

نقاط تعادل پایدار و ناپایدار در مدل دینامیکی رقابت بین دو حزب سیاسی

مهدی فاتحی نیا* و محمد محمودی کیا

چکیده. تعارضی که بین دو گروه از پارادایم‌های مختلف به وجود می‌آید پدیده‌ای اجتناب‌ناپذیر است و رقابت بین احزاب سیاسی برای جلب آرای شهروندان از نموده‌های برجسته این تعارض است. در جوامع دموکراتیک، این تقابل در دوران قبل از انتخابات به اوج خود می‌رسد و با برتری مطلق یا نسبی یکی از احزاب به تعادل نسبی می‌رسد. در این مقاله توجه ما بر روی دینامیک رقابت بین دو حزب سیاسی و فرآیند رسیدن به نقطه تعادل و همچنین نوع تعادل، از حیث پایداری، است. میزان تاثیر هریک از مولفه‌های قدرت احزاب در پیدایش نقطه تعادل رقابت بین احزاب و پایداری سیستم در اطراف این نقطه از مسائلی است که هر حزب یا گروهی برای برنامه‌ریزی خود به جواب آن نیازمند است. مسئله دوم این است که، با علم به وضع موجود رسیدن به نقطه تعادل از چه مسیر، از حیث میزان طرفداران دو حزب، و در چه زمانی امکان‌پذیر است؟ از الگوی مدل‌های بیماری‌های واگیردار و مفاهیم سیستم‌های دینامیکی برای مدل‌بندی روند تغییرات تعداد هواداران دو حزب سیاسی رقیب و مطالعه دینامیک رقابت آن‌ها استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، این سیستم دارای یک نقطه تعادل پایدار و سه نقطه تعادل ناپایدار است. شرایط اولیه هر دو حزب در هر موقعیتی که باشد، سیستم به تدریج به سمت نقطه تعادل پایدار حرکت می‌کند. زمان نزدیک شدن به این وضعیت نیز اهمیت زیادی دارد که برای چند حالت بررسی شده است.

۱. مقدمه

در یک جامعه دموکراتیک بسیاری از تصمیمات سیاسی و اجتماعی توسط سازوکار سیاسی مبتنی بر رأی اکثریت شهروندان و رقابت احزاب برای کسب رای اکثریت اتخاذ می‌شود. در این شرایط، احزاب سیاسی به طور دائم در حال رقابت برای جذب شهروندان‌اند. اعضای احزاب نیز به دلیل تغییر ترجیحات خود همواره در حال تغییر حزب خود هستند. این تغییر ترجیحات نیز با توجه به تغییر رهبری، سیاست‌ها، و عملکردهای احزاب قابل درک است [۱۷]. انتخاب یک فرد رای‌دهنده تحت تاثیر ترجیحات فردی وی و ارتباط با احزاب است. قدرت احزاب در برقراری ارتباط و جذب شهروندان را بسیج اجتماعی و همچنین میزان حفظ اعضای حزب را قدرت اقناعی احزاب می‌نامیم [۱۰]. اگر حزبی در مواضع خود بیش از حد افراطی شود، حمایت رای‌دهندگان میانی را از دست می‌دهد و دچار شکستی یک‌جانبه می‌شود. برای جبران کردن روند از دست دادن اعضا، حزب افراطی‌تر باید قدرت اقناعی و بسیج اجتماعی خود را نسبت به افراد رای‌دهنده میانی برای انتخابات بعد افزایش دهد [۷].

عبارات و کلمات کلیدی: نقطه تعادل، پایداری، رقابت احزاب سیاسی، سیستم‌های دینامیکی، مدل بیماری‌های واگیردار

دبیر تخصصی رابط: علیرضا عبدلهی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷

نوع مقاله: ترویجی

* نویسنده مسئول

<http://dx.doi.org/10.22108/MSCI.2021.129499.1446>

رای دهنده ممکن است، بر مبنای یک دلیل قانع کننده برای خودش، بداند که چگونه باید رای دهد؛ اما کاندیدا، یا حزب، تنها می تواند رفتار رای دهنده را تخمین و حدس بزند. بنابراین عدم قطعیتی در سیستم سیاسی به وجود می آید؛ اما با استفاده از اطلاعات موجود، ممکن است تا حدی بتوان روابط ریاضی خاصی را برای مدل بندی و تحلیل مسئله ای که با آن مواجه هستیم پیدا کنیم. در یک ساختار بسیار پیچیده که با داده های میدانی تجربه شده است، فقط می توان الگوهای ساده ای پیدا کرد که به لحاظ نظری تقریبی از واقعیت است. از نظر تاریخی، بسیاری از حقایق ساده وجود دارند، که در لحظه برای عواقبی که به دنبال داشته اند کم اهمیت به نظر می آمده اند؛ اما به طریقی کاملاً غیرمنتظره تأثیرات عظیمی را به وجود آورده اند که در لحظه ابتدایی وقوع قابل پیش بینی یا حتی حدس نیستند [۸].

میزان پیچیدگی یک سیستم بستگی به تعداد عناصر و اجزاء سیستم، تعداد تعاملات سیستم با محیط درونی و بیرونی خود، میزان پیچیدگی عناصر و اجزای سیستم و همچنین میزان پیچیدگی تعاملات سیستم دارد. برای مثال تعاملات بین دو حزب میتواند بسیار پیچیده تر از تعاملات بین چند حزب باشد. یکی از چالش های پیچیدگی، یافتن یک نقطه تعادل مناسب در سیستم است. در اینجا نقطه تعادل به وضعیتی گفته می شود که هیچ یک از بازیگران قدرت، ایجاد تغییر را انتخاب نکنند یا توان ایجاد تغییر نداشته باشند. رویدادهای سیاسی پایدار یا تکرار شونده با استفاده از مفاهیم تعادلی توضیح داده می شوند [۱۱].

پترسون^۱ در پژوهشی با عنوان «پایداری نقطه تعادل در سیستم سیاسی» نقطه تعادل را موقعیتی تعبیر کرده است که در آن هر رای دهنده از حزبی که نزدیک ترین سیاست نسبت به ترجیحات وی را دارد حمایت می کند و سیاست های همه احزاب معادل با دیدگاه های هواداران آنهاست. آنها این حکم مهم را اثبات کرده اند که «هر سیستم سیاسی دارای حداقل یک نقطه تعادل است» [۲۰].

در هر نظریه پایداری هیچ پرسشی مهم تر از توضیح و توصیف تغییر نیست. آمادگی و کنش موثر در برابر تغییر از پیش شرط های لازم برای حفظ تعادل است. پایداری نقطه تعادل سیاسی را میتوان در سه سطح مورد بررسی قرار داد. سطح اول «حفظ»^۲ تعادل است که به معنای تداوم یک تعادل خاص در یک بازه زمانی نسبتاً طولانی است. سطح دوم «انتقال»^۳ تعادل است که به معنای ایجاد ظرفیت در بازیگران سیاسی برای جایگزینی نقطه تعادل با یک نقطه تعادل جدید است. سطح سوم «نوسان» تعادل است که به شرایط پیچیده ای اشاره دارد که سیستم سیاسی در حرکت مداوم بین چند نقطه تعادل است [۱].

در این پژوهش به سطوح «حفظ» و «انتقال» پایداری نقاط تعادل می پردازیم. مهم ترین پرسشی که می خواهیم به آن جواب دهیم این است که در دینامیک رقابت بین دو حزب سیاسی، هریک از پارامترهای قدرت اقناعی و بسیج اجتماعی احزاب به چه میزان در شکل گیری نقاط تعادل و نوع نقاط تعادل از حیث پایداری تأثیر دارد؟ پرسش دوم این است که با فرض ثابت ماندن مولفه های قدرت هر دو حزب، وضعیت موجود هر دو حزب در میزان هواداران چه تأثیری بر روی زمان و مسیر رسیدن سیستم به نقطه تعادل دارد؟ با توجه به گستره زیاد کاربرد سیستم دینامیکی در علوم سیاسی، به مدل های دینامیکی حاصل از رقابت دو حزب سیاسی که میسرا^۴ معرفی کرده است توجه کرده ایم [۱۶]. این مدل از الگوی مدل های جمعیتی در زمینه گسترش بیماری های واگیردار استفاده می کند. در مدل های دینامیکی اپیدمولوژی، جمعیت جامعه مورد مطالعه نسبت به یک بیماری همه گیر به سه دسته کلی تقسیم می شود: افراد در معرض ابتلا، افراد مبتلایان و افراد مبتلایان شده که بهبود یافته اند [۲۲].

ابتدا با استفاده از شبیه سازی عددی و ابزارهایی که در علم ریاضی وجود دارد ویژگی های دینامیکی این مدل را بیان کرده ایم. سپس بر اساس این ویژگی ها به تبیین روند سیاسی در رقابت دو حزب سیاسی پرداخته ایم.

