

## تحلیل بازار تلفن همراه ایران با رویکرد پویایی‌های سیستم

محمد هاشم موسوی حقیقی\*، حبیب‌اله رعنائی کرد شولی\*\*، محمد

غفورنیاان\*\*\*

### چکیده

بازار تلفن همراه ایران به دلیل فعالیت بیش از یک اپراتور در آن، با بازار تلفن ثابت متفاوت است. تا قبل از سال ۱۳۸۵ که شرکت ایرانسل وارد بازار شد، بازار تلفن همراه ایران یک انحصار کامل داشت، اما پس از ورود اپراتور دوم، انحصار شکسته شد و رقابتی در این بازار شکل گرفت که نتایج آن افزایش تنوع در سبد محصولات، بهبود کیفیت شبکه، تلاش در حفظ مشترکین و جذب سهم بیشتر از بازار بود. در این پژوهش با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم، بازار تلفن همراه ایران در دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۴ شبیه‌سازی شده است. هدف از این مطالعه ایجاد یک الگوی عملیاتی و تعیین سناریوهای مختلف برای شرکت همراه اول با توجه به بازار رقابتی موجود و پیش رو تا سال ۱۴۰۴ است. در این مطالعه چهار متغیر کلیدی تعداد کاربران، درآمدها، هزینه‌ها و سرمایه در نظر گرفته شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که با ادامه روند کنونی بازار تلفن همراه در ایران، شرکت همراه اول تا سال ۱۴۰۴ به تدریج ۱۰ درصد از سهم بازار خود را از دست خواهد داد، اما تغییر در این روند با اجرای سناریوهای مختلف، مانند ایجاد زیرساخت‌های جدید و افزایش نواحی تحت پوشش یا تغییر در قیمت خدمات امکان‌پذیر خواهد بود.

**کلیدواژه‌ها:** پویایی‌های سیستم؛ بازار تلفن همراه؛ اپراتور دوم؛ شرکت ایرانسل؛ شبیه‌سازی.

---

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۹/۴، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۱۲/۲۰

\* استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس.

\*\* استادیار، دانشگاه شیراز.

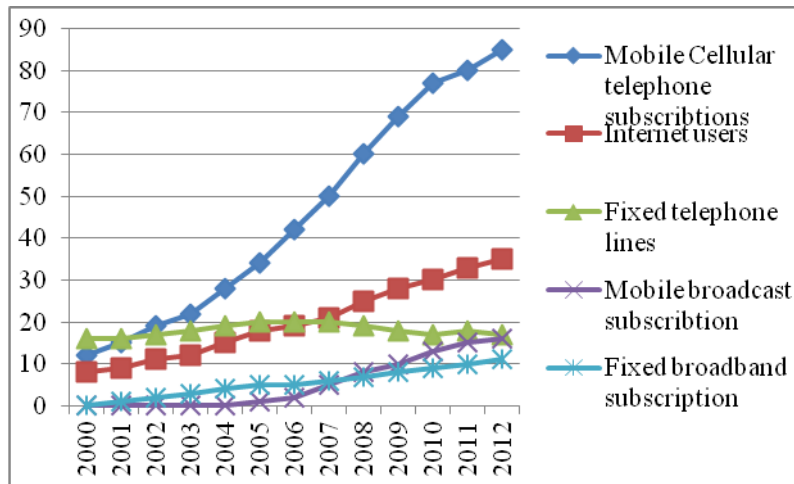
\*\*\* دانشجوی دکتری، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول).

### ۱. مقدمه

کلید شناخت هر بازار، کسب دانش و آگاهی درباره روندها و گرایش‌های آن است. بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز از این قاعده مستثنی نیست. کسب یک دیدگاه کلی در رابطه با بخش ارتباطات به ایجاد بینشی در رابطه با وضع موجود و ترغیب سیاستگذاران امر به یافتن راه‌کارهایی برای آینده خواهد انجامید. هدف از این پژوهش ارائه تصویری از وضع بازار تلفن همراه تا سال ۱۴۰۴ است.

در سراسر جهان بازارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات، از جمله تلفن همراه و بازار نسل سوم به تدریج رقابتی‌تر می‌شوند. مطابق آمار منتشر شده از پایگاه اتحادیه جهانی مخابرات، در حالی که تعداد خطوط تلفن ثابت به ازای هر صد نفر در ده سال اخیر بدون تغییر باقی مانده است، تعداد مشترکین تلفن همراه به ازای هر صد نفر در ده سال اخیر رشد چشمگیری داشته و رشد خدمات پهنای باند همراه نیز همچنان ادامه دارد. متوسط سطح خدمات پهنای باند تلفن همراه در کشورهای در حال توسعه در هر صد نفر ۵/۴ مشترک است و این رقم در کشورهای توسعه‌یافته ده برابر بیشتر است؛ یعنی در هر صد نفر ۵۱/۱ مشترک. کاربرد شبکه‌های پهنای باند همراه نسل سوم پرسرعت مثل وایمکس، به احتمال زیاد باعث افزایش گسترش خدمات پهنای باند موبایل در سراسر جهان خواهد شد. برای درک بهتر میزان تغییرات و توسعه بازار ارتباطات در سال‌های اخیر از نمودارها و تصاویر برگرفته از مطالعات و تحقیقات اتحادیه بین‌المللی مخابرات استفاده شده است [۱۱]. شکل شماره ۱ رشد و توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، به‌ویژه تلفن همراه را در فاصله سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۲ نشان می‌دهد. این نمودار اهمیت این بازار و لزوم مطالعه بیشتر در این عرصه را نشان می‌دهد [۱۱].

در ایران واگذاری تلفن همراه از اواسط دهه ۷۰ شمسی توسط اپراتور عمده آن، شرکت ارتباطات سیار، شروع شد و در دهه گذشته مانند کشورهای دیگر شتاب روزافزونی گرفت، به طوری که تعداد مشترکین تلفن همراه از یک میلیون نفر در سال ۱۳۸۰ به شصت میلیون نفر در سال ۱۳۹۱ رسیده است.



شکل ۱. نمودار رشد و توسعه خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات در فاصله سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۲ (پایگاه اتحادیه جهانی مخابرات، ۲۰۱۲)

بازار تلفن همراه ایران از نظر رقابتی به سه دوره زمانی تقسیم می‌شود. در دوره اول که تا سال ۸۲ به طول انجامیده است، بازار با یک انحصار کامل مواجه بود که با ورود تالیا به‌عنوان پیمانکار شرکت مخابرات برای واگذاری سیم‌کارت اعتباری، این دوره به پایان رسید. در دوره دوم که از اوایل سال ۸۵ با ورود شرکت ایرانسل به‌عنوان اپراتور دوم تلفن همراه شروع شد، بازار با افزایش تنوع محصول و بهبود کیفیت خدمات مواجه شد و در دوره سوم که از سال ۸۸ شروع شده است، بازار جدیدی شامل عرضه خدمات اینترنت، موبایل باند وسیع، برنامه‌های کاربردی تلفن همراه و پایداری سهم بازار ایجاد شد [۱].

باتوجه به اینکه در بازار تلفن همراه، متغیرهای متعدد و کاملاً پویا دخیل هستند، باید با انتخاب الگویی خاص، متغیرها و پارامترهای تأثیرگذار در سیستم را شناسایی کنیم و سپس با در نظر گرفتن روابط متقابل همراه با بازخورد، رفتار سیستم را شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل کنیم. الگوی پویایی‌های سیستم که در ادامه معرفی می‌کنیم، تعامل میان متغیرها و پارامترهای مختلف را در نظر می‌گیرد و در تصمیم‌گیری و پیش‌بینی رفتار سیستم کارا تر عمل می‌کند [۳].

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تکنیک پویایی‌های سیستم به‌عنوان یکی از مکاتب تفکر سیستمی، یک متدولوژی برای مطالعه و مدیریت سیستم‌های پیچیده و دارای بازخورد است. این سیستم‌ها می‌توانند در

حوزه‌های مختلفی مانند کسب‌وکار، اقتصاد، محیط زیست، مدیریت انرژی، مسائل شهری و سایر حوزه‌های اجتماعی و انسانی وجود داشته باشد [۴].

