The University of Tehran Press

Natural Resources Governance

Home Page: https://jnrg.ut.ac.ir/

Online ISSN: 3060-7183

Apply System Dynamics Approach to Discover the Relationships Affecting the Optimal Governance in Rangeland Ecosystems

Esmaeil Alizadeh[1*] | Hossein Azarnivand[2] | Mohammad Ali Zare Chahuki[3]| Ali Kiani Rad[4]

1. Corresponding Author, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: ealizadeh@ut.ac.ir
2. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
4. Research Institute for Planning, Agricultural Economics and Rural Development, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received 11 August, 2024
Revised September 09, 2024
Accepted September 10, 2024
Published online 22 September 2024

Keywords:

Rangeland ecosystems,
DPSIR framework,
System dynamics,
Integrated management.

ABSTRACT

The discovery and analysis of types of relationships and interactions of different parts (ecological, socio-economic and administrative), as well as integrated evaluation of related issues are considered as one of the main challenges to planning and integrated management of rangeland ecosystems. To answer this need, system thinking is used to understand the driving forces and their relationship with existing subsystems in rangelands. Modeling is a collaborative approach in the analysis of system behavior and is essential for the sustainable management. To achieve this objective, the factors affecting the balance between livestock and rangeland were assessed. In the pre-assessment of factors affecting the basin sustainability, the drivers, pressures, states and impacts were identified using Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) framework, and the conceptual sustainability model was drawn in rangeland ecosystems. In general, the model consists of three criteria, six subsystems, 35 indices and 132 variables. At methodological level, the present article seeks to describe the system dynamics tool and its implementation procedures for the planning and management of rangeland ecosystems. It finally seeks to provide techniques to clarify the hypothesis testing process by giving an example of rangelands in arid and testing different strategies and policies. The results of implementing that the designed model can provide a clear overview of the results of decisions made by managers and policymakers as well as changes in environmental stimuli.

Cite this article: Alizadeh, E.; Azarnivand, H.; Zare Chahuki, M. A. & Kiani Rad, A. (2024). Apply System Dynamics Approach to Discover the Relationships Affecting the Optimal Governance in Rangeland Ecosystems. *Natural Resources Governance*. 1 (2), 167-179. DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.380711.1013

© Esmaeil Alizadeh, Hossein Azarnivand, Mohammad Ali Zare Chahuki, Ali Kiani Rad.
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.380711.1013

انتشارات دانشگاه تهران

نشریهٔ حکمرانی منابع طبیعی

سایت نشریه: https://jnrg.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۷۱۸۳-۳۰۶۰

کاربرد رویکرد پویایی سیستم در کشف روابط اثرگذار بر حکمرانی مطلوب در اکوسیستم‌های مرتعی

اسماعیل علیزاده[1*] | حسین آذرنیوند[2] | محمدعلی زارع‌چاهوکی[3] | علی کیانی‌راد[4]

۱. نویسنده مسئول، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. کرج، ایران. رایانامه: ealizadeh@ut.ac.ir

۲. گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعهٔ روستایی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

کلیدواژه:
اکوسیستم‌های مرتعی،
پویایی سیستم،
چارچوب DPSIR،
مدیریت جامع.

چکیده

کشف و تحلیل نوع روابط و تأثیر بخش‌های اکولوژیک، اقتصادی– اجتماعی و مدیریتی بر یکدیگر و ارزیابی مسائل موجود از چالش‌های اصلی برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه در اکوسیستم‌های مرتعی است. استفاده از مدل‌های پویا در تحلیل رفتار سیستم‌های پیچیده به‌دلیل نتایج قابل قبول این مدل‌ها همواره مدنظر بوده است. در تحقیق حاضر از تفکر سیستمی به‌منزلهٔ پلی برای ارتباط بین بخش‌های مختلف حکمرانی و همچنین درک بهتر نیروهای محرک و رابطهٔ آنها با زیرسیستم‌های موجود در مراتع استفاده شده است. برای دستیابی به این هدف، عوامل تأثیرگذار بر تعادل دام و مرتع در مراتع شرق دامغان ارزیابی شد. در سطح روش‌شناختی، مقالهٔ حاضر در پی توصیف ابزار پویایی سیستم و روش‌های اجرایی آن با هدف برنامه‌ریزی اکوسیستم‌های مرتعی و مدیریت جامع آنها و در گام بعدی در پی استفاده از ابزاری به‌منظور اعمال راهبردها و سیاستگذاری‌ها در مدل تهیه‌شده و در نهایت ارزیابی نتایج هر یک از راهبردها براساس آنالیز حساسیت شاخص‌هاست. در گام پیش‌ارزیابی عوامل مؤثر بر پایداری مراتع، محرک‌ها، فشارها، حالت‌ها، تأثیرات و پاسخ‌ها به‌وسیلهٔ چارچوب DPSIR شناسایی و مدل مفهومی پایداری در اکوسیستم‌های مرتعی ترسیم شد. به‌طور کلی مدل دارای سه معیار، شش زیرسیستم، ۳۵ شاخص و ۱۳۲ متغیر است. نتایج حاصل از اجرا و تحلیل حساسیت مدل حاکی از آن است که پویایی سیستم قابلیت ارائهٔ دورنمایی روشن از نتایج حاصل از تصمیم‌های مدیران و سیاستگذاران بر هر یک از اجزا و همچنین لزوم تغییر نگرش در نحوهٔ حکمرانی در این اکوسیستم‌ها را در پی خواهد داشت.

استناد: علیزاده، اسماعیل؛ آذرنیوند، حسین؛ زارع‌چاهوکی، محمدعلی و کیانی‌راد، علی (۱۴۰۳). کاربرد رویکرد پویایی سیستم در کشف روابط اثرگذار بر حکمرانی مطلوب در اکوسیستم‌های مرتعی. *نشریهٔ حکمرانی منابع طبیعی*، ۱ (۲) ۱۶۷-۱۷۹ .

DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.380711.1013

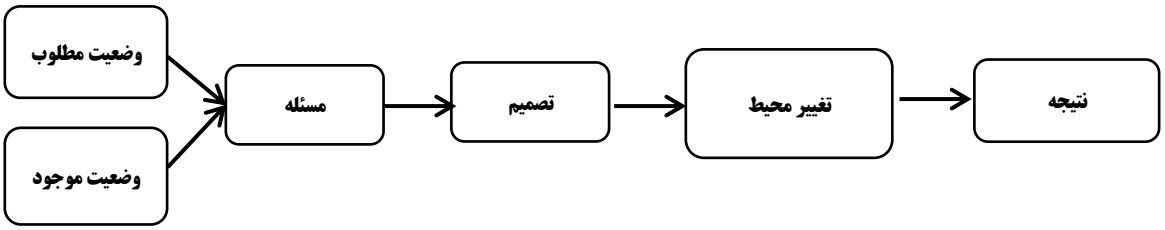
© اسماعیل علیزاده، حسین آذرنیوند، محمدعلی زارع‌چاهوکی، علی کیانی‌راد
DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.380711.1013

