پژوهش‌های تجربی حسابداری

سال هشتم، شماره ۲۸، تابستان ۱۳۹۷ صص ۲۱ - ۴۲

پویایی‌شناسی سیستم، رویکردی نوین در مدل‌سازی رویدادهای حسابداری و تصمیم‌گیری‌های مالی

احمد رجبی*

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۱

چکیده

در این مقاله از روش پویایی‌شناسی سیستم به عنوان رویکردی نوین برای مدل‌سازی رویدادهای حسابداری استفاده شده است. برای این منظور ابتدا با تعریف حساب‌های مالی در قالب متغیرهای حالت و نرخ، اثرگذاری رویدادهای حسابداری بر یکدیگر بر اساس روابط علی و معلولی و در قالب الگوی پویایی‌شناسی مدل‌سازی شد، سپس با استفاده از داده‌های واقعی یک شرکت تولیدی، متغیرهای کلیدی در افق سال ۱۴۰۰شبیه‌سازی شد. نتایج مطالعه نشان داد روش پیشنهادی ضمن مدل‌سازی عملیات مالی بر اساس رویکرد پویا، با شبیه‌سازی روند متغیرها در دوره‌های آینده به مدیران کمک می‌کند تا اثرگذاری متغیرها را بر اساس الگوهای رفتاری مورد تحلیل قرار دهند و با شبیه سازی رفتار متغیرهای مالی در آینده، اطلاعات مفیدی را برای تصمیم‌گیری مدیران فراهم می‌کند. براساس نتایج حاصل، الگوی رفتاری متغیر مطالبات مشکوک الوصول نه تنها بصورت آنی و همزمان نیست، بلکه دارای تابع توزیع نمایی و توام با تاخیر زمانی است و تغییرات آن با متغیرهای نرخ فروش، نرخ بازگشت سرمایه و حساب‌های دریافتنی ارتباط معناداری دارد. به‌طوری که با دریافت بازخور از روند تغییر دریافت مطالبات، الگوی رفتاری فروش برای آینده نیز تغییر خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: پویایی‌شناسی سیستم، تصمیم‌گیری مالی، حسابداری پویا، مدل‌سازی رویدادهای حسابداری.

طبقه‌بندی موضوعی: .L5,M41

DOI: 10.22051/jera.2018.8080.1113

* دکتری مدیریت سیستم‌ها، دانشگاه شیراز (araiabi53@yahoo.co.uk).

مقدمه

عملیات مالی و حسابداری یکی از فرآیندهای مهم در هر سازمان محسوب می‌شود که اثرگذاری خود را بر سایر بخش‌ها در قالب جریان‌های مالی و روابط علی و معلولی نشان می‌دهد. از این رو با تعریف فرآیندهای مالی در قالب روش پویایی‌شناسی سیستم، می‌توان این فرآیندها را مدل‌سازی و بصورت پویا مورد تحلیل قرار داد. روش پویایی‌شناسی سیستم[1] با تعریف روابط علی و معلولی بین متغیرها، بدنبال درک جامع و نظام مند از عملکرد کل سیستم و شناخت ارتباط درونی بین اجزاء سیستم است. این رویکرد معتقد است که ویژگی‌های یک سیستم از تعامل بین اجزاء آن بوجود می‌آید نه از فعالیت جداگانه بخش‌ها. در واقع حسابداری پویا[2] با بکارگیری مفاهیم پویایی‌شناسی سیستم در حسابداری، ضمن ایجاد روابط علی و معلولی در بین متغیرهای مالی و استفاده از حلقه بازخور، اثرگذاری آنها بر یکدیگر را در قالب الگوهای رفتاری بصورت پویا مدل‌سازی می‌کند تا ضمن تغییر فرآیندهای مالی از حالت ایستا به پویا، اطلاعات مفیدی را برای تصمیم‌گیری فراهم کند (نیر و رودریگارس، ۲۰۱۳). این روش به مدیران کمک می‌کند تا ساختار و وقایع را بر اساس اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر را در قالب جریان اطلاعات، گردش مواد و جریان نقدینگی (فرآیندهای مالی و حسابداری) با توجه به پیوندهای علی و معلولی مدل سازی کرده و با بکارگیری ابزار شبیه سازی، سیاست‌های مختلف را مورد ارزیابی قرار دهد (استرمن، ۲۰۰۰). با توجه به قابلیت‌ها و ویژگی‌های این روش، در این مقاله مبانی روش پویایی شناسی با اصول حسابداری تطبیق داده می‌شود تا علاوه بر ارائه یک الگوی جدید در مدل‌سازی رویدادهای مالی و حسابداری، از قابلیت‌های روش پیشنهادی برای مدل‌سازی و شبیه سازی فرآیندهای مالی استفاده شود.