¹Peterson ²preservation ³transition ⁴ Misra

۲. پیشینه تحقیق

انقلاب رفتاری در علوم اجتماعی پس از جنگ جهانی دوم تأثیر زیادی بر علوم سیاسی و مدیریت عمومی گذاشت. این انقلاب رفتاری یا کمی، دقت آماری را در زمینه‌هایی که قبلاً به بحث هنجاری متکی بودند به وجود آورد. در سال‌های ابتدایی پس از جنگ، بیشتر تلاش‌ها صرفاً در جهت تعیین کمیت یا تأیید آماری سوالات «چه چیزهایی وجود دارد؟» بود. با این حال، با تلاش برای دور کردن آن‌ها از موضع صرف تئوری و حداقل ارائه زمینه‌هایی برای آزمایش واقعی تئوری، هر دو زمینه بسیار تقویت شد. بسیاری از پیشرفت‌های روش‌شناختی در علوم سیاسی و مدیریت عمومی در طول دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ شامل تکنیک‌های سنتی آماری و روش‌های مدل‌سازی خطی حداقل مربعات معمولی است [۱۳].

خرنیکووا^۵ و همکاران در پژوهشی، کاربرد دینامیک کوانتوم در یک سیستم اجتماعی (به عنوان مثال رای‌دهنده) را که با فضای اجتماعی مرتبط است مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آن‌ها یک مدل کوانتومی معرفی کردند که دینامیک رفتار رأی‌دهندگان یک کشور را توصیف کند. با استفاده از رویکرد کوانتومی، دینامیک رفتار فرد را با استفاده از مشابه معادله شرودینگر توصیف کردند. چنین دینامیکی می‌تواند بخش ناپایدار جمعیت رأی‌دهندگان را توصیف کند: آن دسته از رأی‌دهندگانی که هیچ ترجیح قاطعی ندارند. در فیزیک کوانتوم، تثبیت و نوسان نتیجه معمول تعامل با محیط است. با این حال، قطعاً نمی‌توان یک رأی‌دهنده در متن مبارزات انتخاباتی را به عنوان یک سیستم اجتماعی منزوی در نظر گرفت. فرد رأی‌دهنده دائماً با رسانه‌های جمعی در تماس است. چنین نفوذی در محیط باعث نوسانات تصادفی نظرات و انتخاب‌ها در ذهن وی می‌شود. ترجیحات اکثریت جمعیت ناپایدار برای رای دادن به وضعیت روانی اولیه آن‌ها بستگی ندارد. این نتیجه نشان می‌دهد که محیط ایجادشده توسط زمینه مبارزات انتخاباتی ممکن است نقش تعیین‌کننده در شکل‌گیری گزینه‌های نهایی رأی‌دهندگان داشته باشد [۱۴].

چیلچاوا و سولاوا^۶ دینامیک حاصل از روند انتخابات از دو حزب (حزب حاکم و حزب مخالف) به سه حزب (یک حزب حاکم و دو حزب مخالف) را مدل‌بندی ریاضی کرده‌اند. آن‌ها فاصله بین دو انتخابات را چهار سال در نظر گرفته‌اند و این بازه زمانی را به چهارصد روز اول بعد از انتخابات و بعد از این دوره تا انتخابات بعدی تقسیم کرده‌اند. در دوره اول تنها دو حزب حاکم و مخالف در صحنه سیاسی هستند. بعد از این دوره، حزب سوم به عنوان دومین حزب مخالف هم وارد صحنه سیاسی می‌شود. در ادامه براساس افزایش یا کاهش طرفداران هر یک از احزاب در دو دوره زمانی یادشده، حالت‌های مختلف تحولات سیاسی و نتایج مورد انتظار بررسی شده است [۶]. در تحقیق مشابهی، ماکانسانتوز^۷ یک مدل دینامیکی برای رقابت احزاب سیاسی معرفی کرده است که شامل سه حزب است. در این مدل ابتدا دو حزب اصلی وجود دارند و حزب سوم از درون یکی از این احزاب منشعب می‌شود. در این مدل نقاط تعادلی که در شرایط دو حزب وجود دارند دچار دگرگونی می‌شوند. در این شرایط وضعیت سیستم دچار پیچیدگی زیادی می‌شود و به قدرت حزب سوم وابستگی زیادی پیدا می‌کند [۱۵].

اسکوفیلد^۸ در پژوهشی با عنوان «تعادل‌های سیاسی موضعی» از «مفهوم تعادل موضعی نش»^۹ برای مدل‌سازی یک رقابت سیاسی برای به حداکثر رساندن رای که شامل ظرفیت (کیفیت قابل درک انتخاباتی رهبران سیاسی) استفاده کرده است. و شرایط لازم و کافی برای اعتبار «قضیه میانگین رأی‌دهندگان» در هنگام ورود ظرفیت^{۱۰} را به دست آورده است [۲۴]. شرایط وجود نقطه تعادل نش در یک سیستم رقابت سیاسی بین احزاب و پایداری یا ناپایداری این نقطه را کارمونا^{۱۱} به تفصیل بررسی کرده است [۵].

^۵Khrennikova ^۶Chilachava and Sulava ^۷Macansantos ^۸Schofield ^۹local Nash equilibrium ^{۱۰}valence ^{۱۱}Carmona

بوکسارا^{۱۲} سیر تکامل انتخاب رای دهندگان در مبارزات انتخاباتی دو کاندیدا، یک مدل ریاضی مبتنی بر «عامل فضایی»^{۱۳} برای رقابت دو کاندیدای انتخابات ارائه کرده است. با استفاده از این مدل نشان داده است که، میزان مهارت رای دهندگان کاملاً با سطح آگاهی رای دهندگان و تاثیر تبلیغات نامزدها ارتباط دارد [۲].

گوکتونا^{۱۴} در تحقیقی با عنوان «یک مدل دینامیکی از عضویت در احزاب و ایدئولوژی‌ها» با توجه به این نکته که ایدئولوژی هر حزب به صورت درون‌زا تعیین می‌شود، یک مدل دینامیکی برای تجزیه و تحلیل رقابت دو حزب سیاسی معرفی کرده‌اند. در این مدل فرض شده است که ایدئولوژی هر حزب بر اساس ترجیحات شهروندان طبقه متوسط عضو حزب تعیین می‌شود. نقاط تعادل سیستم سیاسی و شرایط پایداری این تعادل‌ها بر مبنای قدرت اقتاعی احزاب و سازگاری ایدئولوژیک شهروندان مورد بررسی قرار گرفته است [۹].

در پژوهشی که خان انجام داده است، یک مدل دینامیکی پیوسته غیرخطی برای سیستم سه حزب سیاسی، یعنی حزب حاکم، حزب مخالف، حزب سوم و افرادی که در حال حاضر عضو هیچ حزبی نیستند، ارائه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این مدل وجود یک نقطه تعادل غیرصفر اثبات می‌شود که تعداد اعضای هر سه حزب حول این نقطه در چرخش است. پایداری و ناپایداری این نقطه تعادل و وضعیت سیستم در فضای نزدیک به این نقطه نیز مورد بررسی قرار گرفته است [۱۲].

۳. روش پژوهش

به‌کارگیری مدل‌های ریاضی برای اولین بار در دهه ۱۹۵۰ در علوم سیاسی، که آمار استنباطی برای تحلیل نظرسنجی‌ها مورد استفاده قرار گرفت، رایج شد. در این دهه استفاده از مدل‌سازی پیشرفته ریاضی بنیان نهاده شد. از دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ به عنوان «دوران رفتاری» یاد می‌شود، زیرا بیشتر تلاش‌ها بر شناسایی الگوهای تجربی در رفتار رای دادن و داده‌های افکار عمومی بود. اگرچه هنوز هم علاقه زیادی به نتایج تجربی وجود دارد، تأکید بر نظریه ریاضی به عنوان ابزاری برای استخراج فرضیه‌های قابل آزمایش، رشد چشمگیری داشته است. در این زمینه دو رویکرد اصلی ریاضی وجود دارد که اقتصاد سیاسی و مدل‌سازی سیستمی نامیده می‌شوند.

اصل اساسی رویکرد اقتصاد سیاسی این است که افراد در یک سیستم سیاسی بازیگران منطقی هستند (آن‌ها ترجیحات مشخصی دارند و مطابق با این ترجیحات رفتار می‌کنند) و نتایج اجتماعی (تعادل) ناشی از تعامل این افراد در محدودیت‌های اعمال شده توسط نهادهای اجتماعی است. مدل‌های ریاضی در رویکرد اقتصاد سیاسی دارای سه مولفه‌ی فنی؛ اصول رفتارهای فردی، ساختارهای نهادی و مفهوم نقطه تعادل هستند. این رویکرد که به آن انتخاب عمومی یا انتخاب عقلانی نیز گفته می‌شود، در تعامل سازنده دانشمندان علوم سیاسی و اقتصاددانان رشد کرده است. اگرچه پژوهش‌های ابتدایی این حوزه عمدتاً مربوط به مطالعه رفتارهای انتخاباتی و قانون‌گذاری بود، در ادامه موضوعات گسترده‌تری مانند، ائتلاف‌های بین‌المللی و جنگ، روابط بوروکراتیک- قانون‌گذاری و رقابت گروه‌های قدرت را هم در بر گرفت.

