Doi: 10.22034/IAES.2024.2007173.2007

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۸/شماره۱/صفحه های ۲۰۹-۱۸۳

طراحی و شبیه‌سازی زنجیره ارزش گوشت گوساله در شهر مشهد: کاربرد رویکرد پویایی سامانه

پریسا علیزاده، حسین محمدی، ناصر شاهنوشی، سید حسین سقائیان نژاد[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۶

چکیده

قیمت گوشت قرمز در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته است که این امر موجب کاهش رفاه مصرف کنندگان این محصول شده و میزان مصرف آن در قشرهای کم‌درآمد جامعه بسیار کاهش پیدا کرده است. وجود چالش‌های چندی در زنجیره ارزش گوشت گوساله و حضور فعالان متعدد با هدف‌های گوناگون در این زنجیره، موجب پیچیدگی آن شده و تجزیه و تحلیل این زنجیره را دشوار کرده است. در این تحقیق پس از شناسایی فعالان زنجیره ارزش گوشت گوساله در شهر مشهد، روابط میان عنصرهای این زنجیره در قالب حلقه‌های علت معلولی بیان شده است. آن‌گاه با شناسایی انواع متغیرهای موجود در سامانه شامل متغیرهای انباشت، نرخ، کمکی و فراسنجه (پارامتر)ها نمودار انباشت جریان این زنجیره ترسیم شده و سپس ترکیب‌بندی (فرموله) و شبیه‌سازی شده است. نتایج گویای آن است که روند رشد قیمت گوشت قرمز افزایشی و بسیار شدیدتر از روند رشد قیمت دام زنده در دامداری می‌باشد. همچنین جمعیت دام مولد منطقه مورد بررسی در سال‌های اخیر روندی نزولی را تجربه کرده است که در صورت عدم انجام اقدام‌های مناسب در زنجیره تأمین این محصول، ادامه خواهد یافت و احتمال تعطیل شدن شمار قابل توجهی از دامداری‌ها وجود دارد. در این مدل پایه با سناریوسازی روی متغیرهای کلیدی نظیر نرخ ارز و نرخ تعرفه واردات نهاده‌ها و گوشت قرمز می‌توان تاثیر انواع سیاست‌های حمایتی دولت را بر قیمت گوشت گوساله و دیگر متغیرهای مهم این زنجیره بررسی و ارزیابی و سیاست‌های مناسب برای بهبود وضعیت زنجیره تأمین این محصول را شناسایی کرد. بنابراین چنین مدلی که پویایی‌های رابطه میان عامل‌های درگیر در زنجیره ارزش گوشت قرمز را به خوبی نشان می‌دهد می‌تواند به عنوان یک الگوی عملیاتی تصمیم‌گیری برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی کشور استفاده شود.

طبقه‌بندی JEL: Q1، Q13، C60

واژه‌های کلیدی: زنجیره ارزش، گوشت گوساله، نمودار علت معلولی، نمودار انباشت جریان، شبیه‌سازی

[۱] به ترتیب: استادیار(نویسنده مسئول) گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه کردستان، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه کنتاکی، آمریکا

Email: p.alizadeh@uok.ac.ir

مقدمه

گوشت قرمز از جمله وعده‌های غذایی برجسته و ضروری برای تامین پروتئین مورد نیاز بدن است که در سال‌های اخیر با توجه به افزایش قیمت شدید آن، سهم آن در سبد مصرفی خانوارها بسیار کاهش پیدا کرده است به طوری‌که بررسی‌ها نشان می‌دهد، مصرف سرانه گوشت قرمز از ۱۲/۵ کیلوگرم در سال ۱۳۹۲ به ۸/۵ کیلوگرم در سال ۱۳۹۷ کاهش یافته است (Jalali et al, 2019). همچنین، بر مبنای گزارش Iran Ministry of Agriculture Jihad (2022) سرانه مصرف گوشت قرمز از محل تولید و واردات در سال ۱۴۰۰، ۱۱/۱ کیلوگرم بوده است که در طول یک دهه گذشته حدود ۳/۶۱ کیلوگرم کاهش داشته است؛ این در حالی است که در سال ۱۴۰۱ مصرف سرانه گوشت مرغ ۳۳/۱ کیلوگرم بوده است که نسبت به یک دهه گذشته حدود ۸/۷ کیلوگرم افزایش داشته است. این موضوع گویای آن است که با توجه به افزایش قیمت گوشت قرمز در سال‌های اخیر، مصرف کنندگان به تدریج گوشت مرغ را جانشین گوشت قرمز در سبد مصرفی خود کرده‌اند.

تجزیه و تحلیل علت‌های افزایش قیمت گوشت قرمز نیازمند بررسی هر دو طرف عرضه و تقاضا در زنجیره ارزش آن است. با این حال، وجود چالش‌های چندی در این زنجیره و حضور فعالان پرشمار در این عرصه که هرکدام سودمندی‌ها و هدف‌های متفاوت و گاه متضادی دارند موجب پیچیدگی این سامانه شده است. زنجیره ارزش گوشت گوساله در شهر مشهد همواره با مسئله‌های پرشماری روبه‌رو بوده است. بالا بودن هزینه‌های تولید از یک‌سو و پایین بودن قیمت دریافتی تولید کننده از سوی دیگر موجب کاهش رفاه تولیدکنندگان این محصول شده است. همچنین وجود واسطه‌های مختلف در این زنجیره موجب افزایش هزینه‌های توزیع شده و افزایش قیمت گوشت گوساله را در خرده فروشی‌ها رقم زده است (Alizadeh, 2019).

زنجیره ارزش به موازات زنجیره تأمین، توزیع درآمد حاصل از مصرف محصول نهایی را برای هر مرحله از زنجیره مورد بررسی قرار می‌دهد (Cox, 1999). به بیان دیگر، زنجیره ارزش مجموعه‌ای مرتبط از فعالیت‌های ارزش آفرین از مرحله مواد خام تا رسیدن محصول به خریدار نهایی می‌باشد (Shank, 1989). روش‌های پرشماری برای طراحی، تجزیه و تحلیل زنجیره ارزش کالاها وجود دارد از جمله این روش‌ها می‌توان به شبیه‌سازی صفحه گسترده[1]، پویایی سامانه، شبیه‌سازی

[1] Spreadsheet simulation

وقایع گسسته[1] و شبیه‌سازی عامل‌بنیان[2] اشاره کرد. کاربرد این روش‌ها در زنجیره ارزش بستگی به هدف تحقیق و ارزیابی دارد. به عنوان مثال، پویایی سامانه برای کسب بینش و درک بهینه‌ای از سامانه زنجیره ارزش مورد بررسی به کار گرفته می‌شود. درحالی‌که روش شبیه‌سازی وقایع گسسته برای تعیین سودمندی‌ها و هزینه‌های سیاست‌های عملیاتی در زنجیره ارزش استفاده می‌شود (Kleijnenand Smits, 2003). از مدل عامل‌بنیان نیز بیشتر برای شبیه‌سازی تعامل‌های عامل‌های درگیر درون یک زنجیره و سنجش اثرگذاری‌های آن‌ها بر سامانه استفاده می‌شود (Volker and Steven, 2005).

به کارگیری مدل‌سازی پویایی سامانه در زنجیره تأمین در آغاز در کتاب پویایی‌های صنعتی Forrester (1961) مطرح شد که در آن، ضمن ارائه مدلی برای نظام تولید و توزیع، جریان‌های اطلاعات، مواد اولیه، سفارشات، پول، نیروی انسانی و تجهیزات سرمایه‌ای نیز در نظر گرفته شده بود (Forrester, 1997). پس از فارستر، این روش برای طراحی سیاست در زمینه موضوع‌های گوناگون مدیریتی و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین جهانی به کار گرفته شد. از جمله برتری‌های مدل‌سازی با پویایی سامانه در توصیف روابط علّی بین عنصرهای سامانه مورد بررسی است. اجرای شبیه‌سازی به تجزیه و تحلیل پویایی و تأخیر رابطه‌های بین این عنصرها کمک می‌کند (Wessely, 2010). بر این مبنا پویایی سامانه برای تحلیل مسئله‌های پیچیده در زنجیره تأمین مناسب است (Shapiro, 2007). توانایی درک کل سامانه، تجزیه و تحلیل ارتباط‌های بین اجزای مختلف سامانه و در نظر گرفتن بازخوردهای موجود، پویایی سامانه را به روشی مطلوب برای مدل‌سازی زنجیره تأمین تبدیل کرده است (Mahmoodi et al, 2010). پژوهش‌های بسیاری در داخل و خارج از کشور به بررسی زنجیره ارزش محصول‌های دام و طیور با استفاده از پویایی سامانه پرداخته‌اند در ادامه به برخی از این موارد اشاره می‌شود.