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

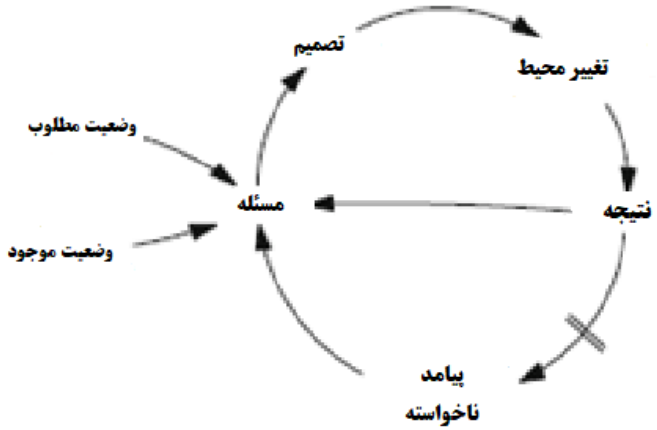
۱. مقدمه

امروزه ارتباط مؤثری بین خدماتی که مراتع ارائه می‌دهند، رفاه انسان و میزان پایداری اکوسیستم وجود دارد (Richards et al. 2022). اکوسیستم‌های مرتعی تحت تأثیر شبکه‌ای پیچیده از نیروهای محرک، شامل تغییرات اقلیمی، نهاده‌های اجتماعی، محرک‌های اقتصادی (سیاست‌های بازار) و مالکیت زمین قرار گرفته‌اند (Ginger et al., 2015). در چنین اکوسیستم درهم‌تنیده‌ای دیدگاه رویدادگرا یا تفکر خطی نمی‌تواند مشکلات پیچیده را حل‌وفصل کند (Forrester, 1961, 1969; Richmond, 1993; Sterman, 2000). یکی از نتایج تفکر خطی تکیه بر این اصل است که بسیاری از مشکلات آشکارشده میان وضعیت کنونی و مورد انتظار جدا از محیط اطراف قابل حل هستند (شکل ۱)؛ در نتیجه هیچ‌گاه درک جامع و عمیقی در مورد مشکل به‌دست نمی‌آید. بنابراین مدیریت سیستم‌های پیچیده با استفاده از مدل‌های خطی و تک‌سویه ممکن است محکوم به ارائهٔ نتایج غیرواقعی یا حداقل مشکوک شود (Hjorth & Bagheri, 2006؛ میرچی و همکاران، ۲۰۱۲).

در مقابل تفکر خطی، تفکر علّی و معلولی یا حلقهٔ بسته تحلیلگران را قادر می‌سازد که حلقه‌های بازخوردی مهم، ارتباطات ساختار سیستم، محاسبهٔ زمان تأخیر و در مجموع شکل دادن به رفتار سیستم‌های پیچیده را بررسی کنند. درک اختلاف میان وضعیت ایدئال و وضعیت موجود و تمایل به فهم همهٔ جوانب مسائل موجود است که اغلب سبب تغییر اکوسیستم برای رسیدن به وضعیت مطلوب می‌شود (Richmond, 1993) (شکل. ۲).



شکل ۱. تفکر خطی (Sterman, 2000).



شکل ۲. تفکر علی غیرخطی، حالت‌های علّی و روابط علّی به‌ترتیب با کلمات و فلش نشان داده می‌شوند. نوارهای دوتایی نشان‌دهندهٔ تأخیر زمانی است(میرچی و همکاران، ۲۰۱۲). (برگرفته از Sterman, 2000).

مدل‌سازی یکپارچه، رویکردی نوین برای اتصال دانش مدل‌سازی، رشته‌ها و زمینه‌های تحقیقاتی مختلف و استفاده از توانایی آنها در برنامه‌ریزی استراتژیک است (Prodanovic & Simonovic, 2007). مدل‌های پویا به‌طور فزاینده‌ای در حال تبدیل به یکی از ابزارهای تجزیه‌وتحلیل سیاست‌ها و مسائل مدیریتی هستند. سودمندی این مدل‌ها دلالت بر توانایی آنها در پیوند الگوهای قابل مشاهدهٔ رفتاری در سطح خرد و فرایند تصمیم‌گیری دارد (Oliva, 2003). در ایران، طی سالیان گذشته سیاستگذاران مراتع با اتخاذ سیاست‌ها و تدابیر لازم از جمله تهیهٔ طرح تعادل دام و مرتع و طرح‌های زیرمجموعهٔ این طرح، همچنین نظارت و حفاظت سازمان‌های متولی و طرح‌های ترویجی و مشارکتی، در پی توقف یا حداقل کند شدن روند تخریب مراتع بوده‌اند، اما به‌دلیل

پیچیدگی روابط و عوامل اثرگذار بر مراتع هیچ‌گاه در متوقف کردن کامل روند تخریب توفیقی حاصل نشده است. این سیاستگذاری‌ها بیش از آنکه علل اصلی ایجاد ناپایداری در مراتع را هدف قرار دهند به معلول‌ها پرداخته‌اند و با اتخاذ سیاست‌های کوتاه‌مدت به درمان علائم و تعدیل سریع بحران‌های ناشی از آن توجه داشته‌اند. در این سیاست‌ها کاهش تعداد دام، توزیع علوفه بین دامداران و اصلاح مراتع برای افزایش تولید، مورد نظر قرار گرفته است بدون آنکه به زمینه‌های پدیدآورندهٔ این وضعیت توجه کافی شده باشد (زارع چاهوکی، ۲۰۱۱). راهکار اجرای مدیریت یکپارچه در مراتع، وجود سیستم مدیریت پویا، همه‌جانبه و تاب‌آور برای استفادهٔ پایدار براساس شاخص‌های اکولوژیکی و اقتصادی- اجتماعی است. با توجه به موارد ذکرشده و لزوم طراحی مدلی یکپارچه به‌منظور تبیین وضعیت فعلی و تأثیر سیاستگذاری‌ها در مراتع، مدل پویای مراتع کشور توسط ازکیا و همکاران (۱۳۸۳) تدوین و برای مراتع کشور اجرا شد. این مدل دارای سه معیار، شش زیرسیستم، ۳۵ شاخص و ۱۳۲ متغیر است و از هر حیث کامل به نظر می‌رسد، اما به‌دلیل تغییر برخی سیاست‌های جمعیتی یا مسائل اقتصادی مانند نقدی‌سازی یارانه‌ها، به اجرای مجدد در یک محدودهٔ سیاسی کوچک‌تر به‌دلیل گستردگی اطلاعات نیاز داشت. پژوهش حاضر در پی درک سازوکارها و روابط بین بخش‌های مختلف اکوسیستم مرتع به‌عنوان یک سیستم پویا در سطح یک حوضهٔ آبخیز و چندین سامان عرفی با استفاده از تفکر سیستمی و مدل‌سازی آن است.

۲. روش‌شناسی

۲-۱. مراتع حوضهٔ شرق دامغان

حوضهٔ آبخیز شرق دامغان با وسعت ۲۳۰۷۸۸ هکتار در استان سمنان واقع شده است. متوسط بارندگی این حوضه ۱۸۰/۸ میلی‌متر برآورد شده است. این منطقه دارای مراتع ییلاقی در ارتفاعات شمال و مراتع قشلاقی در بخش مرکزی و جنوبی است. در محدودهٔ پژوهش، شیوه‌های دامداری گوناگونی شامل دامداری روستایی، نیمه‌صنعتی و صنعتی وجود دارد. شیوهٔ دامداری روستایی غالب است و دامداری در قالب نظام‌های سنتی قرار دارد و طی آن بهره‌بردار به فراخور امکانات و توانایی خود به لحاظ تأمین دام مولد، تأمین علوفه، تأمین جایگاه نگهداری دام و ... به پرورش و نگهداری گاو یا گوسفند و بز می‌پردازد. مراتع منطقهٔ پژوهش با چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی، تغییرات کاربری اراضی، افزایش تعداد بهره‌بردار، کاهش تولید علوفه و به تناسب آن افزایش هزینه‌های دامداری، مشابه مناطق دیگر کشور مواجه است. این چالش‌ها گاه سبب فشار بر مراتع شده یا در برخی سامان‌های عرفی موجب مهاجرت و تغییر شغل بهره‌برداران می‌شوند.