رویکرد دوم، که می‌توان آن را «مدل‌سازی سیستمی» نامید، خصوصیات سیستم‌ها و تغییرات آن‌ها را با گذشت زمان بررسی می‌کند. برخلاف تأکید بر رفتار فردی در رویکرد اقتصاد سیاسی، رویکرد مدل‌سازی سیستمی بر پارامترها و متغیرهای سیستمی متمرکز می‌شود. مدل‌سازی دینامیکی که یکی از گرایش‌های اصلی این رویکرد است به دسته‌ای از مطالعات اطلاق می‌شود که در آن حالت‌های یک سیستم از یک تابع یا مجموعه‌ای از معادلات دیفرانسیل پیروی می‌کند. وجود نقاط تعادل و چگونگی پایداری این نقاط از محورهای اصلی این روش تحقیق است و از تعامل با زیست‌شناسان و سایر دانشمندان علوم طبیعی بسیار بهره‌مند شده است [۱۱].

¹² Boccara ¹³spatial agent ¹⁴Goktuna

۱.۳. رویکردهای خرد و کلان در مدل‌سازی سیستمی. جمع‌بندی و خلاصه‌سازی پرسش‌های پژوهشی حاکم بر حوزه مدل‌سازی سیستمی بسیار دشوار است، دلیل عمده دشواری در این است که پژوهشگران و نویسندگان بیشتر دیدگاه خود را مد نظر قرار می‌دهند و دستور کار مشخصی برای پژوهش در این حوزه وجود ندارد. پژوهش‌های این حوزه به طور معمول بیش از تعادل و ثبات بر توسعه تأکید دارند و بیش از رفتار فردی بر رفتارهای جمعی و سیستمی متمرکزند. تأکید بر رفتارهای جمعی عمدتاً به دلیل سوالات پژوهشی است که الهام‌بخش موضوع مورد مطالعه بوده است. طرفداران روش سیستم‌های دینامیکی به طور کلی معتقدند که مدل‌های ساکن (انتخاب منطقی) بدون در نظر گرفتن متغیرهای برون‌زا نمی‌توانند تغییر را توضیح دهند. مدل‌سازان سیستمی بر این باورند که تغییر درون‌زا است و به عنوان نتیجه فرایندهای تنظیم باید صریحاً نشان داده شوند. مدل‌های ساکن، که به استاتیک تطبیقی تکیه می‌کنند، ذاتاً قادر به توضیح تغییرات نیستند. تأکید بر رفتار جمعی و سیستماتیک اغلب به منزله رد تحلیل سطح فردی (اقتصاد سیاسی) تلقی می‌شود، گرچه برخی اعتقاد دارند که لزوماً چنین نیست. در هر صورت بحث کلان-خرد هنوز (سال ۱۹۸۹) حل نشده است. برخی از محققان معتقدند که رفتار فردی به اندازه کافی درک و قاعده‌مند نشده است تا بتواند مفهوم بدوی و پایه‌ای تحقیقات علوم اجتماعی و سیاسی باشد. در این دیدگاه، تجزیه و تحلیل رفتار جمعی تنها گزینه است. یک مکتب فکری دوم هم وجود دارد که امری دو گانه است. الگوهای رفتار جمعی می‌تواند، اما نه لزوماً، ریشه در رفتار فردی داشته باشد. به همان روشی که می‌توان فیزیک اجسام بزرگ را جدا از حرکت ذرات اتمی تشکیل‌دهنده آن‌ها مورد مطالعه قرار داد، می‌توان رفتارهای جمعی در سیستم‌های اجتماعی و سیاسی را بدون توجه به رفتارهای تجزیه و تحلیل کرد [۱۱].

گوردون و نیابادز^{۱۵} در مقاله‌ای با عنوان «ترجیحات فردی و دینامیک رشد دو حزب سیاسی: از دیدگاه یک مدل ساده ریاضی» با استفاده از یک مدل غیرخطی ریاضی برای گسترش دو حزب سیاسی، دینامیک توسعه حزب حاکم و حزب مخالف را مدل‌سازی و مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. آن‌ها فرض کرده‌اند که ترجیحات رأی‌دهندگان ثبت‌نام‌شده برای یک حزب سیاسی می‌تواند یکی از این سه موضع باشد: اول، شرایطی که ترجیحات برای احزاب سیاسی ضعیف است، دوم، ترجیحات قوی است و در آخر که هیچ ترجیحی توسط اشخاص حقیقی وجود ندارد. در شرایطی که ترجیحات ضعیف است، افراد رشد احزاب سیاسی خود را فعال نمی‌کنند. بنابراین، افراد تصمیم دارند فقط در روز انتخابات به حزب سیاسی رأی دهند. چنین افرادی نه تبلیغ می‌کنند، نه پوستر پخش می‌کنند و نه به هیچ وجه بحث سیاسی درباره انتخابات ریاست جمهوری را با افراد دیگر آغاز می‌کنند. ترجیحات افراد برای یک حزب سیاسی زمانی قوی تلقی می‌شود که افراد قصد دارند به حزب رأی دهند و به طور فعال از آن حمایت کنند. این افراد از طریق تجمعات، تبلیغات و روش‌های دیگر سعی در ترغیب دیگران به رأی دادن به حزب خود دارند تا مردم به حزب خود رأی دهند. افرادی که هیچ ترجیحی ندارند کسانی هستند که به لاتکلیف هستند که به کدام حزب سیاسی رأی دهند. بنابراین از اصول مدل بیماری‌های واگیردار برای مدل‌بندی سیستم سیاسی مدنظر استفاده شده است. عضویت جدید رأی‌دهندگان و رفت و آمد رأی‌دهندگان بین احزاب سیاسی همچنان پدیده‌ای رایج در دموکراسی‌های مدرن است. با توجه به مشاهدات تجربی فرض شده است که افراد طبقه رأی‌دهندگان مستعد پیوستن به هر دو حزب سیاسی هستند، مانند اپیدمی‌ها، که دو طبقه آلوده و یک طبقه حساس در نظر گرفته شده است [۱۰].

همچنین رومیرو^{۱۶} و همکاران در پژوهشی چنین استدلال کرده‌اند که، مردم برای دستیابی به اطلاعات در مورد احزاب و نامزدها اغلب به دوستان، اقوام، همکاران و ... اعتماد می‌کنند. از طرفی هواداران هر حزب هم تلاش می‌کنند دیگران را ترغیب به رأی دادن به آن حزب کنند. بنابراین تعامل و تماس بین افراد نشان می‌دهد رأی دادن مسری^{۱۷} است و استفاده از مدل بیماری‌های واگیردار برای مدل‌بندی رقابت بین احزاب را توجیه می‌کند [۲۳].

¹⁵ Gordon and Nyabadza ¹⁶Romero ¹⁷contagious

۲.۳. مفاهیم و اصطلاحاتی از سیستم‌های دینامیکی. فرض می‌کنیم در یک سیستم سیاسی دو متغیر اصلی B و C را داشته باشیم. این دو متغیر تابعی از زمان و به هم وابسته هستند. سرعت تغییرات B و C را به ترتیب با $\frac{dB}{dt}$ و $\frac{dC}{dt}$ نمایش می‌دهیم. مدلی را که بیان‌کننده رابطه بین B ، C ، $\frac{dB}{dt}$ و $\frac{dC}{dt}$ باشد یک سیستم (مدل) دینامیکی می‌نامیم. این سیستم دینامیکی به صورت

$$\begin{cases} \frac{dB}{dt} = f(B(t), C(t)) \\ \frac{dC}{dt} = g(B(t), C(t)) \end{cases}$$

نمایش داده می‌شود. جواب‌های حاصل از این مدل به صورت تابعی از $B(t)$ و $C(t)$ است. نقطه شروع را لحظه $t = 0$ در نظر می‌گیریم. در یک سیستم دینامیکی، به شکل حاصل از تکامل دو متغیر نسبت به یکدیگر که به هم وابسته هستند نمای فاز گفته می‌شود. متناسب با هر نقطه شروع یک مدار یکتا در نمای فاز وجود دارد که به آن مسیر جواب گفته می‌شود [۲۱].

در علوم سیاسی بیشترین کاربرد واژه «تعادل» برای درک کلاسیک توازن قدرت بین دولت‌ها یا جریان‌های سیاسی رقیب است. تعاریف بسیاری برای این مفهوم در علوم سیاسی وجود دارد. در اینجا، نقطه تعادل به موقعیتی گفته می‌شود که اگر وضعیت اولیه سیستم دقیقاً در آن موقعیت باشد، سیستم هیچ حرکت یا تغییری نخواهد داشت. در این نقاط، $\frac{dB}{dt} = 0$ و $\frac{dC}{dt} = 0$. وجود این نقاط و نوع آن‌ها از پایه‌های اصلی مطالعه دینامیک یک سیستم سیاسی است. این نقاط تعادل هستند که مشخص می‌کنند رفتارهای سیاسی به چه سمت و سویی حرکت خواهد کرد [۱].

پایداری یک نقطه تعادل به این معنی است که این نقطه نقش یک جاذب برای محیط اطراف خودش دارد. به عبارت دیگر، در یک همسایگی این نقطه، همه مسیرهای جواب در جهت رسیدن به این نقطه حرکت می‌کنند. ممکن است پایداری نقطه تعادل آنچنان قوی باشد که در هر شرایط اولیه‌ای مسیر جواب به سمت این نقطه حرکت کند و ممکن است که فقط در یک محدوده کوچک مسیرهای جواب جذب این نقطه شوند. هر نقطه تعادلی که پایدار نباشد، ناپایدار نامیده می‌شود. در صورتی که چند نقطه تعادل داشته باشیم همه آن‌ها نمی‌توانند پایدار باشند و حداقل یکی از آن‌ها ناپایدار است [۱۸].

