیستم با فلسفه علی خود و با هدف کسب بینش عمیق کارکرد سیستم، تاکید اصلی بر روی نگاه به درون سیستم دارد. مسایل به عنوان موضوعاتی مدنظر قرار می‌گیرد که توسط ساختار درونی سیستم ایجاد می‌شوند. در واقع، دیدگاه درونی به ساختارهای بازخوردی منجر می‌شود که عوامل بیرونی را به داخل سیستم وارد کرده و سیستم را از زاویه یک روش‌شناسی درون‌زا و بازخوردی توصیف نماید. بنابراین، تمرکز اصلی این روش‌شناسی بر "درک سیستم" است (Sushil, 1996).

از آنجا که مبنای تهیه و ترسیم نمودارهای حالت-جریان در سیستم‌های پویا بر اساس اطلاعات حاصل از مصاحبه با خبرگان است، بنابراین با توجه به مساله مورد بررسی، خبرگان از دو سازمان جهادکشاورزی و آب منطقه‌ای استان یزد به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. خبرگان موضوع تحقیق ۳۶ کارشناس بودند که از آنها در زمینه مسئله تحقیق مصاحبه به عمل آمد. در نهایت، با کنار هم قرار دادن محتوی مصاحبه‌ها، اطلاعات آماری جمع‌آوری شده از سازمان‌های مختلف آب منطقه‌ای، هواشناسی و جهادکشاورزی استان یزد و همچنین، داده‌های حاصل از تحقیقات میدانی، متغیرها و داده‌های مورد نیاز موضوع تحقیق به‌دست آمد (جدول ۱).

نیست (Meinzen-Dick & from Nickum, 1997) در ایالت کلرادو آمریکا خروج آب از بخش کشاورزی پیامدهایی مانند افت تولیدات کشاورزی، افت ارزش دارایی‌ها، از دست دادن درآمد، اشتغال، ارزش زمین و درآمدهای مالیاتی را در پی داشته است که علاوه بر آن اثر نامطلوبی بر صنعت توریسم روستا و برخی از ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی جامعه گذاشته است (Howe, 1998). فیلپین آب را به شدت از بخش کشاورزی به شهرها و خصوصا مصارف صنعتی خارج می‌کند که فقدان آب در بخش کشاورزی، اثرات نامطلوبی بر تولیدات غذایی، معیشت روستاییان و همچنین درآمد آژانس‌های آبیاری داشته است (International Rice Research Institute, 2000)؛ در شرایط کمبود آب و افزایش تقاضای آب صنعتی در اندونزی کشاورزان به دلیل عدم تامین آب برای تولیدات و افت عملکرد به علت خروج آب کشاورزی به صنعت مجبور به فروش زمین‌هایشان شده‌اند (Kurnia et al., 2000). در هند به دلیل رشد صنایع پرباخواه مانند کاشی، تقاضای آب صنعتی و شهری افزایش یافته است. پیامد افزایش تقاضای آب، توسعه بازارهای غیر رسمی آب زیرزمینی و انتقال آب کشاورزی به سایر بخش‌ها بود. ارزیابی اثرات چنین اقداماتی نشان داد که برداشت غیر پایدار از آب‌های زیرزمینی منجر به خسارت زیست محیطی شده است و اثرات منفی بر فعالیت‌های کشاورزی سایر کشاورزان داشته است (Palanisami, 1994)، به گونه‌ای که سخت‌ترین ضربه‌ها از خروج آب از بخش کشاورزی به خانوارهای کارگر کشاورز بی‌زمین وارد شد و نرخ فقر از ۱۵ تا ۳۴ درصد افزایش یافت (Palanisami & Malaisamy, 2004). کشورها و مناطق فقیری که به آبیاری متکی می‌باشند به طور خاص از افت تولیدات حاصل از افزایش انتقال آب به خارج از بخش کشاورزی ضربه خواهند دید (Meinzen-Dick & Ringler, 2008). اگر سیاست انتقال آب کشاورزی به خارج از بخش به شکل نامناسب مدیریت شود می‌تواند منجر به کاهش شدید محصولات گردد. از این رو بررسی و تحلیل اثرات این سیاست بر تولیدات می‌تواند منجر به افزایش شناخت مجریان و سیاست‌گذاران آب از پیامدهای اجرای این سیاست گردد تا بتوان با افزایش

داده شده است. متغیرها برای تحلیل در نرم افزار PLE
Vensim وارد شدند.

متغیرهای کلیدی مورد بررسی در این تحقیق میزان
آب باغی و تولیدات باغی در نظر گرفته شد. این متغیرها
تحت تاثیر متغیرهای دیگر است که در (جدول ۱) نشان

جدول ۱- متغیرهای حالت، نرخ و کمکی تاثیرگذار در میزان آب دشت یزد-اردکان و تولیدات باغی

متغیرهای حالت	متغیرهای کمکی	متغیرهای نرخ
میزان آب باغی	میزان آب دشت یزد-اردکان	تغییرات خالص آب باغی
	تغییر کاربری آب از زراعی به باغی	
	تغییر در میزان بارش	
	تغییر در میزان دما	
میزان تولیدات باغی	میزان سطح زیر کشت	تغییرات خالص در میزان تولیدات باغی
	میزان زمین رها شده	
	میزان سرمایه گذاری در بخش باغی	
	میزان جابجایی شغلی از بخش باغی به سایر مشاغل	
	تغییر در بهره‌وری آب کشاورزی	
	تغییر در بهره‌وری سطح زیر کشت	
	تغییر کیفیت آب	
	میزان آب باغی	

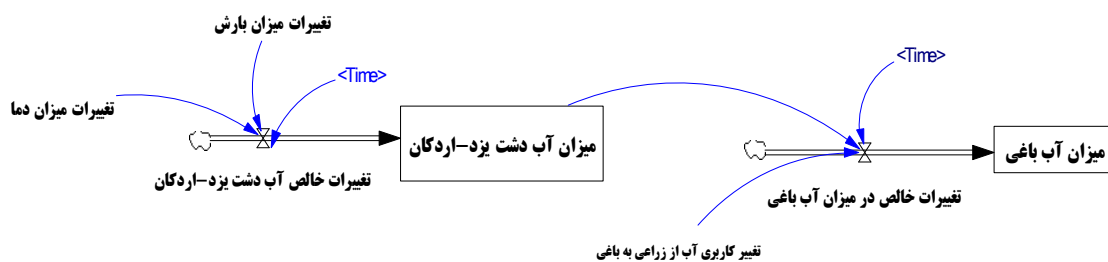
صنعت در دشت یزد-اردکان به میزان ۳۷ میلیون
مترمکعب در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

