



University of Tehran Press

Agent-Based Modeling of Common-Pool Resource Management through the Emergence of Self-Governing Institutions

Sasan Gharakhan¹ , Hadi Amiri² , Babak Safari³ 

1. Department of Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran,
s.gharakhani@ase.ui.ac.ir

2. Department of Economics, Faculty of Economics, University of Isfahan,
Isfahan, Iran, h.amiri@ase.ui.ac.ir

3. Department of Economics, Faculty of Economics, University of Isfahan,
Isfahan, Iran, b_saffari@ase.ui.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 7 September 2022
Received in revised form 24
January 2023
Accepted 29 January 2023
Published online 29 January
2023

Keywords:
ADICO Institutional
Grammar, Agent-Based
Modeling, Common-Pool
Resource Management,
Institutional Emergence,
Social Networks, Tragedy
of The Commons

JEL Classification:
C63, Q25, P28, O17

ABSTRACT

The tragedy of commons is always an inevitable phenomenon in common-pool resources exposed to residents' selfish perceptions. Many researchers of empirical studies believe that self-governing institutions that emerge within a society can solve the tragedy of the commons, but what still needs to be added in guiding this choice is a clearer picture of the mechanisms behind the institutional emergence in the successful management of common-pool resources. Agent-based models provide a suitable tool for this task due to their extraordinary capacity to connect micro and macro levels. This study seeks to develop a simple abstract model of the institutional emergence pattern by introducing the possibility of cheat and enforcement, which has been observed in renewable common-pool resource issues. This article study uses the ADICO institutional grammar as a basic structure to model the institutional rules and define the users' strategies. Users modify their behavior through a transformational process and establish a management institution to manage common-pool resources, eventually leading to many advantages for users and common-pool resources. The results show that even within this simplified model, the self-governing institutions maintain the resource balance at a stable level and improve the average income of the users compared to the open access in all social networks.



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JTE.2023.348357.1008717>

مدل سازی عامل محور مدیریت منابع مشترک از طریق ظهور نهاد خودگردان

ساسان قاراخانی^۱، هادی امیری^{۲*}، بابک صفاری^۳

۱. گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، ایران، s.gharakhani@ase.ui.ac.ir
 ۲. گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، ایران، h.amiri@ase.ui.ac.ir
 ۳. گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، ایران، b_saffari@ase.ui.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

علمی پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳

کلیدواژه‌ها:

تراژدی منابع، شبکه‌های اجتماعی، ظهور نهادی، قواعد نهادی ADICO، مدل سازی عامل محور مدیریت منابع مشترک

طبقه بندی JEL:

C63, Q25, P28, O17

مسئله تراژدی منابع همواره در منابع مشترک طبیعی که در معرض برداشت خودخواهانه ساکنان محلی قرار دارند، پدیده اجتناب‌ناپذیری است. بسیاری از محققان مطالعات تجربی معتقد هستند که نهادهای خودگردانی که از درون یک جامعه ظهور می‌یابند می‌توانند تراژدی منابع را حل کنند، اما آنچه در این بررسی‌ها مفقود مانده است، پشت پرده مکانیسم‌های ظهور نهادی در مدیریت موفق منابع مشترک می‌باشد. مدل‌های عامل محور به‌واسطه ظرفیت ویژه‌ای که در اتصال سطوح خرد و کلان دارند، ابزار مناسبی برای این کار فراهم می‌کنند. این مطالعه به دنبال آن است تا یک مدل ساده انتزاعی از الگوی ظهور نهادی را با واردکردن امکان تقلب و ضمانت‌اجرا بسط دهد که در مسائل منابع مشترک تجدیدپذیر مشاهده شده است. در این مقاله از قواعد نهادی ADICO به‌عنوان ساختار مبنایی در جهت مدل سازی قواعد نهادی و تعریف استراتژی‌های بهره‌برداران استفاده شده است. بهره‌برداران از طریق یک فرآیند تحولی رفتارهایشان را اصلاح می‌کنند و یک نهاد مدیریتی برای مدیریت منابع مشترک تأسیس می‌کنند، که در نهایت منجر به منافع بسیاری برای بهره‌برداران و منابع مشترک می‌شود. نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد که حتی درون این محیط ساده‌شده نیز، نهادهای خودگردان، موجودی منبع را در سطح پایداری حفظ می‌کنند و متوسط عایدی بهره‌برداران را نسبت به حالت دسترسی آزاد در تمامی شبکه‌های اجتماعی، بهبود می‌بخشند.



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JTE.2023.348357.1008717>

۱- مقدمه

امروزه بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه، معیشت خود را براساس استفاده از منابع طبیعی مشترک پایه‌گذاری کرده‌اند. از جمله این فعالیت‌ها می‌توان به کشاورزی، دامداری، ماهیگیری و به‌دست آوردن چوب از درختان اشاره کرد. سازمان‌های حفاظت از محیط‌زیست همواره با معضل سواری مجانی، برداشت غیرقانونی منابع توسط ساکنان محلی و خارجی و نقض قوانین روبه‌رو هستند. کشور ایران نیز به علت برداشت افراطی از منابع مشترکی چون جنگل، آب‌های سطحی و زیرزمینی با مشکل تراژدی منابع مشترک روبه‌رو است (رضاپور، رنانی و امیری، ۱۳۹۹؛ طاهرآبادی، معتمد و خالدیان، ۱۳۹۵). دخالت دولت در زمینه مدیریت منابع مشترک در بیشتر موارد سبب می‌شود تا ذینفعان از چرخه مدیریت این منابع خارج و کنش جمعی تضعیف شود (طالبی، سفیری و کمالی، ۱۳۹۹؛ وثوقی و محمدی، ۱۳۹۰). مجموعه‌ای از این سبب شده است تا مدیریت منابع مشترک از طریق نهادهای خودگردان که از درون یک جامعه محلی ظهور می‌یابد، مورد توجه قرارگیرد. در این حالت، جامعه محلی به شکل یک نهاد درگیر در مدیریت منابع مشترک عمل می‌کند و به نوبه‌ی خود حق استفاده از منابع مشترک را تا حدودی دارد. هدف از این امر حفظ طبیعت و توسعه اقتصاد محلی می‌باشد (واتکینز^۱ و همکاران، ۲۰۱۳)، اما از آنجایی که ظهور و تکامل نهادی نتیجه صد تا هزار سال تعامل مابین افراد یک جامعه در طول زمان می‌باشد، آن را نمی‌توان در واقعیت مورد آزمایش قرار داد (آل ابراهیم دهکردی^۲ و همکاران، ۲۰۲۱؛ بوید^۳ و همکاران، ۲۰۱۸؛ دی مور^۴، ۲۰۱۵). چهار دهه تحقیق نشان می‌دهد که اگرچه تراژدی منابع (হারدین^۵، ۱۹۶۸) در حالت دسترسی آزاد^۶، همواره در حال وقوع است، اما می‌توان با ایجاد نهادهای خودگردانی که به درستی طراحی شده‌اند از آن جلوگیری کرد (استروم، ۱۹۹۰، آندریس و جانسن^۷، ۲۰۱۳). با این وجود، فرآیندهای ویژه‌ای سبب تغییرات نهادی می‌شود که به دلیل تعداد زیاد عوامل درگیر و همچنین به دلیل آن‌که دامنه بیشتر تحقیقات علوم اجتماعی کوتاه‌تر از وقوع چنین سازوکارهایی هستند، غالب بررسی آن‌ها در مطالعات میدانی پیچیده خواهد بود (استروم، ۲۰۱۴). از دیگر مشکلات مربوط به مطالعات میدانی در زمینه

1. Watkins
2. Ale Ebrahim Dehkordi
3. Boyd
4. De Moor
5. Hardin

ع در این مقاله برای اصطلاح open-access، از واژه دسترسی آزاد استفاده شده است تا با اصطلاح دسترسی باز نورث تداخل معنایی ایجاد نکند.

7. Anderies & Janssen

مدیریت منابع مشترک، وجود راهکار اختصاصی برای هر منطقه است که قابل تعمیم به سایر مناطق نمی‌باشد (اسکوهی و اسمائیلی، ۱۴۰۰).

نظریه‌بازی‌ها می‌تواند ابزار مفیدی برای انجام مطالعاتی که در آن انتخاب استراتژی در یک بستر با مجموعه قواعد ثابت انجام می‌شود، به شماره رود. با آشکار بودن فواید آن، نظریه‌بازی‌ها بطور گسترده استفاده شده است تا بسیاری سوالات مرتبط با مطالعه نهادها و منابع مشترک را تجزیه و تحلیل کند (استروم و همکاران، ۱۹۹۴؛ پنارد^۱، ۲۰۰۸). به هر حال، به منظور انجام تحلیل تئوریک یک بازی باید فرض شود که مجموعه‌ای از قواعد حاکم هستند که ثابت بوده و همه از آن آگاه می‌باشند و از آن پیروی می‌کنند؛ این محدودیت، امکان بررسی ظهور نهادی و تغییر نهادی را برای محققان سخت می‌نماید. از جمله مشکلات دیگر در بررسی ظهور و تحول نهادی با استفاده از نظریه‌بازی‌ها، این موضوع است که در نظریه‌بازی‌ها، در طول زمان استراتژی‌ها بیشتر از قواعد در معرض تغییر می‌باشند (والیسر^۲، ۲۰۰۶). در این نوع از مدل‌سازی، مجموعه همگنی از بهره‌برداران با یک منبع مشترک همگن در ارتباط هستند، اما برای دستیابی به بینش تئوریک بهتر از مدیریت منابع مشترک و مدل‌سازی آن، باید بتوان ناهمگنی بهره‌برداران و همچنین ناهمگنی منابع مشترک که بهره‌برداران با آن مواجه‌اند را در مدل لحاظ کرد.

ویژگی دیگر مدل‌های نظریه‌بازی‌ها این فرض ضمنی است که هر عامل، شانس برابر برای تعامل با دیگر عامل‌ها دارد. این فرض ضمنی نتیجه استفاده از معادلات تفاضلی می‌باشد، در حالی که تعاملات افراد، اساساً درون شبکه‌های اجتماعی اتفاق می‌افتد. بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که ساختار عامل‌ها در شبکه اجتماعی می‌تواند پیامدهای حیاتی برای فرآیندهای اجتماعی مثل تکامل همکاری داشته باشد (آل ابراهیم دهکردی و همکاران، ۲۰۲۱؛ فرجام^۳ و همکاران، ۲۰۲۰).