Jie et al (2007) زنجیره تأمین گوشت گاو در استرالیا را با روش پویایی سامانه بررسی کردند. آنان به طور خاص بر روی بخش توزیع متمرکز شده و پویایی‌های مربوط به این بخش را تجزیه و تحلیل کردند. Tedeschi et al (2011) سامانه تولید گوشت بز و گوسفند را در آمریکا با استفاده از روش پویایی سامانه و تفکر ساختارمند (سیستمی) بررسی کردند. در پژوهش دیگری، Setianto et al (2015) با استفاده از روش پویایی سامانه و تفکر ساختارمند، تولید گوشت گاو

[1] Discrete events simulation
[2] Agent-based model

در اندونزی را مورد بررسی قرار داده است. Abdulla et al (2016) تولید گوشت گاو را در اندونزی با استفاده از روش پویایی سامانه ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که افزایش هزینه‌های تولید نسبت به قیمت دام موجب کاهش تولید شده است. Jamshidifar et al (2017) زنجیره عرضه گوشت مرغ در استان خراسان رضوی را با استفاده از روش پویایی سامانه بررسی کردند و نشان دادند که این زنجیره در رویارویی با آنفلونزای مرغی تنها در صورت کاهش در تقاضا، توان پاسخگویی به نیاز مصرفی استان را خواهد داشت. Heydari et al (2019) عامل‌های مؤثر بر نوسان‌های قیمت گوشت مرغ را با استفاده از روش پویایی سامانه بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تغییرپذیری‌های قیمت گوشت مرغ به‌طور عمده از حلقه‌های بازخوردی اثرگذاری تقاضا، عرضه داخلی، واردات و هزینه‌های تولید ناشی می‌شود. Abbasi et al (2023) زنجیره ارزش گوشت مرغ تولید کنندگان خرد مقیاس را در مالزی با استفاده از روش پویایی سامانه طراحی کردند و نتیجه گرفتند که امکان بهبود وضعیت تولید کنندگان خرد مقیاس با بهره‌گیری از کشاورزی قراردادی یا ایجاد تعاونی‌ها وجود دارد.

همان‌طور که مرور نتایج بررسی‌های یاد شده نشان می‌دهد، اغلب بررسی‌های صورت گرفته در داخل کشور بر روی محصول گوشت مرغ تمرکز داشته‌اند و تا کنون بررسی و ارزیابی لازم در داخل کشور برای تجزیه و تحلیل و طراحی زنجیره ارزش گوشت قرمز صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش برای شناسایی فعالان زنجیره ارزش گوشت گوساله در شهر مشهد و دستیابی به بینشی بهتر از وضعیت کنونی این زنجیره از روش مدل‌سازی پویایی سامانه استفاده شده است.

روش تحقیق

پویایی سامانه روشی برای بررسی، شبیه‌سازی و بهبود سامانه‌های پیچیده با استفاده از یک دیدگاه بازخوردی و با تکیه بر تحلیل و طراحی سیاست است که در رشته‌های ریاضیات، فیزیک و مهندسی توسعه یافته است (Forrester, 1961). این روش در سال‌های اخیر در طراحی الگوهای روانشناسی- اجتماعی، اقتصاد و دیگر علوم اجتماعی نیز به کار می‌رود. مدل‌های پویایی سامانه برای حل مسئله‌های مهم دنیای واقعی به کار می‌روند و نشان می‌دهند که چگونه می‌توان به طور مؤثر با گروهی از سیاست‌گذاران همکاری کرد و تغییرهای پایدار در سازمان‌ها را تسریع بخشید (Sterman, 2000). در این روش، تصمیم‌گیری‌ها فراگیر (سیستمی) بوده و پیامدهای تصمیم‌ها با استفاده از روش‌های پیش‌بینی ریاضی پیش از اجرا برآورد می‌شوند (Fartookzadeh

and Rajabi, 2011). مبنای اصلی روش پویایی سامانه، در نظر گرفتن ویژگی‌های اساسی نظام‌های پیچیده برای درک بهتر آن‌ها و ایجاد تغییرهای مطلوب است. یک سامانه پویا در قالب متغیرهای انباشت و جریان ارائه می‌شود که متغیرهای انباشت، حالت سامانه و متغیرهای جریان، نرخ تغییر متغیرهای انباشت را نشان می‌دهند. به صورت ریاضی، متغیرهای انباشت از انباشته شدن خالص جریان‌های ورودی ناشی می‌شوند و به صورت انتگرال جریان‌های خالص ورودی نشان داده می‌شوند (Sterman, 2000):

$$S(t) = \int_{t_0}^{t} (\inf\ low(s) - outflow(s)ds + S(t_0) \qquad (۱)$$

که S(t) متغیر انباره در زمان t، inflow(s) و outflow(t) به ترتیب مقدار جریان ورودی و خروجی در هر زمان s بین زمان اولیه t_0 و زمان جاری t می‌باشد. به طور همانند نرخ‌های جریان در هر زمان به صورت نرخ تغییر متغیرهای انباشت تعریف می‌شوند:

$$\frac{d}{dt}(S) = \inf\ low(t) - outflow(t) \qquad (۲)$$

دیگر متغیرهای مورد استفاده در پویایی سامانه شامل متغیرهای کمکی و فراسنجه (پارامتر)ها می‌باشند. متغیرهای کمکی تابع‌هایی از دیگر متغیرها بوده و مقدار آن‌ها مستقل از مقدار متغیرها در دوره‌های زمانی پیش است، مقدار فراسنجه نیز ثابت می‌باشند (Safaei et al, 2019). آزمون‌های گوناگونی برای کشف کاستی‌های مدل‌های پویایی سامانه و اعتبارسنجی آن‌ها طراحی شده‌اند. یکی از پرکاربردترین روش‌های اعتبارسنجی مدل‌های پویایی سامانه، آزمون بازتولید رفتار[1] است. این آزمون، سازگاری رفتار مدل با رفتار واقعی در گذشته بررسی می‌کند (Sterman, 2000). از مهم‌ترین معیارهای بازسازی رفتار می‌توان به توان دوم ضریب همبستگی (R^2) و درصد میانگین مطلق خطا[2] اشاره کرد. R^2 کسری از انحراف معیار داده شبیه‌سازی شده توسط مدل را اندازه‌گیری می‌کند. اگر مدل داده واقعی را با دقت بازسازی کند R^2 برابر با ۱ خواهد بود. MAPE نیز مقدار خطای میانگین بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده را اندازه‌گیری می‌کند (Sterman, 2000).

[1] Behavior Reproduction
[2] Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

معادله‌های سامانه: در این بخش معادله‌های مربوط به برخی متغیرهای مهم مدل بررسی شده است[۱].

موجودی دام مولد: این متغیر انباشت دارای دو نرخ ورودی و دو نرخ خروجی می‌باشد. نرخ‌های ورودی شامل انتقال تلیسه به گله مادر و خرید دام مولد می‌باشد (Setianto et al, 2015). نرخ‌های خروجی نیز شامل مرگ و میر دام مولد و کشتار دام مولد می‌باشد.

Breed stock= INTEG (buy breed+transit cc-breed stock slaughtering-death bs) (۳)

نرخ باروری: نرخ باروری متأثر از موجودی دام مولد و فراسنجه‌های میانگین شمار زایش در هر باروری و شمار باروری در سال به ازای هر دام مولد می‌باشد (Sterman, 2000). به طور معمول، میانگین شمار زایش سرانه برای دام مولد ۱ رأس می‌باشد و شمار باروری نیز برابر ۱ رأس در سال می‌باشد (Meadows, 1970).

$$breeding\ rate = \frac{breedstock}{12} \times average\ litter\ size \times litter\ \ per\ year \qquad (۴)$$

نرخ کشتار دام مولد: این متغیر تابعی از موجودی دام مولد می‌باشد. به طور معمول ماهانه ۰/۰۳ از موجودی دام مولد روانه کشتارگاه می‌شود (Iran Statistical Center, 2016). همچنین نسبت قیمت به هزینه تولید دام بر آن اثرگذار است به طوری که با افزایش نسبت قیمت به هزینه تولید دام، میزان کشتار دام مولد کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه با تغییر نسبت قیمت به هزینه تولید دام، کشتار دام مولد به سرعت تغییر نمی‌کند یک تأخیر دوماهه در معادله آن لحاظ است. برای در نظر گرفتن تأخیر در این متغیر از تابع DELAY1 یعنی تأخیر مواد درجه اول استفاده شده است.

Breed stock slaughtering= DELAY1(0.03*breed stock*effect price on slaughter breed stock, 2) (۵)

تأثیر نسبت قیمت به هزینه بر کشتار دام مولد: معادله این متغیر با بهره‌گیری از نظر خبرگان صنعت گوشت و با استفاده از تابع Look up محاسبه شده است.

Effect price on slaughter breed stock= Look up ([(0.5,0.8)-(2,2)],(0.5,1.25),(1,1),(1.5,0.9),(2,0.8) (۶)

---

[۱] معادله‌های مربوط به تابع هزینه و تقاضای نهاده‌های تولید کنندگان از بررسی‌های Alizadeh et al (2019a) و معادله‌های مربوط به تقاضای واردات نهاده‌ها از بررسی‌های Alizadeh et al (2019b) اقتباس شده‌اند.

نرخ زایمان دام مولد: این متغیر تابعی از موجودی دام آبستن بوده و با تأخیری برابر با طول دوره بارداری دام مولد همراه است.