برای رسیدن به هدف تحقیق، در ابتدا مدل
شبیه‌سازی را بر اساس اثر تغییر اقلیمی بر متغیر آب
باغی به دست آورده و سپس، سیاست خروج آب
کشاورزی بر مدل اجرا شد. تغییر اقلیمی در قالب تغییر
در میزان بارش و دما به عنوان متغیرهای ورودی و
برون‌زا در مدل وارد شدند که منحنی روند مقدار آب
دشت یزد-اردکان را از سال پایه ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۴
شبیه‌سازی نمودند. سپس، اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی
میزان آب دشت یزد-اردکان با داده‌های تاریخی دوره
زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ انجام شد. منحنی شبیه‌سازی
شده میزان آب دشت یزد-اردکان که رفتار دنیای واقعی
را تبعیت می‌کرد به عنوان یک متغیر درون‌زا با متغیر
تغییر کاربری آب از زراعی به باغی به عنوان یک متغیر
برون‌زا برای شبیه‌سازی منحنی روند میزان آب باغی
وارد مدل شدند و از این طریق میزان آب باغی
شبیه‌سازی شد (شکل ۱).

برای شناخت و تحلیل ساختار و روابط اثر تغییر
اقلیمی به عنوان یک پدیده محیطی و سیاست انتقال
آب کشاورزی به عنوان یک اقدام و فعالیت انسانی بر
تولیدات باغی از نمودار حالت- جریان استفاده شد
(شکل‌های ۱ و ۲). بعد از ترسیم نمودار حالت-جریان بر
اساس نظر خبرگان، برای شبیه‌سازی میزان آب و
تولیدات باغی تا سال ۱۴۰۴ از داده‌های سری زمانی (از
سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲) استفاده شد. داده‌های سری زمانی
داده‌های ثانویه است که از سالنامه‌های آماری، طرح‌های
پژوهشی و دفاتر ثبت شده آماری سازمان‌های آب
منطقه ای، هواشناسی و جهاد کشاورزی استان یزد به-
دست آمد.

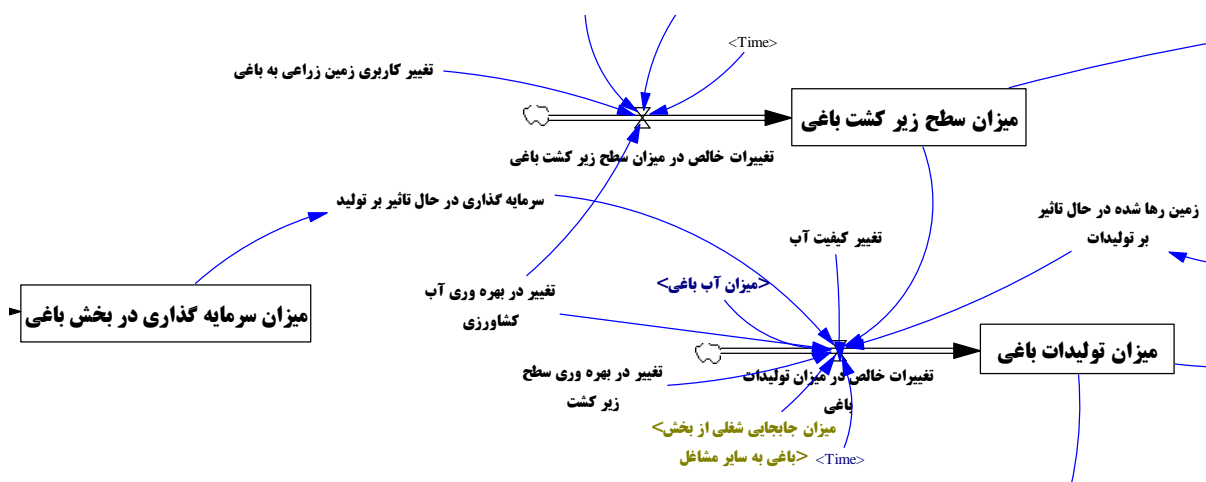
برای اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی با دنیای واقعی از
اعتبارسنجی تولید مجدد رفتار (مقایسه با داده‌های
تاریخی) استفاده شد. منظور از مقایسه مدل شبیه‌سازی
با داده‌های تاریخی، مقایسه رفتاری بوده و مقایسه
عددی مدنظر نیست. آخرین مرحله در فرایند پویایی
سیستم تحلیل اثرات تغییر اقلیمی و سیاست انتقال بین
بخشی آب کشاورزی بر میزان تولیدات باغی است. میزان
خروج آب از بخش کشاورزی بر اساس تقاضای بخش



شکل ۱- نمودار حالت-جریان اثرات اقلیمی بر منابع آب دشت یزد-اردکان استان یزد

کشاورزی به خارج بخش قرار می‌گیرد، نمودار حالت-جریان آن با فرایند رفت و برگشتی و جلسات مکرر با کارشناسان خبره به صورت شکل (۲) ترسیم گردید.

به منظور درک و یافتن روابط علت-معلولی بین متغیر میزان تولیدات باغی با میزان آبی که هم تحت تاثیر تغییر اقلیم و هم اجرای سیاست انتقال آب



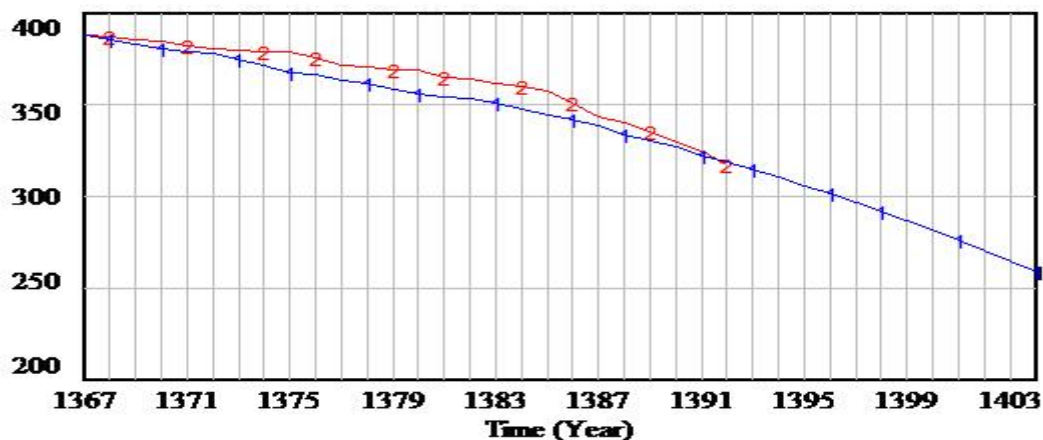
شکل ۲- نمودار حالت-جریان بین متغیرهای حالت، نرخ و کمکی در تولیدات باغی

نیز بر اساس نظر خبرگان به شکل تابع تاخیر زمانی در مدل به منظور شبیه سازی میزان تولیدات باغی وارد گردید.