پیشینه پژوهش

موضوع پویایی‌شناسی سیستم اولین بار توسط فارستر در سال ۱۹۴۶ مطرح شد. از نظر وی اثرگذاری بخش‌های مختلف یک سیستم بر یکدیگر بر اساس روابط علی و معلولی شکل می‌گیرد و مطابق با حلقه بازخور، این اثرگذاری تقویت و یا کاهش می‌یابد. در واقع اساس روش پویایی‌شناسی سیستم، درک رفتار متقابل پدیده‌ها بر یکدیگر در طول زمان است که این رفتار معمولا بر اساس یک الگوی غالب رفتاری در طی زمان شکل می‌گیرد (فارستر، ۱۹۹۹). روش پویایی‌شناسی سیستم، موضوع بین رشته ای است که از علوم مختلف برای مدل‌سازی و

شـــبیه ســـازی روابط بین پدیده‌ها بهره می‌برد. این روش تابه‌حال در حوزه‌های مختلفی بکار گرفته شده است به‌طوری که کاربردهای آن در مدل‌سازی سیستم‌های اقتصادی طی سال‌های گذشـته در حال افزایش اسـت. برای این منظور پیشـینه موضـوع و مطالعات انجام شـده در این حوزه بررسی می‌شود.

با توجه به قابلیت‌های روش پویایی‌شناسی سیستم در مدل‌سازی متغیرها، این روش طی دهه اخیر در مدل سازی سیستم‌های مالی کاربرد وسیعی داشته است (نیر و رود ریگاس، ۲۰۱۳). حسابداری پویا یکی از مباحث جدید این حوزه اسـت که به تازگی توسـط برخی از اندیشـمندان مطرح و بصورت محدود در مدل‌سازی تصمیم گیری مالی استفاده شده است. اگرچه بدلیل جدید بودن موضـــوع مورد بررســـی مطالعات زیادی در این زمینه انجام نشـــده اســـت و به عنوان موضـــوع جدیدی محسوب می‌شود، اما جهت رعایت ادبیات موضوع، به چند مطالعه محدود انجام شده در این حوزه اشاره می‌شود.

یاماگوچی (۲۰۰۳) با ترکیب اصول حسابداری با روش پویایی‌شناسی سیستم در کشور ژاپن، صورت حساب‌های مالی سازمانی را (ترازنامه، صورتحساب سود و زیان و صورت جریانهای نقدی) بر اساس روش پویایی‌شناسی سیستم مورد بررسی قرار داده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که روش پیشنهادی ضمن برخورداری از پویایی، نسبت به روشهای ایستا اطلاعات مناسب تری را برای تصمیم گیری فراهم می‌کند.

ملز (۲۰۰۸) در مقاله‌ای مطابقت معادله حسـابداری را با اصـول پویایی‌شـناسـی سـیسـتم مورد تحلیل قرار داده اســـت. از نظر وی کلیه اقلام ترازنامه به عنوان متغیرهای ســـطح محســـوب می‌شوند که تغییرات آنها صرفا بر اساس متغیرهای نرخ است. متغیرهای سطح از نظر ریاضی، مجموع تغییرات حساب در طول یک دوره زمانی است در حالی که متغیرهای نرخ نشان دهنده میزان تغییرات در متغیرهای ســـطح اســـت که در واقع میزان تغییرات متغیر مورد نظر را نشـــان می‌دهد.

عظما و همکاران (۲۰۱۱) نقش شـــاخص جریان نقدی خالص را در تصـــمیم‌گیری‌های مالی مورد بررســـی قرار دادند. از نظر آنها جریان نقدی خالص، صـــرفا اطلاعات دارایی‌های قابل مشاهده را در تحلیل‌های خود بکار می‌گیرد. ضمن اینکه چندان به فرآیند بازخور و ارتباطات علی و معلولی متغیرهای اثرگذار بر این شـــاخص توجهی ندارند. برای رفع این اشـــکالات آنها

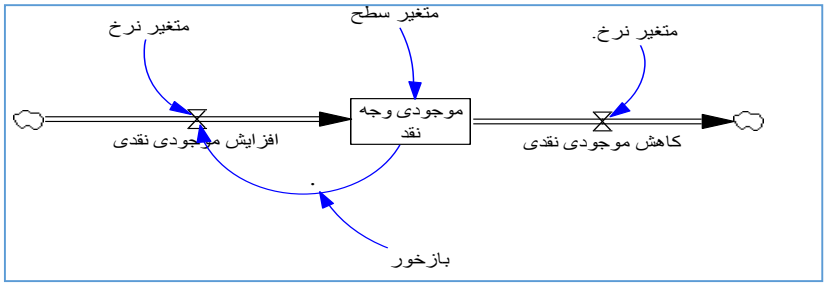
روش پویایی شناسی سیستم را توصیه می‌کنند و معتقدند این روش می‌تواند اشکالات و نقاط ضعف روش جریان نقدی خالص را برطرف کند.