از این رو مطالعات آزمایشگاهی^۴ روشی برای لحاظ ناهمگنی بهره‌برداران به‌شمار می‌رود و به بینش محققان از پویایی‌های رفتاری بهره‌برداران و وضعیت یک منبع مشترک کمک می‌کند (استروم، ۲۰۰۶). با این وجود، تعداد و ماهیت عواملی که می‌تواند در آزمایشگاه به‌صورت مستدل مورد بررسی قرار گیرد محدود است. به‌عنوان مثال، طراحی آزمایش‌هایی که تعامل بلندمدت بین بهره‌برداران را در برگیرد، یا انجام مطالعاتی که نیاز به نمونه‌های زیاد دارد دشوار می‌باشد. به همین منظور، نیاز است در کنار مطالعات انجام شده با رویکرد نظریه‌بازی‌ها، مطالعات

1. Pénard
2. Walliser
3. Farjam
4. Laboratory experiments

آزمایشگاهی و میدانی، با استفاده از روش‌های پیچیده‌تر نظیر مدل‌های عامل محور، فهم خود از توسعه نهادهای مدیریت منابع مشترک را افزایش داد.

مدل‌های عامل محور (ABM) جایگزین جذابی برای هر سه روش ذکر شده می‌باشند. مدل‌های عامل محور برخلاف مدل‌های نظریه‌بازی، قادر به بررسی روابط اجتماعی براساس شبکه‌های اجتماعی هستند. از دیگر مزیت‌های اصلی آن‌ها این است که به محققان امکان طراحی آزمایش‌های مجازی را با استفاده از مجموعه شرایط انعطاف‌پذیرتر نسبت به آنچه در آزمایشگاه در دسترس است، می‌دهند. افزون بر این، تحلیل پویایی‌های بلندمدت توسط مدل‌های عامل محور بسیار آسان‌تر از مطالعات میدانی خواهد بود (پوتیتی^۱ و همکاران، ۲۰۱۰؛ براوو^۲، ۲۰۱۱؛ براوو و همکاران، ۲۰۱۲)

این مقاله به دنبال آن است که آیا با استفاده از یک مدل کاملاً انتزاعی از ظهور و تغییر نهادی، می‌توان پویایی‌های کیفی سیستم‌های منابع مشترک تجربی را بازتولید کرد؟ بدین منظور در مطالعه حاضر، نتایج سیستم منابع مشترک در حالت دسترسی آزاد و نهاد خودگردان برای یک جامعه فرضی، با یکدیگر مقایسه می‌شود. در حالت دسترسی آزاد، بهره‌برداران تنها استراتژی‌های فردی خود را برای برداشت از منبع مشترک دنبال می‌کنند. درحالی‌که در حالت نهاد خودگردان، بهره‌برداران می‌توانند به صورت درون‌زا با استفاده از قاعده‌گذاری جمعی که امکان تغییر دارد، در مورد قواعد مدیریت منبع مشترک تصمیم‌گیری کنند. همچنین بهره‌برداران امکان تقلب دارند و می‌توانند از قوانین نهاد ایجاد شده پیروی نکنند و در صورتی که نقض قوانین نهادی بهره‌برداران متقلب شناسایی شود، جریمه می‌شوند. سؤال اصلی این است که آیا زمانی که امکان انتخاب قواعد برای مدیریت منبع وجود داشته باشد، وضعیت منبع و عایدی بهره‌برداران بهبود می‌یابد؟

با توجه به ماهیت منبع مشترک و پویایی رفتارهای بهره‌برداران آن، رویکرد مدل‌سازی عامل محور یک ابزار شبیه‌سازی بصیرت‌زا برای مطالعه پویایی توسعه‌های نهادی در چنین سیستم‌هایی است. در مطالعات پیشین، چندین مطالعه به ارزیابی مسائل مدیریت منبع مشترک پرداخته‌اند. دیدمان^۳ و همکارانش (۲۰۰۰)، نخستین کسانی بوده‌اند که عامل‌ها را مدل‌سازی کرده‌اند تا یافته‌های آزمایشات منابع مشترک، از جمله تأثیر قوی تعاملات بر همکاری، را بازتولید کنند. جاگر و جانسن^۴ (۲۰۰۲)، از یک چارچوب روانشناسی - اجتماعی استفاده کرده‌اند، تا

1. Poteete
2. Bravo
3. Deadman
4. Jager & Janssen

عامل‌هایی با پیچیدگی شناختی ایجاد کنند که نشان دهد تقلید یک مکانیزم کلیدی برای تشریح شیوع رفتارهای ناپایدار (یعنی برداشت افراطی منبع) است. جانسن و استروم^۱ (۲۰۰۶ a) به‌طور آشکار ظهور نهادها در جامعه‌ای متشکل از عامل‌های ناهمگن را مدل‌سازی کرده‌اند، در مدل آنها، منبع مشترک دارای «ساختار فیزیکی» همانند آن چیزی است که بعدها به‌عنوان پلتفرم آزمایشگاهی استفاده شده است (جانسن و همکارانش^۲، ۲۰۰۸). برآوو (۲۰۱۱) از مدل عامل محور استفاده کرده است تا رابطه بین باورهای عامل‌ها و ظهور نهادی را مطالعه کند. اسمگل^۳ و همکارانش (۲۰۰۸)، نخستین کسانی بودند که از چارچوب ADICO برای مدل‌سازی تغییرات قواعد در معمای منابع مشترک استفاده کرده‌اند. سرانجام قربانی و برآوو^۴ (۲۰۱۶)، با تعریف نهاد بدون امکان تقلب، در چارچوب مفهومی ADIC به مسئله مدیریت منابع مشترک از طریق ظهور هنجار پرداخته‌اند. همان‌طور که پوتیتی و همکارانش (۲۰۱۰) متذکر شده‌اند، اگرچه ظهور هنجار در زمینه مدیریت منابع مشترک تاحدودی مطالعه شده است، اما ظهور قواعد زمینه پژوهشی دارد که نیاز به توجه ویژه خواهد داشت. هدف مقاله حاضر آن است که با توسعه مفهوم نهاد از طریق وارد کردن امکان تقلب و ضمانت‌اجرا در مطالعه قربانی و برآوو (۲۰۱۶)، نهاد معادل عبارت دقیق‌تر ADICO تعریف شود و نقش نظارت و مجازات بر مدیریت موفق منابع مشترک نیز بررسی شود.

بسیاری از مطالعات تجربی در زمینه مدیریت‌جمعی منابع مشترک (جنگل‌ها، مراتع، ماهیگیری، حوضه‌های آبریز، معادن، اتمسفر و غیره) نشان‌دهنده تجربیات موفق و ناموفق در زمینه مدیریت این منابع هستند. در مقاله حاضر «موفقیت» در رسیدن به دو هدف می‌باشد. اولاً، منبع مشترک بتواند خود را در یک نرخ پایدار تجدید کند، ثانیاً، جامعه از طریق مدیریت منابع، سطح رفاه خود را بهبود بخشد که سطح رفاه عموماً به‌صورت پولی اندازه‌گیری می‌شود. منفعت اصلی مدل در توضیح پویایی مکانیزم‌هایی است که از طریق آن، نهادهای تطبیق یافته با محیط می‌توانند از کنش‌های انتخابی بهره‌برداران، از طریق فرآیند تحوّل ظهور کنند. این مدل بر اساس «قواعد نهادها»^۵ می‌باشد، که نخستین بار توسط کروفورد و استروم^۶ (۱۹۹۵)

1. M. A. Janssen & Ostrom
2. M. Janssen, et al.
3. Smajgl
4. Ghorbani & Bravo
5. Grammar of Institutions
6. Crawford & Ostrom

معرفی شده است، و همچنین از یک رویکرد تحوّل‌ی استفاده می‌کند تا پویایی نهادهای مدیریت منابع مشترک که از باورها و کنش‌های افراد نشأت می‌گیرد را توضیح دهد.

در مدل ارائه شده در این مقاله، عامل‌ها همان بهره‌برداران از منبع هستند که از ابتدا مجموعه‌ای از استراتژی‌های رفتاری به آن‌ها داده شده است که براساس قواعد نهادی ADICO شکل گرفته‌اند، اما بهره‌برداران می‌توانند با کپی‌برداری از کنش همسایگان موفق خود یا انتخاب کنش جدید، استراتژی برداشت خود را اصلاح کنند. همچنین زمانی که وضعیت موجود راضی‌کننده نباشد، آن‌ها می‌توانند در کنش‌جمعی شرکت کنند تا از طریق نهادی که به‌عنوان یک قاعده ADICO تعریف شده است، منابع خود را به‌صورت جمعی مدیریت نمایند (کروفورد و استروم، ۱۹۹۵). مدل طراحی شده در این مقاله سبب شده است تا به فهم بهتری از فرآیندی که اساس توسعه نهادهای مدیریت منابع مشترک می‌باشد، رسیده شود. به‌ویژه مدل نشان می‌دهد که نهادهای مربوط به مدیریت منابع مشترک می‌توانند از طریق رفتار جمعی ظهور کنند حتی بدون اینکه ظرفیت‌های شناختی پیشرفته‌ای برای عامل‌ها در نظر گرفته شود.