Calving rate =DELAY1(gestation , time ca) (۷)

نرخ شیرخوارگی: این متغیر تابعی از میزان گوساله‌های تازه متولد شده بوده و با یک تأخیر سه ماهه (دوران شیرخوارگی گوساله) به موجودی گوساله قطع شیر منتهی می‌شود. نرخ مرگ و میر گوساله‌های تازه متولد شده ۰/۰۱ در نظر گرفته شده است (Iran Statistical Center, 2016).

Weaning=DELAY1(((1-0.01)*calves), time w) (۸)

نرخ انتقال گوساله قطع شیر به موجودی تلیسه: با فرض آنکه در هر دوره ۵۰ درصد گوساله‌های به دنیا آمده نر باشند و نرخ مرگ و میر آن‌ها ۰/۰۳ باشد (Iran Statistical Center, 2016)، پس از کسر کردن نرخ مرگ ومیر از کل موجودی گوساله، ۵۰ درصد موجودی به متغیر انباشت موجودی تلیسه انتقال می‌یابد (Setianto et al, 2015).

Get stock= INTEG((1-0.03)*0.5*stockers1) (۹)

نرخ انتقال تلیسه به گله مادر: به طور معمول پس از یک دوره ۱۲ ماهه تلیسه‌ها به گله مادر اضافه می‌شوند و وارد فرآیند باروری می‌شوند (Sterman, 2000).

Transition cc= DELAY1(cow calf , transition delay) (۱۰)

کل گوساله قطع شیر: پس از کسر کردن نرخ مرگ و میر از موجودی گوساله قطع شیر و انتقال ۵۰ درصد از آن‌ها به موجودی تلیسه، باقی‌مانده آن‌ها وارد متغیر انباشت موجودی کل گوساله قطع شیر می‌شود (Setianto et al, 2015).

Stokers2=INTEG(buy stockers+s rate-fatening) (۱۱)

نرخ تولید دام: این متغیر تابعی از دو متغیر انباشت موجودی گوساله قطع شیر و ظرفیت تولید دام می‌باشد. یک تأخیر ۶ ماهه که طول دوره پرواربندی می‌باشد برای آن در نظر گرفته شده است.

(calve capacity, stockers2/time f) MIN Fatening= (۱۲)

موجودی دامدار: این متغیر انباشت دارای دو نرخ ورودی و سه نرخ خروجی می‌باشد. نرخ‌های ورودی شامل انتقال گوساله پرواری و کشتار دام مولد می‌باشد (Conrad, 2004). نرخ‌های خروجی نیز شامل فروش به واسطه، مرگ و میر دام زنده و قاچاق دام می‌باشد.

Prime cattle= INTEG(prepare to sale+breed stock slaughtering-death rate P-sale to D-smuggling) (۱۳)

نرخ فروش به واسطه: این متغیر تابعی از موجودی دامدار و تقاضای خرده فروشی برای گوشت می‌باشد. به طوری که پس از کسر کردن نرخ مرگ و میر و قاچاق دام، باقی‌مانده موجودی دامدار با توجه به تقاضای خرده فروشی به واسطه فروخته می‌شود. میانگین وزن زنده دام آماده کشتار نیز حدود ۵۵۰ کیلوگرم می‌باشد (Iran Statistical Center, 2016).

MIN((1-0.03-0.05)*prime cattle, retailer Sale to D= average wt per cattle=550 demand*(1/average wt per cattle)) , (۱۴)

قیمت خوراک دام: این متغیر از میانگین وزنی قیمت نهاده‌های ذرت علوفه‌ای، کاه، یونجه، کنسانتره و دیگر نهاده‌های خوراک دام به دست آمده است که سهم هزینه هریک از این نهاده به عنوان وزن در نظر گرفته شده‌اند.

Price feed=(0.361*corn price)+(0.068*p kah)+(0.021*p yonje)+(0.458*concentrate price)+(0.092*p other) (۱۵)

موجودی ذرت: این متغیر انباشت دارای دو نرخ ورودی و یک نرخ خروجی می‌باشد. به طوری که نرخ‌های ورودی آن شامل واردات ذرت و تولید ذرت می‌باشد. همچنین نرخ خروجی آن فروش ذرت می‌باشد (Lie and Rich, 2016).

Corn inv= INTEG (import corn M+prod rate corn-sale corn) (۱۶)

قیمت خرده فروشی گوشت گوساله: این متغیر انباشت تابعی از نرخ ورودی آن یعنی تغییرپذیری‌های قیمت گوشت گوساله می‌باشد.

Price retailer= INTEG(cc R) (۱۷)

نتایج و بحث

معرفی متغیرهای مورد استفاده در مدل پویایی سامانه

متغیرهای زنجیره ارزش مورد بررسی که بر مبنای ادبیات موضوع و بررسی و ارزیابی‌های پیشین در نظر گرفته شده‌اند به ۴ گروه تقسیم می‌شوند: متغیرهای انباشت، متغیرهای نرخ، متغیرهای کمکی و پارامترهای ثابت. توضیح برخی از این متغیرها در جدول‌های (۱) تا (۳) پیوست ارائه شده است؛ این متغیرها بر مبنای بررسی‌های Conrad (2004)، Jie et al (2007)، Setianto et al (2015)، Abdulla et al (2016)، Suryani et al (2016)، Jamshidifar et al (2017) و Laibuni and Kirui (2018) در نظر گرفته شده‌اند.

نمودار علت معلولی

حلقه‌های علت معلولی این تحقیق با استفاده از نتایج بررسی‌های پیشین، نظر خبرگان و مشاهده‌های محقق تبیین شده‌اند و در شکل (۱) پیوست نشان داده شده‌اند. نتایج گویای وجود ۳۶ حلقه بازخوردی شامل ۹ حلقه مثبت و ۲۷ حلقه تعادلی در زنجیره ارزش این محصول می‌باشد.[۱]

نمودار انباشت جریان

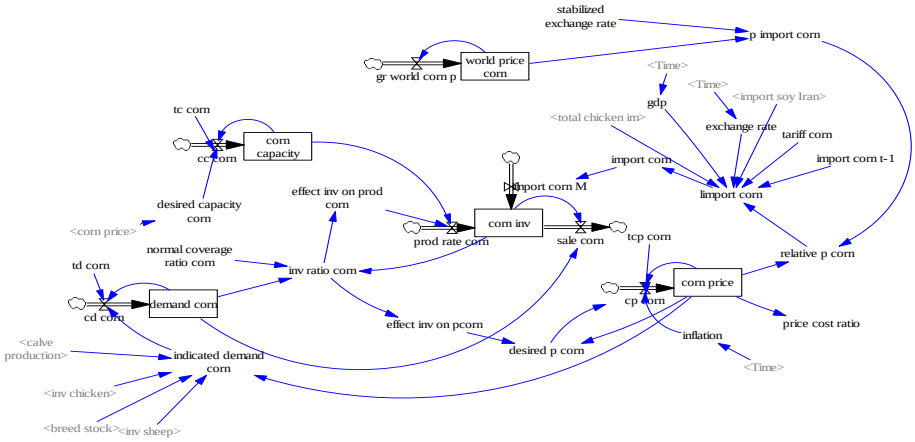
نمودار انباشت جریان زنجیره ارزش گوشت گوساله شامل زیرسامانه‌های عرضه و تقاضای ذرت، کنسانتره، کنجاله سویا، گوشت مرغ، گوشت گوسفند، ماهی و زنجیره سنی[۲] گوشت گوساله می‌باشد که در ادامه مهم‌ترین آن‌ها بررسی خواهند شد.

زیرسامانه عرضه و تقاضای ذرت: میزان عرضه ذرت بر مبنای میزان تولید و واردات ذرت تعیین می‌شود. واردات ذرت نیز تابعی از نرخ ارز مؤثر واقعی، نرخ تعرفه واردات ذرت، تولید ناخالص داخلی، واردات ذرت در دوره پیش و قیمت نسبی ذرت می‌باشد. تقاضای ذرت نیز بر مبنای قیمت ذرت و مجموع تقاضای تولید کنندگان گوشت گوساله، گوشت گوسفند و مرغ تعیین می‌شود. مدل انباشت جریان زیرسامانه عرضه و تقاضای ذرت در شکل (۱) نشان داده شده است. شایان یادآوری است که نمودار زیرسامانه عرضه و تقاضای کنجاله سویا نیز که یک نهاده وارداتی است همانند زیرسامانه عرضه و تقاضای ذرت ترسیم می‌شود.

---

[۱] برای مطالعه بیش‌تر در زمینه حلقه‌های بازخوردی و آرکتایپ‌های نمودار علت معلولی یاد شده به نتایج بررسی‌های Alizadeh et al (2020) مراجعه شود.