نیر و رودریگاس (۲۰۱۳)، فرآیند عملیات حسابداری مالی را با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم مورد بررسی قرار دادند. از نظر آنها پویایی‌شناسی سیستم یکی از تکنیک‌های نوین و مدرن در این حوزه است که بکارگیری آن در مدل‌سازی اطلاعات مفیدی را برای تصمیم‌گیری مدیران فراهم می‌کند. در این مقاله ارتباط اطلاعات متغیرهای مهم حسابداری مانند جریان نقدی خالص، درآمد خالص، حساب‌های پرداختنی و حساب‌های دریافتنی با یکدیگر بر اساس اطلاعات مالی یک شرکت تولیدی بررسی و بر اساس الگوی پویایی‌شناسی سیستم مدل سازی شده است.

رجبی (۱۳۹۳) با استفاده از روش پویایی شناسی سیستم فضای کسب و کار را در شرکت تولیدی فراسان مدل سازی کرد. بخشی از این مطالعه به مدل‌سازی فرآیندها و رویدادهای حسابداری در این شرکت اختصاص داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیرهای درون‌زا و برون‌زا زیادی بر فضای کسب و کار مالی این شرکت اثرگذار هستند که تابحال توسط مدیران این شرکت بررسی نشده بود. ضمن اینکه این روش اطلاعات را به نحو مناسب‌تری در اختیار مدیران برای تصمیم گیری قرار می‌دهد.

مبانی نظری پژوهش

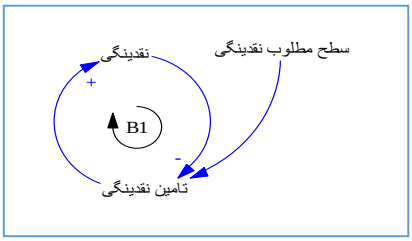
روش پویایی‌شناسی سیستم با توجه به روابط علی و معلولی و تکیه بر اصل بازخور، اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر را در قالب متغیرهای سطح، نرخ و کمکی مدل سازی می‌کند. همانطور که در شکل زیر ملاحظه می‌شود، موجودی وجه نقد به عنوان یک متغیر سطح محسوب می‌شود که صرفا با افزایش و یا کاهش حجم نقدینگی (متغیر نرخ) تغییر می‌کند.



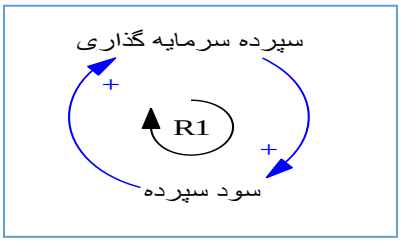
شکل (۱). وضعیت متغیرهای سطح و نرخ در سیستم کنترل نقدینگی

روش پویایی‌شناسی سیستم ارتباط بین پدیده‌ها را به صورت فرآیندی وابسته به سایر متغیرها و بر اساس حلقه‌های بازخور در نظر می‌گیرد. بنابراین در شرایط واقعی، هر معلول ضمن اثرپذیری از علل مختلف ممکن است که بر یک یا چند علت تأثیر گذاشته و اثر آن نیز به عنوان یک نتیجه پس از یک دوره زمانی به شکل بازخور به آن عامل ارجاع شود (استرمن، ۲۰۰۰). بازخور در واقع تغذیه معکوس اطلاعات، ماده یا انرژی در داخل سیستم است که بصورت بازخور منفی[۳] و مثبت[۴] نشان داده می‌شود. در بازخور منفی، وضعیت سیستم بطور دائم با اهدف تعیین شده مقایسه و با شناخت انحرافات سعی در اصلاح و کاهش آن می شود. به این حلقه در واقع حلقه تعادلی[۵] گفته می‌شود (استرمن، ۱۹۸۹). به عنوان مثال بر اساس شکل شماره۲، سطح نقدینگی شرکت بطور دائم با نقدینگی مطلوب مقایسه شده و در صورت کمبود، نسبت به تامین آن اقدام می‌شود. اما در صورت مازاد نقدینگی، میزان تامین نقدینگی کاهش می‌یابد. بنابراین رفتار سیستم بطور دائم در تعادل است (حلقه B1) که نتیجه آن حفظ سطح مطلوب نقدینگی خواهد بود (شکل شماره۲).