از آنجایی که یکی از مهم‌ترین تست‌ها برای اعتبارسنجی در روش‌شناسی پویایی سیستم، تولید مجدد رفتار (مقایسه با داده‌های تاریخی) است، از این رو در این تحقیق مدل شبیه‌سازی با داده‌های تاریخی مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج آن در شکل (۳) نشان داده شده است.

بر اساس شکل (۲) میزان تولیدات باغی تحت تاثیر متغیرهای درون‌زای میزان سطح زیر کشت باغی، سرمایه‌گذاری در بخش باغی، میزان آب باغی، میزان جابجایی شغلی از بخش باغی و زمین‌رها شده در حال تاثیر بر تولیدات و متغیرهای برون‌زای تغییر کیفیت، تغییر در بهره‌وری سطح زیر کشت، تغییر در بهره‌وری آب کشاورزی قرار دارد. بر اساس نظر خبرگان متغیر میزان سرمایه‌گذاری در بخش باغی به شکل تابع تاخیر زمانی تحت عنوان سرمایه‌گذاری در حال تاثیر بر تولیدات مدل شد. متغیر زمین‌رها شده در حال تاثیر بر تولیدات

مقایسه مدل شبیه سازی با داده های دنیای واقعی در خصوص روند تغییرات آب دشت یزد-اردکان در استان یزد



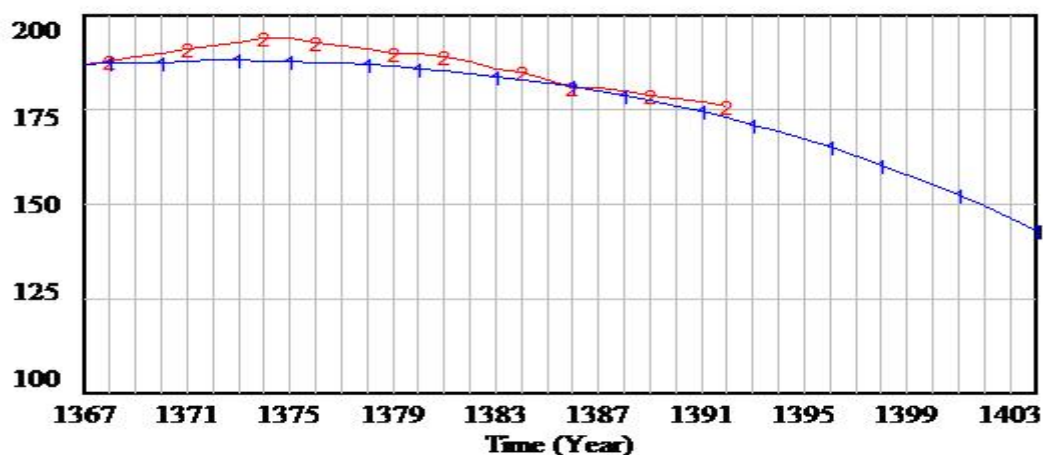
مدل شبیه سازی میزان آب دشت یزد-اردکان در استان یزد
 روند تغییرات آب دشت یزد-اردکان بر اساس داده های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲

شکل ۳- اعتبارسنجی مدل شبیه سازی با مدل واقعی میزان آب دشت یزد-اردکان

نمودار (۱) آن را با داده‌های واقعی میزان آب دشت یزد- اردکان نمودار (۲) مقایسه شد. مدل شبیه‌سازی تغییرات آب دشت یزد-اردکان، داده‌های دنیای واقعی را تبعیت می‌کند. بنابراین، مدل شبیه‌سازی روند تغییرات آب دشت یزد-اردکان می‌تواند برای شبیه‌سازی سیاست انتقال آب از بخش کشاورزی به کار برده شود.

همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود نمودار (۱) مدل شبیه‌سازی میزان آب دشت یزد-اردکان را در بازه زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۴ را نشان می‌دهد که توسط متغیرهای برون‌زا تغییر در میزان بارش و دما از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ و با فرض حداکثر افزایش ۱ درجه دما و حداقل کاهش بارش به میزان ۱۵ درصد تا سال ۱۴۰۴ به صورت درون‌زا تولید شد. به منظور اعتبارسنجی روند

مقایسه مدل شبیه سازی با مدل واقعی میزان آب باغی در دشت یزد-اردکان استان یزد

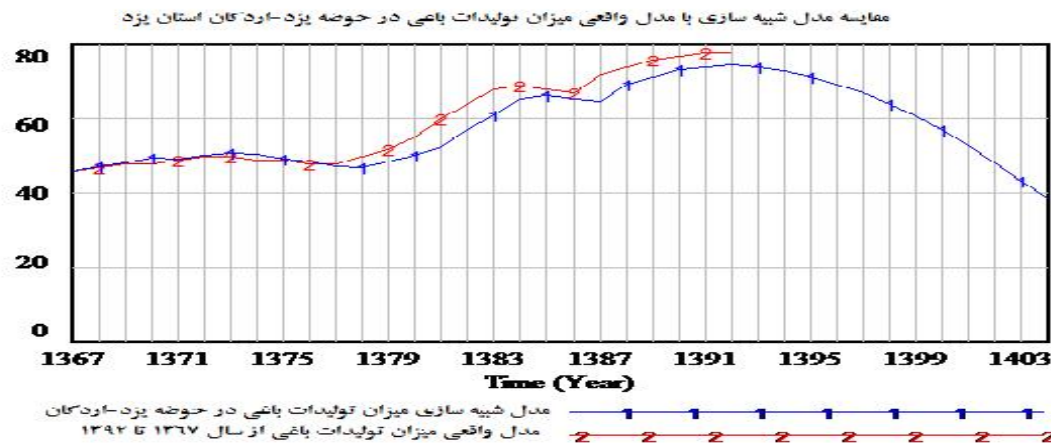


مدل شبیه سازی میزان آب باغی دشت یزد-اردکان
 روند تغییرات آب باغی بر اساس داده های سال ۶۷ تا ۹۲

شکل ۴- اعتبارسنجی مدل شبیه سازی با مدل واقعی میزان آب باغی در دشت یزد-اردکان

سازی متغیر میزان آب باغی از اعتبارسنجی مناسبی برخوردار است و می‌توان برای درک سیاست انتقال آب به خارج از بخش کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد.