۲-۲. انتخاب معیارها و شاخص‌ها

یکی از عوامل مهم در گسترش مفهوم توسعهٔ پایدار، رویکرد یکپارچه‌ای است که حول مفاهیم محوری تمایلات انسانی، اجتماعی، اقتصادی و نیازهای محیطی اتخاذ شده است. شاخص‌ها وظایف متنوعی را انجام می‌دهند که مهم‌ترین آنها عبارت است از: ۱. سیستم هشدار سریع: در وهلهٔ نخست به‌صورت سیستم هشدار سریع عمل می‌کند، نواحی دچار نقص و ضعف را مورد توجه قرار می‌دهد و پیش از حاد شدن آن امکان رفع مشکل را میسر می‌سازد؛ ۲. اثربخشی: سازوکار سودمندی را تدارک می‌بیند که به‌واسطهٔ آن اثربخشی یک سیاست می‌تواند در طی زمان اندازه‌گیری شود و تحت نظارت باشد؛ ۳. مشارکت: از نشانگرها می‌توان همچون ابزاری برای سهولت بخشیدن به عملکرد جامعه استفاده کرد. یکی از اصول دیگر انتخاب شاخص‌ها آن است که باید با مشارکت مردم ایجاد شده و توسط مردم درک و پذیرفته شده باشند. شاخص‌ها در مرکز فرایند تصمیم‌گیری قرار می‌گیرند، از این‌رو در صورتی که به‌شکل ضعیفی انتخاب شده باشند، ممکن است به اتخاذ تصمیم‌های نادرست منجر شوند و وضعیت سیستم را به‌خوبی منعکس نکنند (Meadows, 1998). پس از تدوین شاخص‌های مورد نظر، ماهیت عوامل مهم‌تر از طریق چارچوب علی و معلولی DPSIR بررسی شد و مشخص شد که هر کدام جزء کدام دسته از معیارهای نیروهای محرک، فشار، حالت، وضعیت و پاسخ قرار می‌گیرند. یکی از مهم‌ترین قسمت‌های چارچوب DPSIR شناسایی عوامل و محرک‌های مسائل موجود و تشخیص عواملی است که بالقوه قابلیت ایجاد مشکل را دارا هستند، هرچند هنوز بالفعل نشده باشند (Kristensen, 2004). هر یک از شاخص‌های مشخص‌شده توسط چارچوب علی و معلولی که در منطقه تأثیرگذار بودند یک زیرسیستم در نظر گرفته شد (جدول ۱).

جدول ۱. مؤلفه‌های رویکرد DPSIR در منطقهٔ پژوهش

نیروی محرکه Driving force	فشار Pressure	وضعیت State	پیامد Consequences	پاسخ Response
رشد جمعیت تغییر اقلیم تغییرات کاربری توسعهٔ صنعتی مسائل اقتصادی (سیاست‌های صادرات و واردات)	خشکسالی تفاوت بارش سالیانه تغییر زمان چرا کاهش تولید مرتع تبدیل کاربری مراتع چرای مفرط از مراتع	وضعیت مرتع مساحت تبدیل وضعیت مرتع نوسان تولید مرتع	تخریب اکوسیستم افزایش بهره‌بردار تغییر فرم رویشی گیاهان (تولید) کاهش تولید علوفه فرسایش خاک مهاجرت (کاهش بهره‌بردار) افزایش خسارت سیل کاهش تولیدات دامی افزایش تقاضای گوشت قرمز افزایش قیمت گوشت کاهش مصرف سرانهٔ گوشت قرمز افزایش قیمت علوفه	تغییر الگوی مصرف سیاست تنظیم خانواده مجوز احداث دامداری صنعتی واردات علوفه کشت گونهٔ سازگار تغییر الگوی کشت (زراعت علوفه) صندوق‌های حمایتی و بیمه اصلاح مراتع برنامه‌های آموزشی و ترویجی

۲-۳. توسعهٔ مدل پویای اکوسیستم مراتع شرق دامغان

در این بخش روابط بین متغیرهای مختلف در هر زیرسیستم به‌صورت مجزا شبیه‌سازی می‌شود. پس از شرح هر یک از زیرسیستم‌ها مدل ارتباط آنها با یکدیگر در مدل کلی تشریح خواهد شد. شایان ذکر است که این تفکیک زیرمدل‌ها فقط برای تشریح بهتر آنها صورت می‌گیرد، زیرا بخش‌های مختلف مدل به‌دلیل یکپارچگی و جامعیت آن و تأثیر متقابل بر یکدیگر، کاملاً به یکدیگر وابسته‌اند و قابلیت تفکیک ندارند. منبع دادهای ورودی به مدل، آمار و سالنامه‌های آماری، طرح آبخیزداری شرق دامغان و اطلاعات حاصل از تحقیق در طول اجرای پژوهش حاصل شده است.

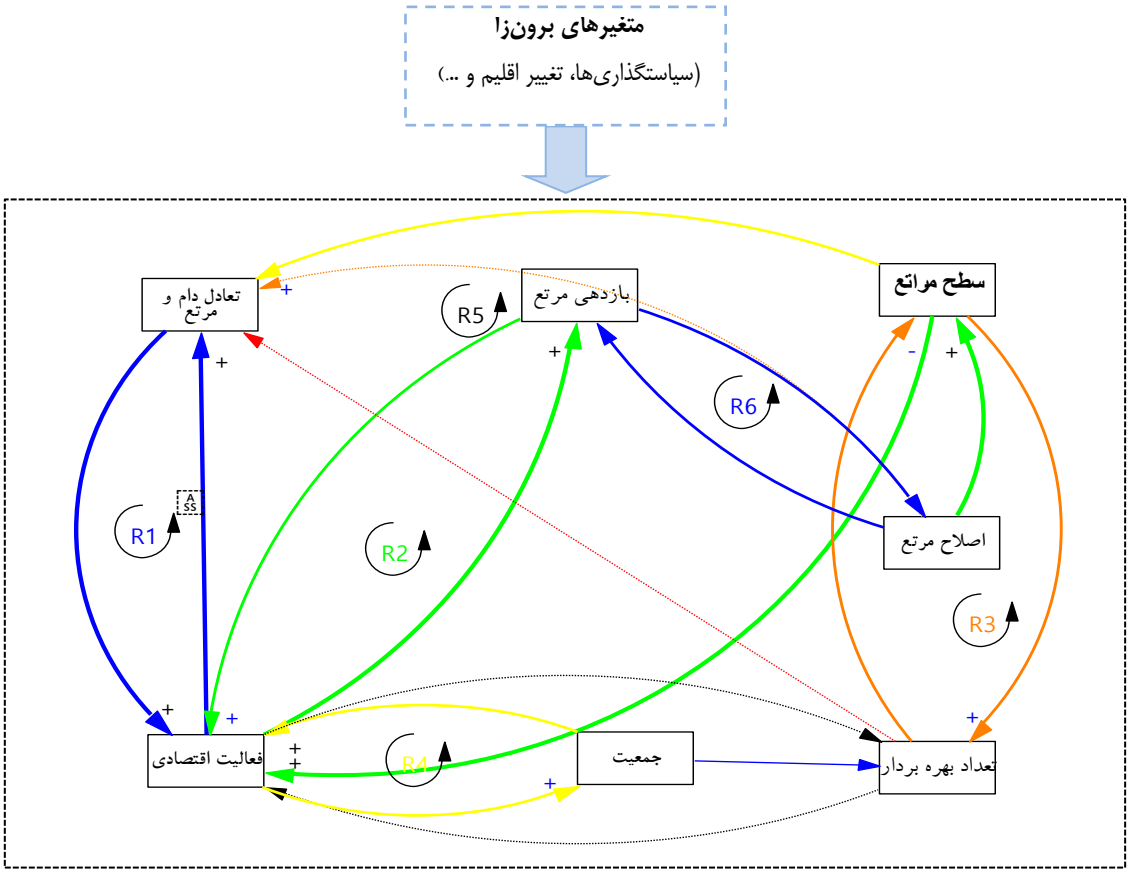
مدل به‌کاربرده شده دارای سه بخش و شش زیرسیستم است که در زیر به آن اشاره شده است:

- پویایی جمعیت و سازوکار رشد جمعیت؛
- اقتصاد شامل عرضه و تقاضا و قیمت علوفه، بخش عرضه و تقاضا و قیمت گوشت قرمز؛
- تعادل دام و مرتع که به‌صورت نوعی سیستم تعادلی میان زیرسیستم‌های دیگر عمل می‌کند؛
- پویایی بهره‌برداران و اندازه اقتصادی مراتع؛
- سطح مراتع شامل وسعت مراتع و تبدیل سطح مراتع و تغییر کاربری؛
- اصلاح مراتع شامل سیاستگذاری در بخش اصلاح مراتع و همچنین شاخص‌های مؤثر بر اصلاح مراتع، شاخص‌های اجتماعی، مدیریتی و ترویجی و تأثیر آنها بر اصلاح مرتع.

۲-۴. مدل مفهومی تعیین مرز سیستم

مدل‌های مفهومی، الگویی برای هدفمند کردن ارزیابی هستند. مدل شبیه‌سازی‌شدهٔ حوضه نیز براساس مدل فکری و مفهومی بنا می‌شود که در آن سعی شده به همهٔ مؤلفه‌های مهم تأثیرگذار در سطح یکسان توجه شود (Hjorth & Bagheri, 2006). پس از شرح هر زیرمدل ارتباط آنها با یکدیگر در مدل کلی تشریح خواهد شد. شایان ذکر است که تفکیک زیرمدل‌ها صرفاً برای سهولت تشریح آنهاست، زیرا بخش‌های مختلف مدل به‌دلیل یکپارچگی و جامعیت آن و تأثیرات متقابل بر یکدیگر، کاملاً به یکدیگر وابسته‌اند و تفکیک آنها ممکن نیست. مدل مفهومی پویایی سیستم در اکوسیستم‌های مرتعی در شکل ۳ آورده شده است.

متغیرهای برون‌زا مانند شرایط محیطی، تغییر اقلیم، سیاست‌های کلان کشوری و استانی (افزایش جمعیت) و غیره به‌صورت یکطرفه بر سیستم تأثیر می‌گذارند.



شکل ۳. مدل مفهومی مدل پویای سیستم در مراتع شرق دامغان

در این شکل شش مؤلفهٔ اصلی نشان داده شده‌اند با چند حلقهٔ بازخوردی که نشان‌دهندهٔ اثر متقابل متغیرهای مدیریتی و خصوصیات فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی بر یکدیگر است.

زیرسیستم سطح مرتع نشان‌دهندهٔ روند تبدیل حالت مراتع از نظر وضعیت و وسعت مرتع است. زیرسیستم تعادل دام و مرتع نسبت بین تعداد بهره‌بردار، دام و سطح مراتع را نشان می‌دهد. زیرسیستم جمعیت با تأثیر بر مسائل اقتصادی (سرانهٔ مصرف گوشت، ارزش افزودهٔ محصولات، تعداد بهره‌بردار و ...) یک حلقهٔ تعادلی را ایجاد می‌کند که با R1 نشان داده شده است. با این تفسیر که با افزایش جمعیت، فعالیت‌های اقتصادی افزایش خواهد یافت و با افزایش فعالیت‌های اقتصادی، جمعیت به‌واسطهٔ کاهش مهاجرت و افزایش زاد و ولد افزایش پیدا خواهد کرد. زیرمدل تعداد بهره‌بردار نیز با تأثیرپذیری از تعداد جمعیت بر تعادل دام و مرتع و همچنین تخریب یا بهبود وضعیت مرتع مساحت مراتع را دستخوش تغییر خواهد کرد. زیرسیستم بازدهی مرتع نیز با عواملی مانند مقدار تولید مراتع، میزان اثر بارندگی بر مرتع، تأثیر فعالیت‌های اصلاحی و ... بر تعادل دام و مرتع و مساحت اقتصادی لازم برای هر بهره‌بردار مشخص خواهد بود.

۲-۵. شرح متغیرهای استفاده‌شده در مدل مفهومی

۲-۵-۱. زیرسیستم پویایی جمعیت و سازوکار رشد جمعیت

با توجه به داده‌های مندرج در جدول، روند رشد جمعیت روستایی در محدودهٔ مطالعاتی تابعی از روند رشد جمعیت در شهرستان دامغان و استان سمنان بوده است؛ به‌طوری که جمعیت روستایی ساکن این محدوده که در سال ۱۳۶۵ معادل ۱۷۵۵۳ نفر بود با رشد سالانه ۲/۶- درصد پس از یک دهه به ۱۳۵۱۵ نفر و در سال ۱۳۸۵ با رشد ۱/۷- درصد به ۱۱۳۹۳ نفر کاهش یافت. این روند در سال ۱۳۹۰ نیز ادامه یافت و جمعیت حوزه در سال پایهٔ آماری برابر ۱۰۴۹۵ نفر بود که نرخ رشد ۰/۱۶- داشته است. در دورهٔ آماری ۱۳۶۵،

نقاط روستایی استان سمنان جمعیتی معادل ۱۵۷۲۰۶ نفر داشت که این تعداد با نرخ رشد ۰/۲- درصد پس از یک دهه در سال ۱۳۷۵ به ۱۵۳۸۹۷ نفر کاهش یافت و در نهایت در سال ۱۳۸۵ با نرخ رشد ۰/۳- درصد به ۱۴۹۱۸۳ نفر کاسته شد.