ساختار مقاله به این ترتیب است: پس از مقدمه، در بخش دوم به پیش‌زمینه‌ای در مورد منابع مشترک و قواعد نهادی ADICO پرداخته می‌شود. در بخش سوم، نسخه‌های مدل دسترسی‌آزاد و نهاد خودگردان، مدل‌سازی می‌شود. در بخش چهارم نتایج شبیه‌سازی تفسیر و در نهایت بخش پنجم نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲- مبانی نظری

در راستای هدف این مقاله، بررسی دو جریان علمی از جمله دیدگاه‌های مختلف در زمینه برخورد با تراژدی منابع و قواعد نهادی ADICO در تشریح ظهور نهادی، می‌تواند مفید واقع شود:

۲-۱- منابع مشترک

منابع مشترک، منابع طبیعی و یا ساخت بشر هستند که در میان بهره‌برداران مختلف به اشتراک گذاشته می‌شوند (استروم، ۱۹۹۴؛ آسافو آجایه^۱، ۲۰۰۵). منابع مشترک طبیعی نظیر جنگل، مراتع، شیلات، شکارگاه‌ها، معادن، اتمسفر و منابع آبهای سطحی و زیرزمینی از نظر درجه بالای کاهش‌پذیری (رقابت‌پذیری) با کالای خصوصی و ناتوانی در محروم‌سازی (استثناء ناپذیری) با کالای عمومی دارای ویژگی مشابه هستند؛ این ویژگی‌ها سبب شده است که نحوه مدیریت و

1. Asafu-Adjaye

بهره‌برداری از این منابع، مورد توجه محققان واقع شود (ولز^۱ و همکاران، ۲۰۰۹؛ آندریس^۲ و همکاران، ۲۰۱۱). بحث منابع مشترک با مقاله معروف هاردین در سال ۱۹۶۸ با عنوان تراژدی منابع مشترک آغاز شده است. هاردین بیان می‌کند که اگر چندین بهره‌بردار از یک منبع برداشت کنند و هر کدام از آن‌ها هدف حداکثرسازی عایدی شخصی را داشته باشند، تنها نتیجه ممکن، استفاده بیش از حد منابع مشترک خواهد بود که در آن، وضعیت همه بهره‌برداران بدتر می‌شود. وی استدلال می‌کند که افراد، قادر به مدیریت منابع مشترک نیستند؛ بنابراین پیشنهاد شده است که منبع مشترک یا بین بهره‌برداران، تقسیم گردد یا به دولت واگذار شود (استروم، ۱۹۹۸). در مقابل استروم اگرچه به‌طور کامل نظر هاردین را رد نکرده اما معتقد بوده است که در اغلب موارد، بهره‌برداران عاقل قادر به مدیریت منابع مشترک خواهند بود، مگر اینکه منبع مشترک بسیار بزرگ باشد؛ ذینفعان باهم ارتباط نداشته باشند؛ بهره‌برداران به‌طور مستقل تصمیم‌گیری کنند؛ و هزینه تغییر شرایط بسیار زیاد باشد (استروم، ۱۹۹۸؛ مدنی و دینار^۳، ۲۰۱۲). این ادبیات، در حال حاضر به‌طور گسترده پذیرفته شده است، که یک جامعه تحت شرایط مناسب ممکن است بتواند در قالب نهادهای خودسازماندهی شده منجر به استفاده پایدار از منابع محدود شود، یعنی بیش از ظرفیت تحمل منبع از آن استفاده نکند و سازگار با نرخ بازاحیای آن باشد (یانگ^۴ و همکاران، ۲۰۱۲؛ والینو^۵، ۲۰۱۳).

با فرض اینکه اصلاح نهادی اصلی‌ترین راه‌حل برای غلبه بر معمای تراژدی منابع باشد، سؤال مهم این است که چگونه باید به این فرآیند کمک شود؟ تحقیقات تجربی که تلاش کرده‌اند به این پرسش پاسخ دهند در «رویکرد تشخیصی» استروم (استروم، ۲۰۰۷) خلاصه شده است که شامل عناصر بسیار زیادی است که بر نتیجه کنش جمعی اثر می‌گذارند. با این حال، انتخاب اینکه حقیقتاً کدام عوامل به یک وضعیت پایدار سوق پیدا می‌کند، همچنان وظیفه با اهمیتی خواهد بود. آنچه هنوز در هدایت این انتخاب مفقود مانده است تصویر واضح‌تر از مکانیزم‌های پشت پرده ظهور نهادها در راستای مدیریت منابع مشترک می‌باشد (هندرسن^۶، ۲۰۰۵؛ اسکوزنی^۷، ۲۰۱۲).

1. Velez
2. Anderies
3. Madani & Dinar
4. Yang
5. Vallino
6. Hedstrom
7. Squazzoni

۲-۲- قواعد نهادی ADICO

در اقتصاد عموماً نهادها به عنوان مجموعه‌ای از قواعد تعریف می‌شوند که توسط مجموعه‌ای از افراد مورد استفاده قرار می‌گیرند تا فعالیت‌های تکراری را سازمان‌دهی کنند (رضاپور، رنانی و امیری، ۱۳۹۹؛ سلیمی و مکنون، ۱۳۹۷). این فعالیت‌ها به نتایجی منجر می‌شوند که بر افراد و بطور بالقوه بر سایرین اثر می‌گذارد (نورث^۱، ۱۹۹۰؛ استروم، ۲۰۰۰). نهادها تعامل بین افراد را تسهیل می‌کنند، منجر به ایجاد شرایط پایدار و باثبات می‌شوند و پایه‌های اعتماد متقابل را به وجود می‌آورند. هرچند ممکن است نهادها منجر به بروز رفتارهای ناپایدار از سوی مردم شده و یا حتی منجر به توزیع نامتوازن قدرت شوند. برای این منظور، از قواعد نهادها ADICO (کروفورد و استروم، ۱۹۹۵) برای تعریف اجزای تشکیل‌دهنده نهادها استفاده می‌شود.

ساختار ADICO با ۵ عنصر بیان می‌شود: انتساب‌ها، تکالیف، اهداف، شرایط و مجازات (در غیر این صورت)^۲، این ساختار گزاره‌های نهادی را خلاصه می‌کند و فهم محقق از نحوه شکل‌گیری و تغییر نهادها را تسهیل می‌کند.

جدول ۱. عناصر تشکیل‌دهنده ساختار ADICO

عناصر	توضیح	مثال
انتساب‌ها	تعیین‌کننده آن است که قوانین نهادی برای کدام گروه از جامعه تنظیم شده است.	ما، همه، کشاورزان و...
تکالیف	تعیین‌کننده شدت الزام و توجه به قوانین نهادی می‌باشد.	باید، نباید و می‌توانند
اهداف	شامل انتخاب کنش افراد می‌باشد.	برداشت از منبع براساس استراتژی فردی یا میزان تعیین شده توسط نهاد
شرایط	مشخص‌کننده چرخه‌های زمانی است که قوانین نهادی اجازه انجام کنش را برای افراد می‌دهد.	در تمامی زمان‌ها، هر دو روز یکبار و...
مجازات	تعیین می‌شود که اگر نقض قوانین نهادی توسط یک عامل رخ دهد چه مجازاتی در انتظار اوست.	محرومیت کامل برداشت، جریمه مالی و...

منبع: کروفورد و استروم، ۱۹۹۵

1. North Douglass

۲. ADICO مخفف این کلمات می‌باشد.

۳- روش پژوهش

مطالعه حاضر در قالب یک مدل انتزاعی، به مدل‌سازی دو وضعیت دسترسی‌آزاد و ظهور نهاد خودگردان توسط گروهی از ساکنان محلی در یک جامعه فرضی^۱ در راستای مدیریت منابع مشترک می‌پردازد. این مدل در NetLogo نسخه ۶,۰,۲ اجرا می‌شود. بدین منظور از یک مدل عامل محور ایجاد شده توسط قربانی و برآوو (۲۰۱۶)، به‌عنوان مدل پایه استفاده و با وارد کردن امکان تقلب و ضمانت‌اجرا، بسط داده می‌شود.

۳-۱- مدل پایه: دسترسی‌آزاد

نسخه پایه مدل، نشان‌دهنده جامعه‌ای از بهره‌برداران است که از یک منبع مشترک فرضی در یک وضعیت دسترسی‌آزاد برداشت دارند. در این نسخه از مدل، بهره‌برداران معتقدند که بدون هیچ‌گونه محدودیتی می‌توانند از منبع مشترک برداشت داشته باشند. در این مدل، هر اجرا ۱۰۰ گام‌زمانی دارد. یک گام‌زمانی مربوط به یک تیک در نت‌لوگو است. ۱۰۰ بهره‌بردار بر روی یک شبکه‌اجتماعی با یکدیگر در ارتباط هستند. منبع مشترک با ظرفیت تحمل k می‌باشد و با نرخ r بازاحیا می‌شود (جانسن و همکاران، ۲۰۰۸). هر بهره‌بردار در هر گام‌زمانی، به میزان استراتژی خود از منبع برداشت دارد. فرض می‌شود برداشت یک واحد از منبع، معادل یک واحد پولی برای بهره‌بردار باشد. تا زمانی که میزان برداشت از منبع، نیازهای معیشتی بهره‌بردار را تأمین کند (عایدی بهره‌بردار مثبت باشد)، بهره‌بردار استراتژی برداشت خود را دنبال می‌کند، اما اگر میزان برداشت وی پاسخگوی نیازهای معیشتی او نباشد (عایدی بهره‌بردار منفی شود)، بهره‌بردار با استفاده از کپی‌برداری از کنش همسایه موفق خود و یا انتخاب کنش جدید از میان کنش‌های ممکن اقدام به اصلاح استراتژی خود می‌کند.

فرض می‌شود یک تک منبع وجود دارد که بین بهره‌برداران موجود در شبیه‌سازی به اشتراک گذاشته می‌شود. منبع، تجدیدپذیر است و واحدهای منبع را برای مصرف بهره‌برداران فراهم می‌کند. منبع در هر گام‌زمانی با نرخ k که به وسیله تابع لجستیکی دو پارامتری تعیین شده است، رشد می‌کند ($k =$ ظرفیت تحمل منبع که بیانگر حداکثر گنجایش منبع می‌باشد و $r =$ نرخ باز احیا، که بیانگر نرخ تناسبی است که در هر گام زمانی منبع رشد می‌کند). تابع ویژه استفاده شده یک تابع لجستیک استاندارد می‌باشد. در شروع شبیه‌سازی، منبع در ظرفیت تحمل تنظیم

۱. در این جامعه فرضی، معیشت ساکنان محلی وابسته به برداشت از منابع مشترک است و برای داشتن یک درآمد مستمر بایستی در کنار برداشت از منبع مشترک، آن را نیز حفظ نمایند.