تکنیک پویایی‌های سیستم، روشی برای تجزیه و تحلیل سیستم‌ها و حل مسائل پیچیده [۶] به کمک شبیه‌سازی کامپیوتری به شمار می‌رود [۵]. بر همین اساس بسیاری از افراد امروز از توانایی این تکنیک، برای ایجاد نظم در سیستم‌های پیچیده و کمک به دیگران برای فهم و یادگیری چنین سیستم‌هایی استفاده می‌کنند [۷]. پویایی سیستم بر رفتار گسترده سیستم و چگونگی تأثیر آن رفتار بر تکامل سیستم در آینده تأکید دارد و به این ترتیب تصمیم‌گیری را آسان می‌کند. بنابراین تکنیک پویایی‌های سیستم فرض می‌کند که اجزا در یک الگوی پیچیده با یکدیگر ارتباط دارند، جهان از نرخ‌ها، سطح و حلقه‌های بازخور تشکیل شده است، جریان اطلاعات به اندازه جریان فیزیکی مهم است و غیر خطی بودن و تأخیر از اجزای مهم هر سیستمی به شمار می‌رود [۱۳]. در برخی از منابع نیز شواهدی دال بر اینکه پویایی سیستم می‌تواند به درک و فهم محیط‌های پیچیده کمک کند ارائه شده است [۱۹].

تکنیک پویایی سیستم بر اساس تئوری اطلاعات- بازخورد شکل گرفته است. در این تکنیک از نمادهایی برای نگاشت سیستم‌های کسب‌وکار در قالب نمودارها و معادلات استفاده می‌شود و از زبان برنامه‌نویسی برای شبیه‌سازی کامپیوتری استفاده می‌شود. یکی دیگر از مهم‌ترین اهداف مدل‌سازی پویایی‌های سیستمی بررسی سیاست‌های بالقوه مختلف برای بهبود عملکرد سیستم است. از میان این سیاست‌ها سیاستی که بهترین نتایج را ارائه دهد برای اجرا در سیستم انتخاب می‌شود. در این رویکرد، تصویری از سیستم بر اساس بازخوردها و تأخیرهای موجود ایجاد می‌شود تا درک بهتری از رفتار دینامیکی سیستم‌های پیچیده فیزیکی، زیستی و اجتماعی حاصل شود. می‌توان گفت مهم‌ترین اصل اساسی که پویایی‌های سیستم بیان می‌کند این است که بازخوردها و تأخیرها رفتار سیستم‌ها را می‌سازند و پویایی رفتار سیستم نتیجه ساختار حاکم بر سیستم است [۱۸].

در این راستا مطالعات محدودی بر پایه پویایی‌های سیستم در بازارهای خدماتی تلفن همراه انجام شده است که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.

فرناندز<sup>۱</sup> و همکاران مدلی را برای درک پیچیدگی موجود در این بازار ارائه کردند و در این مطالعه تأثیر ساختار سیستم بر رقابت پویای بازار در صنعت خدماتی تلفن همراه را مورد بررسی قرار دادند. فرناندز معتقد است رقابت پویای موجود در بازار تلفن همراه یک پیچیدگی پویا دارد که ناشی از وجود متغیرهای وابسته به هم و روابط علت و معلولی بین آن‌ها است. روش مطالعه در این تحقیق رویکرد پویایی‌های سیستم است و متغیری که در این پژوهش مورد توجه است

تعداد مشتریان هر اپراتور یا به عبارت دیگر، سهم بازار هر یک از رقبا است. در پایان نتیجه می‌گیریم که اگرچه اپراتورهای مختلف ممکن است در کوتاه‌مدت از استراتژی‌های رقابتی مشابهی استفاده کنند، اما به کار بردن این استراتژی‌ها در بلندمدت نتایج متفاوتی خواهد داشت. زمان تأخیر در حصول نتایج استراتژی‌ها اهمیت دارد، به همین دلیل سنج رویکرد پویایی‌های سیستم را برای مطالعه این بازار مناسب می‌داند [۱۰].

بوی و لوبک<sup>۱</sup> بر اساس رویکرد پویایی‌های سیستم یک مدل جهانی برای شناخت تقاضا در بازار جهانی تلفن همراه ارائه دادند. نتایج این مطالعه تغییر در روند تقاضای جهانی این بازار را بر اساس سناریوهای مختلف، از جمله قیمت خدمات، نشان می‌دهد. در این پژوهش به تحلیل رفتار دو متغیر کلیدی میزان تقاضای محصول و قیمت خدمات و تأثیر متقابل این دو می‌پردازیم و سناریوهای مختلف در مورد تغییر در قیمت و به دنبال آن تغییر در میزان تقاضا و سهم بازار را بررسی می‌کنیم [۸].

پیدای<sup>۲</sup> در مقاله‌ای به نام «شبیه‌سازی زنجیره تأمین و تقاضا در صنعت مخابرات» با استفاده از دیدگاه سیستم‌های تخصصی چندرخی به مدل‌سازی و شبیه‌سازی زنجیره تأمین در صنایع مخابراتی پرداخته است. هدف از این تحقیق افزایش کارایی زنجیره از طریق بررسی رفتارهای متغیرهای کلیدی مقدار موجودی، زمان‌های تأخیر، هزینه‌ها و زمان ارسال محصول به مشتریان است. در این تحقیق از دیدگاه پویایی‌های سیستم نیز برای شبیه‌سازی سیاست‌ها استفاده شده است [۱۷].

مادن<sup>۳</sup> و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی رشد تقاضا در بازار تلفن و ارتباطات در سطح جهانی، با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم پرداختند. هدف از این مطالعه بررسی رابطه تقاضا در آن بازار با فاکتورهای اقتصادی است. در این مطالعه نتیجه‌گیری می‌شود که همراه با رشد برخی فاکتورهای مهم، مانند درآمد ناخالص داخلی سرانه، استفاده از ابزارهای ارتباطی نیز افزایش می‌یابد، اما این افزایش یک رشد کاهنده دارد؛ بنابراین در این پژوهش تأثیر سناریوهای مختلف برخی فاکتورهای اقتصادی بر متغیر کلیدی تقاضا بررسی می‌شود [۱۴].

کیم<sup>۴</sup> و همکاران به تجزیه و تحلیل رقابت پویا در بازار تلفن همراه کشور کره جنوبی می‌پردازند. آن‌ها با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم، مدل نفوذ رقابتی<sup>۵</sup> را ارائه دادند. در این پژوهش سناریوهای مختلف تأثیر برخی خدمات ارزش افزوده که در کنار مکالمات صوتی به مشتریان ارائه می‌شود، مورد بررسی می‌گیرند. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد اپراتورهایی که

---

1. Bui and Loebbecke  
2. Pedai  
3. Madden  
4. Kim  
5. Competitive Diffusion

سرمایه‌گذاری بیشتری در بخش خدمات ارزش افزوده داشته‌اند نسبت به رقبای خود سهم بیشتری از بازار را به خود اختصاص داده‌اند؛ بنابراین هدف از این پژوهش بررسی میزان تقاضا به‌عنوان یک متغیر کلیدی است [۱۲].

چو<sup>۱</sup> و همکاران با بررسی بازار رقابتی تلفن همراه در کشور تایوان، با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم به این نتیجه رسیدند که در شرایط رقابت آن بازار، قیمت یک محرک اولیه برای جذب مشتری است، اما در بلندمدت شرایط اقتصادی، نوآوری تکنولوژی و تعداد اپراتورها نقش مهمی در وفاداری مشتریان دارند. بنابراین در این پژوهش سناریوهای مختلف با تمرکز بر متغیر قیمت خدمات بررسی می‌شوند [۹].

مازونی<sup>۲</sup> و همکاران به بررسی و مقایسه استراتژی رقابتی و توسعه در موقعیت رقابتی در صنعت تلفن همراه کشور ایتالیا پرداختند. آن‌ها در این مطالعه از رویکرد پویایی‌های سیستم استفاده می‌کنند. نتیجه تحقیق نشان می‌دهد وجود رقابت در کوتاه‌مدت باعث کاهش قیمت خدمات می‌شود، اما در بلندمدت باعث ارائه بیشتر خدمات ارزش افزوده به مشتریان نیز می‌شود. بنابراین در این پژوهش دو متغیر کلیدی قیمت و ارائه خدمات ارزش افزوده و تأثیر آن‌ها بر روند بازار بررسی شده است [۱۵].