وابستگی حساس به شرایط اولیه. آشوبناک بودن یک سیستم با حساس بودن رفتار سیستم به تغییرات جزئی در شرایط اولیه نیز شناخته می‌شود. به این معنا که مسیر جواب حاصل از سیستم برای شرایط اولیه بسیار نزدیک به هم به طور کاملاً متفاوتی رفتار کند و به صورت غیرقابل پیش‌بینی به هم نزدیک یا از هم دور شوند [۱۹]. بعد از مدل‌سازی سیستم سیاسی رقابت دو حزب، از نرم افزار Matlab و برنامه ode45 برای شبیه‌سازی عددی و نشان دادن تطابق نتایج تحلیلی و نتایج عددی استفاده شده است.

۴. مدل دینامیکی رقابت دو حزب سیاسی

برای تحلیل دینامیک حاصل از سیستم‌های سیاسی در سطح ملی و منطقه‌ای نیاز به مدل‌هایی است که پارامترهای موثر در کنش‌های سیاسی مربوط را دارا باشد. پویایی جمعیت از مهم‌ترین مسائل در مطالعات زیست‌محیطی است. ماهیت و میزان رشد جمعیت در یک ساختار اجتماعی مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته و تحقیقات زیادی برای مطالعه و بررسی تحولات مرتبط با جمعیت صورت گرفته است. در علم سیاست، جمعیت یک کشور و تعداد هواداران احزاب نقش تعیین‌کننده‌ای در روند سیاسی آن کشور دارد. تجربه ثابت کرده است که تغییرات در فرآیند سیاسی و رفتار کنشگران سیاسی از مدل‌های خطی و ساده پیروی نمی‌کند. در نتیجه مدل‌های دینامیکی جمعیتی که غیرخطی نیز هستند گزینه مناسبی برای مدل‌بندی رقابت احزاب سیاسی در جذب مردم است [۴].

در مقاله‌ای با عنوان «یک مدل ریاضی ساده برای گسترش دو حزب سیاسی» با استفاده از مدل‌های جمعیتی بیماری‌های واگیردار، یک مدل غیرخطی برای گسترش دو حزب یا جریان سیاسی رقیب ارائه شده است [۱۶]. در این

مقاله از این مدل استفاده کرده‌ایم که در ادامه فرآیند مدل‌سازی آن آمده است. در بیشتر کشورهای جهان عمدتاً دو حزب سیاسی وجود دارد. در این حالت، دو حزب سیاسی تا حدی بر کل جمعیت کشور تسلط دارند که موفقیت در انتخابات تحت لوای هر حزب دیگر بسیار دشوار است. اگر احزاب دیگری وجود داشته باشند، ممکن است آن‌ها احزاب جزئی باشند و با هر یک از احزاب بزرگ همکاری کنند. به عنوان مثال، در هند احزاب منطقه‌ای (جزئی) زیادی وجود دارد اما موفقیت چندانی ندارند. در زمان انتخابات این احزاب منطقه‌ای با یکی از احزاب بزرگ همکاری می‌کنند.

فرض کنیم N جمعیت کل حاضر در سیستم است که مقدار آن ثابت است و به طور یکنواخت در هم آمیخته است. این جمعیت کل به سه طبقه تقسیم شده است: دسته کل رأی‌دهندگان، (V) ، هواداران حزب سیاسی B ، هواداران حزب سیاسی C . از آنجا که جمعیت کل را ثابت در نظر گرفته‌ایم، فرض می‌کنیم که میزان خروج افراد از سیستم سیاسی با میزان ورود به آن یکسان است. همان‌طور که می‌دانیم در اکثر کشورهای دنیا حداقل سن رای دادن ۱۸ سال است. بنابراین فرض می‌کنیم شهروندان به طور اتوماتیک با نرخ μN وارد دسته رأی‌دهندگان می‌شوند. که در آن μ نرخ ورود یا خروج شهروندان به مجموعه افراد رأی‌دهنده است. با توجه به بی‌تاثیر بودن میزان مرگ و میر، نرخ خروج شهروندان از هر طبقه به ترتیب μV ، μB و μC است. در این مدل‌بندی فرض شده که گروه رأی‌دهندگان، V ، مستعد پیوستن به هر یک از دو حزب سیاسی B و C هستند. بنابراین اعضای هر یک از دو حزب سیاسی B و C سعی می‌کنند با شهروندان حاضر در گروه رأی‌دهندگان، ارتباط برقرار کنند و آن‌ها را بر پایه ایدئولوژی که دارند جذب حزب سیاسی خود کنند. فرض کنیم K_1 میانگین تماس‌های اعضای حزب سیاسی B با گروه رأی‌دهندگان، V ، در هر واحد زمانی و p_1 احتمال متقاعد شدن هر شهروند رأی‌دهنده در هر تماس از طرف یکی از اعضای حزب سیاسی است. در نتیجه سرانه جذب در حزب سیاسی B را $\beta_1 K_1 = P_1 K_1$ قرار می‌دهیم. بنابراین تعداد شهروندان حاضر در گروه رأی‌دهندگان، V ، که به حزب سیاسی B می‌پیوندند مساوی $\beta_1 V (\frac{B}{N})$ است. در این عدد مقدار $\frac{B}{N}$ شانس برقراری ارتباط از طرف اعضای حزب سیاسی B است. این اعداد و پارامترها را می‌توان به صورت مشابه برای حزب سیاسی C هم تعریف کرد.

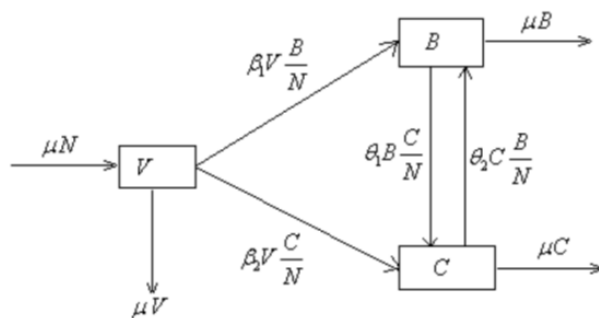
شکل‌گیری و تغییر ترجیحات فردی از یک حزب سیاسی به حزب دیگر اکنون در اکثر کشورهای دموکراتیک به یک روند معمول تبدیل شده است. بسیاری از اعضای حزب ترجیحات خود را نسبت به احزاب سیاسی، به دلیل عدم رضایت از عملکرد حزب، تغییر می‌دهند و در نتیجه حزب مربوط خود را تغییر می‌دهند [۱۰]. در این مدل‌سازی فرض شده است که اعضای هر کدام از احزاب سیاسی ممکن است به دنبال ارتباط حزب رقیب به آن حزب ملحق شوند. فرض کنیم پارامترهای θ_1 و θ_2 ضریب ترک حزب خود و پیوستن به حزب دیگری، به ترتیب از B به C و از C به B است. بنابراین اعضای حزب سیاسی B با نرخ $\theta_1 B \frac{C}{N}$ حزب خود را ترک می‌کنند و به حزب سیاسی C می‌پیوندند. به صورت مشابه، اعضای حزب سیاسی C با نرخ $\theta_2 C \frac{B}{N}$ حزب خود را ترک می‌کنند و به حزب سیاسی B می‌پیوندند. نمودار جریان سیاسی مدل ارائه‌شده در شکل ۱ آمده است.

با توجه به فرضیات و نکات بالا، معادلات حاکم بر مدل را می‌توان به شرح زیر نوشت

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{dV}{dt} = \mu N - \beta_1 V \frac{B}{N} - \beta_2 V \frac{C}{N} - \mu V \\ \frac{dB}{dt} = \beta_1 V \frac{B}{N} - \theta_1 B \frac{C}{N} + \theta_2 C \frac{B}{N} - \mu B \\ \frac{dC}{dt} = \beta_2 V \frac{C}{N} + \theta_1 B \frac{C}{N} - \theta_2 C \frac{B}{N} - \mu C, \end{cases}$$

که در آن $V(0) > 0, B(0) \geq 0, C(0) \geq 0$.

با جمع کردن هر سه معادله در سیستم بالا خواهیم داشت $\frac{dN}{dt} = 0$ که نشان می‌دهد جمعیت کل، N ، در طول زمان ثابت است و $V + B + C = N$. به سادگی می‌بینیم که تغییر موضع اعضای احزاب سیاسی از B به C و بر عکس



شکل ۱: نمودار بلوکی سیستم دینامیکی (۲)، نحوه تغییر در ترجیحات سیاسی-حزبی کنشگران سیاسی [۱۶].

آن است. بنابراین قرار می‌دهیم $\theta_1 - \theta_2 = \theta$. با این ساده‌سازی، سیستم بالا را می‌توان به صورت ساده‌تر زیر نوشت

$$(۲) \quad \begin{cases} \frac{dV}{dt} = \mu N - \beta_1 V \frac{B}{N} - \beta_2 V \frac{C}{N} - \mu V \\ \frac{dB}{dt} = \beta_1 V \frac{B}{N} - \theta B \frac{C}{N} - \mu B \\ \frac{dC}{dt} = \beta_2 V \frac{C}{N} + \theta B \frac{C}{N} - \mu C. \end{cases}$$

بدون از دست دادن کلیت می‌توانیم فرض کنیم که θ همواره مثبت است. این فرض ایجاب می‌کند که جهت سرانه انتقال اعضای حزب از حزب سیاسی B به حزب سیاسی C است. حال با تعریف متغیرهای جدید مدل خود را بهینه می‌کنیم.