شده است، در حالی که به طور مداوم بسته به مقدار برداشت شده توسط بهره‌برداران و براساس معادله ۱، میزان آن تغییر می‌کند:

$$\text{resource}_t = \text{resource}_{t-1} + r * (1 - \frac{\text{resource}_{t-1}}{k}) \quad (۱)$$

در حقیقت $(1 - \frac{\text{resource}_{t-1}}{k})$ ، بیانگر بخشی از منبع مشترک است که نسبت به ظرفیت تحمل آن در گام زمانی قبلی تخلیه شده است و با نرخ r تجدید می‌شود. برای مدل‌سازی الگوهای برداشت عامل‌ها، به بهره‌برداران این حق انتخاب داده شده است که در هر بار مصرف، چه مقدار از واحدهای منبع را برداشت کنند. در گزاره‌های ADICO، این معادل استراتژی‌ای است که متشکل از عناصر: $A = \text{من}$ ؛ $D = \text{باید}$ ؛ $I = \text{به میزان } N$ واحد از منبع؛ $C = \text{در هر دوره، مجاز به برداشت هستم}$ ؛ $O = \text{در غیر اینصورت}$ ، اگر بیش از N واحد برداشت کنم مجازات می‌شوم. باید متذکر شد که به پیروی از کروفرود و استروم ۱۹۹۵، وضعیتی که در آن هیچ نهادی وجود ندارد (دسترسی آزاد) به طور رسمی معادل وضعیتی است که در آنجا یک قاعده وجود دارد که بیان می‌کند همه چیز ممکن است. با استفاده از ساختار ADICO، قاعده در مدل دسترسی آزاد به صورت: همه $A =$ ، اجازه داده شده است $D =$ ، به میزان استراتژی فردی خود $I =$ ، همیشه $C =$ و تعریف نشده $O =$ قابل تعریف می‌باشد.

فرض می‌شود که همه کنش‌هایی که امکان انجام آن برای یک بهره‌بردار وجود دارد در یک لیست به‌عنوان فضای استراتژی ممکن^۱ ذخیره شده باشد. این کنش‌ها به استخراج واحدهای منبع مشترک مربوط می‌شود. برای سادگی، فرض می‌شود با برداشت هر واحد از منبع مشترک توسط یک بهره‌بردار، عایدی وی به میزان یک واحد افزایش یابد. در ابتدای شبیه‌سازی برای تعریف استراتژی فردی بهره‌برداران، یک کنش از میان فضای استراتژی ممکن به صورت تصادفی برای هر بهره‌بردار انتخاب می‌شود:

$$\text{actionlist} = \{-5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100\} \quad (۲)$$

مقدار -۵ در بین کنش‌های ممکن قرار داده شده که بیانگر حالتی است که بهره‌بردار بدون برداشت از منبع، ۵ واحد از عایدی خود را از دست می‌دهد (برای مثال ماهیگیری که در طوفان، قایق خود را از دست می‌دهند).

هر بهره‌بردار برای گذراندن زندگی خود، در هر گام زمانی مقداری از عایدی خود را مصرف می‌کند. میزان مصرف هر بهره‌بردار به صورت تصادفی از میان لیست مصرف^۱ تعریف می‌شود و در طول شبیه‌سازی ثابت می‌باشد:

$$\text{Consumelist} = \{10, 20, 30\} \quad (۳)$$

در هر گام زمانی، عایدی فعلی هر بهره‌بردار ($\text{payoff}_{i,t}$)، تحت تأثیر عایدی دوره قبل ($\text{payoff}_{i,t-1}$)، استراتژی برداشت وی ($\text{action}_{i,t}$)، میزان مصرف بهره‌بردار ($\text{consume}_{i,t}$) و هزینه ثابت برداشت (cost) قرار دارد.

$$\text{payoff}_{i,t} = \text{payoff}_{i,t-1} + \text{action}_{i,t} - \text{consume}_{i,t} - \text{cost} \quad (۴)$$

لازم به یادآوری است که در هر بار برداشت از منبع، بهره‌برداران، یک هزینه ثابت^۲ نیز پرداخت می‌کنند. این هزینه ثابت، تحت تأثیر تکنولوژی ابزار برداشت است و مقدار آن می‌تواند از طریق اسلایدر cost توسط کاربر تنظیم شود.

بهره‌برداران می‌توانند استراتژی‌های برداشت خود را به دو شیوه متفاوت تغییر دهند: (۱) انتخاب یک کنش جدید از بین مجموعه کنش‌های ممکن و (۲) کپی برداری از کنش همسایه موفق خود (فردی با بالاترین عایدی در گام زمانی قبل).

بهره‌برداران براساس نرخ جهش رفتاری (که توسط اسلایدر mutation تعیین می‌شود)، یکی از این دو روش را انتخاب می‌کنند. هر چه این نرخ به مقدار صفر نزدیک‌تر باشد، احتمال اینکه بهره‌بردار براساس کنش همسایه موفق خود عمل کند، بیشتر است، درحالی‌که اگر این نرخ به مقدار یک نزدیک‌تر باشد احتمال انتخاب کنش جدید از فضای کنش‌های ممکن بیشتر می‌باشد. این مفهوم از جانسن و همکاران^۳ (۲۰۰۷) گرفته شده است. فرض می‌شود که بهره‌برداران تنها زمانی استراتژی خود را تغییر می‌دهند که سطح عایدیشان زیر صفر باشد، وضعیتی که در آن تعداد واحدهای استخراج شده از منبع نتواند «نیازهای معیشتی» بهره‌برداران را تأمین کند. اینجا عقلانیت حکم می‌کند بهره‌بردارانی که عملکرد ضعیف دارند تلاش کنند استراتژی فردی خود را خواه با تقلید از دیگران یا انتخاب کنش جدید اصلاح کنند تا رفاهشان بهبود یابد، که سیمون^۴ (۱۹۷۶) آن را «عقلانیت وابسته به طرز عمل»^۵ نامیده است.

1. Consumelist
2. Cost
3. M. A. Janssen, et al.
4. Simon
5. procedural rationality

نرخ جهش رفتاری معیاری برای بیان توجه به نسل آتی نیز می‌باشد. زمانی که یک بهره‌بردار با عایدی منفی، استراتژی برداشت خود را براساس کنش همسایه موفق خود انتخاب می‌کند، بدون اینکه به نسل آتی توجه کند، به دنبال حداکثرسازی عایدی خود می‌باشد، درحالی‌که اگر بهره‌بردار با عایدی منفی، استراتژی برداشت خود را براساس انتخاب یک کنش جدید انجام دهد به دنبال تأمین نیازهای معیشتی خود در کنار توجه به نسل آتی خواهد بود؛ لذا هر چه مقدار نرخ جهش رفتاری کمتر باشد نشان‌دهنده توجه به نسل آتی می‌باشد.

برای اینکه بهره‌برداران کنش همسایه موفق خود را کپی کنند، در شبکه اجتماعی، همسایگان به عنوان رأس‌هایی برای آن‌ها مدل‌سازی شده‌اند. در مدل‌های عامل‌محور، به دلیل فقدان داده‌های تجربی مربوط به روابط اجتماعی بهره‌برداران، برای نشان دادن شبکه واقعی، از نظریه معروف گراف استفاده می‌گردد. گراف‌های نظری که در این مطالعه استفاده شود شامل سه شبکه اجتماعی تصادفی، جهان کوچک و بدون مقیاس می‌باشند:

- شبکه تصادفی: در شبکه تصادفی هر رأس به صورت تصادفی به X تعداد رأس دیگر وصل شده است که X توسط مدلساز تعیین می‌شود. به طور معمول برای ایجاد شبکه‌های تصادفی از مدل اردوس-رنی استفاده می‌شود (اردوس و رنی^۱، ۱۹۵۹). در این شبکه اجتماعی یک احتمال مساوی برای هر یال ممکن، در نظر گرفته می‌شود تا به صورت مستقل اتفاق بیفتد. در چنین فضای اجتماعی هیچ تفاوتی بین عامل‌ها از نظر اعتبار اجتماعی وجود ندارد.

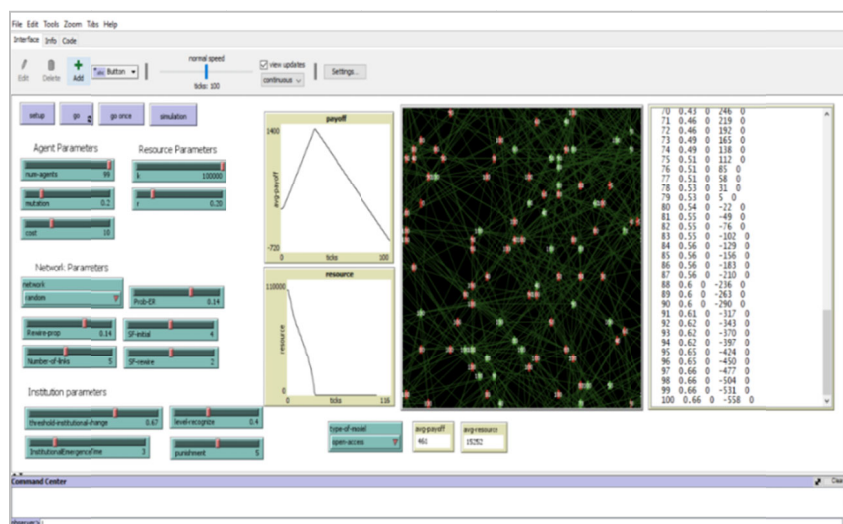
- شبکه جهان کوچک: در شبکه جهان کوچک بیشتر رأس‌ها تنها به صورت محلی به همسایگان نزدیک وصل شده‌اند، اما تعداد کمی از رأس‌ها ارتباطات «فاصله طولانی» دارند (واتس و استروگاتز^۲، ۱۹۹۸). در این شبکه اجتماعی موقعیت جغرافیایی عامل‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد و افراد با همسایگانی که در فاصله نزدیک وی هستند در ارتباط می‌باشند.