پاگانی و فاین<sup>۳</sup> با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم به تجزیه و تحلیل نیروهای پویایی پرداخته‌اند که بر ساختار و توسعه شبکه تلفن همراه تأثیر می‌گذارند و باعث توسعه شبکه و زیرساخت‌های آن می‌شوند. نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که متغیرهایی مانند پویایی‌های مشتری، پویایی‌های رقابتی و پویایی‌های تکنولوژی باعث توسعه نسل جدید تلفن همراه می‌شوند. بنابراین در این پژوهش سناریوهای مختلف در مورد تأثیر متغیر توسعه تکنولوژی بر جذب مشتری مورد بررسی قرار گرفته‌اند [۱۶].

با مرور تحقیقات محدود در زمینه پویایی‌های بازار تلفن همراه با استفاده از روش پویایی‌های سیستم، درمی‌یابیم که در بیشتر تحقیقات به جای مطالعه پویایی بازار و تأثیر متغیرهای مختلف بر عملکرد نهایی، تنها تأثیر متغیرهای محدود در نتیجه نهایی که میزان سهم بازار است بررسی شده است؛ به‌عنوان مثال تنها قیمت خدمات یا تکنولوژی مورد استفاده بررسی شده است. در این پژوهش برای رفع خلأهای موجود، به مطالعه پویایی موجود در بازار تلفن همراه ایران، با در نظر گرفتن متغیرهای کلیدی این بازار و تأثیر متقابل بر یکدیگر و تأثیر بر عملکرد نهایی و سهم بازار و شبیه‌سازی روند آینده بازار می‌پردازیم.

---

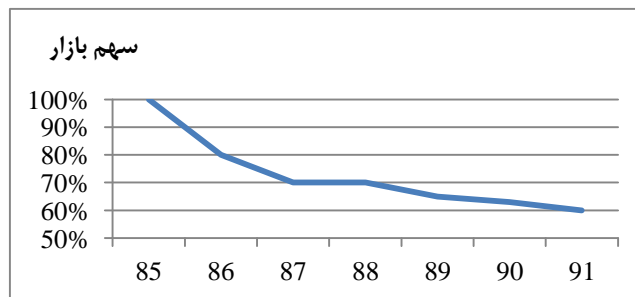
1. Chu  
2. Mazzoni  
3. Pagani and Fine

### ۳. روش تحقیق

رفتار سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی در عین پیچیدگی، بسیار بر یکدیگر اثر می‌گذارند و از طریق این اثرگذاری رفتار نهایی سیستم مشخص می‌شود. با توجه به فرآیند روش پویایی‌های سیستم و متغیرهای مؤثر در بازار تلفن همراه و اثرات آن متغیرها بر شاخص رقابت، این پژوهش از نوع مدل‌سازی و شبیه‌سازی است و بنابراین یک پژوهش نیمه‌تجربی به شمار می‌رود. روش این پژوهش بر اساس روش‌شناسی استرمن به صورت مراحل زیر بررسی و ارزیابی می‌شود [۲۰].

**بیان مسئله و موضوع دینامیکی.** همانطور که در شکل ۲ می‌بینیم، با پایان یافتن دوران انحصار کامل و ورود رقبای جدید به عرصه بازار تلفن همراه ایران در سال ۸۵، به تدریج از سهم بازار اپراتور همراه اول کاسته شده است، به طوری که در پایان سال ۹۱ اپراتور همراه اول حدود ۶۰ درصد از بازار ارتباطات همراه را به خود اختصاص داده است و باقیمانده بازار در اختیار اپراتور دوم و اپراتورهای دیگر بوده است، به همین دلیل در سال‌های آینده اگر همراه اول نسبت به نحوه فروش سیم‌کارت‌های دائمی و اعتباری خود تجدید نظر نکند، رقبای دیگر سهم بالقوه بازار تلفن همراه کشور را تصاحب خواهند کرد [۲].

همچنین قسمت اعظم سیستم مخابراتی کشور که از پایه در اختیار شرکت مخابرات است، با نوآوری‌های روز دنیا کاملاً منطبق نشده است. تلفن همراه، تنها ابزار مکالمه است و هنوز به وسیله‌ای اجتناب‌ناپذیر برای تبادل انواع اطلاعات یا یک سیستم رایانه تلفن همراه تبدیل نشده است؛ این درحالی است که اخیراً خدمات نسل سوم تلفن همراه با قابلیت اتصال به خدمات اینترنت پرسرعت توسط شرکت‌های رقیب در حال واگذاری است. این عوامل باعث ایجاد یک مسئله پویا در بازار خدمات تلفن همراه و به تناسب آن کاهش تقاضا در آینده برای اپراتور همراه اول خواهد شد [همان].



شکل ۲. روند تغییرات سهم بازار همراه اول

بر اساس مسئله دینامیکی پژوهش در این مرحله متغیرهای کلیدی و قلمروی زمانی و مکانی آن‌ها مشخص می‌شود. با توجه به موضوع تحقیق، هدف الگو «تحلیل بازار تلفن همراه ایران» است. متغیرهای کلیدی و اصلی در رابطه با این الگو تعداد کاربران، درآمدها، هزینه‌ها، سرمایه، فاکتور رقابت و .... هستند.

**ایجاد روابط دینامیکی.** فرضیه‌های دینامیکی در این روش بر اساس روابط «علت و معلولی» و «نرخ و حالت» و چگونگی ارتباط متغیرها با یکدیگر شکل می‌گیرند. این ارتباط دینامیکی متغیرهای نرخ و حالت بر اساس موضوع تحقیق و متغیرهای مربوطه در شکل ۸ نشان داده شده است.

**فرموله کردن و تعریف روابط بین متغیرها بر اساس روابط ریاضی.** در این مرحله چگونگی رفتار و اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر در قالب روابط و توابع ریاضی تعریف خواهند شد.

**طراحی نمودارهای پویایی‌های سیستم و تعیین وضعیت متغیرها.** با توجه به روابط بین متغیرها، در این مرحله ارتباط سیستمی کل متغیرهای تعریف شده در قالب روابط علت و معلولی و همچنین وضعیت هر متغیر در نمودار پویایی‌های سیستم مشخص می‌شود. با توجه به موارد بیان شده متغیرهای مورد استفاده در این الگو به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند [۲۰].

- متغیرهای حالت<sup>۱</sup>: این متغیرها انباشت را در یک دوره زمانی نشان می‌دهند و در طول زمان بر اساس متغیر نرخ، افزایش یا کاهش می‌یابند. مهم‌ترین متغیرهای حالت تعریف شده در این الگو عبارت‌اند از سطح تعداد کاربران، سطح درآمدها، سطح هزینه‌ها و ... .

- متغیرهای نرخ<sup>۲</sup>: این متغیرها تعیین‌کننده متغیرهای حالت در سیستم هستند؛ مانند نرخ نفوذ، نرخ افزایش درآمد، نرخ هزینه و ...

- متغیرهای کمکی: این متغیرها حاوی متغیرهای دیگر هستند و مقدار آن‌ها از مقدار متغیرها در دوره‌های زمانی قبل مستقل است؛ مانند نرخ سرمایه‌گذاری در ایجاد BTS<sup>۳</sup>های جدید، نرخ استهلاک سرمایه و نرخ رشد جمعیت.

1. State variable

2- Rate variable

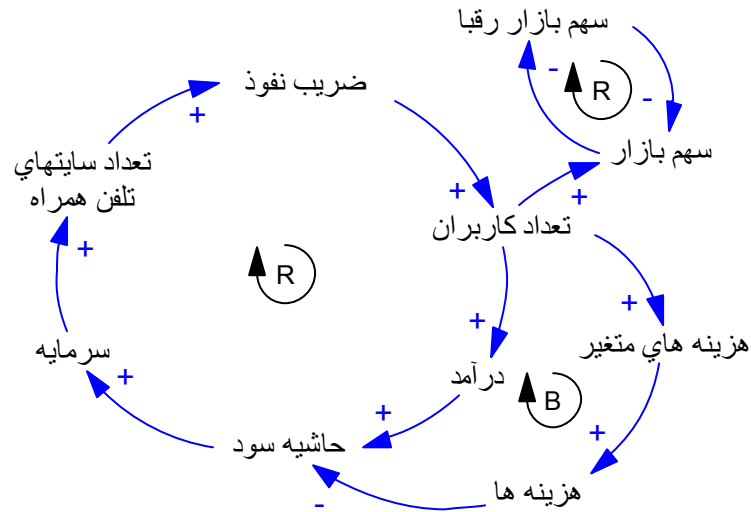
Base Transceiver، به مفهوم نوعی پایگاه که اطلاعات را از تلفن همراه دریافت می‌کند یا به آن می‌فرستد.