فرض کنیم $v = \frac{V}{N}$, $b = \frac{B}{N}$ و $c = \frac{C}{N}$ و متغیرهای جدید در سیستم بهینه شده‌اند. در این صورت سیستم (۲) به شکل زیر تبدیل خواهد شد

$$(۳) \quad \begin{cases} \frac{dv}{dt} = \mu - \beta_1 vb - \beta_2 vc - \mu v \\ \frac{db}{dt} = \beta_1 vb - \theta bc - \mu b \\ \frac{dc}{dt} = \beta_2 vc + \theta bc - \mu c. \end{cases}$$

فرض کنیم (v^*, b^*, c^*) نقطه تعادل سیستم (۳) است، بنابراین $v^* = \frac{V^*}{N}$, $b^* = \frac{B^*}{N}$ و $c^* = \frac{C^*}{N}$ ، که در آن (V^*, B^*, C^*) نقطه تعادل سیستم (۲) است. از آنجا که $V + B + C = N$ در طول زمان ثابت است، داریم $v + b + c = 1$ و در نتیجه می‌توانیم v را یک عدد ثابت فرض کنیم. با توجه به این واقعیت مدل خود را می‌توانیم به سیستم دو بعدی زیر تبدیل کنیم

$$(۴) \quad \begin{cases} \frac{db}{dt} = \beta_1(1-b-c)b - \theta bc - \mu b \\ \frac{dc}{dt} = \beta_2(1-b-c)c + \theta bc - \mu c. \end{cases}$$

در این سیستم چهار نقطه تعادل وجود دارد که سه تا از این نقاط برای حالتی است که حداقل یکی از دو متغیر b و c صفر باشند. امکان بروز این شرایط در یک نظام دموکراتیک تقریباً صفر است. نقطه تعادل چهارم را با $p = (b^*, c^*)$ نمایش می‌دهیم که در آن

$$b^* = \frac{\mu(\beta_1 - \beta_2) - \theta(\beta_2 - \mu)}{\theta(\beta_1 - \beta_2 + \theta)}, \quad c^* = \frac{\theta(\beta_1 - \mu) - \mu(\beta_1 - \beta_2)}{\theta(\beta_1 - \beta_2 + \theta)}$$

که وجود این نقطه مشروط به مثبت بودن عبارت‌های صورت در کسرهای بالا است. این نقطه تعادل به صورت مجانبی پایدار است؛ به این معنی که مقادیر ابتدایی b و c هر عددی که باشند در طول زمان به سمت نقطه تعادل $p = (b^*, c^*)$ میل می‌کنند.

بازوایی^{۱۸} تاثیر شرایط اولیه روی مسیرهای بهینه برای رسیدن به پایداری این مدل را بررسی کرده است. او با استفاده از شبیه‌سازی عددی نشان داده است که با فرض ثابت ماندن سرانه جذب هر دو حزب سیاسی، $\beta_1 = \frac{1}{3}$ و $\beta_2 = \frac{1}{6}$ ، همچنین ثابت ماندن ضریب سرانه انتقال بین دو حزب، θ ، در یک دوره هشت ساله مسیرهای جواب نشان دهنده وجود ثبات در تعامل دوحزب حول نقطه تعادل پایدار است. اما در صورت ثابت ماندن همین اعداد برای یک دوره شانزده ساله بی‌ثباتی و ناپایداری در مسیرهای جواب در اطراف نقطه تعادل مشاهده می‌شود. این نتیجه با فضای سیاسی کشورهای دموکراتیک در حال توسعه مطابقت دارد [۲].

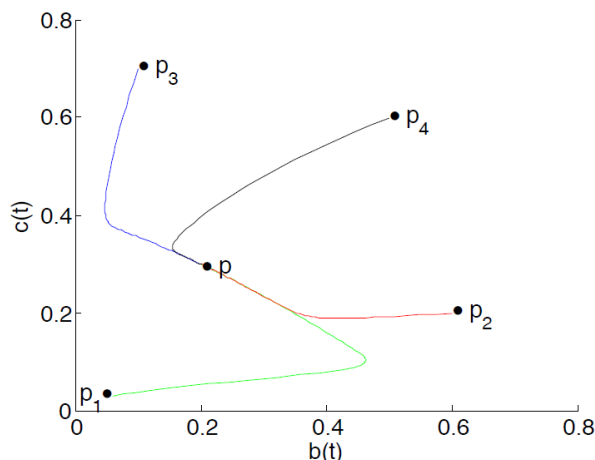
۵. نتایج اصلی

۱.۵. تحلیل پایداری سیستم با استفاده از شبیه‌سازی عددی. به منظور بررسی صحت و اعتبار نتایج تحلیلی این مدل و پایداری نقطه تعادل، برخی شبیه‌سازی‌های عددی در ادامه می‌آید. طبیعی است که نمی‌توان داده‌های واقع‌بینانه و درستی از پارامترهای رفتارهای رهبران و کنشگران سیاسی به دست آورد. بنابراین سعی شده است که با در نظر گرفتن حداقل شرایط موجود و قابل اندازه‌گیری مقدار برخی پارامترها را که تطابق بیشتری با دنیای سیاست در میدان عمل دارند بیابیم. همان‌طور که می‌دانیم در قانون اساسی اکثر کشورهای دنیا هر شهروندی در سن ۱۸ دارای حق رای است. همچنین اکثر افراد بعد از سن ۷۸ سالگی دیگر علاقه‌ای به سیاست ندارند و عملاً از مجموعه افراد دارای حق رای خارج می‌شوند. بنابراین قرار می‌دهیم $\mu \simeq \frac{1}{6}$. از آنجا که رأی‌دهندگان به هر دو حزب سیاسی حساس‌اند، بنابراین هریک از احزاب سیاسی توجه بیشتری به جذب از طبقه رأی‌دهندگان دارند. فرض کنید شاخص بسیج اجتماعی حزب سیاسی B عدد $\beta_1 = \frac{1}{3}$ است. این عدد بدین معنی است که تقریباً هر ۲۴ نفر از حزب سیاسی B قادرند یک نفر از گروه رأی‌دهندگان را به حزب خود جذب کنند. فرض کنیم که توانایی هر دو حزب در جذب شهروندان رای‌دهنده یکسان نیست و این عدد برای حزب سیاسی C مساوی $\beta_2 = \frac{1}{6}$ است. همچنین فرض کنید شاخص قدرت اقناعی احزاب سیاسی B و C به ترتیب $\theta_1 = \frac{1}{3}$ و $\theta_2 = \frac{1}{6}$ است. به عبارت دیگر، میزان جذب سرانه از حزب سیاسی B به حزب سیاسی C مساوی $\frac{1}{3}$ و برعکس مساوی $\frac{1}{6}$ است. بنابراین $\theta = \theta_1 - \theta_2 = \frac{1}{6}$. همچنین محاسبات ساده‌ای نشان می‌دهد که برای این پارامترها، نقطه تعادل $p = (b^*, c^*)$ وجود دارد و مقادیر b^* و c^* به ترتیب مساوی $0/3$ و $0/2$ است.

در شکل ۲ پایداری سراسری نقطه تعادل $p = (b^*, c^*)$ برای مقادیر اولیه مختلف نشان داده شده است. در این شکل نقاط p_1, p_2, p_3 و p_4 از ناحیه‌های مختلف انتخاب شده‌اند. اما همان‌گونه که دیده می‌شود با هریک از این مقادیر اولیه باز هم سیستم به سمت نقطه تعادل $p = (b^*, c^*)$ حرکت می‌کند. نکته جالب و بسیار مهم در این شکل این است که میل کردن به سمت نقطه تعادل به صورت مستقیم نیست، بلکه با هر مقدار اولیه‌ای ابتدا با یک حرکت تقریباً چرخشی و پاد ساعت‌گرد به سمت خط مسقیمی که از نقطه تعادل $p = (b^*, c^*)$ می‌گذرد، متمایل شده و سپس جذب این نقطه می‌شود. در این میان رفتار مدار حاصل از نقطه $p_1 = (0/06, 0/03)$ با بقیه مدارها متفاوت است. وقتی که مقادیر اولیه نزدیک به صفر است یعنی تعداد هواداران هر دو حزب نسبت به افراد رای‌دهنده خیلی کم است. در این شرایط ابتدا تعداد هواداران به تدریج افزایش پیدا می‌کند که شیب افزایش اعضای حزب سیاسی B به وضوح بیشتر از شیب افزایش اعضای حزب سیاسی C است. ابتدا احساس می‌شود که سیستم در حال دور شدن از نقطه تعادل $p = (b^*, c^*)$

¹⁸ Bazuaye

است؛ اما بعد از افزایش تعداد هواداران هر دو حزب به یک مقدار غیرقابل چشم‌پوشی، در راستای خط مستقیم ذکر شده در بالا به سمت نقطه تعادل حرکت می‌کند.



شکل ۲: مسیرهای رسیدن به نقطه تعادل پایدار با مقادیر اولیه مختلف در نمای فاز.