- شبکه بدون مقیاس: در شبکه بدون مقیاس، تعداد زیادی از رأس‌ها دارای روابط کم هستند و فقط تعداد اندکی از رأس‌ها دارای روابط بالایی می‌باشند. معمولاً برای ایجاد شبکه‌های بدون مقیاس از مدل باراباسی-آلبرت استفاده می‌شود. مدل باراباسی-آلبرت شبکه‌های بدون مقیاس را با استفاده از مکانیزم اتصال ترجیحی ایجاد می‌کند، به این صورت که هر چه یک رأس ارتباطات بیشتری داشته باشد، احتمال اینکه پیوندهای جدیدی برقرار کند بیشتر است، بنابراین رأس‌هایی با درجه بالاتر، با احتمال بیشتری با رأس‌های دیگر ارتباط می‌گیرند (باراباسی و

1. Erdős & Rényi

2. Watts & Strogatz

آلبرت^۱، (۱۹۹۹). در این شبکه اجتماعی تعداد محدودی از عامل‌ها مشهور هستند و دیگر عامل‌ها را به شدت تحت تأثیر خود قرار می‌دهند (اصغریور ماسوله و صادقی، ۱۳۹۲). لازم به ذکر است که در این مطالعه از اسلایدر number-of-links برای پیکربندی شبکه اجتماعی تصادفی و دو اسلایدر number-of-links و rewire-prop برای پیکربندی شبکه اجتماعی جهان کوچک و دو اسلایدر SF-initial و SF-rewire برای پیکربندی شبکه اجتماعی بدون مقیاس استفاده شده است. اجرای برنامه بعد از ۱۰۰ گام زمانی و یا زمانی که منبع کاملاً تمام شود، به اتمام می‌رسد.



شکل ۱. نمای گرافیکی مدل پژوهش در نرم‌افزار نت‌لوگو

در نمایش گرافیکی مدل، وضعیت پویای هر بهره‌بردار در هر گام زمانی قابل مشاهده می‌باشد، به گونه‌ای که بهره‌بردارانی که دارای عایدی مثبت هستند، با رنگ سبز و بهره‌بردارانی که دارای عایدی منفی هستند، با رنگ قرمز نمایش داده می‌شوند. استراتژی فردی‌ای که هر بهره‌بردار انتخاب کرده است نیز به صورت برجسته بر روی هر بهره‌بردار قابل مشاهده می‌باشد.

1. Barabási & Albert

نسخه مدل نهاد خودگردان با اندکی تغییر نسبت به مدل دسترسی آزاد، در ادامه شرح داده می‌شود. این بدین معنی است که ظهور و تغییر نهادی می‌تواند به‌عنوان وضعیتی مطالعه شود که نسبت به وضعیت اولیه (دسترسی آزاد)، اجازه داده شده هر چیزی به قواعد بسیار سخت‌تر تغییر داده شود. لازم به یادآوری است که دامنه قوانین نهادی که می‌توانند از انتخاب‌های بهره‌برداران موجود در مدل ظهور کنند، تنها قواعد عملیاتی (کنش‌های ممکن بهره‌برداران) می‌باشد (استروم، ۲۰۰۵).

۳-۲- مدل نهاد خودگردان

در مدل نهاد خودگردان این امکان وجود دارد که در سیکل‌های زمانی منظم^۱، بهره‌برداران در مورد ایجاد یک نهاد جدید (اگر هنوز ایجاد نشده باشد)، یا اصلاح نهاد موجود تصمیم‌گیری کنند. این تقلیدی از جلسات منظم بهره‌برداران نهادهای منابع مشترک در جهان واقعی می‌باشد. باید توجه داشت که در طول این جلسات، تغییر نهادی زمانی اتفاق می‌افتد که تعداد بهره‌برداران ناراضی از نهاد موجود، بیشتر از آستانه مشخصی باشد. به عبارت دیگر، فرض می‌شود که: (۱) بهره‌بردارانی که عایدیشان منفی است، از وضعیت موجود ناراضی بوده و رأی به تغییر نهادی می‌دهند.

(۲) اگر نسبتشان بیشتر از آستانه تغییر نهادی^۲ باشد (یعنی به اکثریت لازم رسیدند)، رأی‌شان موفقیت‌آمیز بوده و نهاد جدید تعیین می‌شود. در این مطالعه، همواره مقدار آستانه تغییر نهادی بالا در نظر گرفته شده است (تعداد بهره‌برداران ناراضی (بهره‌برداران با عایدی منفی)، بیش از دو سوم جمعیت کل بهره‌برداران باشند)، زیرا بهره‌بردارانی که دارای تفکر افراطی هستند توسط بقیه بهره‌برداران کنترل می‌شوند. همچنین نشان‌دهنده این واقعیت است که تغییرات نهادی پرهزینه است و نیاز به یک اکثریت بزرگ دارد. این بخش از مدل نشان می‌دهد که وقتی بهره‌برداران ویرانی منابع را تجربه می‌کنند، آن‌ها نه تنها علاقمند به تغییر استراتژی فردی خود می‌شوند، حتی نهادی ایجاد می‌کنند تا برداشت منابع را برای کل جامعه تنظیم کند (جاگر و جانسن، ۲۰۰۲).

فرآیند تغییر نهادی به صورت ذیل می‌باشد. هر بهره‌بردار استراتژی فردی خود را به‌عنوان یک استراتژی که باید به نهاد تبدیل شود، ارائه می‌کند. استراتژی‌ای که بیشترین فراوانی را در

1. Institutional – Emergence – Time

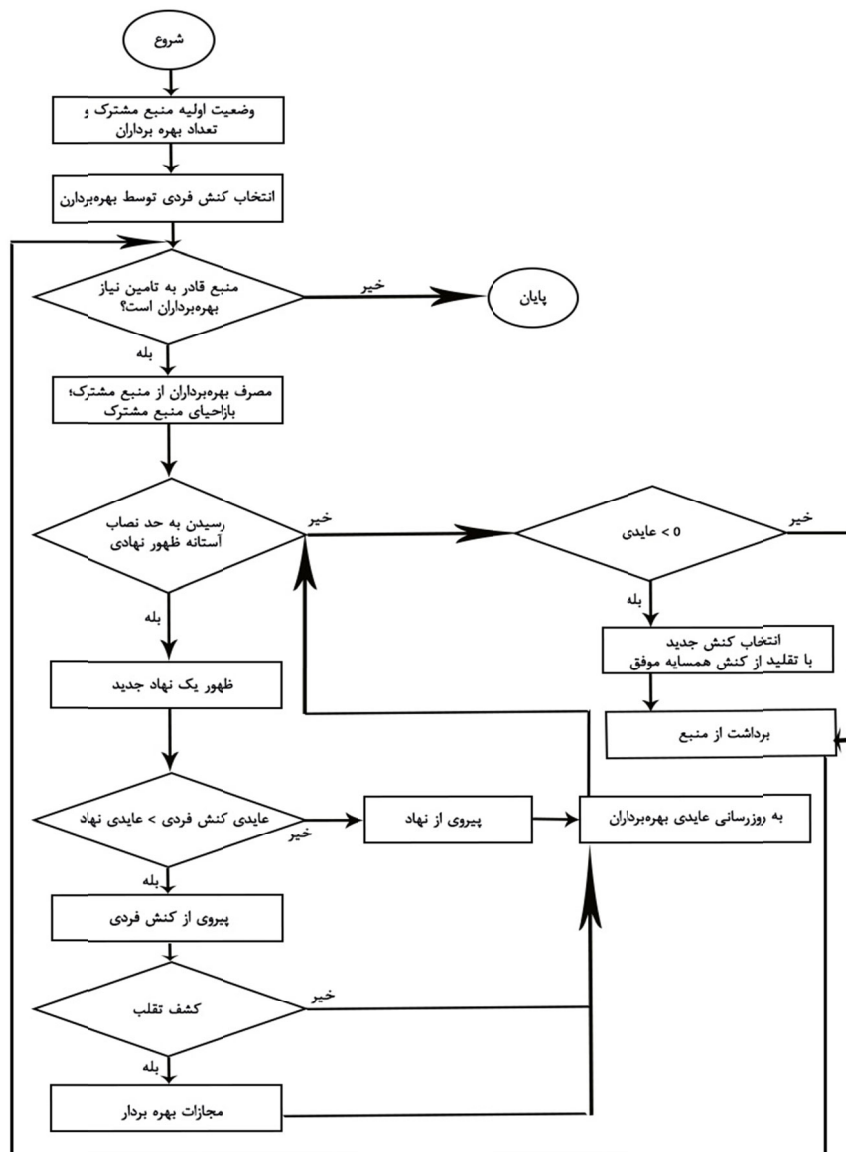
2. Threshold - Institutional - Change

بین بهره‌برداران داشته باشد (استراتژی نما^۱) به‌عنوان نهاد جدید انتخاب می‌شود.^۲ از این نقطه به بعد، بهره‌برداران به‌جای پیروی از استراتژی فردی خود، باید از نهاد پیروی کنند. به هر حال اگر برای بهره‌بردار ناراضی امکان تغییر نهادی وجود نداشته باشد (چرخه زمانی ظهور نهادی فرا نرسیده باشد، یا تعداد افراد ناراضی جامعه اندک باشند و یا اینکه به علت پارادوکس رای‌گیری چند نما وجود داشته باشد)، تغییر استراتژی‌های فردی به شیوه گفته شده (کپی‌برداری یا انتخاب کنش جدید)، ادامه می‌یابد. حتی اگر این کار هیچ نتیجه عملی به همراه نداشته باشد، نشان‌دهنده تغییر عقاید بهره‌برداران در مورد تلاش برای رسیدن به بهترین روش برای مدیریت منابع می‌باشد. تغییرات، انباشته شده و در نهایت به‌صورت یک استراتژی پرترفدار جدید درمی‌آید، که منجر به تبدیل به نهاد در گام‌زمانی بعدی می‌شود.

پس از این‌که یک قاعده جمعی برای برداشت به‌عنوان نهاد خودگردان ایجاد شد، بهره‌بردارانی که استراتژی فردیشان سبب می‌شود عایدی بیشتری نسبت به پیروی از نهاد خودگردان داشته باشند می‌توانند تقلب کرده و به جای پیروی از نهاد خودگردان، استراتژی فردی خود را دنبال کنند. در صورتی که نقض قوانین نهادی برای یک بهره‌بردار کشف شود، مجازات می‌شود. شدت ضمانت‌اجرا توسط دو اسلایدر level-recognize و punishment تعیین می‌شود. بهره‌برداران متقلب با احتمال level-recognize کشف شده و جریمه آن‌ها عدم امکان برداشت به میزان punishment گام‌زمانی بعدی خواهد بود.