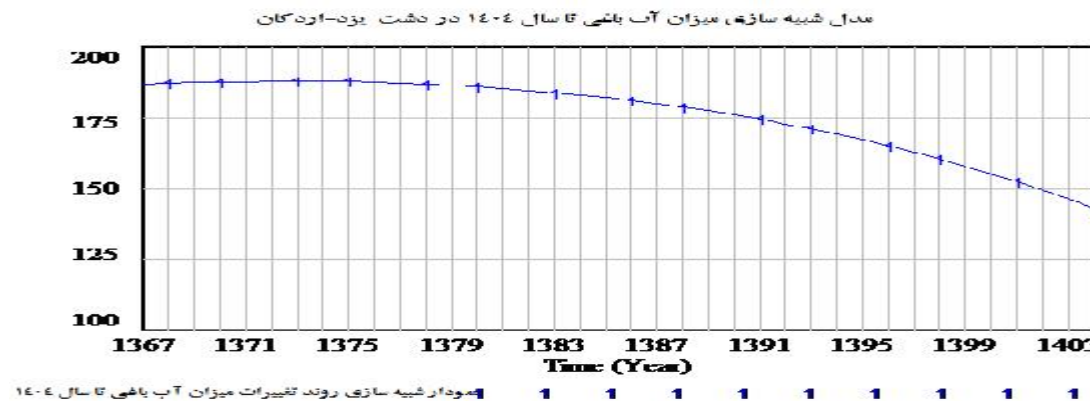
نتایج مدل شبیه‌سازی میزان آب باغی در شکل (۴) نشان می‌دهد که رفتار مدل واقعی میزان آب باغی در دشت یزد-اردکان را تبعیت می‌نماید. لذا مدل شبیه



شکل ۵- اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی با مدل واقعی میزان تولیدات باغی دشت یزد-اردکان

سال ۱۴۰۴ بر مبنای کاهش ۱۵ درصدی و افزایش دما به میزان ۱ درجه سلسیوس شبیه‌سازی شده است که نتایج اثر تغییرات اقلیم بر میزان آب و تولیدات باغی در شکل (۶) نشان داده شده است.

نتایج به دست آمده از شکل (۵) حاکی از آن است که مدل شبیه‌سازی از اعتبارسنجی مناسبی در تبعیت از رفتار مدل واقعی برخوردار است. لازم به ذکر است که اثر تغییر اقلیمی در خصوص میزان بارش و دما بر اساس رفتار ۲۵ سال گذشته (۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲) و تداوم بارش تا



شکل ۶- روند تغییرات میزان آب باغی تا سال ۱۴۰۴ بر اساس کاهش ۱۵ درصدی بارش و افزایش حداکثر ۱ درجه دما

داشت که در مقایسه با میزان کاهش کمی منابع آب در بخش باغی در سال‌های پیشین این حوضه بیش از دو برابر خواهد بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که در آینده احتمالاً به دلیل عدم دسترسی به آب مورد نیاز برای باغات، درخواست حفر چاه عمیق از طرف کشاورزان افزایش خواهند یافت که با توجه به اینکه دشت جزء دشت‌های ممنوعه بحرانی است پذیرش چنین

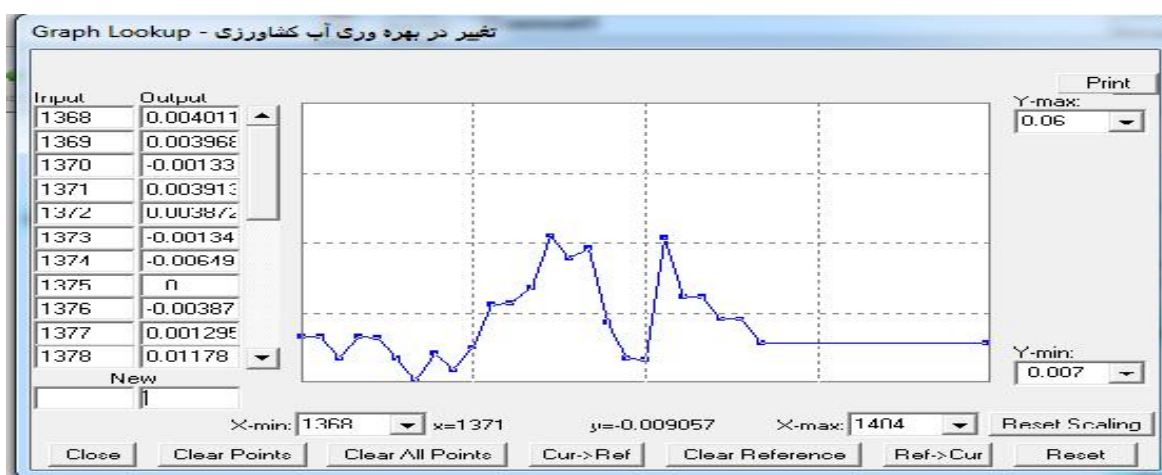
بر اساس نتایج شکل (۶)، میزان کاهش منابع آب باغی از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ و یا به عبارتی، در طول ۲۵ سال گذشته تقریباً به میزان ۸ درصد بوده است در حالی که از سال ۱۳۹۲ تا سال ۱۴۰۴ و در طول ۱۲ سال آینده بر مبنای حداکثر افزایش ۱ درجه دما و حداقل کاهش بارش به میزان ۱۵ درصد در دشت یزد-اردکان میزان افت کمی منابع آب بخش باغی، ۱۷ درصد رشد خواهد

جایابی شغلی از بخش باغی به سایر مشاغل و میزان آب باغی درون‌زا در نظر گرفته شد. لذا، در این تحقیق میزان آب باغی که تحت تاثیر تغییر اقلیمی قرار می‌گیرند شبیه‌سازی شده و اثرات آن بر تولید مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