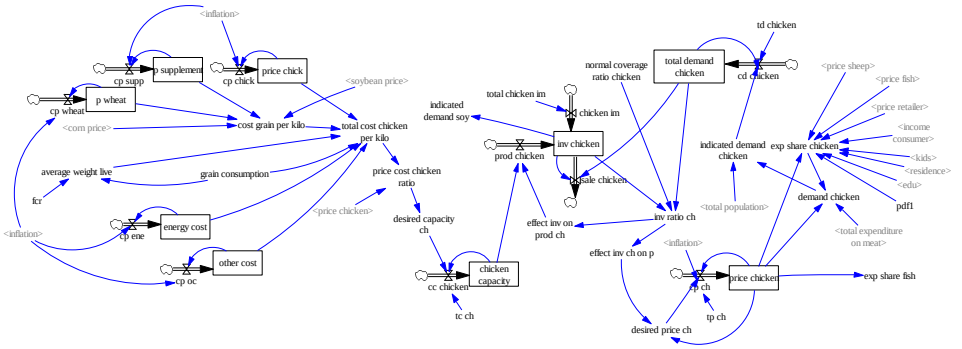
[2] Aging chain



شکل (۱) زیرسامانه عرضه و تقاضای ذرت

Figure (1) Supply and demand of corn subsystem

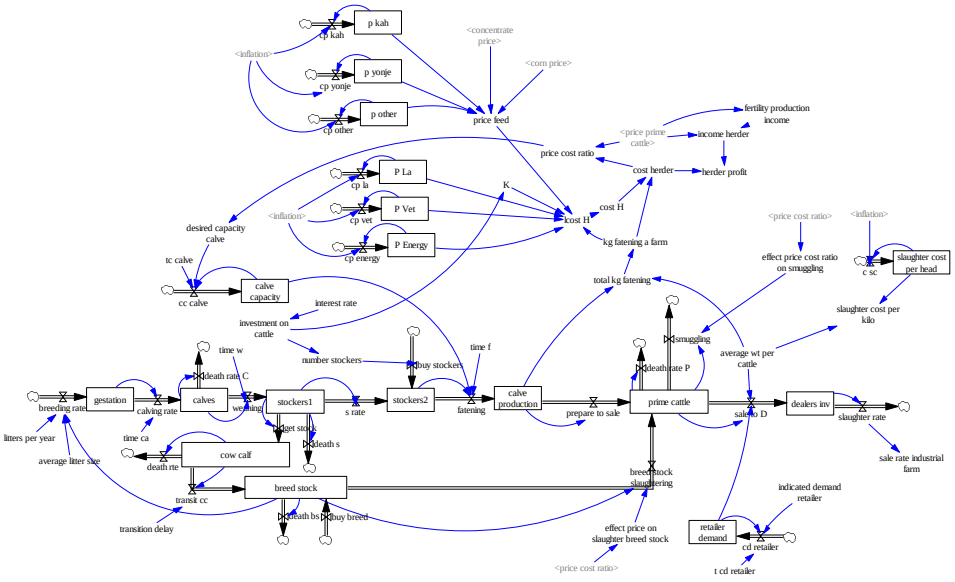
زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت مرغ: میزان عرضه گوشت مرغ بر مبنای میزان تولید و واردات مرغ تعیین می‌شود. با توجه به سهم اندک واردات مرغ در تأمین تقاضای داخلی، میزان واردات آن ثابت در نظر گرفته شده است. تولید گوشت مرغ تابعی از نسبت قیمت به هزینه تولید آن می‌باشد به طوری‌که با افزایش نسبت قیمت به هزینه تولید گوشت مرغ، میزان تولید آن افزایش می‌یابد. هزینه تولید مرغ نیز تابعی از قیمت جوجه یک‌روزه، گندم، مکمل، کنجاله سویا و ذرت و هزینه انرژی و دیگر هزینه‌ها تعیین می‌شود. تقاضای کلی مرغ بر مبنای سهم هزینه‌های خانوار برای گوشت مرغ و جمعیت شهر مشهد تعیین می‌شود. مدل انباشت جریان زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت مرغ در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲) زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت مرغ

Figure (2) Supply and demand of chicken subsystem

زیرسامانه زنجیره سنی دام و هزینه تولید گاوداری: یک زنجیره سنی می‌تواند شمار زیادی متغیر انباشت داشته باشد که همگروه[1] نامیده می‌شوند. هر همگروه می‌تواند چندین نرخ ورودی و خروجی داشته باشد. مدت زمان سپری شده در هر همگروه می‌تواند با دیگر همگروه‌ها متفاوت باشد. برای مدل‌سازی نرخ‌های ورودی و خروجی همگروه‌ها از تأخیر مواد درجه اول استفاده می‌شود؛ به دلیل اینکه محتوای هر همگروه به‌طور کامل مخلوط می‌شود و خروجی از همگروه مستقل از ورودی آن می‌باشد (Sterman, 2000). زنجیره سنی دام از دام مولد آغاز و به تولید و پرورش و در نهایت کشتار دام ختم می‌شود. با افزایش هزینه تولید دام (هزینه تغذیه دام) و کاهش نسبت قیمت به هزینه تولید، میزان کشتار دام مولد افزایش می‌یابد. با افزایش موجودی دام آماده کشتار، نرخ فروش به واسطه افزایش می‌یابد و موجب افزایش موجودی واسطه و افزایش نرخ کشتار می‌شود. هزینه تولید گاوداری نیز تابعی از قیمت خوراک دام، انرژی، نیروی کار و خدمات دامپزشکی و دارویی می‌باشد. مدل انباشت جریان زیرسامانه زنجیره سنی دام در شکل (۳) نشان داده شده است.

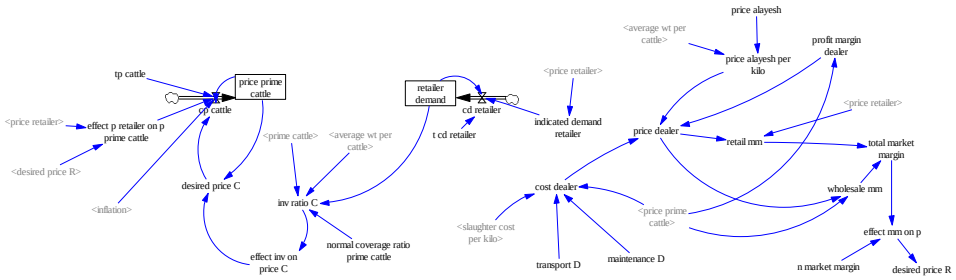


شکل (۳) زیرسامانه زنجیره سنی دام و هزینه تولید گاوداری

Figure (3) Aging chain and cost of production of cattle farm subsystem

[1] Cohort

زیرسامانه عرضه و تقاضای دام زنده: عرضه دام زنده بر مبنای فرآیند زنجیره سنی دام و موجودی دام آماده کشتار تعیین می‌شود. به طوری که با افزایش نسبت قیمت به هزینه تولید دام، ظرفیت تولید و به دنبال آن میزان تولید افزایش می‌یابد و موجودی دام آماده کشتار را افزایش می‌دهد که با افزایش نسبت موجودی به تقاضا، موجب کاهش قیمت دام زنده می‌شود. تقاضای دام زنده نیز توسط واسطه‌ها صورت می‌گیرد که این تقاضا مشتق از تقاضای خرده فروشی گوشت گوساله می‌باشد. به طوری که با افزایش قیمت خرده فروشی گوشت گوساله، تقاضای خرده فروش برای گوشت افزایش می‌یابد و این تقاضا از طریق واسطه‌ها به دامداری منتقل می‌شود و با کاهش نسبت موجودی به تقاضا موجب افزایش قیمت دام زنده می‌شود. افزون بر این فرآیند، افزایش قیمت گوشت قرمز در خرده فروشی از طریق فرآیند انتقال قیمت به سطح دامداری منتقل می‌شود اما این افزایش با تأخیر همراه بوده و به اندازه کمتری انتقال می‌یابد. مدل انباشت جریان زیرسامانه عرضه و تقاضای دام زنده در شکل (۴) نشان داده شده است.