۲-۵-۲. زیرسیستم اقتصاد مراتع حوزهٔ شرق دامغان

اقتصاد حوزهٔ شرق دامغان بر سه پایهٔ کشاورزی، صنعت و خدمات استوار است که از این میان سهم بخش کشاورزی بعد از صنعت در رتبهٔ دوم است. ارزش ناخالص حاصل از فعالیت‌های کشاورزی در محدودهٔ مطالعاتی ۲۶۵۷۰۸/۲ میلیون ریال برآورد می‌شود که کسر ۱۲۴/۴۷۸ میلیون ریال هزینه‌های تولید میزان درآمد خالص حاصل ۱۴۱۲۳۰/۶، ارزش افزودهٔ حاصل از فعالیت‌های کشاورزی نیز ۱۹۱/۳۳۰ میلیون ریال محاسبه شده است.

در زیرسیستم اقتصاد حوزه در بخش مراتع دو بخش دارای تأثیر بیشتر بر روند مدل هستند که در این قسمت به آنها پرداخته خواهد شد:

- فرایندها و روابط اقتصادی پیرامون میزان عرضه و تقاضای علوفه
- فرایندها و روابط اقتصادی پیرامون میزان عرضه و تقاضای گوشت قرمز

در واقع این دو بخش، هستهٔ مدل در زیرسیستم اقتصادی در نظر گرفته شده‌اند و همهٔ متغیرها و فاکتورهای تأثیرگذار بر این روابط در منطقه پژوهش ارزیابی و محاسبه شده‌اند. ساختار مدل در زیرسیستم اقتصادی در شکل ۵ آمده است. در ادامه به تشریح فرایندها و متغیرهای این زیرسیستم خواهیم پرداخت.

۲-۵-۳. زیرسیستم وسعت مراتع و تغییرات آن (تبدیل وضعیت مرتع و همچنین تغییر کاربری مرتع)

زیرسیستم وسعت مراتع و تبدیل آن از مهم‌ترین زیرسیستم‌های پژوهش حاضر است، زیرا نحوهٔ تغییرات رشد در اثر مدیریت در همهٔ بخش‌ها و زیرمدل‌ها در این بخش نمود پیدا می‌کند. در واقع هستهٔ مرکزی و بخش پویای اکوسیستم‌های مرتعی در این بخش قرار دارد. به‌عبارت ساده‌تر همهٔ تصمیم‌ها و سیاستگذاری‌ها در مرتع در نهایت تأثیر خود را در افزایش یا کاهش طبقه وضعیت مرتع نشان می‌دهند.

۲-۵-۴. زیرسیستم پویایی دام و مرتع

یکی از دلایل اصلی تخریب مراتع، تعادل نداشتن دام و مرتع و چرای مفرط دام در مراتع است. در مدل دینامیک مراتع متغیر BAL، تعادل دام و مرتع را نشان می‌دهد. این متغیر تابعی از ظرفیت مرتع و تعداد واحد دام موجود در آن است. تعادل دام و مرتع به‌دلیل کنترلی که بر کل سیستم وارد می‌کند یکی از زیرسیستم‌های اصلی مدل دینامیک است.

۲-۵-۵. زیرسیستم پویایی بهره‌برداران و اندازهٔ اقتصادی مراتع

در حوضهٔ شرق دامغان ۸۸۰ خانوار دامدار متکی به مرتع از مراتع بهره‌برداری می‌کنند. با توجه به آب‌وهوای منطقهٔ پژوهش و نیز توان تولیدی مراتع، مساحت اقتصادی برای استفادهٔ یک خانواده ۵ نفری ۸۵۰ هکتار برآورد شد (ارزانی و همکاران، ۱۳۸۴). با وارد کردن عدد بالا و همچنین تعداد مطلوب دام برای یک خانوار (۲۲۹) مشخص شد که تعادل بین تعداد بهره‌بردار، تعداد دام و سطح مرتع برقرار نیست. این امر به‌دلیل چندپیشگی دامداران و وابستگی اندک آنها به مراتع است. در نهایت تعداد بهره‌بردار بیش از پتانسیل مرتع است، اما به‌دلیل تعداد دام کم هر بهره‌بردار تعداد دام کمتر از ظرفیت مرتع است. به همین منظور متغیرهایی در مدل تعبیه شده است تا بتوان در هنگام سیاستگذاری با تغییر متغیرهای کلیدی یادشده، تعادل دامدار، سطح مرتع و تعداد دام نگهداری شده را برقرار کرد. در سال‌های اخیر به‌دلیل خشکسالی و تولید نامناسب مرتع و همچنین افزایش نرخ علوفهٔ دستی نسبت هزینه به درآمد دام به‌صورتی شده که نگهداری دام از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نیست، بنابراین بیشتر دامدارانی که منبعی برای تهیهٔ علوفه نداشتند به شهرهای اطراف مهاجرت کرده یا در معادن و مشاغل دیگر مشغول به‌کار شده‌اند. بنابر گزارش بخش مرتع شهرستان از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ حدود ۱۰ درصد از تعداد بهره‌برداران مرتع کاهش یافته است.

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. طراحی مدل، سناریوها و ارزیابی

۳-۱-۱. سناریوها

سناریوها در واقع بیان‌کنندهٔ تغییرات مؤلفه‌های خارج از مرز سیستم هستند که بر سیستم اثرگذارند، اما از سیستم اثر نمی‌پذیرند. تحلیل این سناریوها میزان تغییر مؤلفه‌های درون سیستم در مقابل تغییرات شرایط بیرونی را ارزیابی می‌کند. درحالی که سیاست‌ها، نحوهٔ تغییرات مؤلفه‌های درون سیستم در آینده را نشان می‌دهند (Hjorth & Bagheri, 2006).

بدیهی است که اجرای مدل سیاستگذاری با تغییر پارامترها و روابط وضع موجود قابل اجرا کردن است. هر چقدر این پارامترها و روابط بیانگر واقعیات بیشتری از بهره‌برداری از مراتع باشند، نتایج مدل به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود (ازکیا و همکاران، ۱۳۸۰) بررسی سیاست‌ها، نحوهٔ تغییرات مؤلفه‌های درون سیستم را براساس تغییر در یک یا چند مؤلفهٔ درون‌زای سیستم تحلیل می‌کند و اثر یک سیاست در زیر بخش مدنظر بر متغیرهای زیر بخش‌های دیگر را نیز نمایش می‌دهد. میزان تأثیرپذیری متغیرهای زیربخش‌های مختلف از یک تصمیم‌گیری مدیریتی می‌تواند به‌عنوان الگویی یکپارچه برای نمایش پاسخ به سیاستگذاری یا تصمیم‌گیری صورت گرفته باشد و دید کلی و همه‌جانبه‌ای به مدیران و سیاستگذاران سیستم دهد. در سیستم مورد نظر برای مثال سیاست‌های تشویقی به‌منظور مهاجرت از کلانشهرها و سیاست افزایش جمعیت در سال‌های اخیر و اثر آنها بر تعداد مرتعدار میزان تقاضای گوشت قرمز، تغییر کاربری اراضی و ... را می‌توان نام برد. در این بخش به سناریوها و سیاست‌های قابل اعمال در منطقهٔ پژوهش و مدل مورد نظر پرداخته شده است.

در پژوهش حاضر با توجه به نتایج آزمون و تحلیل حساسیت صورت‌پذیرفته و همچنین ذکر این نکته که در مراتع حوضهٔ شرق دامغان دام بیش از ظرفیت در مرتع وجود ندارد و آن‌گونه که آمارها نشان می‌دهند مصرف سرانهٔ گوشت قرمز به‌طور طبیعی روند کاهشی دارد، طبعاً سیاستگذاری‌ها و سناریوپردازی‌ها همسو با متغیرهایی خواهد بود که اثر بیشتری بر مدل داشته باشند.