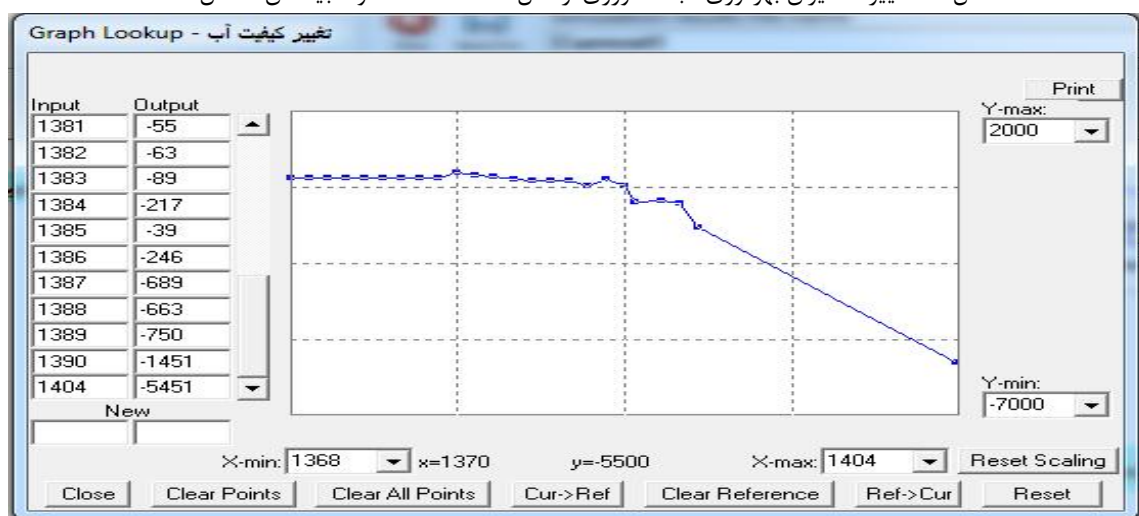
میزان بهره‌وری آب کشاورزی بر اساس رفتار تاریخی از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ است که تا سال ۱۴۰۴ میزان بهره‌وری آب کشاورزی به صورت پیش فرض بر اساس نظر کارشناسان ثابت در نظر گرفته شد و کیفیت آب کشاورزی نیز تا سال ۱۴۰۴ به صورت افت مداوم کیفیت آب که توسط کارشناسان در آینده مورد انتظار بود در شبیه‌سازی وارد مدل گردید.

درخواستی از طرف دولت با موانع قانونی، حقوقی و محیط زیستی مواجه است. بنابراین، انتظار می‌رود که تعارضات آبی بین دولت و کشاورزان در آینده در این دشت افزایش یابد.

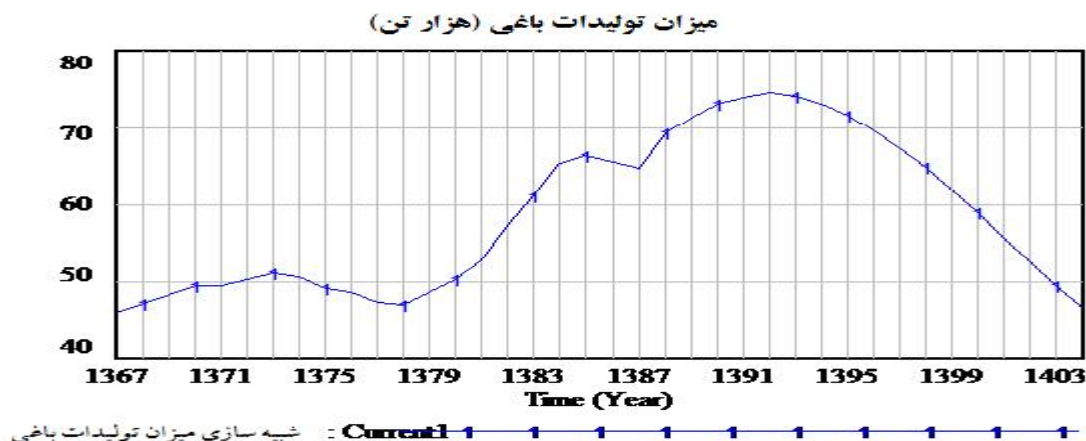
متغیرهای موثر در تحلیل میزان تولیدات باغی بر اساس مرور ادبیاتی و نظرات کارشناسان خبره در شکل (۷) نشان داده شده است که در این راستا متغیرهای تغییر در بهره‌وری آب کشاورزی، تغییر در کیفیت آب کشاورزی، تغییر در بهره‌وری سطح زیر کشت برون‌زا دیده شده است و داده‌های مرتبط با آنها از سازمان‌های مختلف اخذ گردید و متغیرهای سطح زیرکشت باغی، زمین رها شده در حال تاثیر بر تولیدات باغی، سرمایه‌گذاری در حال تاثیر بر تولیدات باغی، میزان



شکل ۷- تغییرات میزان بهره‌وری آب کشاورزی از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ و تثبیت آن تا سال ۱۴۰۴



شکل ۸- تغییرات کیفیت آب کشاورزی از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ و تداوم افت کیفی تا سال ۱۴۰۴

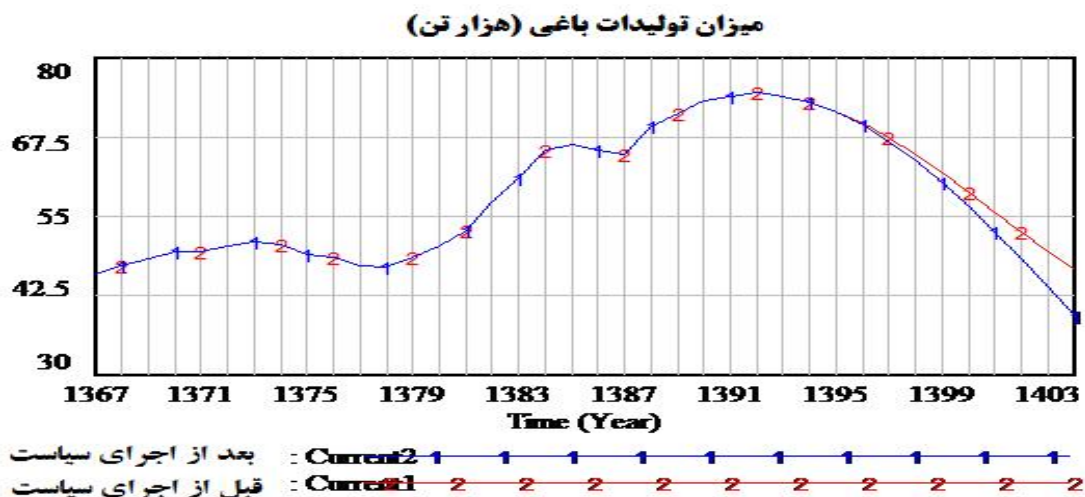


شکل ۹- روند تغییرات میزان تولیدات باغی تا سال ۱۴۰۴ بر اساس تغییر اقلیمی

دلیل آن است که ظرفیت تحمل محصولات باغی با توجه به مقدار کمی و کیفی آب از حد آستانه تحمل محصولات باغی تجاوز خواهد کرد و تداوم کاهش کمی آب در آینده به شدت بخش تولیدات باغی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد.