1. Modes

۲. در این مدل فرض می‌شود تنها امکان ظهور یک نهاد در هر گام‌زمانی وجود دارد و در صورتی که به علت پارادوکس رای‌گیری، چند نما برای استراتژی‌های فردی بهره‌برداران وجود داشته باشد، امکان ظهور نهاد جدید وجود نخواهد داشت و بهره‌برداران بایستی براساس نهاد ایجاد شده در دوره قبل عمل کنند.



شکل ۲. فلوجارت فرآیند شبیه‌سازی مدل نهاد خودگردان

جدول ۲، تنظیمات آزمایشگاهی مدل را نشان می‌دهد که شامل مقادیر مربوط به اسلایدرها، به‌منظور تنظیم مقدار اولیه پارامترهای مدل می‌باشد که برای مقایسه نسخه مدل دسترسی‌آزاد و نهاد خودگردان در زمینه مدیریت منابع مشترک استفاده می‌شود.

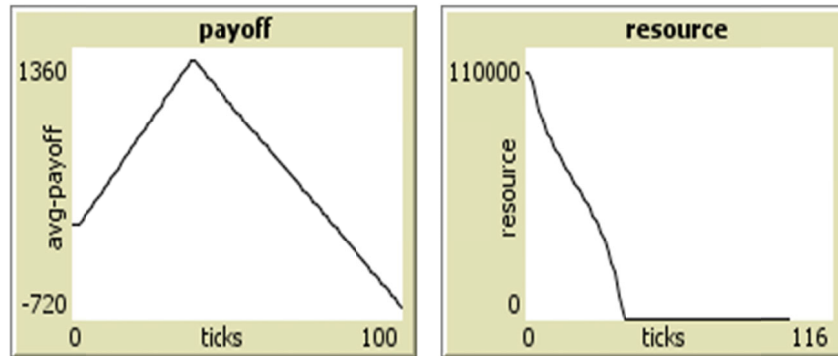
جدول ۲. مقادیر اسلایدرها در تنظیمات آزمایشگاهی پژوهش

پارامترهای مدل	نماد اسلایدر	مقدار پیش فرض	مقدار حداقل	مقدار حداکثر
ظرفیت تحمل منبع	K	۱۰۰۰۰	۵۰۰	۲۰۰۰۰
نرخ باز احیا	R	۰/۲	۰	۱
تعداد بهره‌برداران	num-agent	۱۰۰	۱۰	۲۰۰
نرخ جهش رفتاری	Mutation	۰/۸	۰	۱
نرخ نظارت	level-recognize	۰/۴	۰	۱
طول دوره جریمه	Punishment	۵	۰	۱۰
سیکل زمانی ظهور نهادی	institutional-emergence-time	۳	۱	۱۰
آستانه تغییر نهادی	threshold-institutional-change	۰/۶۷	۰/۱	۱
هزینه ثابت برداشت	Cost	۱۰	۰	۳۰

۴- نتایج و بحث

نتایج حاصل از اجرای هر دو نسخه از مدل دسترسی‌آزاد و نهاد خودگردان از طریق تنظیم پارامترهای مدل براساس جدول ۲ انجام شده است.

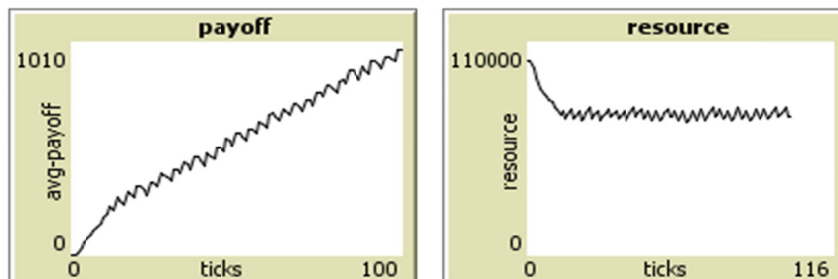
نتایج حاصل از نسخه دسترسی‌آزاد نشان‌دهنده نابودی کامل منبع بعد از چند گام زمانی می‌باشد (شکل ۳). همچنین متوسط عایدی بهره‌برداران تا قبل از نابودی کامل منبع همواره در حال افزایش است، اما بعد از نابودی کامل منبع، روند آن نزولی می‌شود (شکل ۴). این بدان مفهوم است که فرایند انتخاب استراتژی فردی به برداشت خودخواهانه، بدون مدنظر قرار دادن سطح موجودی منبع منتهی می‌شود که در نهایت تراژدی منابع را در پی دارد.



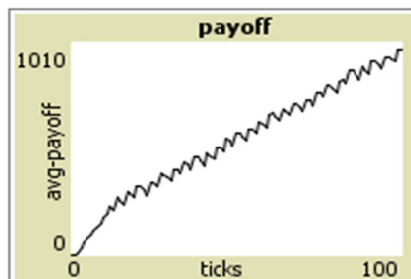
شکل ۳. روند تغییرات سطح موجودی منبع در نسخه مدل دسترسی آزاد

شکل ۴. روند تغییرات متوسط عایدی بهره‌برداران در نسخه مدل دسترسی آزاد

براساس شکل‌های ۵ و ۶ نسخه مدل نهاد خودگردان، نشان می‌دهد که سطوح بالاتری از موجودی منبع و عایدی بهره‌برداران، در مقایسه با وضعیت دسترسی آزاد وجود دارد. این نتایج با ادبیات تجربی مطابقت دارد و نشان می‌دهد که نهادهای خودگردان (در صورتی که به درستی طراحی شده باشند)، می‌توانند تراژدی منابع را حل کنند. نهادهای خودگردان در یک فضای آزمون و خطا یک قاعده مشترک را بین بهره‌برداران وضع می‌کنند که قابلیت اصلاح آن توسط بهره‌برداران وجود دارد و سبب می‌شود تا رفتارهای خودخواهانه بهره‌برداران از بین برود. این رفتار بهره‌برداران حتی اگر بدون توجه به نسل‌های آینده باشد نیز قابل توجیه است، زیرا حفظ منبع منجر به درآمد پایدار برای بهره‌برداران خواهد شد. این بسیار جالب است که ضمانت‌اجرا (کشف‌احتمالی و مجازات بهره‌برداران متخلف) سبب شده است که نوسانات موجودی منبع، با دامنه کوتاه و پرتکرار رخ دهد و نشان می‌دهد که با وجود ضمانت‌اجرا، تعداد کمی از بهره‌برداران استفاده افراطی داشته باشند. لازم به یادآوری است که ضمانت‌اجرای سختگیرانه‌تر با افزایش نرخ نظارت یا افزایش طول دوره جریمه، سبب می‌گردد تا فشردگی نوسانات بیشتر شود که به مفهوم بازاحیای سریع‌تر منبع به خاطر محروم‌سازی چند گام‌زمانی بهره‌برداران خودخواه از برداشت می‌باشد.



شکل ۵. روند تغییرات سطح موجودی منبع در نسخه مدل نهاد خودگردان



شکل ۶. روند تغییرات متوسط عایدی بهره‌برداران در نسخه مدل نهاد خودگردان

جدول ۳، متوسط سطح موجودی منبع و متوسط عایدی بهره‌برداران، در دو نسخه مدل دسترسی‌آزاد و نهاد خودگردان، به تفکیک انواع شبکه‌های اجتماعی را نشان می‌دهد^۱.

جدول ۳. متوسط سطح موجودی منبع و عایدی بهره‌برداران به تفکیک انواع شبکه‌های اجتماعی

شبکه اجتماعی جهان کوچک		شبکه اجتماعی بدون مقیاس		شبکه اجتماعی تصادفی		حالت	ترتیب نهادی
عایدی بهره‌برداران	موجودی منبع	عایدی بهره‌برداران	موجودی منبع	عایدی بهره‌برداران	موجودی منبع		
۳۹۵,۱	۱۷۶۷۴,۹	۴۳۰,۸	۱۷۶۷۴,۹	۳۵۲,۱	۱۶۵۶۵,۶	۱	دسترسی‌آزاد
۷۶۷,۹	۷۴۰۱۹,۷	۸۲۷,۹	۷۳۹۸۱,۸	۸۰۵,۵	۷۴۰۴۶,۸	۲	نهاد خودگردان

منبع: یافته‌های تحقیق

متوسط سطح موجودی منبع و متوسط عایدی بهره‌برداران جامعه، در تمامی شبکه‌های اجتماعی برای نهاد خودگردان، از مدل دسترسی‌آزاد بیشتر است. این بسیار جالب است که در فضای ساده آزمون و خطای تغییرات نهادی طراحی شده در این مقاله، بهره‌برداران هرگز قوانین نهادی را انتخاب نکرده‌اند که منجر به وضعیتی بدتر از حالت دسترسی‌آزاد شود. این یافته منطبق بر بسیاری از مطالعات تجربی (برای مثال استروم، ۲۰۰۹؛ اندریس و جانسن، ۲۰۱۳؛ چابلی و

۱. میانگین دو متغیر سطح موجودی منبع و متوسط عایدی بهره‌برداران پس از ۱۰۰ بار اجرا در جدول ۳ ثبت شده است.

هالر^۱، ۲۰۱۰؛ فرجام و همکاران، ۲۰۲۰؛ هالر^۲ و همکاران، ۲۰۱۳) می‌باشد که نشان می‌دهد نهاد خودگردان می‌تواند وضعیت منبع و عایدی بهره‌برداران را بهبود بخشد. این یافته منطبق با مطالعات آزمایشات رفتاری باؤلز^۳ (۲۰۰۸) است، که توضیح می‌دهد مردم تنها براساس انگیزه‌های اقتصادی عمل نمی‌کنند، بلکه خود را به‌عنوان افراد اخلاقی و محترم در چشم اطرافیان خود نشان می‌دهند. نتیجه‌گیری‌های مشابه توسط فری^۴ (۱۹۹۴) و طالبی، سفیری و کمالی (۱۳۹۹) نیز بیان شده است.