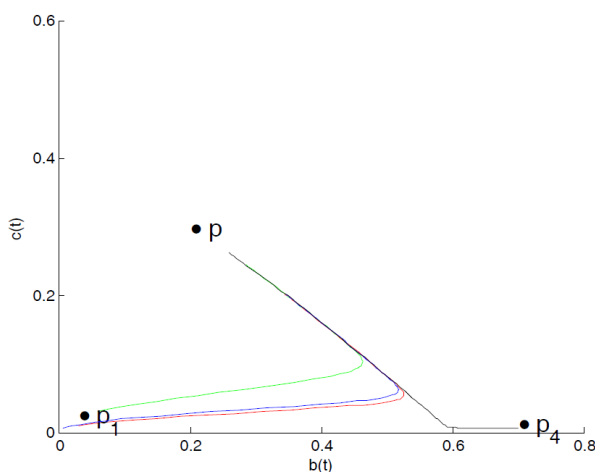
در شکل ۳ مدارهای چهار مقدار اولیه در نظر گرفته شده است. در سه مقدار اولیه نسبت تعداد اعضای هر دو حزب سیاسی به تعداد کل نزدیک به صفر انتخاب شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در هر سه حالت، نسبت تعداد اعضای هر دو حزب به جمعیت فعال با طی یک مسیر مشابه به سمت نقطه تعادل حرکت می‌کنند؛ اما در نقطه $p_4 = (0.07, 0.006)$ نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی B به تعداد کل عدد $b(0) = 0.07$ است که عدد بزرگی به حساب می‌آید ولی نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی C به تعداد کل عدد $c(0) = 0.006$ است که نشان‌دهنده تعداد بسیار کم اعضای این حزب در مقایسه با جمعیت کل است. در این شرایط سیستم ابتدا فقط در جهت کاهش محسوس تعداد اعضای حزب سیاسی B حرکت می‌کند و بعد از ریزش قابل توجه هواداران این حزب و رسیدن نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی B به تعداد کل به کمتر از 0.06 سیستم با حرکت در مسیر زیرفضای پایدار به سمت نقطه تعادل حرکت می‌کند.

نکته مهم در این مقایسه‌ها زمان رسیدن به نقطه تعادل است. اگر شرایط سیستم به‌گونه‌ای باشد که در زمان شروع تعداد اعضای هر دو حزب در یک موازنه نسبی باشد آنگاه سیستم در یک زمان مشخص به نقطه تعادل می‌رسد. این زمان به تعداد اعضای دو حزب وابسته نیست بلکه صرفاً وابسته به موازنه بین تعداد اعضای دو حزب است. به عنوان مثال اگر دو شرایط $p_1 = (0.002, 0.003)$ و $p_2 = (0.06, 0.06)$ را به عنوان وضعیت اولیه نسبت تعداد اعضای هر دو حزب به تعداد کل را در نظر بگیریم، آنگاه در هر دو حالت زمان تقریباً یکسانی طول می‌کشد که سیستم به نقطه تعادل برسد. هر چند که در حالت اول درصد بسیار کمی از مردم عضو یکی از دو حزب هستند و در حالت دوم اکثریت مردم در تنها یکی از این دو حزب فعالیت دارند.

اما اگر سیستم از منظر تعداد اعضای دو حزب در شرایطی نامتوازن مانند نقطه $p_4 = (0.07, 0.006)$ باشد آنگاه حداقل زمان برای رسیدن سیستم به نقطه تعادل دو برابر حالتی است که نسبت اعضای دو حزب در ابتدا در یک وضعیت متوازن باشد. نیمی از این زمان صرف کاهش نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی B به تعداد کل به کمتر از 0.06 است.

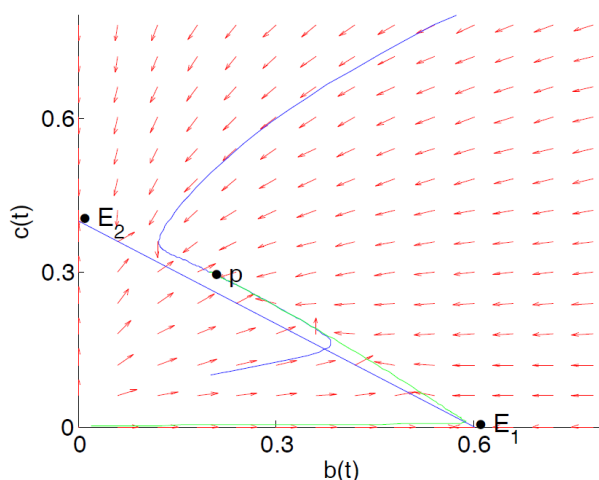
حال نقاط تعادلی را بررسی می‌کنیم که در آن تعداد اعضای یکی از احزاب صفر است. اگر $c(0) = 0$ آنگاه یکی از نقاط تعادل است که ناپایدار است. ناپایداری سیستم در اطراف این نقطه به این صورت است که، اگر در وضعیت اولیه سیستم نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی C به تعداد کل مساوی صفر باشد آنگاه نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی B به تعداد کل هر عدد مثبتی که باشد، سیستم به سمت نقطه تعادل $E_1 = (1 - \frac{\mu}{\beta_1}, 0)$ حرکت می‌کند. در صورتی که در وضعیت اولیه سیستم نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی C به تعداد کل مساوی صفر نباشد، اما خیلی کوچک باشد، آنگاه در ابتدا نسبت تعداد اعضای هر دو حزب سیاسی ابتدا به سمت نقطه تعادل E_1 حرکت می‌کند و بعد از نزدیک شدن به این نقطه، در راستای زیرفضای پایدار به سمت نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ حرکت می‌کند.

در شکل ۳ مسیرهای سیستم با مقادیر اولیه‌ای که تعداد اعضای حزب سیاسی C نزدیک به صفر و تعداد اعضای حزب سیاسی B در حالت‌های حداقل و حداکثر ممکن است، رسم شده است. اگر $b(0) = 0$ آنگاه $E_2 = (0, 1 - \frac{\mu}{\beta_2})$ یکی از نقاط تعادل است که ناپایدار است. رفتار سیستم در اطراف این نقطه هم مشابه رفتار سیستم در اطراف نقطه تعادل $E_1 = (1 - \frac{\mu}{\beta_1}, 0)$ که در بالا به جزئیات آن اشاره شد.



شکل ۳: مسیرهای رسیدن به نقطه تعادل پایدار در نمای فاز، با مقادیر اولیه‌ای که تعداد اعضای یک حزب حداقل یا حداکثر ممکن است.

همانند بالا، فرض کنیم $\mu \simeq \frac{1}{6}$ و سرانه جذب رأی‌دهندگان به حزب سیاسی B عدد $\beta_1 = \frac{1}{4}$ و این عدد برای حزب سیاسی C مساوی $\beta_2 = \frac{1}{6}$ است. در این صورت نقطه تعادل $E_1 = (\frac{3}{8}, 0)$ و نقطه تعادل $E_2 = (0, \frac{2}{3})$ نقاط تعادل ناپایدار سیستم‌اند که نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ تقریباً نقطه میانی خطی است که E_1 را به E_2 متصل می‌کند. معنا و مفهوم این روابط بین نقاط تعادل این است که اگر تعداد اعضای یک حزب سیاسی در مقابل حزب رقیب ناچیز و تقریباً صفر باشد اما پتانسیل جذب نیرو را داشته باشد، آنگاه سیستم ابتدا به سمت یک نقطه تعادل ناپایدار حرکت می‌کند و سپس با افزایش اندک حزب دوم به سمت نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ حرکت می‌کند. تنها در صورتی حرکت به سمت نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ رخ نمی‌دهد که تعداد اعضای یکی از احزاب به معنی واقعی کلمه صفر باشد که در دنیای واقعی این اتفاق به ندرت رخ می‌دهد. در شکل ۴ جهت کلی جریان حرکت سیستم نمایش داده شده است.



شکل ۴: نمای فاز کلی سیستم که نشان می‌دهد مسیر ایده‌آل تقریباً خط بین دو نقطه تعادل ناپایدار E_1 و E_2 است.

۲.۵. وابستگی حساس به ضریب تغییر حزب. وجود و موقعیت نقاط تعادل ناپایدار $E_1 = (1 - \frac{\mu}{\beta_1}, 0)$ و $E_2 = (0, 1 - \frac{\mu}{\beta_2})$ هیچ گونه وابستگی به پارامتر θ ندارد. این پارامتر شاخص تغییر وابستگی به حزب سیاسی از سوی طبقه مشارکت کننده در فرآیند سیاسی است. با توجه به این که در نقاط تعادل ناپایدار E_1 و E_2 تنها یک حزب از دو حزب سیاسی وجود خارجی در سطح جامعه دارد، عدم وابستگی این نقاط تعادل به پارامتر θ منطقی نیز هست. اما در مورد نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ شرایط کاملاً متفاوت است. با در نظر گرفتن محاسباتی که در بخش قبل دیدیم موقعیت نقطه تعادل پایدار سیستم به پارامتر θ وابسته است. در ادامه با استفاده از شبیه‌سازی عددی و مقایسه رفتار سیستم با مقادیر مختلف پارامتر θ ، میزان و چگونگی وابستگی رفتار سیستم به شاخص تغییر حزب را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

در شکل ۵ تغییرات تعداد اعضای هر یک از احزاب سیاسی وابسته به مقادیر مختلف ضریب تغییر وابستگی به احزاب، یعنی پارامتر θ و مقادیر اولیه تعداد اعضای هر یک از احزاب سیاسی نمایش داده شده است. مقادیری که برای پارامتر θ در نظر گرفته‌ایم به ترتیب برابر $\frac{1}{78}$ ، $\frac{1}{72}$ ، $\frac{1}{66}$ و $\frac{1}{60}$ است. تغییرات نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ نسبت به تغییرات ضریب تغییر وابستگی به احزاب در جدول ۱ آمده است. در هر مرحله، میزان تغییرات پارامتر θ نسبت به مقدار قبلی بین هشت تا ده درصد است.