۳. مخفف Station



**شبیه‌سازی و اعتبارسنجی الگو.** پس از تعریف الگوی پویایی‌های سیستم، رفتار آن برای تعیین اثرات تغییر در متغیرهای کلیدی الگو بر رقابت بازار در افق زمانی موردنظر شبیه‌سازی و وضعیت متغیرها برای دوره‌های آینده مشخص می‌شود و سپس اعتبار الگو با روش تحلیل حساسیت و کاربرد سناریوهای مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

**قلمروی زمانی و مرز سیستم.** افق زمانی این الگو که برای شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است، یک دوره ۲۵ ساله است که از سال ۱۳۸۰ شروع می‌شود و در افق برنامه‌ریزی کشور تا سال ۱۴۰۴ پایان می‌پذیرد. در این تحقیق مرز جغرافیایی سیستم، کشور ایران است، بر این اساس اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از بررسی مستندات موجود اپراتورهای فعال در بازار تلفن همراه ایران و پایگاه‌های اتحادیه جهانی مخابرات و شرکت مخابرات ایران تهیه شده است.

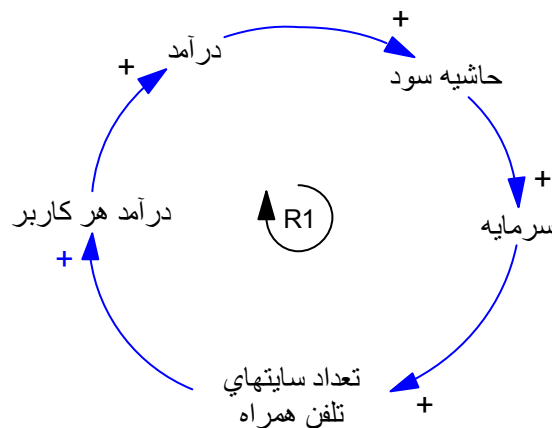


شکل ۳. نمودار علت و معلولی بازار تلفن همراه ایران

**متغیرهای کلیدی الگو.** با توجه به موضوع تحقیق و الگوی پویایی‌های سیستم، متغیرهای متعددی در بازار تلفن همراه مؤثر هستند. شکل شماره ۳ نمودار کلی علت و معلولی و متغیرهای کلیدی بازار تلفن همراه را نشان می‌دهد که در ادامه توضیح خواهیم داد.

**متغیر درآمد.** در این بخش الگو، درآمد اپراتور مورد نظر به‌عنوان یک متغیر سطح (انباشته) در نظر گرفته شده است که با یک نرخ تقاضا افزایش می‌یابد. متغیر نرخ افزایش درآمد یا نرخ تقاضا

از حاصل ضرب متوسط قیمت به ازای هر مشترک (کاربر) در تعداد کاربران هر اپراتور به دست می‌آید. درآمد هر کاربر متغیری است که به عوامل مختلف بستگی دارد. اما مهمترین عامل، افزایش پوشش شبکه در اثر افزایش تعداد سایتهای تلفن همراه می‌باشد. در شکل شماره ۴، حلقه مربوط به درآمد که یک حلقه تقویت‌کننده<sup>۱</sup> است، با  $R_1$  نشان داده شده است. در این حلقه درآمد باعث افزایش حاشیه سود (تفاضل درآمد و هزینه) می‌شود. افزایش حاشیه سود باعث افزایش سرمایه و به دنبال آن افزایش ایجاد زیرساخت‌های جدید می‌شود که عمده‌ترین آن‌ها BTS‌های تلفن همراه هستند. افزایش BTS‌های تلفن همراه باعث افزایش دسترس‌پذیری خدمات آن اپراتور، افزایش درآمد هر کاربر و افزایش بیشتر درآمد خواهد شد.



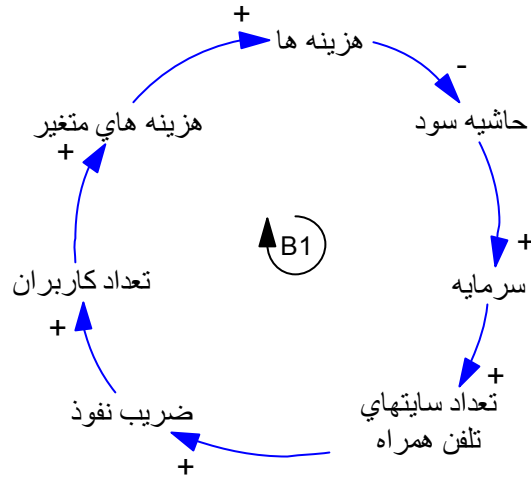
شکل ۴. نمودار علت و معلولی درآمدها

**متغیر هزینه‌ها.** در این پژوهش مجموع هزینه‌های هر اپراتور به‌عنوان متغیر حالت دیگری در نظر گرفته شده است. به‌طور یقین فعالیت هر اپراتور در بازار تلفن همراه هزینه خواهد داشت. در اینجا دو نوع هزینه ثابت و متغیر در نظر گرفته شده است. هزینه‌های متغیر را می‌توان به‌عنوان تابعی از تعداد کاربران هر اپراتور در نظر گرفت. هزینه‌های ثابت بابت نگهداری زیرساخت‌ها و سایت‌های BTS پرداخت شوند و مقدار آن از تعداد کاربران مستقل است، اما در صورت ارائه یک تکنولوژی جدید امکان کاهش آن وجود دارد که این ارتباط در الگو دیده می‌شود. در شکل شماره ۵ حلقه مربوط به هزینه که یک حلقه متوازن‌کننده<sup>۲</sup> است با  $B_1$  دیده می‌شود. برای وضوح بیشتر، لوپ  $B_1$  در شکل زیر نمایش داده شده است. مطابق شکل، افزایش هزینه‌ها به کاهش

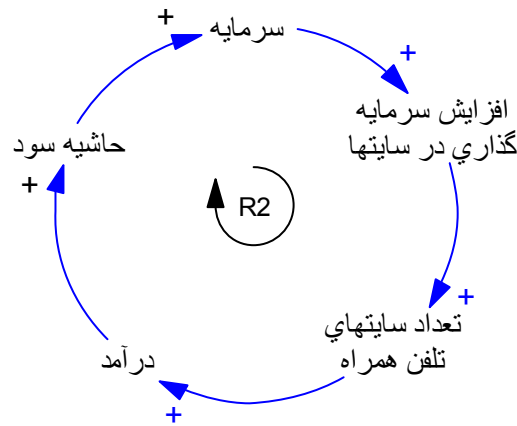
1. Reinforcing loop

1. Balancing loop

حاشیه سود، کاهش سرمایه‌گذاری و در پی آن تولید سرمایه می‌انجامد. کاهش سرمایه به سرمایه‌گذاری کمتر در ایجاد زیرساخت‌های جدید (BTSهای جدید)، کاهش دسترس‌پذیری خدمات اپراتور مربوطه، کاهش نرخ رشد مشتریان و کاهش هزینه‌های مربوطه منجر خواهد شد.



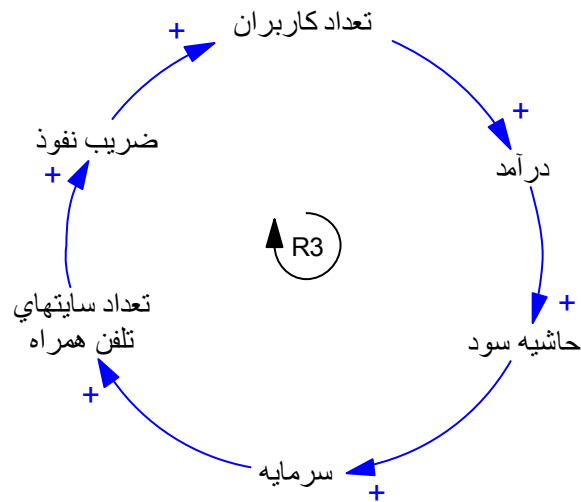
شکل ۵. نمودار علت و معلولی هزینه‌ها



شکل ۶. نمودار علت و معلولی سرمایه

**متغیر سرمایه.** سرمایه یک اپراتور با یک نرخ ارزش که همان حاشیه سود یا تفاضل بین درآمدها و هزینه‌ها است، افزایش می‌یابد. کاهش در سرمایه نیز با یک نرخ استهلاك نشان داده شده است که به صورت درصدی از سرمایه است. مطابق شکل شماره ۶ میزان سرمایه یک اپراتور

رابطه مستقیم با ایجاد زیرساخت‌های جدید (BTS جدید) و افزایش نرخ دسترس‌پذیری دارد؛ بنابراین حلقه مربوط به سرمایه یک حلقه تقویت‌کننده است.