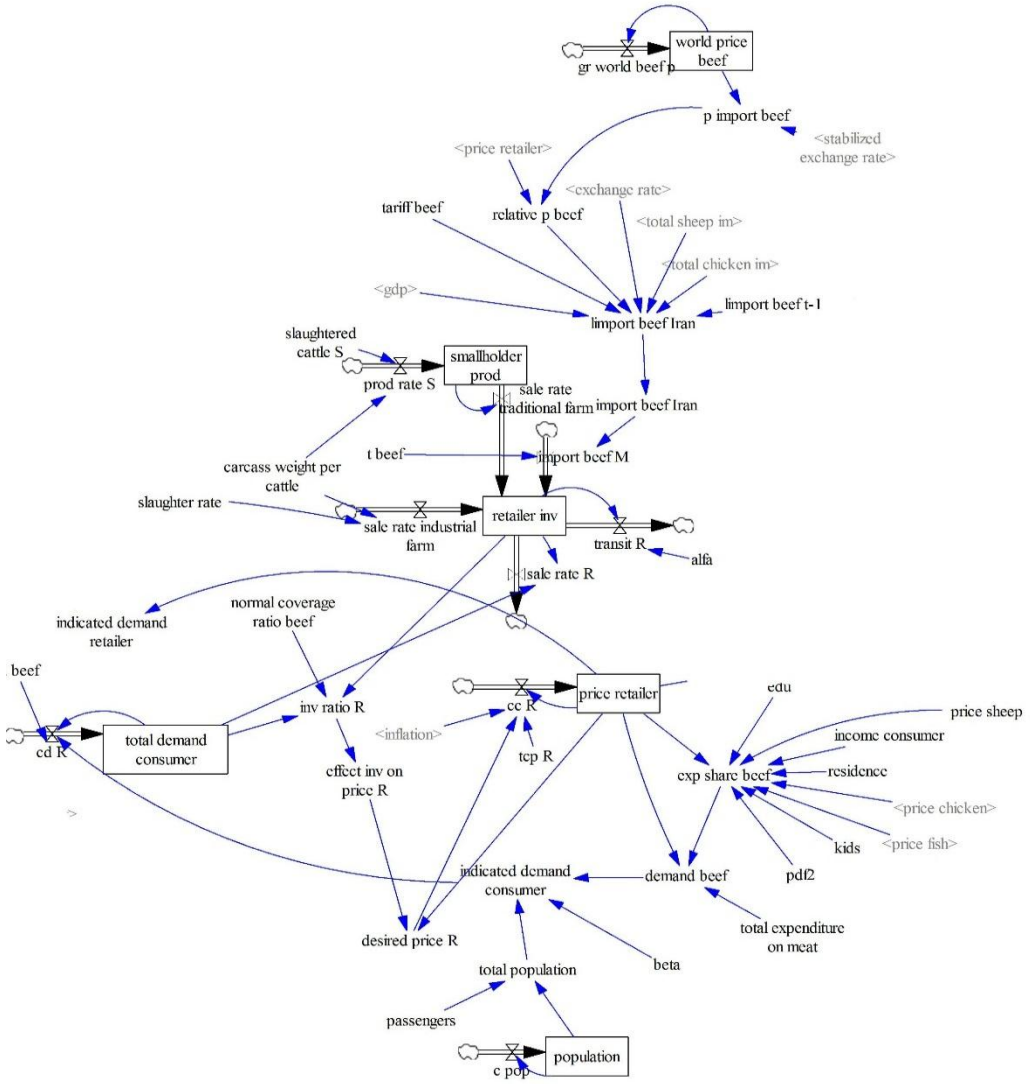


شکل (۴) زیرسامانه عرضه و تقاضای دام زنده

Figure (4) Supply and demand of prime cattle subsystem

زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت گوساله: میزان عرضه گوشت گوساله بر مبنای میزان تولید و واردات گوشت گوساله تعیین می‌شود. تولید گوشت گوساله از گاوداری‌های صنعتی و سنتی ناشی می‌شود. در این پژوهش میزان تولید گاوداری‌های سنتی ثابت در نظر گرفته شده است و زنجیره تولید گوشت گوساله برای گاوداری‌های صنعتی بررسی شده است. با افزایش نرخ کشتار، موجودی گوشت گوساله افزایش می‌یابد و با افزایش نسبت موجودی به تقاضا، موجب کاهش قیمت گوشت گوساله در بازار می‌شود. از سوی دیگر با افزایش هزینه‌های توزیع و افزایش حاشیه بازار گوشت گوساله، قیمت خرده فروشی گوشت گوساله نیز افزایش می‌یابد. واردات گوشت گوساله نیز تابعی از نرخ ارز مؤثر واقعی، نرخ تعرفه واردات گوشت گوساله، تولید ناخالص

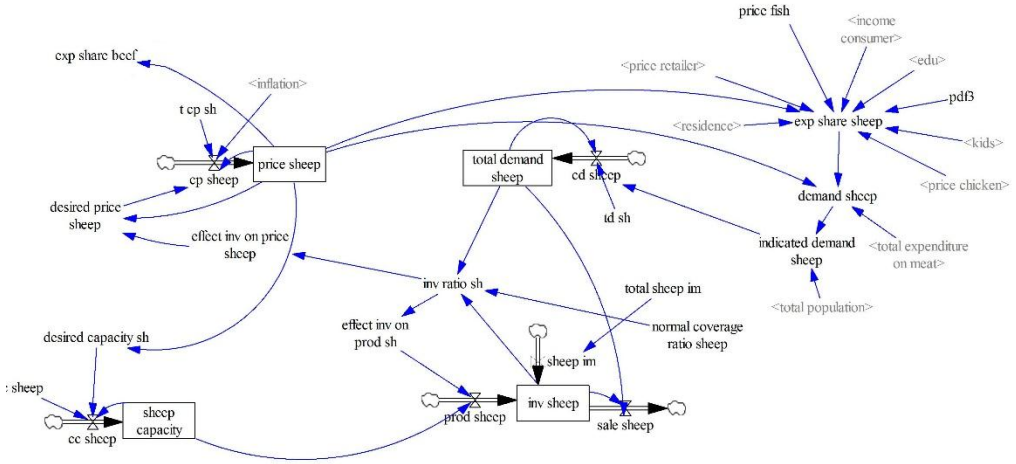
داخلی، واردات گوشت گوساله در دوره پیش، میزان واردات گوشت مرغ و گوشت گوسفند و قیمت نسبی گوشت گوساله می‌باشد. تقاضای کلی گوشت گوساله بر مبنای سهم هزینه‌های خانوار برای گوشت گوساله و جمعیت شهر مشهد تعیین می‌شود. مدل انباشت جریان زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت گوساله در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵) زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت گوساله

Figure (5) Supply and demand of beef subsystem

زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت گوسفند: میزان عرضه گوشت گوسفند بر مبنای میزان تولید و واردات گوشت گوسفند تعیین می‌شود. در این پژوهش، میزان واردات گوشت گوسفند ثابت در نظر گرفته شده است. تقاضای کلی گوشت گوسفند نیز بر مبنای سهم هزینه‌های خانوار برای گوشت گوسفند و جمعیت شهر مشهد تعیین می‌شود. مدل انباشت جریان زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت گوسفند در شکل (۶) نشان داده شده است.



شکل (۶) زیرسامانه عرضه و تقاضای گوشت گوسفند

Figure (6) Supply and demand of sheep meat subsystem

اعتبارسنجی مدل: آزمون بازتولید رفتار

از جمله روش‌های متداول برای ارزیابی مدل‌های شبیه‌سازی، آزمون بازتولید رفتار گذشته متغیرها می‌باشد. در ادامه برای ارزیابی دقت و درستی مدل، به مقایسه داده‌های واقعی و نتایج شبیه‌سازی مدل پرداخته شده است. نمودار دوره (سری)های شبیه‌سازی شده و واقعی برای متغیرهای قیمت دام زنده، قیمت گوشت مرغ، قیمت خرده فروشی گوشت گوساله، قیمت گوشت گوسفند و موجودی دام مولد در شکل‌های (۲) تا (۶) پیوست ارائه شده است. همچنین به منظور کسب اطمینان بیشتر از بازسازی رفتار واقعی داده‌ها توسط داده‌های شبیه‌سازی شده، معیارهای توان دوم ضریب همبستگی و درصد میانگین مطلق خطا برای متغیرهای یاد شده، در جدول (۱) گزارش شده است.

جدول (۱) نتایج آزمون‌های آماری مربوط به اعتبارسنجی مدل

Table (1) Results of statistical tests related to model validation

متغیر Variable	توان دوم ضریب همبستگی R^2	درصد میانگین مطلق خطا MAPE
قیمت دام زنده Prime cattle price	0.94	0.08
قیمت خرده فروشی گوشت گوساله Retailer price	0.94	0.05
موجودی دام مولد Breeding stock inventory	0.92	0.07
قیمت گوشت مرغ Chicken price	0.93	0.12
قیمت گوشت گوسفند Sheep price	0.89	0.09

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

همان‌طور که نمودارهای مقایسه داده‌های شبیه‌سازی شده و واقعی نشان می‌دهد، داده‌های شبیه‌سازی شده مربوط به متغیرها تا حدودی در سطح میانگین تغییر داده‌های واقعی قرار گرفته‌اند. همچنین نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که ضریب همبستگی میان داده‌های واقعی و داده‌های شبیه‌سازی شده نزدیک به عدد ۱ می‌باشد. درصد میانگین مطلق خطا نیز برای بیشتر متغیرها نزدیک به عدد صفر می‌باشد که به این معناست که مقدارهای پیش‌بینی شده توسط مدل، بسیار نزدیک به مقدارهای واقعی داده‌ها می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش فعالان اصلی زنجیره ارزش گوشت گوساله در شهر مشهد شناسایی شده‌اند و تعامل میان این گروه‌ها در قالب رابطه‌های علت معلولی ترسیم شده و با معادله‌نویسی برای هر یک از این رابطه‌ها، نمودار انباشت جریان این زنجیره نیز تدوین شده است. پس از اطمینان یافتن از اعتبار مدل طراحی شده بر مبنای آزمون بازتولید رفتار، شبیه‌سازی وضعیت کنونی زنجیره ارزش گوشت گوساله در شهر مشهد صورت گرفته است. نتایج گویای وجود ۳۶ حلقه بازخوردی شامل ۹ حلقه مثبت و ۲۷ حلقه تعادلی در زنجیره ارزش این محصول می‌باشد. همچنین نتایج گویای وجود روند افزایشی نسبی شدید در متغیرهای قیمت خرده فروشی گوشت گوساله و قیمت گوشت گوسفند است. این در حالی است که روند افزایش قیمت دام زنده بسیار کندتر می‌باشد. از سوی دیگر، نتایج مبین این است که جمعیت دام مولد این شهر در سال‌های اخیر در حال تجربه یک روند کاهشی است که می‌تواند زنگ خطری برای تولید گوشت قرمز در سال‌های