اثرگذاری حلقه بازخور مثبت برخلاف بازخور منفی است. در این حالت هرچه خروجی سیستم بیشتر شود، باعث افزایش ورودی در مرحله بعد شده و به این ترتیب خروجی سیستم دائما رو به فزونی خواهد بود که به این حلقه، حلقه خودتقویتی[۶] گفته می‌شود (استرمن، ۱۹۸۹). همانطور که در شکل شماره ۳ ملاحظه می شود، به عنوان مثال سپرده سرمایه‌گذاری منجر به ایجاد سود سرمایه‌گذاری شده و سود سرمایه گذاری هم مجددا به سپرده اولیه افزوده شده و میزان آن را افزایش می‌دهد. این فرآیند حلقه بسته بصورت خود تقویتی (حلقه R1) است.



شکل (۲). حلقه بازخور منفی



شکل (۳). حلقه بازخور مثبت

استرمن (۲۰۰۰) یک الگوی ۵ مرحله ای برای کاربرد روش پویایی‌شناسی سیستم در مدل‌سازی مسائل مختلف پیشنهاد کرد. این روش شناسی مورد توجه بیشتر محققین قرار گرفته است و در این مقاله نیز از این الگو برای مدل سازی رویدادهای مالی و از نتایج شبیه سازی نیز برای تصمیم‌گیری‌های استفاده می‌شود. این الگو شامل ۵ مرحله است:

مرحله اول: تعریف متغیرهای کلیدی

در این مرحله با توجه به روابط سیستمی بین متغیرها، وضعیت هر متغیر از نظر نوع و اثرگذاری بر سایر بخش‌ها بر حسب روابط علّت و معلولی مشخص می‌شود. بطور کلی متغیرهای مورد استفاده در الگوی پویایی‌شناسی سیستم به سه گروه تقسیم می‌شوند:

-متغیرهای سطح[۷]: متغیرهای سطح نشان دهنده انباشتگی در سیستم است که وضعیت متغیرها را در هر لحظه مشخص می‌کنند. مانده حساب‌های ترازنامه، موجودی انبار یک کارخانه و یا موجودی حساب بانکی همگی نشان دهنده متغیرهای سطح هستند.

-متغیرهای نرخ[۸]: متغیرهای نرخ، جریان هایی هستند که به متغیر سطح وارد و یا از آن خارج می‌شوند. این متغیرها در طول زمان بر متغیرهای سطح تأثیر می‌گذارند. به عنوان مثال در سیستم نقدینگی، موجودی وجه نقد به عنوان متغیر سطح محسوب می‌شود که بر اساس نرخ افزایش یا کاهش جریان‌های نقدی تغییر می‌کند.

-متغیرهای کمکی[۹]: متغیرهای کمکی شامل متغیرهای ثابت و برون زا هستند که بر سیستم تأثیر می‌گذارند اما به آنها بازخور ارائه نمی‌شود و بیرون از مرز سیستم قرار دارند.

مرحله دوم: مدل‌سازی روابط بین متغیرها

در این مرحله ارتباط متغیرها با یکدیگر در قالب نمودارهای علی و معلولی تعریف شده و با توجه به این روابط، الگوی حلقه‌ای بین متغیرها و قطبیت آنها تعریف می‌شود، سپس اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر بر اساس توابع کمّی و ریاضی بیان می‌شود.

مرحله سوم: اعتبار سنجی رفتار مدل

بعد از طراحی الگوی سیستم دینامیکی و تعریف ارتباط متغیرها با یکدیگر، اعتبار مدل با استفاده از آزمون رفتار مجدد، آزمون بازه زمانی، آزمون میزان خطا و... ارزیابی می‌شود.

مرحله چهارم: شبیه سازی متغیرهای کلیدی مدل

پس از اطمینان از صحت روابط متغیرها، رفتار مدل در افق مورد نظر شبیه سازی و وضعیت متغیرهای مدل برای دوره‌های آینده مشخص می شود. سپس سیاست‌ها و پیشنهادهای لازم بر اساس سناریوهای مختلف ارائه می‌شود.

مرحله پنجم: ارزیابی سیاست‌ها بر مدل (سناریو سازی)

در این مرحله با تعریف استراتژی‌های جدید، اثرات این سیاستها بر رفتار سیستم در قالب سناریوهای مختلف بررسی می‌شود.

فرضیه‌های پژوهش

با توجه به نوع پژوهش و اهداف پیش‌بینی شده، فرضیه‌های پژوهش بصورت زیر مطرح می‌شود:

فرضیه اول: اثرگذاری متغیرهای مالی بر یکدیگر بصورت علی و معلولی است و برای شناخت روابط این متغیرها در آینده باید رفتار آنها را شناسایی و مدل‌سازی کرد.