۳-۱-۲. نتایج آزمون‌های رفتار متغیرهای اساسی در مدل

در آزمون می‌توان از مفاهیم آماری برای معنی‌دار بودن رفتارهای تولیدی از مدل با رفتارهای مشاهده‌ای استفاده کرد. در این تحقیق از ضریب تبیین[1]، جذر میانگین مربعات خطای نسبی در راستای این موضوع استفاده شد.

ضریب تبیین، مقداری بدون بعد است و در بهترین حالت، برابر ۱ خواهد بود. همچنین ضریب جذر میانگین مربعات خطای نسبی ضریبی بی‌بعد است که نشان‌دهندهٔ میزان خطای مدل است و بهترین مقدار برای آنها برابر صفر خواهد بود. معادله‌های ۱ و ۲ نحوهٔ محاسبهٔ این ضرایب را نشان می‌دهند.

$$RMSEr = \sqrt{\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{q_i - \hat{q}_i}{q_i}\right)^2\right)} \qquad R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i \hat{q}_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} q_i^2 \sum_{i=1}^{n} \hat{q}_i^2}}$$

در رابطه‌های بالا qi مقادیر مشاهداتی، qi^ مقادیر برآوردشده و n تعداد داده‌هاست. نتایج آزمون‌های مختلف بر نتایج خروجی از مدل و مقادیر مشاهده‌شده در جدول ۲ بیان شده است.

جدول ۲. نتایج آماری آزمون تکرار رفتار

متغیرها		R^2	RMSEr
AUXILIARY VARIABLES	جمعیت حوضه	۰/۸۱	۰/۳
STOCK VARIABLES	ارزش افزوده در بخش کشاورزی	۰/۸۶	۹/۱
STOCK VARIABLES	سرانهٔ مصرف گوشت قرمز	۰/۹۹	۷/۱

1. Coefficient of determination (R2)

۳-۲. آزمون و تحلیل حساسیت مدل

یکی از راه‌های ارزیابی نتایج به‌دست‌آمده از مدل، تحلیل میزان حساسیت مدل نسبت به تغییر در میزان متغیرها در زمان اجرای سناریوها و اتخاذ سیاست‌های مختلف است. آزمون و تحلیل حساسیت‌ها به‌طور کلی از طریق مشخص کردن میزان اثرگذاری هر یک از عوامل یا پارامترهای مدل مورد نظر به‌عنوان ورودی‌های مدل انجام می‌گیرد تا از این طریق مشخص شود که مدل مورد نظر به کدام یک از پارامترها به‌ترتیب میزان اثرگذاری آنها، حساسیت بیشتری در خروجی مدل دارد. آزمون و تحلیل حساسیت مدل‌ها با استفاده از شاخص Rains و همکاران (۱۹۹۳) صورت پذیرفت.

خروجی بررسی‌شده در مدل پویا تعداد دام موجود در مرتع در نظر گرفته‌شده و بررسی‌ها تغییرات این عامل را برای سنجش میزان حساسیت هر یک از متغیرها در وضع کنونی ارزیابی می‌کنند.

همان‌طور که گفته شد، آزمون و تحلیل حساسیت مدل‌ها با استفاده از شاخص Rains و همکاران (۱۹۹۳)، براساس رابطهٔ زیر صورت می‌پذیرد:

$$SI = \frac{|\mathrm{Pb} - \mathrm{Pch}|}{\mathrm{Pch}} * 100$$

در این رابطه SI: شاخص حساسیت؛ Pb: عوامل یا پارامترهای مورد نظر در ساختار مدل؛ و Pch: عوامل یا پارامترهای تغییر است.

این رابطه دربارهٔ هر یک از عوامل لحاظ‌شده در ساختار مدل با رعایت افزایش یا کاهش مساوی اعمال شده و مقادیر SI برای هر عامل محاسبه می‌شود. در نهایت با تحلیل نتایج (مقادیر SI)، به‌ترتیب مقدار عددی SI از عدد بیشتر به کمتر مرتب و در نهایت حساسیت هریک از اجزای مدل مشخص می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳. تحلیل حساسیت مدل با استفاده از شاخص Rains و همکاران (۱۹۹۳)

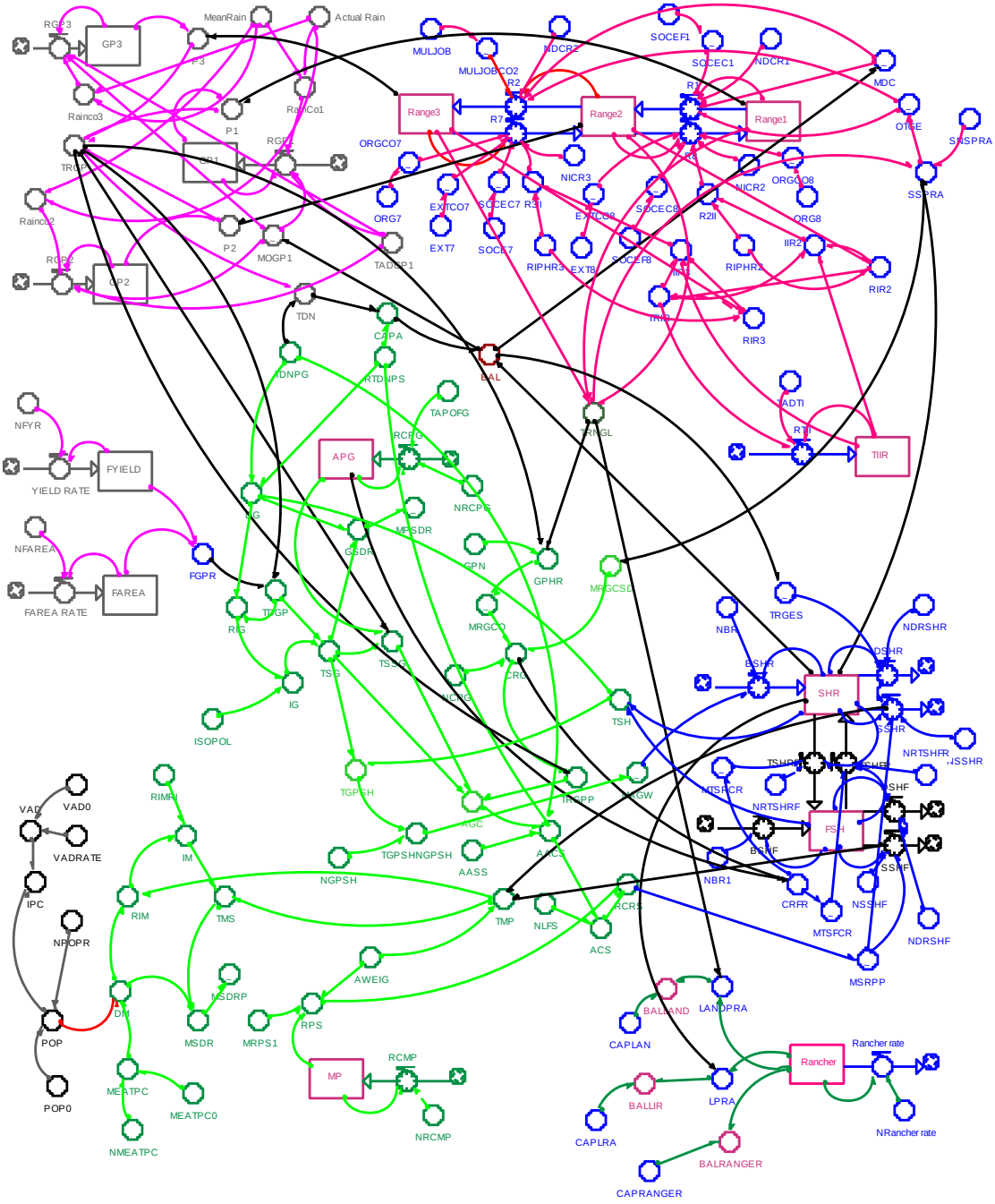
متغیر	Pch	Pb	SI	اولویت
بارندگی واقعی (Actual Rain)	۱۸۰۳۹	۱۸۰۳۹	۰	–
جمعیت (POP)	۱۸۰۳۹	۱۸۰۳۹	۰	–
سرمایه‌گذاری در اصلاح مرتع (TIIR)	۱۸۰۸۰	۱۸۰۳۹	۰/۵۵	۵
فعالیت‌های ترویجی (EXT)	۱۶۸۶۵	۱۸۰۳۹	۶/۹۶	۱
چندپیشگی (MULJOB)	۱۶۸۶۵	۱۸۰۳۹	۶/۹۶	۱
قیمت علوفه (APG)	۱۷۶۲۷	۱۸۰۳۹	۲/۳۳	۳
قیمت گوشت قرمز (MP)	۱۸۵۴۵	۱۸۰۳۹	۲/۷۲	۲
میزان تقاضای گوشت قرمز (TMS)	۱۶۸۶۵	۱۸۰۳۹	۶/۹۶	۱
دام خارج از مرتع (FSH)	۱۷۸۵۲	۱۸۰۳۹	۱/۰۴	۴
سطح کشت علوفه (FYILD)	۱۸۰۳۹	۱۸۰۳۹	۰	–