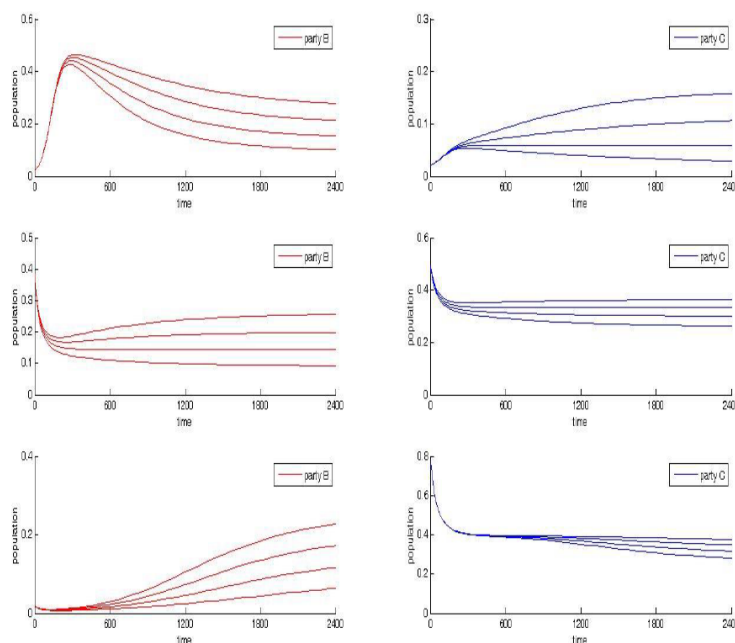
جدول ۱: تغییرات مختصات نقطه تعادل پایدار نسبت به تغییرات پارامتر θ

θ	b^*	c^*
$\frac{1}{78}$	۰/۲۶	۰/۳
$\frac{1}{72}$	۰/۲	۰/۳
$\frac{1}{66}$	۰/۱۴۳	۰/۳۴
$\frac{1}{60}$	۰/۰۹	۰/۳۶
$\frac{1}{48}$	۰/۰۰۶	۰/۴

همان‌گونه که در جدول ملاحظه می‌شود، در صورتی که $\theta = \frac{1}{\sqrt{8}}$ آنگاه نقطه تعادل پایدار $(0/26, 0/26)$ و $p = 0$ سیستم است. بنابراین سیستم سیاسی با این پارامترها در یک وضعیت که میزان هواداران هر دو حزب سیاسی تقریباً مساوی است به یک تعادل پایدار می‌رسد. همزمان با افزایش θ نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ هم تغییر می‌کند. در هر مرحله، میزان افزایش پارامتر θ نسبت به مقدار قبلی بین هشت تا ده درصد است. اما در هر مرحله، مقدار b^* حدود ۳۰ درصد نسبت به مقدار قبلی کاهش پیدا می‌کند و مقدار c^* هم حدود ۱۵ درصد نسبت به مقدار قبلی افزایش پیدا می‌کند. نسبت تغییرات نقطه تعادل پایدار $p = (b^*, c^*)$ به تغییرات θ نشان می‌دهد که مدل سیاسی حاصل از جمعیت هواداران هر حزب سیاسی نسبت به ضریب تغییر حزب از سوی هواداران، دارای وابستگی حساس است. وابستگی حساس به این معنی است که تغییر جزئی در شرایط اولیه می‌تواند به نتایج وسیع و پیش‌بینی نشده‌ای در وضعیت سیستم منجر شود، این مفهوم یکی از پایه‌های نظریه آشوب است.

به ازای $\theta = \frac{1}{\sqrt{8}}$ نقطه تعادل پایدار سیستم $p = (0/26, 0/26)$ است که نشان دهنده وزن تقریباً برابر هر دو حزب سیاسی در شرایط نهایی است؛ اما با افزایش θ به مقدار $\frac{1}{\sqrt{8}}$ نقطه تعادل پایدار سیستم $p = (0/06, 0/41)$ است که به نقطه تعادل ناپایدار $E_2 = (0, \frac{2}{5})$ بسیار نزدیک است. به عبارت دیگر، در صورتی که ضریب تغییر حزب، $\theta = \theta_1 - \theta_2$ بیشتر از دو درصد باشد آنگاه تعداد هواداران اولیه حزب سیاسی B هر مقداری که باشد با گذشت زمان هواداران خود را از دست می‌دهد و تعداد اعضای حزب به سمت صفر می‌رود.

در شکل ۵ تغییرات $b(t)$ و $c(t)$ برای مقادیر چهارگانه θ در جدول ۱ نمایش داده شده است. منحنی‌های قرمز رنگ نشان دهنده نسبت تعداد اعضای حزب سیاسی C به تعداد کل رأی‌دهندگان و منحنی‌های آبی رنگ نشان دهنده نسبت تعداد حزب سیاسی به تعداد کل رأی‌دهندگان است.



شکل ۵: سری زمانی احزاب برای مقادیر مختلف θ .

در سطر اول فرض شده است که $b(0) = 0/0.2$ و $c(0) = 0/0.2$. همان‌گونه که مشاهده می‌شود منحنی $b(t)$ و $c(t)$ برای مقادیر مختلف θ ابتدا کاملاً مشابه هم یک روند صعودی دارد؛ اما بعد از گذشت یک زمان کوتاه مسیرهای متفاوتی را طی کرده و به سمت مقادیر مشخص شده در جدول حرکت می‌کنند. در سطر دوم فرض شده است که $b(0) = 0/0.4$ و $c(0) = 0/0.5$ و در سطر سوم فرض شده است که $b(0) = 0/0.8$ و $c(0) = 0/0.2$. کاملاً واضح است که با وجود انتخاب مقادیر اولیه $b(0)$ و $c(0)$ از ناحیه‌های مختلف، رفتار منحنی‌های $b(t)$ و $c(t)$ به سمت اعداد مشخص شده در جدول ۱ حرکت می‌کنند. این تشابه رفتارها توجیه‌کننده نتایج تحلیلی ما است.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به نتایج تحلیلی حاصل از مدل دینامیکی و شبیه‌سازی‌های عددی به نتایج زیر در مورد پرسش‌های پژوهشی این تحقیق می‌رسیم

(الف) وابستگی حساس به پارامتر θ که شاخص تغییر حزب سیاسی از سوی اعضای آن است، نشان‌دهنده اهمیت مولفه قدرت اقناعی احزاب و جدایی اعضای حزب و پیوستن به حزب رقیب و تاثیر آن بر روند تحولات سیاسی است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی عددی نشان داد که تغییر سرانه جذب به احزاب سیاسی، β_1 و β_2 ، به اندازه تغییر شاخص تغییر حزب، θ ، نمیتواند باعث حفظ وضع موجود در سیستم سیاسی شود. بنابراین قدرت اقناعی احزاب در حفظ اعضای موجود حزب بیشتر از توان بسیج اجتماعی آن‌ها در جذب اعضای جدید به حفظ و تقویت موقعیت حزب در بین رأی‌دهندگان کمک می‌کند.

(ب) اگر مولفه‌های قدرت اقناعی و بسیج اجتماعی احزاب در بازه زمانی مشخص شده ثابت بماند، آنگاه تعداد هواداران اولیه احزاب در زمان صفر در هر وضعیتی که باشد سیستم به سمت نقطه تعادل پایدار p حرکت خواهد کرد. به عبارت دقیق‌تر، اگر تعداد اعضای هر دو حزب حداکثر ممکن باشد، مانند نقطه p_4 در شکل ۴، آنگاه تعداد هواداران هر دو حزب کاهش پیدا می‌کند تا به نقطه تعادل پایدار p نزدیک شود. همچنین اگر تعداد اعضای هر دو حزب حداقل و نسبت به جمعیت ناچیز باشد، مانند نقطه p_1 در شکل ۴، به تدریج به اعضای هر دو حزب افزوده می‌شود تا سیستم به نقطه تعادل پایدار p نزدیک شود.