اگرچه در مطالعه قربانی و برآوو (۲۰۱۶) مدیریت منابع مشترک در قالب ظهور هنجارها مورد بررسی قرار گرفته است، اما به پیروی از استدلال استروم در مورد فرآیند تبدیل هنجارها به قواعد (تکمیل گزاره ADICO با در نظر گرفتن مجازات برای بهره‌برداران متقلب)، این مقاله تصمیم به بسط مدل قربانی و برآوو (۲۰۱۶) با وارد کردن امکان تقلب و ضمانت‌اجرا کرده است. منطبق با بسیاری از یافته‌های تجربی، براساس نتایج این مقاله نیز مشخص شده در سیستم‌هایی که توسعه نهادی ممکن بوده است، در مقایسه با وضعیت‌هایی که بهره‌برداران تنها استراتژی‌های خود را دنبال می‌کنند، هم عایدی بهره‌برداران و هم شرایط منبع بهبود می‌یابد. این نتیجه منطبق با مطالعه اسمگل و همکارانش (۲۰۰۸) می‌باشد، که با استفاده از ساختار ADICO تغییرات قواعد در سیستم‌های اجتماعی را مدل‌سازی کرده‌اند. اگرچه آن‌ها انتخاب کنش‌های بهره‌برداران و قواعد را به‌عنوان دو مکانیسم رفتاری مجزا، مدل‌سازی کرده‌اند، در این مقاله ظهور نهادی به‌عنوان نتیجه فرآیند یکپارچه‌سازی استراتژی فردی آنها، در نظر گرفته شده و بنابراین، در مطالعه (اسماگل و همکارانش ۲۰۰۸) رفتار بهره‌برداران و تصمیم‌گیری براساس متغیرهای درونی و بیرونی مانند انگیزه‌ها، محرک‌ها، اهداف و شرایط زیست‌محیطی تعریف شده است. در مدل ارائه شده در این مطالعه، بهره‌برداران از نظر شناختی ساده‌تر هستند و یا به‌صورت تصادفی رفتارهای جدید را انتخاب می‌کنند یا اینکه از دیگران کپی‌برداری می‌کنند. تفاوت دیگری که بین این دو تحقیق وجود دارد این است که با وجود اینکه پویایی‌های منبع در مطالعه اسمگل و همکارانش (۲۰۰۸) تنها از قواعد ساده پیروی کرده و هیچ پیوستگی‌زمانی تعریف نشده است، اما در این مقاله با استفاده از یک تابع لجستیک دوپارامتری، تغییرات منبع در طول زمان مدل‌سازی بررسی شده است که چگونه این تغییرات بر ظهور و تحول نهادی اثر می‌گذارد.

1. Chabwela & Haller
2. Haller
3. Bowles
4. Frey

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این مطالعه یک مدل انتزاعی با بهره‌گیری از رویکرد مدل‌های عامل محور طراحی شده است تا الگوهای ظهور نهادی که به‌طور عمومی در واقعیت مشاهده می‌شوند را توضیح دهد. هدف اصلی این مدل ابتدایی این است که نشان دهد می‌توان ظهور نهادی را براساس کنش بهره‌برداران مدل‌سازی کرد، بدون آنکه ظرفیت‌های شناختی ویژه‌ای برای بهره‌برداران در نظر گرفت. بدین منظور در این مقاله، به پیروی از استدلال استروم در مورد فرآیند تبدیل هنجارها به قواعد (تکمیل گزاره ADICO با در نظر گرفتن مکانیسم نظارت و مجازات برای بهره‌برداران متقلب)، با توسعه مدل ابتدایی مطالعه قربانی و برآوو (۲۰۱۶)، قوانین نهادی معادل عبارت دقیق‌تر ADICO تعریف و مدیریت منابع مشترک در دو حالت دسترسی آزاد و نهاد خودگردان با یکدیگر مقایسه شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که متوسط سطح موجودی منبع و متوسط عایدی بهره‌برداران در تمامی شبکه‌های اجتماعی برای نهاد خودگردانی که ضمانت‌اجرا را در قالب کشف احتمالی متقلبان و محرومیت برداشت برای آن‌ها اعمال می‌کند، از مدل دسترسی آزاد بیشتر می‌باشد. نکته جالب این است که در فضای ساده آزمون و خطای تغییرات نهادی طراحی شده در این مقاله، بهره‌برداران هرگز قوانین نهادی را انتخاب نکرده‌اند که منجر به وضعیتی بدتر از حالت دسترسی آزاد شود.

بخشی از نتایج مدل توسط آزمایش‌های تجربی و میدانی تأیید شده‌اند. ارزش اضافی این مطالعه نهفته در این واقعیت است که مدل عامل محور می‌تواند پروسه‌های توصیف‌شده را فرموله کند و اجازه می‌دهد پویایی‌های مکانیسم‌های مدیریت منابع مشترک قابل مشاهده باشد. با وجود سطح بالای انتزاع و این حقیقت که در این مطالعه از چشم‌انداز تحولی ضمنی (کپی‌برداری، تقلید و غیره) استفاده شده است، نتایج این مطالعه کاملاً منطبق با یافته‌های تحقیقات تجربی می‌باشد. به‌ویژه این مطالعه توانسته است پویایی‌های نهادی را بازتولید کند که مشابه موارد یافت شده در محیط‌های تجربی بوده است و تأیید کند که نهادهای خودگردان در واقعیت به مدیریت پایدار سیستم‌های منبع مشترک می‌توانند کمک کنند.

مدل ارائه شده در این مقاله در ابتدای مسیر مدل‌سازی ظهور نهادی قرار دارد و هنوز ابعاد بسیاری وجود دارد که می‌تواند به مدل اضافه شود. اگرچه در مدل حاضر برای سادگی فرض شده است که امکان ظهور تنها یک نهاد در یک زمان وجود دارد، اما در مطالعات آتی، وجود همزمان نهادها، هنجارها و حتی استراتژی‌های فردی مختلف بهره‌برداران نیز زمینه تحقیق جذابی خواهد بود. همچنین در مطالعات بعدی می‌توان حالت‌های مختلف دیگری از نگرش برخورد با بهره‌برداران متقلب را مورد بررسی قرار داد؛ به‌عنوان مثال، برای کسانی که قاعده را نقض می‌کنند، می‌توان مجازاتی به‌صورت کاهش عایدی در نظر گرفت. بررسی نقش تأثیر

اجتماعی در میان بهره‌برداران و تأثیر آن بر تمایل آن‌ها به تقلب نیز باارزش خواهد بود. شبیه‌سازی منبع مشترک ناهمگن و عدم‌تقارن قدرت در امکان برداشت از منبع نیز جالب خواهد بود.

منابع

۱. اسکوهی، مائده و اسماعیلی، کاظم (۱۴۰۰). تحلیلی بر نظریه‌های حکمرانی و مدیریت منابع آب در ایران. *آب و توسعه پایدار*، ۸(۱)، ۱-۱۰.
doi: 10.22067/jwsd.v8i1.88216
۲. اصغریور ماسوله، احمدرضا و صادقی، عطیه (۱۳۹۲). مدل‌سازی عامل محور اعتماد در ساختارهای مختلف شبکه‌های اجتماعی. *مجله جامعه‌شناسی ایران*، ۱۵(۲)، ۵۷-۸۶.
۳. رضایپور، زهره، رنایی، محسن و امیری، هادی (۱۴۰۰). مدیریت منابع مشترک: بازار، دولت یا هیچ کدام؟ مروری بر مطالعات مدیریت منابع آب در ایران (با تأکید بر دیدگاه اوستروم). *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۶(۸۸)، ۸۹-۱۲۷.
doi: 10.22054/ijer.2021.47477.814
۴. سلیمی، جلیل و مکنون، رضا (۱۳۹۷). فراتحلیل کیفی پژوهش‌های علمی ناظر بر مسئله حکمرانی در ایران. *مدیریت دولتی*، ۱۰(۱)، ۱-۳۰.
doi: 10.22059/jipa.2018.228757.1945
۵. طالبی، سحر، سفیری، خدیجه و کمالی، افسانه (۱۳۹۹). ارائه مدلی تجربی از شرایط برسانده کنش جمعی محله‌ای. *مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران*، ۹(۴)، ۷۹۹-۸۲۶.
doi: 10.22059/jisr.2020.285328.904
۶. طاهرآبادی، فائزه، معتمد، محمدکریم، خالدیان، محمدرضا (۱۳۹۵). تحلیل موانع و مشکلات مدیریت آب کشاورزی در دستیابی به توسعه پایدار مورد: شهرستان‌های کنگاور و صحنه در استان کرمانشاه. *اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، ۵(۱۷)، ۷۰-۵۷.
۷. وثوقی، منصور و محمدی، احمد (۱۳۹۰). حقوق دارایی و کنش جمعی برای استفاده از مشاعات. *مطالعات توسعه اجتماعی ایران*، ۳(۴)، ۵۱-۶۳.
8. Ale Ebrahim Dehkordi, M., Ghorbani, A., Bravo, G., Farjam, M., van Weeren, R., Forsman, A., & De Moor, T. (2021). Long-Term Dynamics of Institutions: Using ABM as a Complementary Tool to Support Theory Development in Historical Studies. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 24 (4), 7.
<https://doi.org/10.18564/jasss.4706>

9. Anderies, J. M., & Janssen, M. A. (2013). Robustness of Social-Ecological Systems: Implications for Public Policy. *Policy Studies Journal*, 41 (3), 513–536. <https://doi.org/10.1111/psj.12027>
10. Anderies, J. M., Janssen, M. A., Bousquet, F., Cardenas, J.-C., Castillo, D., Lopez, M.-C., Tobias, R., Vollan, B., & Wutich, A. (2011). The Challenge of Understanding Decisions in Experimental Studies of Common Pool Resource Governance. *Ecological Economics*, 70 (9), 1571–1579.
11. Asafu-Adjaye, J. (2005). *Environmental Economics for non-Economists: Techniques and Policies for Sustainable Development*. World Scientific Publishing Company.
12. Asgharpour Masuleh, A., Sadeghi, A. (2012). Trust Agent-Based Modeling in Different Structures of the Social Network. *Iranian journal of sociology*. 15(2), 57-86. (In Persian).
13. Axtell, R. (2000). *Why agents?: on the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences*.
14. Baland, J. M., & Platteau, J. P. (1996). *Halting Degradation of Natural Resources: Is there a Role for Rural Communities?* Food & Agriculture Org.
15. Balbi, S., & Giupponi, C. (2009). Reviewing Agent-Based Modelling of Socio-Ecosystems: a Methodology for the Analysis of Climate Change Adaptation and Sustainability. *University Ca'Foscari of Venice, Dept. of Economics Research Paper Series*, 15_09.
16. Barabási, A. L., & Albert, R. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286 (5439), 509–512.
17. Bonabeau, E. (2002). Agent-Based Modeling: Methods and Techniques for Simulating Human Systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99 (suppl 3), 7280–7287.
18. Bowles, S. (2008). Policies Designed for Self-Interested Citizens May Undermine "the Moral Sentiments": Evidence from Economic Experiments. *Science*, 320 (5883), 1605–1609.
19. Boyd, R., Richerson, P. J., Meinzen-Dick, R., De Moor, T., Jackson, M. O., Gjerde, K. M., Harden-Davies, H., Frischmann, B. M., Madison, M. J., & Strandburg, K. J. (2018). Tragedy Revisited. *Science*, 362 (6420), 1236–1241.
20. Bravo, G. (2011). Agents' Beliefs and the Evolution of Institutions for Common-Pool Resource Management. *Rationality and Society*, 23 (1), 117–152.