فرضیه دوم: اثرگذاری متغیرهای مالی بر یکدیگر بصورت پویا است و در طول دوره زمانی انجام می‌شود.

فرضیه سوم: اثرگذاری متغیرهای مالی بر یکدیگر توام با تاخیر زمانی است و بصورت آنی انجام نمی‌شود.

فرضیه چهارم: بازخور اثر زیادی بر اصلاح رفتار سیستم، مخصوصا فرآیندهای مالی و حسابداری دارد.

روش پژوهش

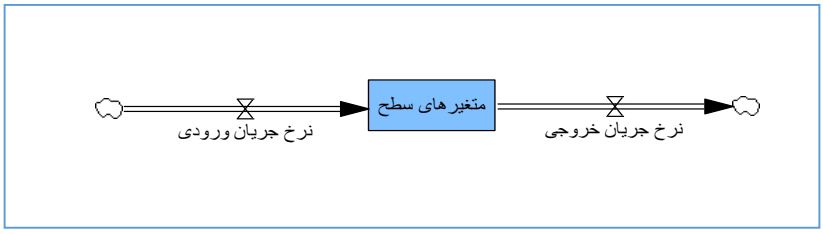
با توجه به مبانی نظری تحقیق، در این قسمت بر حسب متغیرهای کلیدی و تعیین روابط علی و معلولی در بین متغیرهای مالی، از روش پویایی‌شناسی سیستم برای مدل‌سازی رویدادهای حسابداری و تصمیم‌گیری‌های مالی استفاده می‌شود. از نظر یاماگوچی (۲۰۰۳) کاربرد الگوی پویایی‌شناسی سیستم در مدل‌سازی رویدادهای حسابداری مستلزم رعایت اصول زیر است:

اصل اول: سیستم حسابداری مجموعه‌ای از متغیرهای حالت و نرخ است که با یکدیگر دارای ارتباط هستند و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. در واقع عملیات حسابداری چیزی جز جابجایی مقدار متغیرهای حالت توسط متغیرهای نرخ نیست.

اصل دوم: ترازنامه حاصل مجموعه تراکنش‌هایی است که بر روی متغیرهای حالت در یک دوره زمانی مشخص اتفاق می‌افتد، در واقع کلیه حساب‌های موجود در ترازنامه، متغیرهای حالت هستند.

اصل سوم: صورت سود و زیان و صورت جریان‌های نقدی نشان دهنده مجموعه ای از تراکنش‌ها در بین متغیرهای نرخ هستند که نتیجه عملکرد آنها در نهایت بر روی متغیرهای سطح در ترازنامه نشان داده می‌شود.

اصل چهارم: مقدار متغیرهای سطح صرفا توسط متغیرهای نرخ تغییر می‌کنند که بصورت مجموعه ای از جریان‌های ورودی و خروجی است (شکل شماره۵).

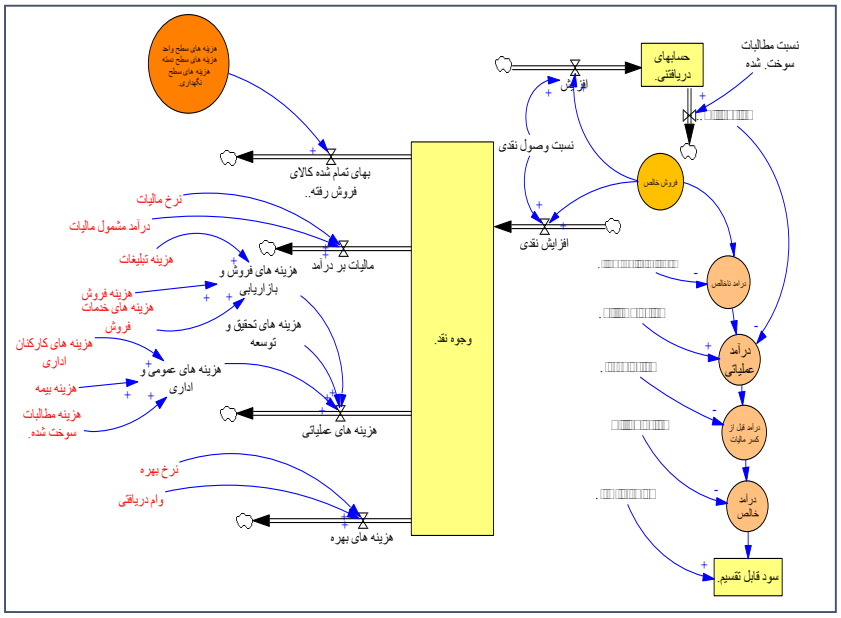


شکل (۴). اثرگذاری متغیرهای نرخ بر متغیر سطح

اصل پنجم: مقدار ورودی و خروجی بطور مستقیم و غیر مستقیم توسط بازخور تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بازخور یکی از اصول مهم در پویایی‌شناسی سیستم است که در بیشتر فعالیتها و تراکنش‌های حسابداری و مخصوصا در تصمیم‌گیری‌های مالی کاربرد زیادی دارد.