با توجه به نتایج تحلیلی به دست آمده، تغییر تعداد اعضای احزاب و حرکت به سمت نقطه تعادل به صورت مستقیم و خطی نیست. بنابراین ممکن است نمودار تعداد اعضای احزاب ابتدا در مسیری حرکت کند که به نظر می‌آید در حال دور شدن از نقطه تعادل است؛ ولی بعد از گذشت مدتی و رسیدن تعداد اعضای هر دو حزب به یک عدد ایده‌آل حرکت به سمت نقطه تعادل آغاز می‌شود. وضعیت ایده‌آل برای حرکت سریع و مستقیم به سمت نقطه تعادل، ناحیه اطراف خط واصل بین نقاط تعادل ناپایدار E_1 و E_2 است که در شکل ۵ آمده است. با توجه به نمودارهای رسم شده، وضعیت اولیه سیستم سیاسی در هر موقعیتی که باشد سیستم ابتدا به سمت وضعیت ایده‌آل حرکت کرده و سپس در آن مسیر به سمت نقطه تعادل پایدار حرکت خواهد کرد. در صورتی که کفه وزنه سیاسی به طور کامل به سمت یکی از دو حزب سنگینی کند، باز هم سیستم به سمت نقطه تعادل پایدار p حرکت خواهد کرد اما زمان بیشتری لازم است تا سیستم بتواند به نقطه تعادل پایدار نزدیک شود. به طور مثال در شکل ۵ برای حرکت از وضعیت اولیه p_2 به سمت تعادل ابتدا زمان زیادی صرف می‌شود تا بدون این که تعداد اعضای حزب سیاسی C تغییر چندانی داشته باشد از تعداد هواداران حزب سیاسی B کاسته شود و سیستم به نقطه تعادل ناپایدار E_2 نزدیک شود. زمان لازم برای رسیدن به این نقطه تقریباً برابر زمان رسیدن از وضعیت اولیه p_2 یا p_4 در شکل ۴ به نقطه تعادل پایدار p است. از آن به بعد در مسیر ایده‌آل ذکر شده در قسمت قبل به سمت نقطه تعادل پایدار p حرکت خواهد کرد.

در پایان پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود

(الف) مطالعه جریان‌های سیاسی ایران امروز نشان می‌دهد مردم در جمهوری اسلامی، تقریباً به همه جریان‌های مطرح، دست‌کم یک‌بار فرصت برخورداری از قدرت سیاسی را داده‌اند. حتی فراتر، در هر مورد، به همه جریان‌ها این بخت را داده‌اند که نه تنها بر یک قوه بلکه بر هر دو قوه انتخابی کشور حکم برانند [۲۶]. بنابراین می‌توان گفت تغییر ترجیحات فردی و همچنین رشد و افول قدرت اقناعی و بسیج اجتماعی احزاب و جریان‌های سیاسی همواره نقش پررنگی در فضای سیاسی و انتخاباتی جمهوری اسلامی داشته است. با توجه به نتیجه (الف) پیشنهاد می‌شود که جریان‌های سیاسی بیش از بسیج اجتماعی بر روی قدرت اقناعی خود و جلوگیری از دست رفتن سرمایه اجتماعی خود متمرکز شوند.

(ب) وجود نقاط تعادل و پایداری و ناپایداری این نقاط در مطالعه سیستم‌های آشوبناک از اهمیت زیادی برخوردار است. تجربیات و پژوهش‌های اخیر این فرضیه را به ذهن متبادر می‌کند که تنها سیستم‌هایی که دارای یک نقطه تعادل پایدار هستند یک رفتار آشوبناک ایجاد می‌کنند. هرچند که سیستم‌های آشوبناک با بیش از یک نقطه پایدار هم معرفی و مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اما همچنان سیستم‌های دارای یک نقطه تعادل پایدار در مطالعه سیستم‌های آشوبناک از اهمیت زیادی برخوردار است [۲۵] پیشنهاد می‌شود که شرایط بروز آشوب و عدم قطعیت در رقابت بین دو حزب سیاسی براساس مدل دینامیکی معرفی شده در پژوهشی جداگانه مطالعه و به کار برده شود.

مراجع

- [1] R. Ayson, The complex stability of political equilibria, *Political Science*, **64** (2012) 145–161.
- [2] F. E. O. Bazuaye, Sensitivity analysis and stabilization for two dynamical systems, *Earthline Journal of Mathematical Sciences*, **1** (2019) 33–40.
- [3] N. Boccara, Voters fickleness: a mathematical model, *International Journal of Modern Physics C*, **21** (2009) 149–158.
- [4] D. K. Campbell and G. Mayer-Kress, *Chaos and politics: applications of nonlinear dynamics to socio-political issues*, in The Impact of Chaos on Science and Society, United Nations University Press, Tokyo, 1991, 18–63.
- [5] G. Carmona, *Existence and Stability of Nash Equilibrium*, World Scientific Publishing Company, Singapore, 2012.
- [6] T. Chilachava and L. Sulava, Mathematical and Computer Modeling of Elections, *Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences Proceedings*, **XV-XVI** (2018) 174–190.
- [7] S. Coleman, Cycles and chaos in political party voting-A research note, *Journal of Mathematical Sociology*, **18** (1993) 47–64.
- [8] J. A. Filipe and A. M. Ferreira, Social and political events and chaos theory-the “Drop of Honey Effect”, *Emerging Issues in the Natural and Applied Sciences*, **3** (2013) 126–137.
- [9] B. Z. Goktuna, A dynamic model of party membership and ideologies, *Journal of Theoretical Politics*, **31** (2019) 209–243.
- [10] J. F. Gordon and F. Nyabadza, Individual preferences and the growth dynamics of two political parties: insights through a simple mathematical model, *Journal of Applied and Computational Mathematics*, **9** (2020) 1–7.
- [11] P. E. Johnson, Formal theories of politics: the scope of mathematical modelling in political science, *Mathematical and Computer Modelling*, **12** (1989) 397–404.
- [12] Q. J. A. Khan, Hopf bifurcation in multiparty political systems with time delay in switching, *Applied Mathematics Letters*, **13** (2000) 43–52.
- [13] L. D. Kiel, The evolution of nonlinear dynamics in political science and public administration: methods, modeling and momentum, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, **5** (2000) 265–279.

- [14] P. Khrennikova, E. Haven, and A. Khrennikov, An application of the theory of open quantum systems to model the dynamics of party governance in the US political system, *International Journal of Theoretical Physics*, **53** (2014) 1346–1360.
- [15] P. S. Macansantos, Modeling dynamics of political parties with poaching from one party, *Journal of Physics: Conference Series*, **1593** (2020) 1–6.
- [16] A. K. Misra, A simple mathematical model for the spread of two political parties, *Nonlinear Analysis: Modelling and Control*, **17** (2012) 343–354.
- [17] F. Nyabadza, T. Y. Alassey and G. Muchatibaya, Modelling the dynamics of two political parties in the presence of switching, *Springer Plus*, **5** Article number: 1018 (2016).
- [18] M. J. Newman, *Using mathematica biology to model a revolution*, MSc. Thesis, Winston-Salem, North Carolina, 2018.
- [19] P. F. J. Pere and D. Régis, *Chaos theory and its application in political science*, in IPSA World Congress, Fukuoka, Japan, 2006, 9–13.
- [20] I. Peterson, Stability of equilibria in multi-party political systems, *Mathematical Social Sciences*, **21** (1991) 81–93.
- [21] S. Ranganathan, V. Spaier and D. J. T. Sumpter, A Bayesian approach to modeling dynamical systems in the social sciences, in *Proceedings of the International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (Simultech-2013)*, (2014) 125–131.
- [22] H. S. Rodrigues, Application of SIR epidemiological model: new trends, *International Journal of Applied Mathematics and Informatics*, **10** (2016) 92–97.
- [23] D. M. Romero, C. M. Kribs-Zaleta, A. Mubayi and C. Orbe, An epidemiological approach to the spread of political third parties, *Discrete & Continuous Dynamical Systems-B*, **15** (2009) 707–738.
- [24] N. Schofield, *Local political equilibria*, in Social Choice and Strategic Decisions, Studies in Choice and Welfare, D. Austen-Smith and J. Duggan, eds., Springer, Berlin, 2005, 57–91.
- [25] X. Wang, A. Akgul, S. Cicek, V. T. Pham and D. Hoang, A chaotic system with two stable equilibrium points: dynamics, circuit realization and communication application, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, **27** (2018) 1–14.
- [۲۶] ع. دارابی، بنیانهای نظری رفتار انتخاباتی شهروندان در جمهوری اسلامی ایران. فصلنامه پژوهشهای ارتباطی، دوره ۱۶ شماره ۱ (۱۳۸۸) ۳۷-۹.

مهدی فاتحی نیا

بخش ریاضی محض، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
fatehiniam@yazd.ac.ir

مهدی فاتحی نیا متولد تیرماه ۱۳۶۰ در شهر خرم آباد است. وی در سال ۱۳۸۵ وارد مقطع دکتری رشته ریاضی محض دانشگاه شهید باهنر کرمان شد و سپس در سال ۱۳۹۹ وارد مقطع کارشناسی ارشد رشته اندیشه سیاسی در اسلام شد.



محمد محمودی کیا

گروه اندیشه سیاسی در اسلام، پژوهشکده امام خمینی و انقلاب اسلامی، تهران، ایران

mmahmoudikia@yahoo.com

محمد محمودی کیا متولد ۱۳۶۳ است. وی مدرک کارشناسی فیزیک حالت جامد را از دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم و مدرک کارشناسی ارشد و دکتری روابط بین الملل را از دانشگاه خوارزمی تهران اخذ نمود. زمینه ها و علایق پژوهشی او روابط خارجی، سیاست خارجی جمهوری اسلامی ایران، نظریات روابط بین الملل و مطالعات دین در سیاست بین الملل است.