21. Bravo, G., Squazzoni, F., & Boero, R. (2012). Trust and Partner Selection in Social Networks: An Experimentally Grounded Model. *Social Networks*, 34 (4), 481–492.
22. Chabwela, H., & Haller, T. (2010). Governance Issues, Potentials and Failures of Participative Collective Action in the Kafue Flats, Zambia. *International Journal of the Commons*, 4 (2).
23. Crawford, S. E. S., & Ostrom, E. (1995). A Grammar of Institutions. *American Political Science Review*, 89 (3), 582–600.
24. De Moor, T. (2015). *The Dilemma of the Commoners: Understanding the Use of Common-pool Resources in Long-term Perspective*. Cambridge University Press.
25. Deadman, P. J., Schlager, E., & Gimblett, R. (2000). Simulating Common pool Resource Management Experiments with Adaptive Agents Employing Alternate Communication Routines. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 3 (2), 2.
26. Ensminger, J. (1996). *Making a Market: The Institutional Transformation of an African Society*. Cambridge University Press.
27. Epstein, J. M. (1999). Agent-Based Computational Models and Generative Social Science. *Complexity*, 4 (5), 41–60.
28. Erdős, P., & Rényi, A. (1959)...., P., by selecting N Edges from the ; i) Possible Edges P_x (1 5. *Publicationes Mathematicae*, 6, 290–297.
29. Farjam, M., De Moor, T., van Weeren, R., Forsman, A., Dehkordi, M. A. E., Ghorbani, A., & Bravo, G. (2020). Shared Patterns in Long-Term Dynamics of Commons as Institutions for Collective Action. *International Journal of the Commons*, 14 (1), 78–90. <https://doi.org/10.5334/ijc.959>
30. Frey, B. S. (1994). How Intrinsic Motivation is Crowded out and in. *Rationality and Society*, 6 (3), 334–352.
31. Ghorbani, A., & Bravo, G. (2016). Managing the Commons: a Simple Model of the Emergence of Institutions through Collective Action. *International Journal of the Commons*, 10 (1).
32. Haller, T. (2012). *The Contested Floodplain: Institutional Change of the Commons in the Kafue Flats, Zambia*. Lexington Books.
33. Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons: the Population Problem has no Technical Solution; it Requires a Fundamental Extension in Morality. *Science*, 162 (3859), 1243–1248.

34. Hedstrom, P. (2005). *Dissecting the Social: On the Principles of Analytical Sociology*. Cambridge University Press.
35. Holland, J. H. (1998). *Emergence: From Order to Chaos*. Reading, A: *Helix Books*, ISBN, 20114935.
36. Jager, W., & Janssen, M. A. (2002). Using Artificial Agents to Understand Laboratory Experiments of Common-Pool Resources with Real Agents. *Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-Agent Systems*, 75–102.
37. Janssen, M. A. (2010). Introducing Ecological Dynamics into Common-Pool Resource Experiments. *Ecology and Society*, 15 (2).
38. Janssen, M. A., Anderies, J. M., & Ostrom, E. (2007). Robustness of Social-Ecological Systems to Spatial and Temporal Variability. *Society and Natural Resources*, 20 (4), 307–322.
39. Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2006). Adoption of a New Regulation for the Governance of Common-Pool Resources by a Heterogeneous Population. *Inequality, Cooperation, and Environmental Sustainability*, 60–96.
40. Janssen, M., Goldstone, R., Menczer, F., & Ostrom, E. (2008). Effect of Rule Choice in Dynamic Interactive Spatial Commons. *International Journal of the Commons*, 2 (2).
41. Macy, M. W., & Willer, R. (2002). From Factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling. *Annual Review of Sociology*, 28 (1), 143–166.
42. Madani, K., & Dinar, A. (2012). Non-Cooperative Institutions for Sustainable Common Pool Resource Management: Application to Groundwater. *Ecological Economics*, 74, 34–45.
43. Meinzen-Dick, R. (1997). Farmer Participation in Irrigation—20 Years of Experience and Lessons for the Future. *Irrigation and Drainage Systems*, 11 (2), 103–118.
44. North Douglass, C. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. *Journal of Women s Health*.
45. Oskuhi, M., Esmaili, M. (2021). Analysis of Governance Theories and Water Resource Management in Iran. *Journal of Water and Sustainable Development*. 8(1), 1-10. (In Persian).
46. Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.

47. Ostrom, E. (1992). Grafting Irrigation Institutions for Self-Governing Irrigation Systems. San Francisco. *Institute for Contemporary Studies (ICS) Press*.
48. Ostrom, E. (1998). A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential Address, American Political Science Association, 1997. *American Political Science Review*, 92 (1), 1–22.
49. Ostrom, E. (2000). Collective Action and the Evolution of Social Norms. *Journal of Economic Perspectives*, 14 (3), 137–158.
50. Ostrom, E. (2006). The Value-Added of Laboratory Experiments for the Study of Institutions and Common-Pool Resources. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 61 (2), 149–163.
51. Ostrom, E. (2007). A Diagnostic Approach for Going Beyond Panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (39), 15181–15187.
52. Ostrom, E. (2009). Understanding Institutional Diversity. In *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press.
53. Ostrom, E. (2014). Do Institutions for Collective Action Evolve? *Journal of Bioeconomics*, 16 (1), 3–30.
54. Ostrom, E., Gardner, R., Walker, J., Walker, J. M., & Walker, J. (1994). *Rules, Games, and Common-Pool Resources*. University of Michigan Press.
55. Pénard, T. (2008). Game Theory and Institutions. *New Institutional Economics: A Guidebook, January*, 158–180.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511754043.011>
56. Poteete, A. R., Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2010). Working Together. In *Working Together*. Princeton University Press.
57. Rezapour, Z., Renani, M., Amiri, H. (2021). Management of Common Resources: Market, Government, or Neither? A Review of Water Resources Management Studies in Iran (with an Emphasis on Ostrom's View). *Iranian Journal of Economic Research*, 26 (88), 89–127. (In Persian).
58. Salimi, J., Maknon, R. (2018). Qualitative Meta-analysis of Scientific Researches Concerning the Issue of Governance in Iran. *Journal of Public Administration*. 10(1), 1-30. (In Persian).
59. Sarker, A., Ross, H., & Shrestha, K. K. (2008). A Common-Pool Resource Approach for Water Quality Management: An Australian Case Study. *Ecological Economics*, 68 (1–2), 461–471.

60. Shivakoti, G. P., & Ostrom, E. (2002). *Improving Irrigation Governance and Management in Nepal*.
61. Simon, H. A. (1976). From Substantive to Procedural Rationality. In *25 Years of Economic Theory*, 65–86
62. Smajgl, A., Izquierdo, L. R., & Huigen, M. (2008). Modeling Endogenous Rule Changes in an Institutional Context: The Adico Sequence. *Advances in Complex Systems*, 11 (02), 199–215.
63. Squazzoni, F. (2012). *Agent-Based Computational Sociology*. John Wiley & Sons.
64. Taherabadi, F., Motamed, M., Khaledian, M., Analysis of the obstacles and problems of agricultural water management in achieving sustainable development, case: Kangavar and Sahne cities in Kermanshah province. *Journal of Space Economy & Rural Development*. 5(17), 57-70. (In Persian).
65. Talebi, S., Safiri, Kh., Kamali, A. (2020). An Empirical Model of the Constitutional Condition of Neighborhood Collective Action. *Quarterly of Social Studies Research in Iran*.9(4), 799-826. (In Persian).
66. Vallino, E. (2014). The Tragedy of the Park: An Agent-Based Model of Endogenous and Exogenous Institutions for Forest Management. *Ecology and Society*, 19 (1).
67. Velez, M. A., Stranlund, J. K., & Murphy, J. J. (2009). What Motivates Common Pool Resource Users? Experimental Evidence from the Field. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 70 (3), 485–497.
68. Vermillion, D. L. (1997). *Impacts of Irrigation Management Transfer: A Review of the Evidence*.
69. Vossoughi, M., Mohammadi, A. (2011). The Belongings' Law and Collective Action to Use Joint Properties. *Journal of Iranian social development studies*. 3(4), 51-63. (In Persian).
70. Walliser, B. (2006). *Game Theory and Emergence of Institutions*. PSE Working Paper, Paris School of Economics.
71. Watkins, C., Massey, D., Brooks, J., Ross, K., & Zellner, M. L. (2013). Understanding the Mechanisms of Collective Decision Making in Ecological Restoration: An Agent-based Model of Actors and Organizations. *Ecology and Society*, 18 (2). <https://doi.org/10.5751/ES-05497-180232>
72. Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective Dynamics of ‘Small-world’ networks. *Nature*, 393 (6684), 440–442.

73. West, R. (2006). *The Transtheoretical Model of Behaviour Change and the Scientific Method*.
74. Yang, Y.-C. E., Zhao, J., & Cai, X. (2012). Decentralized Optimization Method for Water Allocation Management in the Yellow River Basin. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 138 (4), 313–325.