اصل ششم: هر گونه عملیات مالی در حسابداری دو طرفه، حداقل بر روی دو حساب تأثیر می‌گذارد بر این اساس حسابی که انتفاع می‌گیرد، بدهکار و حسابی که انتفاع می‌دهد، بستانکار می‌شود. بنابراین بر اساس حجم متغیر نرخ، از مقدار یک متغیر سطح کاسته شده و به همان نسبت به متغیر سطح دیگری اضافه می‌شود. نتیجه این عملیات ایجاد تعادل در معادله حسابداری است.

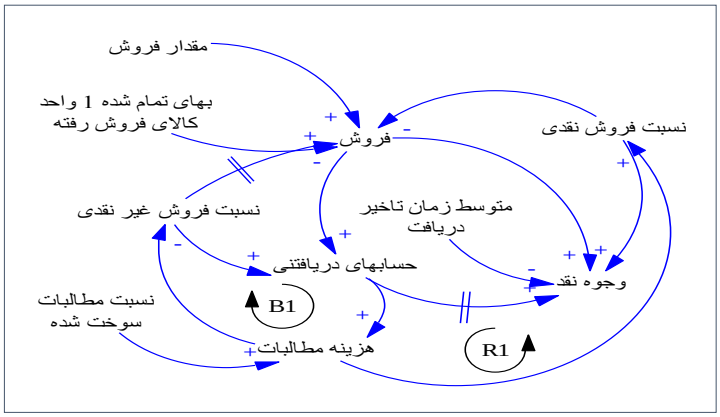
در شکل شماره ۵ عملیات گردش مالی با توجه به الگوی پویایی‌شناسی سیستم برای متغیر وجوه نقد (حساب نقدینگی) نشان داده شده است. در این شکل، متغیرهای سطح با مستطیل و جریان‌های ورودی و خروجی به این متغیرها با فلاش نشان داده شده است. سایر متغیرها نیز به عنوان کمکی محسوب می‌شوند. بر اساس این نمودار، افزایش وجوه نقد در سمت راست و مصرف وجوه نقد در سمت چپ نشان داده شده است. طبق الگوی طراحی شده، فروش خالص با توجه به نسبت وصول وجوه نقد و حساب‌های دریافتنی موجب افزایش درآمد نقدی شده و موجودی نقد را افزایش می‌دهد. بر این اساس هر قدر حساب‌های دریافتنی بیشتر شود، موجودی وجه نقد نیز بیشتر خواهد شد که اثر آن بصورت افزایشی است اما از طرفی هر قدر که زمان وصول حساب‌های دریافتنی طولانی‌تر شود، میزان وجوه نقد نیز کاهش می‌یابد. بنابراین تأثیر آن بر این متغیر بصورت کاهشی است (رجبی، ۱۳۹۳).