شکل ۷. نمودار علت و معلولی تعداد کاربران

**متغیر تعداد کاربران.** مهم‌ترین متغیر سطح در این تحقیق که مهم‌ترین متغیر برای هر اپراتور نیز به شمار می‌رود، تعداد کاربرانی است که از سرویس‌های آن استفاده می‌کنند. تعداد کاربران یک اپراتور با یک متغیر نرخ افزایش می‌یابد که همان خالص نرخ نفوذ یک اپراتور در بازار است؛ به عنوان مثال اگر ضریب نفوذ همراه اول برابر ۴۸ درصد باشد به این معنی است که این اپراتور ۴۸ درصد از بازار تلفن همراه (جمعیت کشور) را به خود اختصاص می‌دهد. این نرخ بیشتر تحت تأثیر نرخ دسترس‌پذیری تکنولوژی در محیط تحت پوشش هر اپراتور قرار دارد. هرچه میزان فعالیت هر اپراتور در ایجاد شبکه بیشتر باشد، نرخ دسترس‌پذیری آن افزایش می‌یابد؛ در نتیجه، نرخ دسترس‌پذیری هر اپراتور با سرمایه‌گذاری هر اپراتور در نصب BTS‌های جدید تلفن همراه و هزینه‌های ثابت نگهداری زیرساخت‌های آن رابطه مستقیم دارد. جذابیت‌های تکنولوژی جدید نیز باعث افزایش ضریب نفوذ یک اپراتور می‌شود؛ به‌عنوان مثال تکنولوژی‌های جدیدی چون

GPRS<sup>۱</sup> یا MMS<sup>۲</sup> باعث می‌شوند تعداد کاربران بیشتری مشترک آن اپراتور شوند. همانطور که در شکل نیز می‌بینیم، حلقه بالا یک حلقه تقویت‌کننده است. با توجه به حلقه‌های بالا می‌توانیم بگوییم که تأثیر نهایی حلقه‌های درآمد و هزینه بر حاشیه سود است. افزایش درآمدها باعث افزایش حاشیه سود و افزایش هزینه‌ها باعث کاهش آن می‌شود که در نهایت مقدار نهایی آن متغیر از تفاضل حلقه‌های بالا به دست می‌آید. افزایش متغیر حاشیه سود بر حلقه سرمایه و افزایش سرمایه‌گذاری تأثیر مثبت می‌گذارد و به دنبال آن، باعث افزایش تعداد کاربران می‌شود. مجدداً افزایش تعداد کاربران باعث افزایش درآمدها و هزینه‌ها می‌شود.

**نمودار جریان پویایی‌های سیستم.** با توجه به روابط بین متغیرها، در این مرحله ارتباط سیستمی کل متغیرهای تعریف شده در قالب روابط علت و معلولی و همچنین وضعیت هر متغیر در نمودار پویایی‌های سیستم مشخص می‌شود. شکل شماره ۸ نمودار جریان و حالت مدل پویایی‌های سیستم بازار تلفن همراه ایران را نشان می‌دهد که در ادامه به تحلیل نتایج این مدل، سیاست‌ها و سناریوهای مختلف آن می‌پردازیم.

---

۱. مخفف عبارت General Packet Radio Service است که اکنون در بیشتر تلفن‌های همراه در جهان وجود دارد و بخشی از مجموعه فناوری‌هایی است که برای نزدیک‌تر کردن شبکه‌های نسل دوم تلفن همراه به کارایی شبکه‌های نسل سوم طراحی شده است تا آن‌ها را قادر کند اطلاعات را بسیار سریع‌تر ارسال و دریافت کنند.

۲. مخفف عبارت Multimedia Messaging Service یا خدمات پیام چندرسانه‌ای است.

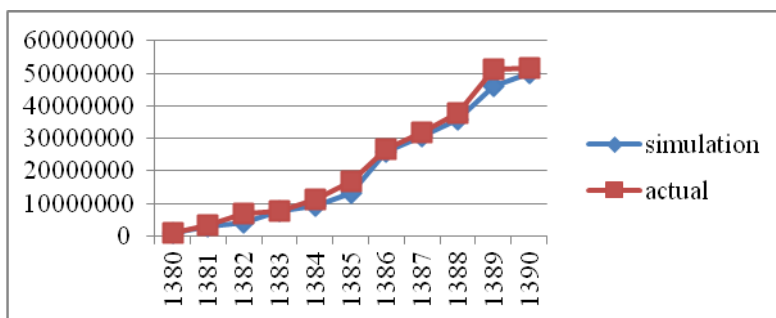


#### ۴. نتایج پژوهش

در این بخش ابتدا به اعتبارسنجی الگو، انجام تست‌های اعتبار، تحلیل حساسیت الگو و ارائه سناریوهای پیشنهادی می‌پردازیم و در پایان خلاصه‌ای از نتایج، دستاوردها و پیشنهادات را مطرح می‌کنیم.

**اعتبارسنجی الگو.** بعد از تعیین روابط مدل در قالب الگوی پویایی‌های سیستم، برای اطمینان از اعتبار عملکرد آن، آزمون‌های متعددی توسط نرم‌افزار Vensim DSS انجام داده‌ایم که برای کوتاه‌تر شدن مقاله به نتایج برخی از آن‌ها به شرح زیر اشاره می‌کنیم:

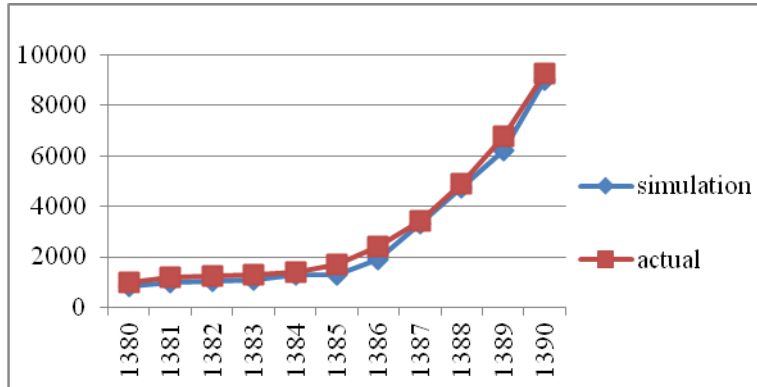
**آزمون رفتار مجدد<sup>۲</sup>.** هدف از این آزمون مقایسه نتایج شبیه‌سازی متغیرهای کلیدی و مهم با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو است. در شکل‌های شماره ۹ تا ۱۱ اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی متغیر تعداد کاربران تلفن همراه، تعداد سایت‌های تلفن همراه و عامل رقابت در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ را می‌بینیم که نشان می‌دهند رفتار متغیرهای مورد بررسی به خوبی شبیه‌سازی شده است. در این اشکال خطوط آبی نشان‌دهنده اطلاعات شبیه‌سازی شده الگو و خطوط قرمز نشان‌دهنده اطلاعات واقعی هستند.



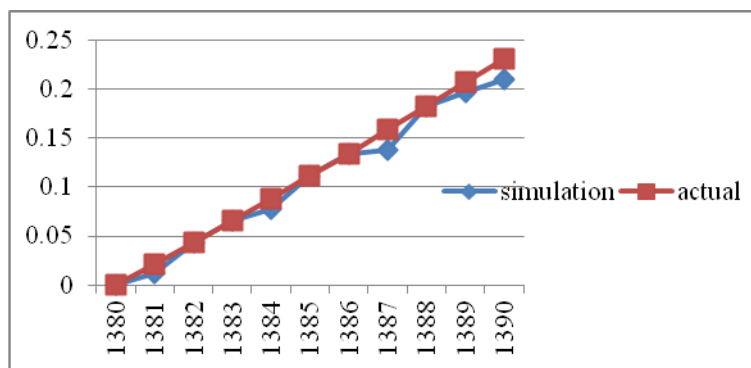
شکل ۹. آزمون رفتار الگو بر حسب متغیر تعداد کاربران تلفن همراه

۱. برای اطلاعات بیشتر در رابطه با این نرم‌افزار به سایت [WWW.Vensim.com](http://WWW.Vensim.com) مراجعه کنید.