در چنین شرایطی سیاست‌گذاران آب به منظور افزایش بهره‌وری آب در مناطق خشک، تداوم رشد اقتصادی، ایجاد اشتغال و تامین تقاضای آب فعالیت‌های صنعتی، سیاست انتقال آب کشاورزی را به صنعت در دستور کار دارند که اثرات چنین سیاستی بر تولیدات باغی همزمان با تغییر اقلیمی در شکل (۱۰) شبیه‌سازی شده است.

نتایج شکل (۹) نشان می‌دهد که تغییرات در تولیدات باغی در دشت یزد-اردکان از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ در کل روندی صعودی داشته است به عبارتی میزان تولیدات باغی در طول ۲۵ سال ۶۰ درصد افزایش رشد را نشان می‌دهد که عمدتاً ناشی از تغییر الگوی کشت از زراعی به باغی، سرمایه‌گذاری در تولید و در برخی از دوره‌های زمانی بهبود در بهره‌وری آب کشاورزی است. در حالی که از سال ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۴ میزان رشد تولیدات باغی منفی خواهد بود و افت عملکرد تقریباً ۵۱ درصد را از خود نشان خواهد داد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که میزان تولیدات باغی تقریباً ۳۷ هزار تن کاهش خواهد یافت که عمدتاً به



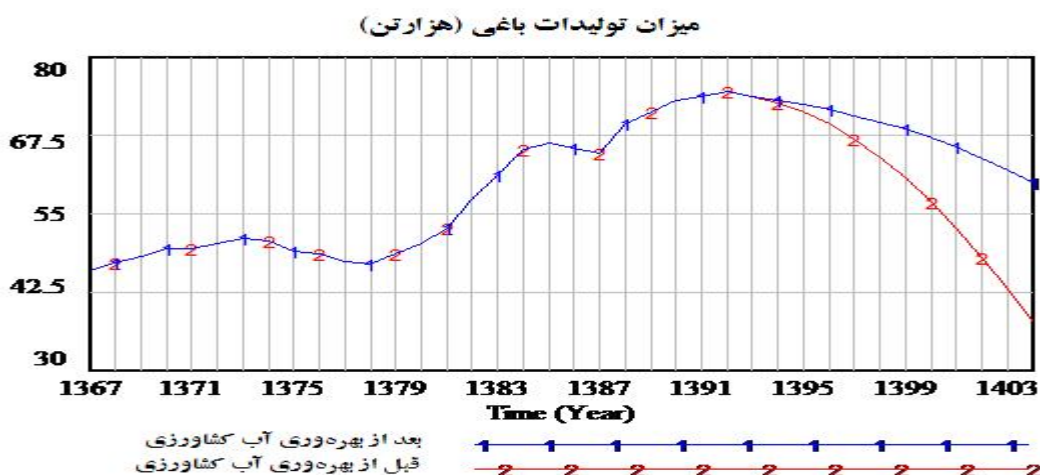
شکل ۱۰- مقایسه روند میزان تولیدات باغی قبل و بعد از اعمال سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت

پایین دست بازندگان سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت خواهند بود و کاهش میزان دسترسی به آب برای آنان به همراه اثرات تغییر اقلیمی احتمالا افت بیشتری را در تولیدات باغی نسبت به سایر مناطق دشت یزد-اردکان در آینده تجربه خواهند نمود. چنین سیاستی پتانسیل لازم را برای افزایش تعارضات آبی در درون خود بخش در بالادست و پایین دست دشت و ما بین کشاورزان ایجاد خواهد نمود.

به منظور بهبود سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت در شرایط تغییر اقلیم سناریوی بهبود مستمر در بهره‌وری آب کشاورزی توسط خبرگان پیشنهاد گردید که نتایج آن بر تولیدات باغی دشت یزد-اردکان قبل از اجرای سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت در شکل (۱۱) نشان داده شده است.

نتایج شکل (۱۰) نشان داد که با اجرای سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت بر مبنای میزان بهره‌وری آب در طی ۲۵ سال گذشته، میزان تولیدات باغی تا سال ۱۴۰۴ به میزان تقریباً ۶/۵ هزار تن در دشت یزد-اردکان کاهش خواهد یافت. بنابراین، بخش باغی که از قدرت تطبیق‌پذیری لازم در برابر تغییر اقلیمی برخوردار نبوده است با اعمال این سیاست افت بیشتر تولیدات باغی را تجربه خواهد کرد.

بر اساس نظر خبرگان اثر کاهش تولیدات باغی به علت اجرای سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت در تمام دشت یکسان نخواهد بود چرا که فروشندگان آب در بالادست دشت هر چند از فروش آب خود منتفع خواهند شد ولی به دلیل وابستگی کشاورزان پایین دست به آب برگشتی بالادست و تشدید اثر تغییر اقلیمی به احتمال قوی، کشاورزان



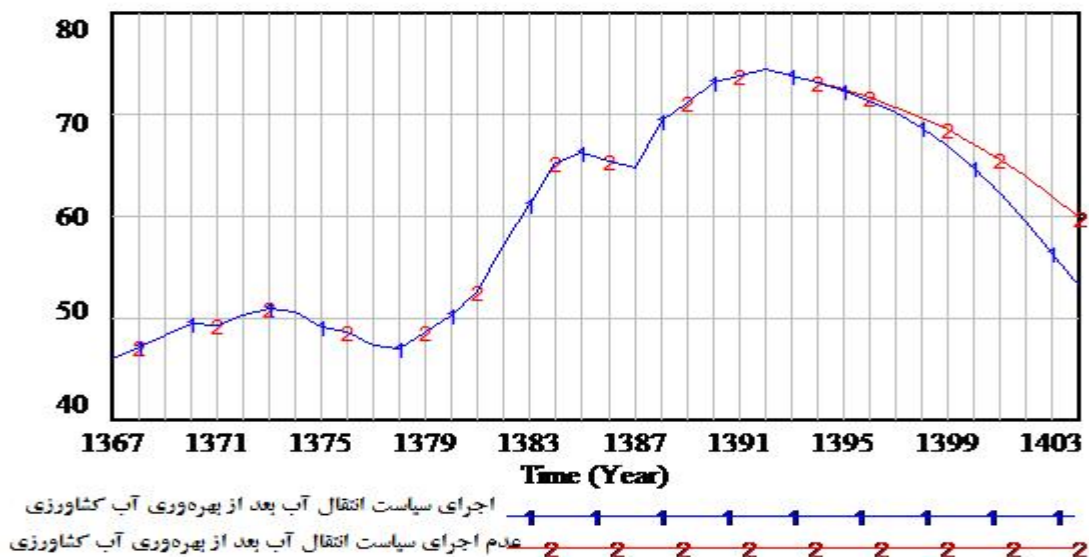
شکل ۱۱- مقایسه روند میزان تولیدات باغی بعد از اجرای سناریو بهبود مستمر در بهره‌وری آب کشاورزی قبل از اعمال سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت

کشاورزی بر اساس ۲۵ سال گذشته این دشت کمتر خواهد بود. بر اساس نتایج بدست آمده از مدل شبیه‌سازی، میزان افت تولیدات باغی قبل از بهبود مستمر بهره‌وری آب نزدیک به ۳۷ هزار تن است ولی بعد از بهبود مستمر در بهره‌وری آب کشاورزی میزان افت عملکرد تولیدات باغی تقریباً ۱۴ هزار تن خواهد

همان‌طور که در شکل (۱۱) مشاهده می‌شود با اعمال سناریوی بهبود بهره‌وری آب کشاورزی از سال ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۴ میزان تولیدات باغی به علت عدم دسترسی به آب مورد نیاز با افت عملکرد در آینده نسبت به سال ۱۳۹۲ مواجه خواهند بود، ولی میزان افت عملکرد نسبت به سناریوی تثبیت بهره‌وری آب

بود. به عبارتی بهبود مستمر در بهره‌وری آب کشاورزی در این دشت می‌تواند از افت بیش از ۲/۵ برابر محصولات باغی جلوگیری به عمل آورد. اجرای سیاست انتقال آب کشاورزی بعد از اجرای سناریوی بهبود مستمر در بهره‌وری آب کشاورزی در شکل (۱۲) نشان داده شده است.

میزان تولیدات باغی (هزار تن)



شکل ۱۲- مقایسه روند میزان تولیدات باغی بعد از اعمال سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت با بهبود در بهره‌وری آب کشاورزی

این یافته با نتایج *Farajzadeh (2012)* و *Mansouri et al. (2014)* مطابقت دارد. کاهش میزان منابع آبی دشت یزد-اردکان، دسترسی کشاورزان به آب باغی را تا سال ۱۴۰۴ به شدت کاهش خواهد داد. بر این اساس، انتظار می‌رود در آینده تقاضا برای دسترسی به آب افزایش یابد که به دلیل قرار گرفتن این دشت در کلاسه ممنوعه بحرانی و ممانعت در عدم حفر چاه عمیق به احتمال قوی تعارضات آبی بین دولت و کشاورزان افزایش خواهد یافت.

بر اساس نتایج، مشاهده می‌شود که بخش باغی در برابر تغییر اقلیمی شکننده است و میزان تولیدات باغی در آینده حتی با اعمال سیاست‌های بهبود مستمر در بهره‌وری آب کشاورزی با افت عملکرد مواجه می‌باشد. به عبارت دیگر، بخش باغی دشت یزد-اردکان از قدرت تطبیق‌پذیری کافی در برابر تغییر اقلیمی برخوردار نیست و به منظور حفظ وضع موجود باید اقدامات اساسی برای تثبیت وضعیت اقلیمی در دستور کار قرار گیرد. این یافته با نتایج *Ackerman and Stanton*

نتایج شکل (۱۲) بیان کننده آن است که اجرای سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت بعد از بهبود مستمر در بهره‌وری آب کشاورزی از سال ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۴ منجر به کاهش تقریباً ۶/۵ هزار تن محصولات باغی خواهد شد. همان‌گونه که نتایج حاصل از شبیه‌سازی سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت بعد و قبل از دو سناریوی تثبیت و بهبود بهره‌وری آب کشاورزی نشان می‌دهد اجرای چنین سیاستی منجر به کاهش محصولات باغی دشت یزد-اردکان خواهد شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تحلیل اثرات تغییر اقلیمی بر روی منابع آبی سیستم‌های کشاورزی برای برنامه‌ریزی آینده بخش آب و کشاورزی بسیار لازم و ضروری است تا مسئولان و برنامه‌ریزان بتوانند با افزایش درک و شناخت از اثرات احتمالی، آمادگی لازم برای کاهش اثرات منفی بر روی سیستم‌های درگیر در بخش کشاورزی را داشته باشند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که تغییر اقلیمی میزان آورده منابع آبی دشت را در آینده کاهش خواهد داد.

با توجه به نتایج تحقیق می‌توان پیشنهادهایی را برای تقلیل اثرات منفی سیاست انتقال آب کشاورزی در شرایط تغییر اقلیم ارائه کرد، عمده پیشنهادهای مرتبط با نتایج تحقیق از این قرار است:

با توجه به نتایج تحقیق، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان در بخش آب رویه سیاست‌گذاری خود را مورد بازنگری قرار دهند به گونه‌ای که در تدوین سیاست‌ها، مشارکت سازمان‌یافته و فعالانه تمامی ذینفعان اصلی آب در بخش‌های مختلف اقتصادی علی‌الخصوص کشاورزی به‌طور اصولی مدنظر قرار گیرد تا پیامدها و تأثیرات تدوین سیاست‌ها از دیدگاه‌های مختلف مورد نظر باشد تا بتوان ضمن اصلاح و بهبود سیاست‌ها، معارضان آب را به حداقل کاهش داد.

با توجه به نتایج تحقیق، مقابله با تغییر اقلیمی باید قبل از اجرای سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت در دستور کار مدیران و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی و سایر بخش‌های مرتبط با موضوع قرار گیرد. در این راستا تدوین سیاست و اقدامات در خصوص بهره‌وری مستمر آب کشاورزی لازم و ضروری است.

با توجه به نتایج تحقیق، از آنجایی اثرات نامطلوب سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت بر تولیدات باغی برای باغداران یکسان نیست پیشنهاد می‌گردد سیاست‌گذاران و مدیران آب قبل از اجرای سیاست، تمامی اثرات مستقیم، غیر مستقیم و تجمعی آن را بر بخش باغی و درون دشت یزد-اردکان مدنظر داشته باشند و سیاست‌های حمایتی را برای کاهش اثرات نامطلوب تدوین نمایند.

(2013), *Chiotti and Johnston*, (1995) *US*, (2010) مطابقت دارد.

نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی سیاست انتقال آب کشاورزی به صنعت نشان داد که اجرای چنین سیاستی در شرایط تغییر اقلیم فشار مضاعفی را بر بخش باغی وارد می‌سازد و باغداران این دشت با افت بیشتر عملکرد تولیدات باغی در آینده روبرو خواهند بود. این یافته‌ها با نتایج *Howe (1998)*, *International Rice Research*, (2000) *Kurnia et al*, (2000) *Institute Palanisami*, (1994) *Meinzen-Dick & Ringler*, (2008) مطابقت دارد. اثر سیاست انتقال آب کشاورزی در میزان افت تولیدات باغی در تمامی دشت یزد-اردکان یکسان نیست، به عبارتی کشاورزان پایین‌دست این دشت به آب برگشتی بالادست نیازمند هستند لذا، با انتقال آب کشاورزی به خارج بخش، کشاورزان پایین‌دست بیشتر با عدم دسترسی به آب مواجه خواهند بود. بنابراین، انتظار می‌رود که با اجرای این سیاست تعارضات آبی درون بخش کشاورزی و بین باغداران بالادست و پایین‌دست دشت یزد-اردکان در آینده افزایش یابد.