شکل (۵). مدل گردش مالی متغیر وجوه نقد بر اساس الگوی پویایی‌شناسی سیستم

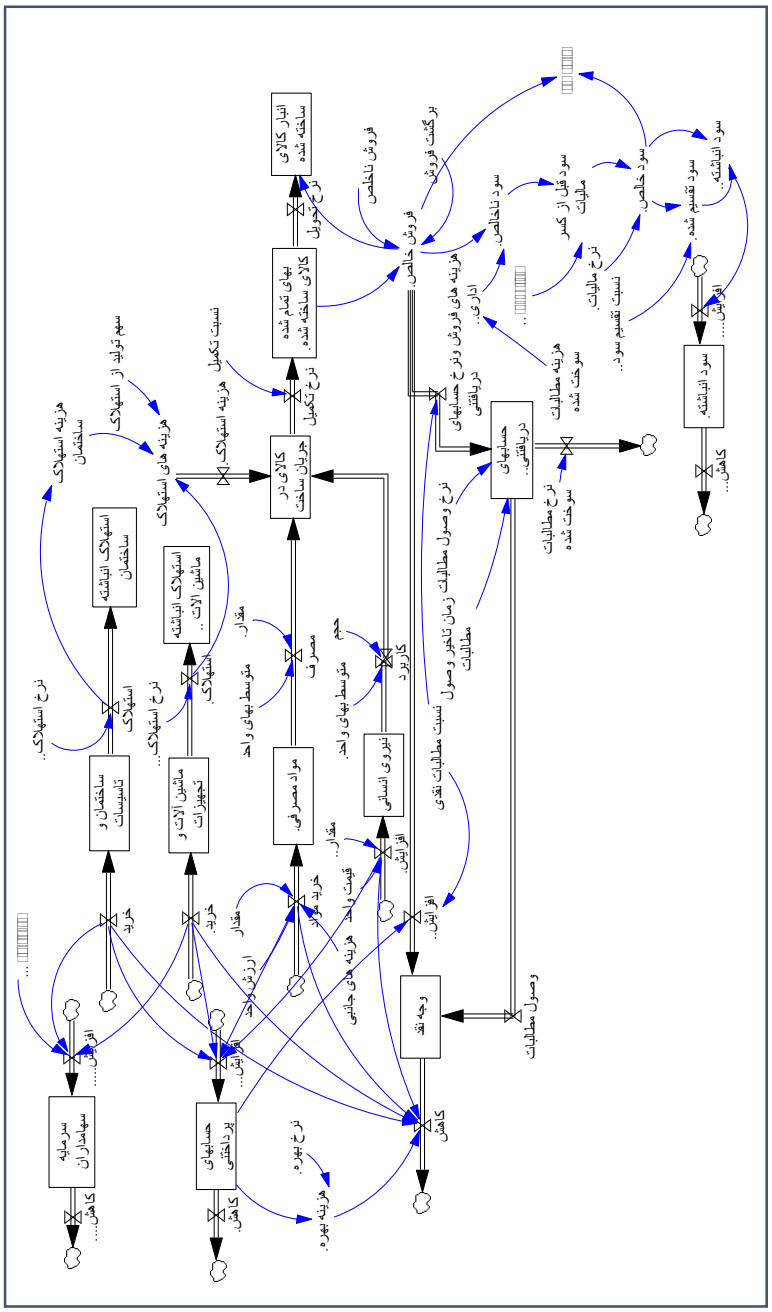
سمت چپ، مصرف وجوه نقد را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار وجه نقد به هزینه خرید مواد، نیروی انسانی و تجهیزات اختصاص می‌یابد که تأثیر آن بر بهای تمام شده کالای فروش رفته نشان داده شده است. بنابراین با افزایش هزینه‌های ساخت محصول، بهای تمام شده آن افزایش خواهد یافت و در نتیجه وجوه نقد و سود دریافتی نیز کاهش می‌یابد. بخشی از وجوه نقد نیز به هزینه مالیات اختصاص می‌یابد و بخشی دیگر نیز به هزینه‌های عملیاتی و بهره اختصاص داده می‌شود. تأثیر این عملیات بر صورت حساب سود و زیان در سمت راست نشان داده شده است. بر اساس این شکل (شماره۵) با کسر بهای تمام شده کالای فروش رفته از فروش خالص، درآمد ناخالص حاصل می‌شود. با کاهش هزینه‌های عملیاتی، درآمد عملیاتی به دست می‌آید، از درآمد عملیاتی، هزینه‌های بهره نیز کسر می‌شود که حاصل آن درآمد قبل از کسر مالیات است که با توجه به نرخ مالیات در نهایت درآمد خالص محاسبه می‌شود. همانطور که ملاحظه می‌شود اثر سایر متغیرها (نرخ وکمکی) در نهایت بر متغیر وجه نقد (متغیر سطح) نشان داده می‌شود. مانده حساب وجه نقد نیز پس از انجام این تراکنش‌ها به ترازنامه منتقل می‌شود (رجبی، ۱۳۹۳).

در شکل شماره۶ عملیات فروش و تأثیر آن بر گردش مالی نشان داده شده است. بر اساس این روابط، فروش از حجم فروش و بهای تمام شده یک واحد کالای فروش رفته محاسبه می شود. با افزایش حجم این دو متغیر، وجوه نقد تحت تأثیر قرار می‌گیرد و از طرفی بر اساس نسبت فروش غیر نقدی، حساب‌های دریافتنی افزایش می‌یابد. بخشی از حساب‌های دریافتنی بر اساس متوسط زمان تاخیر به وجه نقد تبدیل می شود و بخشی نیز بر اساس نسبت مطالبات سوخت شده، هزینه این مطالبات را افزایش می‌دهد، در صورت افزایش هزینه مطالبات سوخت شده، نسبت فروش غیر نقدی در دوره‌های آینده کاهش می‌یابد و این کاهش در نهایت بر میزان فروش اثرگذار است. بنابراین در دوره‌های بعد همراه با تاخیر زمانی مجددا حساب‌های دریافتنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و آن را کاهش می‌دهد تا در سیستم تعادل ایجاد شود (حلقه B1). افزایش هزینه مطالبات، منجر به اتخاذ سیاست کاهش فروش غیر نقدی می‌شود که این وضعیت، میزان فروش را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مجددا آن را بصورت خود تقویتی کاهش می‌دهد (حلقه R1) (رجبی، ۱۳۹۳).