نتایج حاکی از آن است که مدل ارائه‌شده بیشترین حساسیت را در خصوص تغییرات فعالیت‌های ترویجی، چندپیشگی، میزان تقاضای گوشت قرمز، قیمت علوفه و قیمت گوشت قرمز از متغیرهای زیرسیستم اقتصادی و پس از آن تعداد دام خارج از مرتع دارد و میزان سرمایه‌گذاری در اولویت بعدی است.

۳-۳. اجرای مدل

با اینکه برخی مدل‌های کیفی موجود کاملاً برای ارائهٔ تجزیه‌وتحلیل دقیق از مشکل ایجاد شده‌اند، طرفداران مدل‌سازی کمّی استدلال می‌کنند که مدل‌های کمّی بیشتر اوقات سبب افزایش ارزش کار حتی در مقابل عدم قطعیت دربارهٔ اطلاعات مهم کیفی مورد استفاده در شبیه‌سازی می‌شوند. شایان ذکر است که سیستم‌های پویا به‌شدت هم به اطلاعات کمّی و هم اطلاعات کیفی برای توصیف حلقهٔ بازخورد در سیستم‌های پیچیده وابسته‌اند (Forrester 1975; Luna-Reyes and Andersen 2003). به‌عبارتی یکی از مزایای مهم سیستم‌های پویا، توانایی تسهیل مفهوم چندرشته‌ای مدل‌های ارائه‌شده توسط تعدادی از ابزارهای

کیفی برای تکمیل شبیه‌سازی کمّی است (Wolstenholme 1999; Coyle 2000). نمای کلی این مدل در نرم‌افزار ithink براساس اطلاعات و خصوصیات منطقهٔ پژوهش اجرا شد (شکل ۴).



شکل ۴. مدل یکپارچه و پویای اکوسیستم مراتع حوضهٔ شرق دامغان

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج شبیه‌سازی وضع موجود مؤید این است که مراتع منطقه از نظر تولید در وضعیت مناسبی به سر می‌برند و دام مازاد بر ظرفیت در آنها وجود ندارد. از عوامل مؤثر بر روند کاهش تعداد دام در مرتع در نتیجهٔ کاهش تعداد بهره‌بردار، خشکسالی‌های رخداده، افزایش هزینهٔ نگهداری دام به‌دلیل افزایش قیمت علوفه، افزایش ظرفیت اشتغال در بخش کشاورزی و ایجاد شهرک‌های صنعتی و معادن زغال سنگ است (کابلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ یاری و همکاران، ۱۴۰۰).

نتایج وضعیت فعلی اکوسیستم و همچنین اجرای سیاستگذاری‌ها و سناریوهای موجود نشان داد که از شاخص تعادل دام و مرتع می‌توان به‌منزلهٔ شاخصی معتبر برای اندازه‌گیری پایداری مراتع استفاده کرد که با نتایج ارائه‌شده توسط ازکیا و همکاران (۱۳۸۰)، برهانی و همکاران (۱۳۹۰) و کیوان بهجو و همکاران (۱۴۰۰) همخوانی دارد. به‌عبارتی برنامه‌ریزی صحیح در زمینهٔ بهره‌برداری به‌دلیل توجه به تعادل دام و مرتع و ارتباطات بین عوامل طبیعی و انسانی، ضمن تأمین نیازهای اساسی مرتعدار، از به هم خوردن تعادل طبیعی اکوسیستم جلوگیری می‌کند و از این‌رو پیش‌شرط مدیریت مرتع که همانا تعادل تعداد دام با ظرفیت مرتع است باید مدنظر مدیران و برنامه‌ریزان این رشته قرار گیرد؛ زیرا در غیر این صورت دیگر برنامه‌ها و هزینه‌های صرف‌شده با شکست مواجه می‌شود و تعداد دام تنها زمانی متناسب با ظرفیت مرتع است که مرتعداری تأمین‌کنندهٔ نیازهای اقتصادی مرتعدار باشد. هولچک[1] و همکاران (۲۰۰۴) کلید موفقیت هر طرح مرتعداری را ایجاد تعادل بین ظرفیت مرتع با میزان بهره‌برداری می‌دانند و نتیجه اثبات‌شدهٔ این تعادل، افزایش پتانسیل تولیدی و بهبود ترکیب گیاهان مرتعی است که وضعیت مرتع شاخصی رایج برای ارزیابی این افزایش است. آنچه در همهٔ برنامه‌های مدیریتی به‌وضوح مشهود است، اهمیت تعادل دام و مرتع و تأثیر آن در موفقیت بقیهٔ برنامه‌های پیش‌بینی‌شده است (Holechek et al., 1992). در پژوهش ازکیا و همکاران (۱۳۸۰) نیز شاخص پایداری مرتع، شاخصی مهم در ارزیابی عملکرد مرتع در شرایط وضع موجود و همچنین سناریوها و سیاستگذاری‌های اعمال‌شده است.