بر اساس یافته‌های این تحقیق اگر مساله بهره‌وری آب کشاورزی همانند گذشته مسیر خود را برای آینده طی نماید و بهبود دائمی و مستمر در آن ایجاد نشود، تغییر اقلیمی تأثیرات منفی شدیدی بر بخش تحمیل خواهد کرد. به عبارتی، افت عملکرد در ۱۲ سال آینده تمامی تلاش‌های ۲۵ سال گذشته را در خصوص افزایش عملکرد محصولات باغی از بین خواهد برد. این موضوع بیان‌کننده ضرورت اصلاحات در فرایند بهره‌وری آب کشاورزی در دشت یزد-اردکان است.

REFERENCES

1. Ackerman, F. & Stanton, E.A. (2013). *Climate Impacts on Agriculture: A Challenge to Complacency?*, Global Development and Environment Institute. Working Paper No.13-01
2. Chiotti, Q.P. & Johnston, T. (1995). *Extending the boundaries of climate change research: A discussion on agriculture*. *Journal of Rural Studies* 11: 335-350.
3. Farajzadeh, M. (2012). *Climate Change Effects on River Discharge- Case Study Sheshpir River*. *Geography and Environmental Planning Journal*. 24th Year 49(1): (In Farsi).
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012a). *Water withdrawal by sector*, Retrieved from: <http://www.fao.org/nr/aquastat>
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012b). *Coping with water scarcity an action framework for agriculture and food security*, Rome. Retrieved from: <http://www.fao.org/docrep/016/i3015e/i3015e.pdf>
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009). *Aquastat*. Retrieved from: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/irn/index.stm
7. Fraiture, C. Faryap, A. Unver, O. & Ragab, R. (2013). *Integrated Water Management Approaches for Sustainable Food Production*. Background Paper for World Irrigation Forum, 28 Sept-5 Oct 2013,

Mardin

8. Frumhoff, P.C., McCarthy, J .J. Melillo, J.M., Moser, S.C & Wuebbles, D .J. (2007). *Confronting Climate Change in the U.S. Northeast: Science, Impacts, and Solutions*. Synthesis report of the Northeast Climate Impacts Assessment (NECIA). Retrieved From: www.ucsusa.org/.../confronting-climate-chan...
9. GWP (Global Water Partnership). (2000). *Integrated Water Resources Management. TAC Background Paper NO.4*. Stockholm: Global Water Partnership
10. Hofwegen van Paul, J.M. & Jaspers, F.G.W. (1999). *Analytical Framework for Integrated Water Resources Management, IHE Monograph 2*, Inter-American Development Bank, Balkema, Rotterdam.
11. Howe, C.W. (1998). *Water markets in Colorado: Past performance and needed changes* Markets for Water (pp. 65-76): Springer.
12. Howitt, R.E. (1998). *Spot prices, option prices, and water markets: An analysis of emerging markets in California* Markets for Water (pp. 119-140): Springer. Retrieved from: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-0-585-32088-5_8
13. International Rice Research Institute. (2000). *Water: Tomorrow's Crisis*, Retrieved from: <http://www.irri.org>.
14. Kurnia, G., Avianto, T.W. & Bruns, B.R. (2000). *Farmers, factories and the dynamics of water allocation in West Java*. In B.R. Bruns and R.S. Meinzen-Dick (Eds.), *Negotiating Water Rights*, Intermediate Technology Publications, London.
15. Malano, H.M. & van Hofwegen, P.J.M. (1999). *Management of Irrigation and Drainage Systems*, Balkema, Rotterdam. From: <https://books.google.com/books?isbn=9054104821>
16. Mansouri, B., Ahmadzadeh, H., Massah Bavani, A., Morid, S. & Delavar, M. (2014). *Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Zarrinehrud Basin Using SWAT Model*. *Journal of Water and Soil* 28(6): 1191-1203. (In Farsi).
17. Meinzen-Dick, R.S., Pradhan, R., Palanisami, K., Dixit, A., & Athukorala, K.. (2004). *Livelihood Consequences of Transferring Water out of Agriculture: Synthesis of Findings from South Asia*. Ford Foundation, New Delhi.
18. Ministry of Interior of Iran . (2010). *Land Use Planning Scheme in Yazd Province. Management and Planning Organization in Yazd Province*. (In Farsi).
19. Ministry of Interior of Iran . (2012). *Statistical Yearbook of Yazd Province 1390*. Planning Department in Yazd., Bureau of Statistics and Information. Retrieved from: <http://salnamehtotal.sci.org.ir>. (In Farsi)
20. Ministry of Jihad-Keshavarzi. (2010). *Vision and Strategy Development of the Agricultural Sector in Yazd Province*. p 350. (In Farsi).
21. Ministry of Energy. (2012). *An Status of Amount of Water in Yazd Province in 1390-91*. (In Farsi).
22. Molle, F. (2008). *Nirvana Concepts, narratives and policy model: Insight from the water sector*. *Water Alternatives* 1(1):131-156
23. Palanisami, K. (1994). *Evolution of Agricultural and Urban water Markets in Tamil Nadu, India, Irrigation Support Project for Asia and the Near East (ISPAN)*, United States Agency for International Development, Washington, DC.
24. Palanisami, K., & Malaisamy, A. (2004). *Taking Water Out of Agriculture in Bhavani Basin: Equity, Landscape and Livelihood Consequences*. Water Technology Centre. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India.
25. Roy, K., Masudur, R. & Uthpal, K. (2009). *Future Climate Change and Moisture Stress: Impact on Crop Agriculture in South-Western Bangladesh*. *Climate Change and Development*, 1(1),
26. Statistical Center of Iran. (2012). *Yazd Province*. Retrieved from: <http://www.amar.org.ir/Default.aspx?tabid=1713> (In Farsi)
27. Sushil, (1996). *System Dynamics: A Practical Approach for Managerial Problems*. In A. Teimori; A, Norali & N, Valizadeh (1391). Wiley Eastern Limited. P 380. (In Farsi)
28. U.S. (2010). *Global Change Research Program, Global Climate Change Impacts in United States: Agriculture*. Retrieved from: <http://www.globalchange.gov/images/cir/pdf/agriculture.pdf>. (USGCRP)