2. Behavioral reproduction test



شکل ۱۰. آزمون رفتار الگو بر حسب متغیر تعداد سایت‌های تلفن‌های همرا



شکل ۱۱. آزمون رفتار الگو بر حسب متغیر عامل رقابت

آزمون محاسبه میزان خطا. علاوه بر بازتولید رفتار الگو برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی شده از شاخص آزمون خطای الگو نیز بهره بردیم و میزان خطای متغیرهای کلیدی را بر اساس روش‌های زیر محاسبه کردیم [۲۰].

محاسبه درصد خطای مجذورات<sup>۱</sup> (RMSPE). بر اساس این شاخص هرچه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، به نتایج شبیه‌سازی بیشتر می‌توان اعتماد کرد. میزان خطا در این روش بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

1. Root mean square percent error



$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{\theta} \sum_{j=1}^{\theta} \left( \frac{y_{T+i}^s - y_{T+i}^a}{y_{T+i}^a} \right)^2} * 100$$

$y_{T+j}^s$ : نتایج شبیه‌سازی متغیر الگو

$y_{T+j}^a$ : داده‌های واقعی و  $\theta$  نشان‌دهنده تعداد مشاهدات است.

بر این اساس هرچه میزان RMSPE به صفر نزدیک‌تر باشد، به معنی خطای کمتر است و نزدیک بودن به ۱۰۰ درصد نیز نشان‌دهنده خطای بیشتر است. نتایج حاصل از آزمون‌های محاسبه خطا در جدول شماره ۱ بر حسب متغیرهای کلیدی الگو نشان داده شده است. همانطور که می‌بینیم، میزان خطا در همه متغیرهای مورد بررسی در سطح قابل قبولی است.

**ضریب نابرابری** (TI)<sup>۱</sup>. محاسبه ضریب نابرابری نیز یکی از روش‌های سنجش میزان خطای داده‌های شبیه‌سازی شده از داده‌های واقعی است. میزان TI بین ۰ تا ۱ قرار می‌گیرد. هر قدر این شاخص به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده خطای کمتر بین مقادیر شبیه‌سازی شده و داده‌های واقعی است و هر قدر به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده خطای بیشتر است.

**شناسایی ریشه‌های خطا**. با توجه به اهمیت خطا در پیش‌بینی، ریشه‌های خطا با توجه به این شاخص به سه عامل زیر مرتبط می‌شود:

۱. خطای مبنا: این خطا زمانی ایجاد می‌شود که خروجی‌های الگو و داده‌ها با هم سنخیت نداشته باشند.

۲. خطای انحراف: این خطا زمانی ایجاد می‌شود که واریانس‌های داده‌های واقعی و شبیه‌سازی با هم تفاوت زیادی داشته باشند.

۳. خطای نابرابری کوواریانس‌ها: این خطا زمانی ایجاد می‌شود که نتایج الگو و داده‌ها با هم همبستگی نداشته باشند.

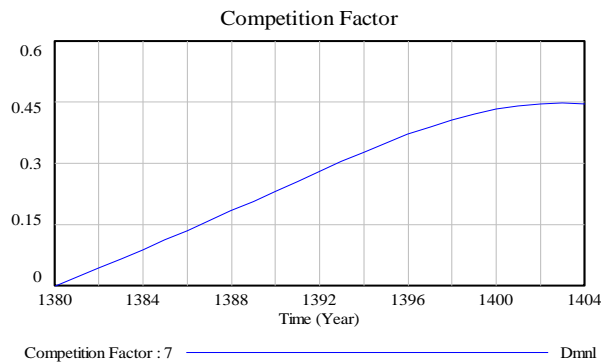
در جدول زیر مقدار شاخص‌های RMSPE، UT و هر یک از خطاهای بالا برای متغیرهای اصلی و کلیدی الگو محاسبه و نمایش داده شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون خطاهای الگو بر حسب شبیه‌سازی

خطای نابرابری کوواریانس‌ها	خطای انحراف	خطای مینا	شاخص نابرابری <i>TI</i>	حداقل خطای مجذورات <i>(RMSPE)</i> درصد	شاخص‌های آزمون خطا متغیرهای کلیدی الگو
۰/۹۴۱	۰/۰۲۵	۰/۰۳۴	۰/۰۶۵	۹/۰۶	تعداد سایت‌های تلفن همراه
۰/۹۲۳	۰/۰۴۲	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۵/۳	تعداد کاربران تلفن همراه
۰/۱۹۵	۰/۰۱۸	۰/۷۸۷	۰/۰۲۱۲	۳/۲۳۶	عامل رقابت

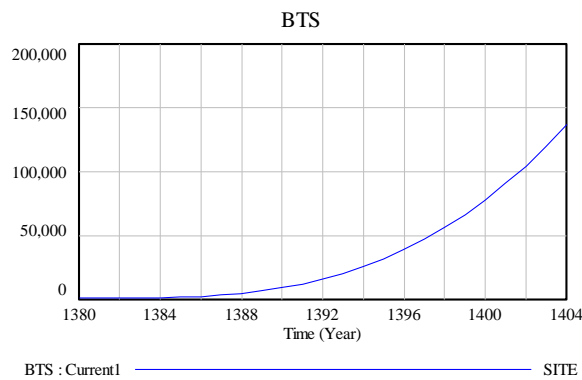
**آزمون بازه زمانی.** با توجه به اینکه معمولاً با افزایش دوره شبیه‌سازی، دقت شبیه‌سازی کاهش می‌یابد، نتایج شبیه‌سازی ممکن است تحت تأثیر دوره زمانی قرار بگیرد. برای اطمینان از تأثیر نگرفتن نتایج الگو از بازه زمانی، دوره زمانی تا سال ۱۴۱۴ را در نظر گرفتیم. نتایج شبیه‌سازی شده نشان‌دهنده صحت رفتار الگو در سال‌های آینده بود. پس از انجام تست‌های اعتبارسنجی، تحلیل حساسیت و شبیه‌سازی وضعیت موجود را انجام دادیم که نتایج آن را به شرح زیر ارائه می‌کنیم.

**تحلیل حساسیت.** هدف از تحلیل حساسیت ارزیابی تغییرات مقادیر متغیرهای ثابت بر جواب نهایی الگو است. با در نظر گرفتن این موضوع فاکتور مهمی که در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است، رقابت است. این فاکتور از نسبت تعداد کاربران اپراتور همراه اول به تعداد کاربران اپراتورهای دیگر محاسبه می‌شود. نقش این فاکتور با حرکت بازار تلفن همراه کشور به سمت یک بازار رقابتی پررنگ‌تر می‌شود. شاید بتوان گفت این فاکتور تا قبل از سال ۸۵، یعنی سال ورود شرکت ایرانسل به بازار، وجود نداشت و بعد از آن تاریخ در بازار تلفن همراه با ورود رقبا جدید شکل گرفت و به مرور زمان افزایش یافت. شکل شماره ۱۲ نمودار رشد این فاکتور را در بازه زمانی تحقیق نشان می‌دهد. این فاکتور نقش ارتباطی الگوی سیستم‌های پویا برای هر اپراتور با اپراتور دیگر را بازی می‌کند. این فاکتور را می‌توان به‌عنوان تغییر در ضریب نفوذ هر اپراتور در بازار در نظر گرفت. رقابت بین اپراتورها زمانی قوی‌تر است که در ضریب نفوذ بازار یا سهم هریک از اپراتورها تغییرات شدید در بازار داشته باشیم. این عامل تحت تأثیر چندین متغیر قرار می‌گیرد. هرچه تعداد اپراتورهای فعال در بازار افزایش یابد، بازار رقابتی‌تر خواهد شد و هرچه نرخ تقاضا برای یک اپراتور یا درآمد آن افزایش یابد، مستقیماً بر این عامل تأثیر می‌گذارد. همانطور که در شکل نیز مشخص است، در ابتدای دوره که بازار انحصاری بوده است مقدار این عامل برابر ۰ بود و با گذشت زمان و تشدید رقابت افزایش یافت و در انتهای دوره به ۰,۴۵ رسید. گفتنی است که مقدار حداکثر زمانی که بازار به رقابت کامل تبدیل شود برابر با یک خواهد بود.