آتی باشد. مدل انباشت جریان طراحی شده در این تحقیق، مدل پایه نام دارد که وضعیت متغیرهای زنجیره را در شرایط کنونی نشان می‌دهد، به این معنا در صورتی‌که هیچ‌گونه سیاستی از سوی دولت برای حمایت از تولیدکنندگان یا مصرف کنندگان گوشت گوساله صورت نگیرد متغیرها با روندی که در نتایج مدل‌سازی به دست آمده است تغییر خواهند کرد. با توجه به نتایج به دست آمده، این امر می‌تواند در سال‌های آتی موجب کاهش شدید جمعیت دام مولد در منطقه مورد بررسی شود. همچنین با توجه به اینکه روند رشد قیمت گوشت در خرده فروشی بسیار شدیدتر از روند رشد قیمت دام زنده در گاوداری است و اغلب دامدارها نیز نهاده‌های تولید را با قیمت بازار آزاد تهیه می‌کنند؛ احتمال ورشکستگی شمار قابل توجهی از این واحدها در سال‌های آینده وجود دارد. گذشته از این، با توجه به روند افزایشی قیمت گوشت گوسفند و گوشت مرغ که جانشین‌هایی برای گوشت گوساله به شمار می‌آیند می‌توان نتیجه گرفت که در سال‌های آینده و با ادامه روند کنونی، احتمال حذف انواع گوشت از سبد مصرفی خانوارهای کم‌درآمد وجود دارد که این موضوع می‌تواند رفاه مصرف کنندگان را به شدت تحت تأثیر قرار دهد و هزینه‌های چشمگیر سلامت و درمان را به دولت تحمیل کند. از سوی دیگر، با توجه به اینکه در افق ۱۴۰۴ برای افزایش مصرف سرانه گوشت قرمز در کشور هدف‌گذاری شده است؛ ضروری است که دولت با اقدام‌های مناسب حمایتی، از ادامه چنین روند افزایشی در رشد قیمت گوشت قرمز و کاهش جمعیت دام مولد جلوگیری شود.

در این راستا، از مدل پیشنهادی این تحقیق می‌توان برای تحلیل و ارزیابی سیاست در بخش امور دام کشور بهره گرفت. تحلیل و ارزیابی سیاست می‌تواند شامل پیش‌فرض (سناریو)سازی روی متغیرهای کلیدی سامانه یا ایجاد راهبردهای جدید و تغییر ساختار سامانه باشد. به عنوان مثال، اثر سیاست آزادسازی نرخ ارز برای واردات نهاده‌های دامی که یکی از موضوع‌های مهم و به‌روز جامعه در راستای آزادسازی قیمت‌ها و شفافیت عرضه نهاده‌های دامی است؛ با استفاده از مدل انباشت جریان ارائه شده در این پژوهش به خوبی قابل بررسی است. همچنین می‌توان اثرگذاری‌های سیاست‌هایی مانند اعطای تسهیلات برای تأسیس گاوداری‌های جدید، اعطای یارانه به مصرف کننده برای خرید گوشت، اعطای یارانه به تولیدکنندگان برای تهیه نهاده‌ها و تغییر تعرفه واردات گوشت و نهاده‌های دامی را بر متغیرهای کلیدی سامانه ارزیابی نمود و تغییرپذیری‌های رفاه تولید کنندگان و مصرف کنندگان این محصول را در نتیجه‌ی اجرای هر یک از این سیاست‌ها پیش از اجرا و بدون متحمل شدن هزینه بررسی کرد. این مدل همچنین

قابلیت آن را دارد که متغیرهای مورد نظر مدیران بخش کشاورزی که در حال حاضر در نظر گرفته نشده‌اند؛ به آن اضافه شده و زنجیره ارزش گوشت قرمز در شهر مشهد با مرزهای گسترده‌تری طراحی و شبیه‌سازی شود.

بنابراین چنین مدلی که پویایی‌های رابطه میان عامل‌های درگیر در زنجیره ارزش گوشت قرمز را به خوبی نشان می‌دهد می‌تواند بیشتر توسعه پیدا کرده و به عنوان یک الگوی عملیاتی تصمیم‌گیری برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی کشور استفاده شود تا از انجام آزمون و خطا برای انتخاب سیاست‌های بهینه بخش دام کشور پرهیز کرده و بهترین راهبردها برای عرضه پایدار گوشت قرمز، کاهش نوسان‌های قیمت و جلوگیری از کاهش بیشتر جمعیت دام مولد تعیین شوند. در نهایت با توجه به اینکه روش مدل‌سازی پویایی سامانه می‌تواند به توسعه بینش و ادراک محقق از وضعیت زنجیره ارزش محصول‌های کشاورزی کمک شایان توجهی کرده و نتایج سیاست‌های دولت را در بخش کشاورزی پیش‌بینی کند، پیشنهاد و تأکید می‌شود که پیش از اجرای سیاست‌های کلان در بخش کشاورزی، تاثیرگذاری آن‌ها بر روی متغیرهای مهم سامانه از طریق طراحی و ترکیب‌بندی مدل انباشت جریان سامانه مورد آزمون قرار گیرد.

منبع‌ها

Abbasi, I. A., Ashari, H., Ariffin, A. S., & Yusuf, I. (2023). Farm to Fork: Indigenous Chicken Value Chain Modelling Using System Dynamics Approach. Sustainability, 15(2), 1402.

Abdulla, I., Arshad, F. M., Bala, B. K., Bach, N. L., and Mohammadi, S. (2016). Management of beef cattle production in Malaysia: a step forward to sustainability. *American Journal of Applied Sciences, 13(9): 976-983.*

Alizadeh, P. (2019). Dynamic modeling of the effects of supportive government policies on value chain of red meat in Mashhad. PhD Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.

Alizadeh, P., Mohammadi, H., Shahnoushi, N., Saghaian, S., & Pooya, A. (2019a). Evaluating Cost Structure and Economies of Scale of Beef Cattle Fattening Farms in Mashhad City. *Journal of Agricultural Science and Technology, 21(7), 1753-1766.*

Alizadeh, P., Mohammadi, H., Shahnoushi, N., Saghaian, S., & Pooya, A. (2019b). Investigating factors affecting import demand of meat and livestock inputs in Iran. *Iranian Journal of Agricultural Economics, 13 (3): 1-28.*

Alizadeh, P., Mohammadi, H., Shahnoushi, N., Saghaian, S., & Pooya, A. (2020). Application of system thinking approach in identifying the challenges of beef

value chain. AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics, 12(665-2020-1230), 3-16.

Conrad, S. H. (2004). The dynamics of agricultural commodities and their responses to disruptions of considerable magnitude. In Proceedings of the International Conference of the System Dynamics Society.

Cox, A. (1999). Power, value and supply chain management. Supply Chain Management: *An International Journal, 4: 167-175*.

Fartookzadeh, H. and Rajabi, M. (2011). "Dynamic modeling of traffic in cities in order to transport improvement policies*". Journal of transportation research, 30(1), pp. 82-63.*

Forrester, J.W. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge: MIT Press. Currently available from Pegasus Communications: Waltham, MA.

Forrester, J.W. (1997). System dynamics and K-12 teachers. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA, USA.

Heydari, J., Zareayan, M.K., Heydari, E., Hezarkhani, B., and Karimi, R. (2019). Modeling the price fluctuations in the supply chain of poultry meat: a system dynamics approach. *Journal of Agricultural Economics Research, 11 (42), 237-262.*

Iran Ministry of Agriculture Jihad. (2022). Information and Communication Technology Center. Available online at: https://maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3353#

Iran Statistical Center. (2016). Summary of slaughtering statistics. Available online at: https://www.amar.org.ir/Portals/0/News/1396/chkdams-95.pdf

Jalali, H., Kamaei, ZH., and Azizi A. (2019). Investigation of changes in production, consumption and prices of red meat in the country. Statistical Research and Training Center

Jamshidifar, M., Salarpour, M., Sabouhi, M., Mehrabi, H., and Ahmadpour Borazjani, M. (2017).Simulation of chicken meat supply chain facing bird Flu crisis: case study: Khorasan Razavi province. *Journal of Agricultural Economics and Development, 31 (4): 321-331.*

Jie, F., Jenkins, R. J., and Parton, K. (2007). A systems dynamics approach to modelling in the Australian beef supply chain. In Australian and New Zealand Academy of Management Conference. ANZAM Operations Management Symposium.