آنچه مشکل یا عامل تخریب در اکوسیستم‌های مرتعی خوانده می‌شود، گاه در مسائل دیگر بخش‌های اکوسیستم ریشه دارد، مانند عامل خشکسالی که در مراتع منطقه همهٔ مشکلات دام و مرتع را به‌نحوی به آن وابسته می‌دانند، اما در نتایج تحلیل حساسیت مدل مشاهده شد که این عامل تأثیر زیادی بر خروجی‌های سیستم نخواهد گذاشت و عوامل اقتصادی و اجتماعی همچون چندپیشگی، میزان تقاضای گوشت قرمز و فعالیت‌های ترویجی تأثیرگذارترین موارد خواهند بود. این نتایج با یافته‌های کابلی (۱۳۹۰) دربارهٔ اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر عملکرد مرتع در مناطق مجاور این حوضه که توسط فرایند سلسله‌مراتبی (AHP) صورت گرفت و عواملی مانند سیاست‌های واگذاری، ارزیابی و نظارت، مسائل اجتماعی و اقتصادی را عوامل اصلی تخریب مراتع اعلام کرد همخوانی دارد. نتایج نشان داد که طراحی و اجرای مدل پویای مراتع افزون‌بر نمایش دینامیک‌های حاکم بر مراتع و ماهیت هریک از متغیرها می‌تواند به‌عنوان سیستم تصمیم‌یار امکان ارزیابی سیاست‌ها و سناریوهای مختلف را فراهم سازد. همان‌گونه که در پژوهش‌های مشابه (ازکیا و همکاران،۱۳۸۰؛ زارع، ۱۳۹۰؛ آرمان، ۱۳۹۰؛ محمدی، ۱۳۹۲) مشهود است مدل پویا توانایی دارد که پس از اجرای سیستم در وضع موجود نتایج سناریوها و سیاستگذاری‌های مدیران و سیاستگذاران را به آنها نشان دهد (Forrester, 1961, 1969; Richmond, 1993; Sterman, 2000).

1. Holechek

References

Allington, G. R., Li, W., & Brown, D. G. (2015). Modeling System Dynamics in Rangelands of the Mongolian Plateau. BUILDING RESILIENCE OF MONGOLIAN RANGELANDS, 216.

Arzani, H., Sanjari, G.H. (1999). Investigation on Minimum Rangeland Area Required for Sistanian Nomads. Proceeding of XIX International Grassland Congress. (In Persian).

Arzani, H., Azarnivand, H., Mehrabi, A., Nikkhah, A., & Dehkordi, F. L. (2007). The minimum rangeland area required for pastoralism in Semnan province. Pajouhesh & Sazandegi 74, 107–113.

Azkia, M. & Jafari, M. (2005). Report of Research project: Dynamic model of sustainable management of rangeland ecosystems in Iran. Ministry of Jahad- Agriculture, Forests, Range & Watershed Management Organization of Iran.

Azkia, M. (1995). Aspects of socio- economical range management programs carried out in the province. Proceedings of the national conference of pasture and rangeland, publisher of forests, rangeland and watershed management, Tehran.

Borhani, M., Arzani, H., Bassiri, M., Zare chahooki, M.A. & Farahpour, M. (2014). Investigating the effects of range management plans on vegetation of Semirum -Esfahan province, *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 21(3). (In Persian).

Coyle, G. (2000) Qualitative and quantitative modelling in system dynamics: some research questions. *System Dynamic Rev*, 16(3):225–244.

Forrester, J.W. (1961). *Industrial Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.

Forrester, JW. (1975) Industrial dynamics a response to Ansoff and Slevin. In: Collected Papers of Jay W. Forrester. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, 151–165.

GWP. (2000). Integrated *Water Resources Management*. Global Water Partnership–Technical Advisory Committee, Stockholm, Sweden.

Hjorth, P., & Bagheri, A. (2006). Navigating towards sustainable development: a system dynamics approach. *Futures*, 38(1):74–92

Holechek, J. L., Rex, D. P., & Herbel, C. H. (2010). *Range management: Principles and practices*. (6th Ed.), Pearson Prentice Hall, New Jersey (USA). 456 p

Holechek, J., Galt, D., Joseph, J., Navarro, J., Kumalo, G., Molinar, F., & Thomas, M. (2003). Moderate and light cattle grazing effects on Chihuahuan Desert rangelands. *Journal of Range Management*,133-139.

Kaboli, S, H., Azarnivand, H., Mehrabi, A., Arzani, H. & Heshmatolvaezin, S, M. (2016). determining the effective determinants of rangeland performance using Analytical Hierarchy Process (AHP) (Case study: range manager community in the winter pastures of Semnan province). *Journal of Range and Watershed Management*, 68(4). (In Persian).

Keivan Behjou, F., Esmailnejad Onari, A., & Ghanbari, S. (2021). Range management plans and production and economic of rangeland users (Case study: Nir rangelands, Ardebil Province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 28(2), 252-265.

Kristensen P. (2004). The DPSIR Framework, workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. *UNEP Headquarters*, Nairobi, Kenya

Luna-Reyes, L.F., & Andersen, D.L. (2003). Collecting and analyzing qualitative data for system dynamics: methods and models. *Syst Dyn Rev*, 19(4):271–296

Maczko, K., & Hidinger, L. (2008). *Sustainable rangelands ecosystem goods and services*. SRR Monograph No. 3. Sustainable Rangelands Roundtable. Fort Collins, CO, USA: Colorado State University, Warner College of Natural Resources. 111 p.

Mirchi, A., Madani, K., Watkin Jr, D. & Ahmadi, S. (2012). Synthesis of System Dynamics Tools for Holistic Conceptualization of Water Resources Problems. *Water Resource Manage*. DOI 10.1007/s11269-012-0024-2.

National Research Council (NRC) (1994). *Rangeland health: new methods to classify, inventory, and monitor rangelands*, National Academy Press, Washington DC, National Research Council, 180 p

Oliva, R. (2003). Model calibration as a testing strategy for system dynamics models. *European Journal of Operational Research*, 151(3), 552-568.

Prodanovic, P., & Simonovic, S.P. (2007). Integrated Water Resources Modelling of the Upper Thames River Basin. 18th Canadian Hydro Technical Conference On Challenges for Water Resources Engineering in a Changing World. Winnipeg, Manitoba.

Richards, D. R., Belcher, R. N., Carrasco, L. R., Edwards, P. J., Fatichi, S., Hamel, P., ... & Stanley, M. C. (2022). Global variation in contributions to human well-being from urban vegetation ecosystem services. *One Earth*, 5(5), 522-533.

Richmond, B. (1994). System dynamics/systems thinking: let's just get on with it. International Systems Dynamics Conference, Sterling, Scotland

Sterman, J.D. (2000) *Business dynamics, systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill, Boston

UNEP (United Nations Environment Program). (2000). Grid Arendal Web Site: http:/www.grida.no/soe

Wolstenholme, E.F. (1999). Qualitative vs. quantitative modelling: the evolving balance. In: Coyle RG, Morecroft JDW (eds) Special issue: system dynamics for policy, strategy and management education. *Journal of the Operational Research Society*, 50(4): 354–361

Yari, R., Farajollahi, A., & Heshmati, G. (2022). Analysis of the most important problems of rangelands and presentation of management solutions from the viewpoint of stakeholders and experts (Case study: Chaharbagh rangelands of Golestanprovince). *Rangeland*, 16(3), 555-571.

Zare chahoki, M.A. (2011). Analysis of factors affecting the ecosystems sustainability in rangeland of Iran. Conference on sustainable range management in the Iran, the Academy of Science, Department of Agricultural Sciences. (In Persian).