شکل ۱۲. فاکتور رقابت در بازار تلفن همراه

یکی از متغیرهای کلیدی این تحقیق که تأثیر زیادی بر تعداد کاربران هر اپراتور، سهم بازار آن و فاکتور رقابت دارد، تعداد سایت‌های تلفن همراه هر اپراتور است. نمودار زیر تغییرات این متغیر برای اپراتور همراه اول از سال ۱۳۸۰ تاکنون و شبیه‌سازی روند رشد آن تا سال ۱۴۰۴ را نشان می‌دهد.

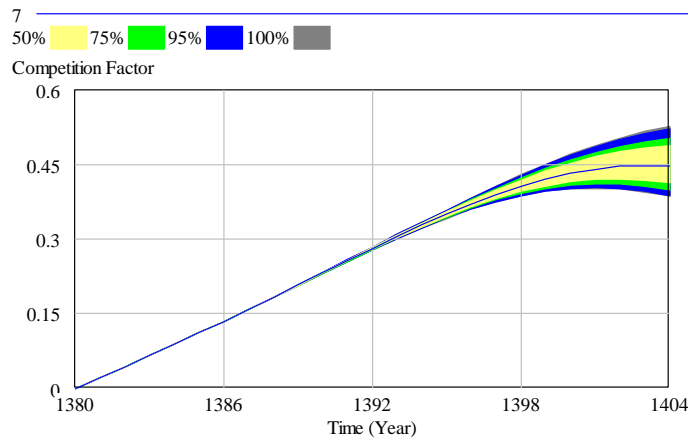


شکل ۱۳. تعداد سایت‌های تلفن همراه اپراتور همراه اول

با توجه به اهمیت دو متغیر بالا، یعنی عامل رقابت و تعداد سایت‌های تلفن همراه برای اپراتور مورد بررسی، شبیه‌سازی آن انجام و در نمودارهای بعدی تحلیل حساسیت آن نشان داده شده است.

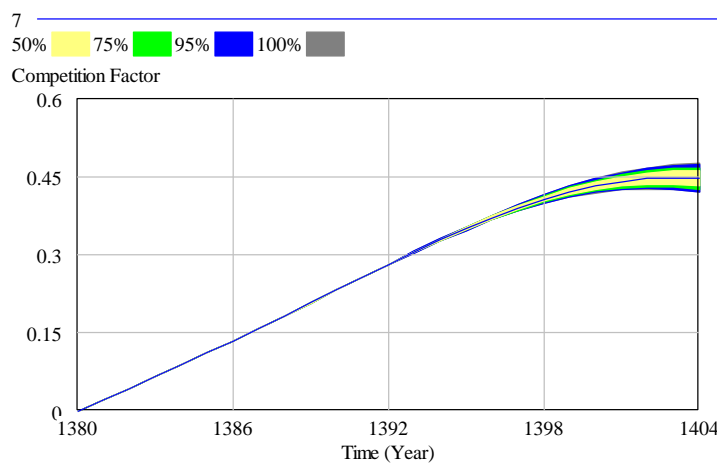
بر اساس شکل‌های زیر ۵۰ درصد حداکثر و حداقل تغییرات در منطقه زرد، ۷۵ درصد در منطقه سبز، ۹۵ درصد در منطقه آبی و ۱۰۰ درصد در دامنه خاکستری اتفاق خواهد افتاد. یکی از

ثابت‌های مهم در این تحقیق میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جدید است که در بازه ۴ تا ۶ درصد اثر تغییرات آن در فاکتور عامل رقابت و تعداد سایت‌های تلفن همراه مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفته است که نتایج آن در شکل‌های ۱۴ و ۱۶ دیده می‌شود. قیمت خدمات نیز فاکتوری است که در درازمدت بر عامل رقابت تأثیر می‌گذارد و تأثیر زیادی بر نفوذ اپراتورها در بازار دارد. این فاکتور نیز در بازه چهارصد هزار تا ششصد هزار ریال در سال به ازای هر مشترک مورد ارزیابی قرار گرفته است و تأثیر آن بر عامل رقابت در شکل شماره ۱۲ نشان داده شده است.

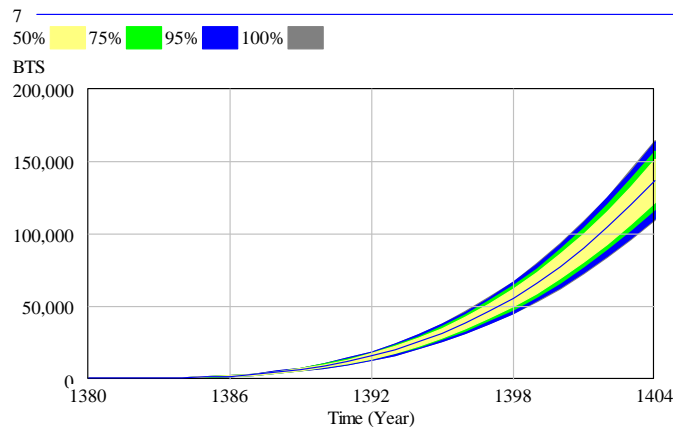


شکل ۱۴.

تحلیل حساسیت عامل رقابت بر حسب تغییر در میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جدید



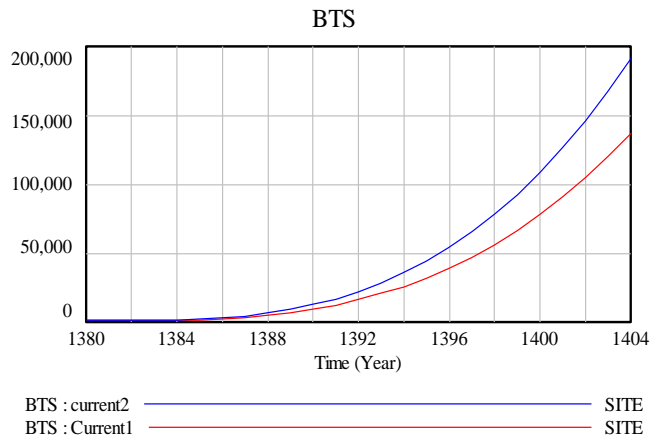
شکل ۱۵. تحلیل حساسیت عامل رقابت بر حسب میزان تغییر در قیمت خدمات



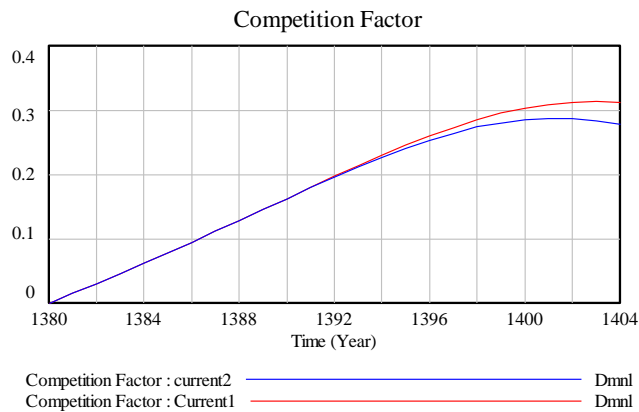
شکل ۱۶. تحلیل حساسیت تعداد سایت‌های تلفن همراه بر حسب تغییر در میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جدید

**سناریوهای پیشنهادی.** پس از تحلیل حساسیت وضعیت کنونی بازار تلفن همراه و شبیه‌سازی آن در بخش قبل، دو سناریوی بهبود را برای شرکت همراه اول پیشنهاد می‌کنیم:

**سرمایه‌گذاری در ایجاد زیرساخت‌های جدید.** همانطور که در بحث تحلیل حساسیت مطرح کردیم، یکی از ثابت‌های مهم و تأثیرگذار در الگو، میزان سرمایه‌گذاری هر اپراتور در ایجاد زیرساخت‌های جدید است. مطابق شکل‌های ۱۴ و ۱۶ افزایش تدریجی این عامل از سال ۹۲ به میزان حداقل ۲ درصد، باعث افزایش تعداد سایت‌های در دسترس، افزایش دسترس‌پذیری خدمات آن اپراتور، افزایش تعداد کاربران آن و سهم بیشتر از بازار و حفظ وضعیت فعلی فاکتور رقابت خواهد شد. در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ تأثیر این سیاست بر متغیرهای تعداد سایت‌های تلفن همراه و فاکتور رقابت نشان داده شده است. در این اشکال منحنی، قرمز نشان‌دهنده ادامه سیاست فعلی و منحنی آبی نمایانگر اجرای سیاست جدید و سرمایه‌گذاری بیشتر در ایجاد زیرساخت‌های جدید است. مطابق شکل، اجرای این سیاست باعث ادامه روند بازار به نفع همراه اول خواهد شد که اثر آن از سال ۱۳۹۴ آشکارتر خواهد بود.