Kleijnen, J. and Smits, M. (2003). Performance metrics in supp1y chain man Lie, H., and Rich, K. 2016. Improving value chains for dairy farmers in matiguás, Nicaragua: a System Dynamics Approach. Proceedings in Food System Dynamics, 229-244.agement. *Journal of the Operational Research Society, 54(5): 507-514.*

Laibuni, N., and Kirui, L. (2018). Transforming livestock production through systems thinking approach: the case of west Pokot and Narok counties. In 2018

Conference, July 28-August 2, 2018, Vancouver, British Columbia, No. 276020. International Association of Agricultural Economists.

Mahmoodi, E., Naim Sadeghi, A., Chaharsooghi, K., and Eskandari, H. (2010). Impact of information system flow on make-to-order manufacturer supply chain network: systems dynamics approach. *Journal of Modeling in Engineering, 8 (22): 21-35.*

Meadows, D. L. (1970). Dynamics of Commodity Production Cycles. The MIT Press.

Safaei, B., Mosleh Shirazi, A., Mohamadi, A., and Alimohammadlou, M. (2019). A Systematic model for the diffusion of commercial Soft technology in Iran's oil industry. *Journal of Technology Development Management, 6 (3): 41-70.*

Setianto, N. (2015). Systems thinking approach to develop smallholder beef farming in rural Java, Indonesia. PhD Thesis, University of Queensland.

Shank, J. K. (1989). Strategic cost management: new wine, or just new bottles. *Journal of Management Accounting Research, 1: 47–65.*

Shapiro, J. F. 2007. Modeling the Supply Chain. 2nd edition, Belmont.

Sterman, J. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill, Boston.

Suryani, E., Hendrawan, R. A., Muhandhis, I., and Dewi, L. P. (2016). Dynamic simulation model of beef supply chain to fulfill national demand. Jrnal Teknologi, 78(9): 169-177.

Tedeschi, L. O., Nicholson, C. F., and Rich, E. (2011). Using system dynamics modelling approach to develop management tools for animal production with emphasis on small ruminants. *Small Ruminant Research, 98(1-3): 102-110.*

Volker,G., and Steven, F. (2005). Individual-based Modeling and Ecology. Princeton University Press.

Wessely, P. (2010). Value Determination of Supply Chain Initiatives: A Quantification Approach Based on Fuzzy Logic and System Dynamics. Springer Science and Business Media.

پیوست

جدول (۱) مهم‌ترین متغیرهای انباشت

Table (1) Stock variables

متغیر Variable	توضیح Explanation	واحد اندازه گیری Unit of measurment
Demand con	تقاضای کنسانتره	کیلوگرم
Concentrate price	قیمت کنسانتره	تومان بر کیلوگرم
Concentrate inv	موجودی کنسانتره	کیلوگرم
Corn price	قیمت ذرت	تومان بر کیلوگرم
Corn inv	موجودی ذرت	کیلوگرم
Demand corn	تقاضای ذرت	کیلوگرم
Breed stock	موجودی دام مولد	رأس
Prime cattle	موجودی دامدار	رأس
Price prime cattle	قیمت دام زنده	تومان بر کیلوگرم
Soybean price	قیمت کنجاله سویا	تومان بر کیلوگرم
Soy demand	تقاضای کنجاله سویا	کیلوگرم
Soybean inv	موجودی کنجاله سویا	کیلوگرم
Price chicken	قیمت مرغ	تومان بر کیلوگرم
Inv chicken	موجودی مرغ	کیلوگرم
Price retailer	قیمت خرده فروشی گوشت گوساله	تومان بر کیلوگرم
Retailer inv	موجودی خرده فروشی گوشت گوساله	کیلوگرم
Inv sheep	موجودی گوشت گوسفند	کیلوگرم
Price sheep	قیمت گوشت گوسفند	تومان بر کیلوگرم

جدول (۲) مهم‌ترین متغیرهای نرخ

Table (2) Rate Variables

متغیر Variable	توضیح Explanation	واحد اندازه گیری Unit of measurment
Prod concentrate	نرخ تولید کنسانتره	کیلوگرم در ماه
Sale concentrate	نرخ فروش کنسانتره	کیلوگرم در ماه
Prod rate corn	نرخ تولید ذرت	کیلوگرم در ماه
Sale corn	نرخ فروش ذرت	کیلوگرم در ماه
Breed stock slaughtering	نرخ کشتار دام مولد	رأس در ماه
Sale to D	نرخ فروش دام زنده به واسطه	رأس در ماه
Slaughter rate	نرخ کشتار دام	رأس در ماه
Prod soy	نرخ تولید کنجاله سویا	کیلوگرم در ماه

ادامه جدول (۲) مهم‌ترین متغیرهای نرخ

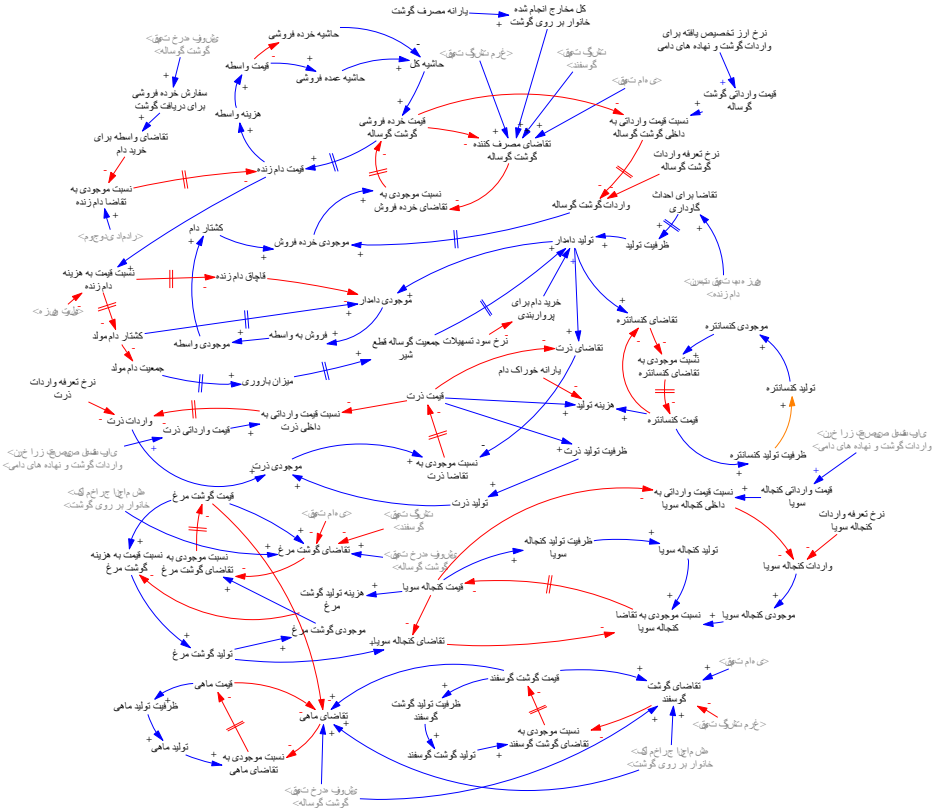
Table (2) Rate Variables

متغیر Variable	توضیح Explanation	واحد اندازه گیری Unit of measurment
Sale soy	نرخ فروش کنجاله سویا	کیلوگرم در ماه
Prod chicken	نرخ تولید مرغ	کیلوگرم در ماه
Chicken im	نرخ واردات مرغ	کیلوگرم در ماه
Sale chicken	نرخ فروش مرغ	کیلوگرم در ماه
Sheep im	نرخ واردات گوشت گوسفند	کیلوگرم در ماه
Sale sheep	نرخ فروش گوشت گوسفند	کیلوگرم در ماه

جدول (۳) مهم‌ترین متغیرهای کمکی و پارامترها

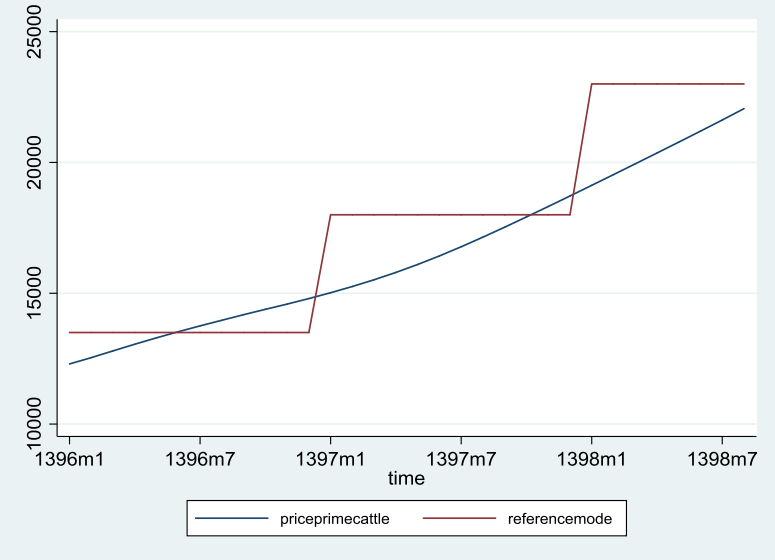
Table (3) Auxiliary variables and parameters