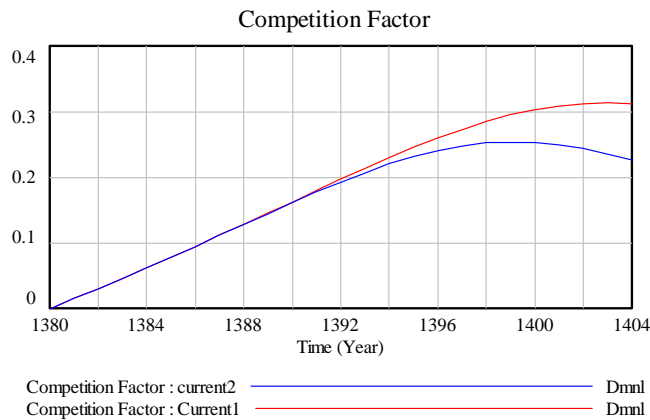
شکل ۱۷. مقایسه تعداد سایت‌های تلفن همراه بر اساس سیاست فعلی و پیشنهادی



شکل ۱۸. مقایسه عامل رقابت بر اساس سیاست فعلی و پیشنهادی در میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جدید

**تغییر در قیمت خدمات.** سناریوی دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد، کاهش در قیمت خدمات ارائه شده به مشتریان است. اثر این عامل نیز در درازمدت به صورت جذب مشتریان بیشتر و کسب سهم بیشتر از بازار توسط اپراتور همراه اول خواهد بود. مطابق شکل ۱۵ کاهش ۲۰ درصد از خدمات از نیمه دوم دهه ۹۰ باعث جلوگیری از روند روبه‌رشد فعلی فاکتور رقابت که به معنی کاهش سهم همراه اول از بازار است و تثبیت بیشتر بازار خواهد شد. تأثیر این سیاست بر سهم بازار همراه اول در شکل زیر نشان داده شده است. منحنی آبی نمایانگر نتایج اجرای سیاست جدید برای اپراتور همراه اول است. مطابق شکل این سیاست باعث افزایش سهم همراه

اول از بازار از سال ۱۳۹۲ به بعد خواهد شد که از نیمه دوم دهه جاری اثر این سیاست آشکارتر خواهد شد.



شکل ۱۹. مقایسه عامل رقابت بر اساس سیاست فعلی و پیشنهادی در قیمت خدمات

### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش به بررسی بازار رقابتی تلفن همراه ایران با استفاده از روش پویایی‌های سیستم پرداختیم. با استفاده از این رویکرد می‌توانیم این بازار را در افق زمانی بلندمدت شبیه‌سازی کنیم و سناریوهای مختلف را مورد بررسی و ارزیابی قرار دهیم که این از مزیت‌های مهم این روش نسبت به روش‌های دیگر است. نتایج نشان می‌دهند که پس از ورود اپراتورهای دوم و سوم تلفن همراه، اپراتور همراه اول ۱۰ درصد از سهم بازار خود را از دست داده است. با ادامه روند کنونی پیش‌بینی می‌کنیم که این اپراتور تا سال ۱۴۰۴ بیش از ۱۰ درصد دیگر از سهم خود را نیز از دست بدهد. برای جلوگیری از این روند دو نوع سیاست را به اپراتور همراه اول پیشنهاد می‌کنیم. این اپراتور می‌تواند برای حفظ سهم بازار خود، به سرمایه‌گذاری بیشتر در ایجاد زیرساخت‌های جدید و نفوذ بیشتر در بازار اقدام کند یا قیمت خدمات خود را نسبت به رقبا کاهش دهد. اثر هر یک از سیاست‌ها در درازمدت باعث تغییر در روند فعلی و فاکتور رقابت به نفع شرکت همراه اول خواهد بود. همچنین پیشنهاد می‌کنیم اپراتور همراه اول برای برتری بیشتر در بازار، در ارائه سرویس‌های ارزش افزوده سرمایه‌گذاری بیشتری کند.

پیشنهاد می‌کنیم در تحقیقات آتی شبیه‌سازی برای بازار تلفن ایران، با در نظر گرفتن اپراتورهای تلفن همراه و ثابت انجام شود و در مورد نقش سرویس‌های ارزش افزوده و خدمات واگذاری اینترنت پرسرعت توسط برخی از اپراتورهای تلفن همراه و ثابت، در ترکیب سهم بازار و تأثیر بر فاکتور رقابت بررسی و تحقیق شود.

## منابع

۱. پاشازاده، عاطفه (۱۳۹۰). گرایش‌های بازار فن آوری اطلاعات و ارتباطات. *ماهنامه ارتباطات*، شماره ۱۸۲، صفحه ۴۲.
۲. پایگاه اطلاع رسانی شرکت مخابرات ایران ([www.Tci.ir](http://www.Tci.ir)).
۳. سلیمی، محمدحسین (۱۳۸۵). ارائه مدلی به منظور تعیین سیاست نگهداری اثربخش با رویکرد پویایی سیستم. *فصلنامه دانش مدیریت*، سال ۱۹، شماره ۷۴، ۱۹-۴۶.
۴. زنجانی، احسان (۱۳۸۸). ارائه چارچوب مدیریت دانش در پروژه با استفاده از روش پویایی سیستم. *پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی*.
5. Alessi, S. (2002). *designing educational report in system dynamics-based interactive learning environments simulation & gaming*. 31(2), 178-196.
6. Barlas, y. (2002). *system dynamics: systemic feedback modeling for policy analysis in knowledge*.
7. Bruckman, Gerhart. (2001). *global modeling . futures*, 33, 13-20.
8. Bui, T. Loebbecke, C. (1996). Supporting Cognitive Feedback Using System Dynamics: A Demand Model of the Global System of Mobile Telecommunication. *Decis. Support Syst*, 17(2), 83-98.
9. Chu, WL. Wu, FS. Kao, KS. Yen, DC. (2009). Diffusion of Mobile Telephony: An Empirical Study in Taiwan.. *Telecommun. Policy*, 33(9), 506-520.
10. Fernández, Z. Usero, B. (2009). Competitive Behavior in the European Mobile Telecommunications Industry: Pioneers vs. Followers. *Telecommun. Policy* 33(7), 339-347.
11. International Telecommunications Union: <http://www.itu.org>
12. Kim, J. Lee, DJ. Ahn, J. (2006). A Dynamic Competition Analysis on the Korean Mobile Phone Market Using Competitive Diffusion Model. *Comput. Ind. Engineer*. 51(7), 174-182.
13. Lane D, C. Oliva, R. (1998). the greater whole toward a synthesis of systemdynamics and soft systems methodology. *European journal of operational research* , No.107.
14. Madden, G. Cable-Neal, G. Dalzell, B. (2004). A Dynamic Model of Mobile Telephony Subscription Incorporating a Network Effect. *Telecommun. Policy*, 28(2), 133-144.
15. Mazzoni, C. Castaldi, L. Addeo, F. (2007). Consumer Behavior in the Italian Mobile Telecommunication Market. *Telecommun. Policy*, 31(10-11), 632-647.
16. Pagani, M. Fine, CH. (2008). Value Network Dynamics in 3G-4G Wireless Communications: A Systems Thinking Approach to Strategic Value Assessment. *J. Bus. Res*, 61(11), 1102-1112.
17. Pedai, A. Astrov, I. (2008). Demand And Supply Chain Simulation In Telecommunication Industry By Multi-Rate Expert Systems. *World Academy Of Scince , Engineering And Technology* , Vol.41.
18. Pugh, R. (1998). the executive training system, mass: Pugh-Roberts associates. Cambridge.20- Serman, J., (2000)." Business Dynamics System Thinking and Modeling For a Complex World", McGraw – Hill.