متغیر Variable	توضیح Explanation	واحد اندازه گیری Unit of measurment
Effect inv on price	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر قیمت کنسانتره	بدون واحد
Effect inv on pcorn	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر قیمت ذرت	بدون واحد
Effect inv on price C	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر قیمت دام زنده	بدون واحد
Average wt per cattle	میانگین وزن زنده دام زنده (آماده کشتار)	کیلوگرم بر رأس
Slaughter cost per kilo	هزینه کشتار دام	تومان بر کیلوگرم
Total kg fatening	کل میزان تولید	کیلوگرم در ماه
Cost H	هزینه تولید دام هر گاوداری	تومان در ماه
Price cost ratio	نسبت قیمت به هزینه تولید دام	بدون واحد
Effect inv on p soy	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر قیمت کنجاله سویا	بدون واحد
Effect inv on prod ch	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر تولید مرغ	بدون واحد
Effect inv ch on p	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر قیمت مرغ	بدون واحد
Exp share chicken	سهم هزینه مرغ	بدون واحد
Cost dealer	هزینه‌های واسطه	تومان بر کیلوگرم
Retail mm	حاشیه خرده فروشی گوشت گوساله	تومان بر کیلوگرم
Wholesale mm	حاشیه عمده فروشی گوشت گوساله	تومان بر کیلوگرم
Total market margin	حاشیه کل بازار گوشت گوساله	تومان بر کیلوگرم
Effect inv on price R	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر قیمت گوشت گوساله	بدون واحد
Effect inv on price sheep	اثر نسبت موجودی به تقاضا بر قیمت گوشت گوسفند	بدون واحد
Exp share sheep	سهم مخارج گوشت گوسفند	بدون واحد



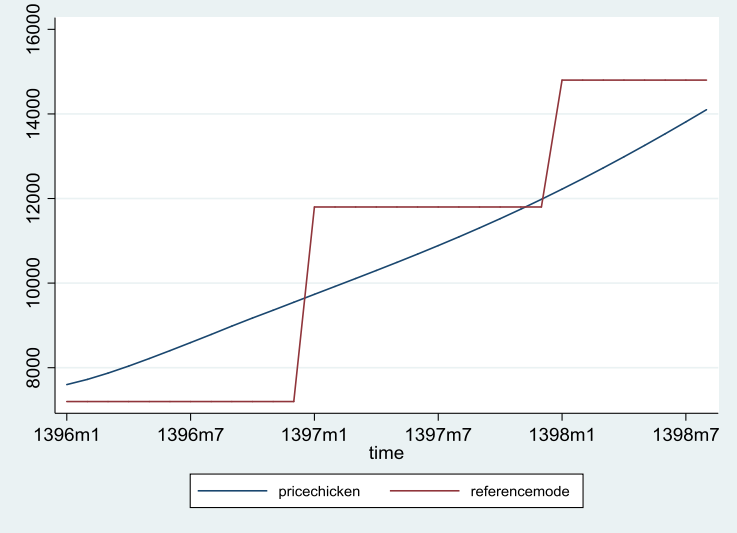
شکل (۱) نمودار علت معلولی یکپارچه زنجیره ارزش گوشت گوساله

Figure (1) Integrated causal loop diagram of beef value chain



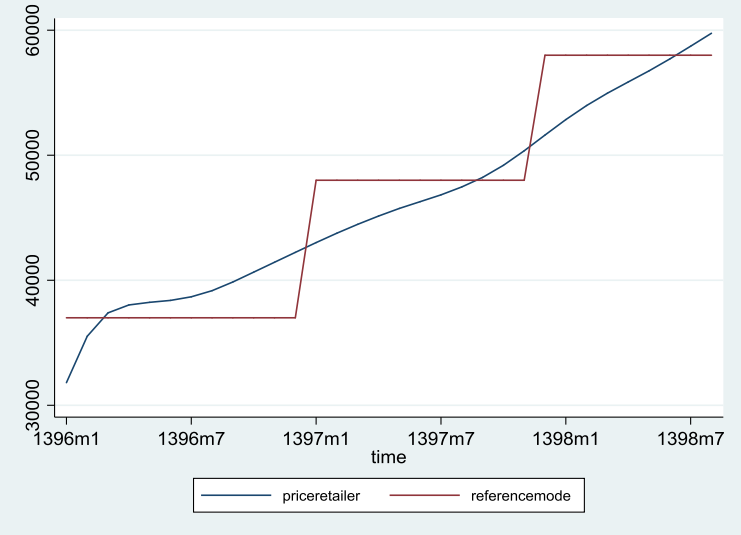
شکل (۲) مقایسه داده شبیه‌سازی شده با داده واقعی قیمت دام زنده

Figure (2) Comparison of simulated data with real prime cattle price data



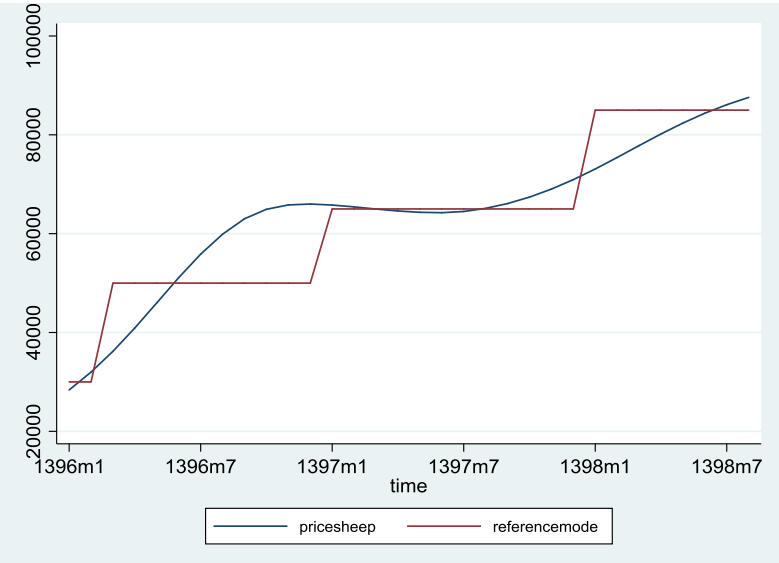
شکل (۳) مقایسه داده شبیه‌سازی شده با داده واقعی قیمت گوشت مرغ

Figure (3) Comparison of simulated data with real chicken price data



شکل (۴) مقایسه داده شبیه‌سازی شده با داده واقعی قیمت خرده فروشی گوشت گوساله

Figure (4) Comparison of simulated data with real beef retailer price data



شکل (۵) مقایسه داده شبیه‌سازی شده با داده واقعی قیمت گوشت گوسفند

Figure (5) Comparison of simulated data with real sheep meat price data

شکل (۶) مقایسه داده شبیه‌سازی شده با داده واقعی موجودی دام مولد

Figure (6) Comparison of simulated data with real breeding stock inventory data

Doi: 10.22034/IAES.2024.2007173.2007

Agricultural Economics/Volume 18/Issue 1/1403

Design and Simulation of Beef Value Chain in Mashhad City Using: System Dynamic Approach

Parisa Alizadeh, Hosein Mohammadi, Naser Shahnoushi, Seyed Hossein Saghaian Nejad[1]

Received: 16 July.2023 **Accepted: 16 Jan.2024**

Extended Abstract

Introduction

The price of red meat has grown significantly in recent years, which has reduced the welfare of the consumers of this product, and its consumption has decreased greatly in the low-income groups of the society. The presence of many challenges in the beef value chain and the presence of many activists with different goals in this chain have made it complicated and difficult to analyze this chain. One of the best methods for designing complex systems, determining policies and solving their problems is system dynamics modeling.

Material and Methods

In this study, after identifying the actors in the value chain, the relationships among the elements of this system were expressed in the form of causal loop diagram. Then, the types of the variables in the system were determined including stock, rate, auxiliary and parameters and the stock-flow diagram of this value chain was drawn and then was formulated. After validating the designed model using the behavior reproduction test, the current state of this value chain has been simulated.

Results and Discussion

The results indicate that the growth trend of red meat price is increasing and much more intense than the growth trend of livestock prices. Also, the population of breeding stock in the studied area has experienced a downward trend in recent years. In this basic model, by creating scenarios on key variables such as the exchange rate and the import tariff rate of inputs and red meat, it is possible to examine the impact of various government support policies on the price of beef and other important variables of this chain.

[1] Respectively: Assistant Professor of Agricultural Economics at University of Kurdistan, Associate Professor of Agricultural Economics at Ferdowsi University of Mashhad, Professor of Agricultural Economics at Ferdowsi University of Mashhad, Professor of Agricultural Economics at University of Kentucky, USA
Email: p.alizadeh@uok.ac.ir

Suggestions

Therefore, such a model that shows the dynamics of the relationships between the factors involved in the red meat value chain can be used as an operational dashboard for decision making for policy makers and planners of the country's agricultural sector.

JEL Classification: Q1, Q13, C60

Keywords: Value chain, Beef, Causal loop diagram, Stock flow diagram, Simulation