شکل (۶). مدل پویای علی و معلولی فروش محصولات

در شکل شماره ۷ مدل جامع گردش فرآیندهای مالی و حسابداری برای ساخت و فروش محصولات بر حسب متغیرهای نرخ و حالت و اثرگذاری آن بر اقلام ترازنامه نشان داده شده است.



شکل (۷). مدل جامع فرآیندهای مالی و بمحاسبه‌های تمام شده محصولات بر اساس الگوی پویایی‌شناسی سیستم

پس از طراحی نمودارهای علی و معلولی، ارتباط بین متغیرها باید بر اســاس معادلات درون بخشی تعیین شود. به عنوان مثال عملیات مربوط به متغیر موجودی وجه نقد از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Cash (t)} = \int_0^t \text{Cash (0)} + (\text{Cash Increase} - \text{Cash Decrease})\, dt$$

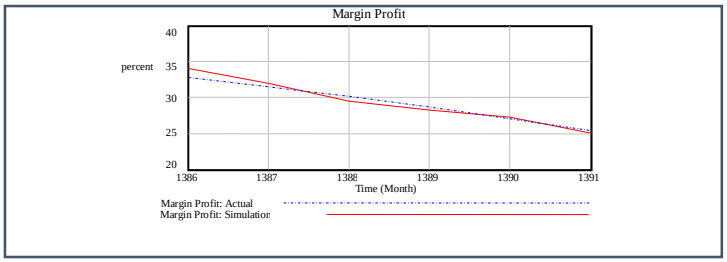
بر این اسـاس، وجه نقد در زمان t ((Cash (t)) عبارت اسـت از: انتگرال موجودی وجه نقد در زمان صــفر تا ز مان t، بعلاوه افزایش و جه نقد (Cash Increase)، منهای کاهش و جه نقد (Cash Decrease) در زمان t. عملکرد ســایر متغیرها نیز بر اســاس روابط ریاضــی در نرم افزار "ون ســیم"[۱۰] تعریف می‌شود[۱۱].

اعتبار سنجی نتایج

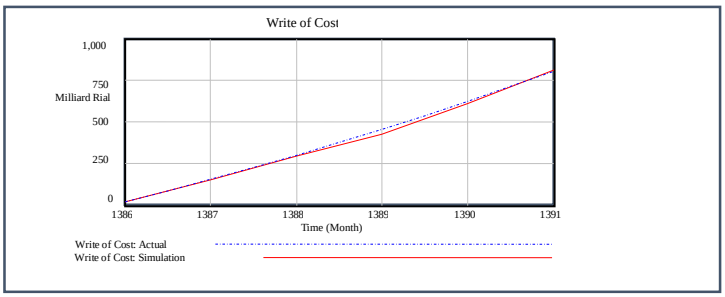
پس از مدل سازی اثر متغیرها بر یکدیگر بر اساس معادلات درون بخشی و اطلاعات مالی ۵ ســال (ســال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۱) شــرکت[۱۲] مورد بررســی، این مدل در افق ســال ۱۴۰۰ شــبیه ســازی و اعتبار نتایج بر اســاس آزمون رفتار مجدد و آزمون خطا مورد بررســی قرار گرفت که نتایج این آزمون بر حسب متغیرهای کلیدی تشریح می‌شود.

-آزمون رفتار مجدد[۱۳]

هدف از این آزمون، مقایسه نتایج شبیه‌سازی شده با داده‌های واقعی جهت اطمینان از صحت عملکرد رفتار مدل است. به عبارتی دیگر در این حالت رفتار شبیه سازی شده مدل با داده‌های واقعی مقایســه می‌شــود. برای این منظور داده‌های واقعی ســال ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۱ (خط چین) با داده‌های شبیه‌سازی شده با یکدیگر مقایسه شد که نتایج آن بر حسب متغیر حاشیه سود و هزینه مطالبات سوخت شده در شکل‌های ۸ الی ۹ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود نتایج روند شبیه سازی به داده‌های واقعی بسیار نزدیک است و به خوبی با رفتار واقعی سیستم مطابقت دارد.



شکل (۸). آزمون رفتار مجدد بر حسب متغیر حاشیه سود



شکل (۹). آزمون رفتار مجدد بر حسب متغیر هزینه مطالبات سوخت شده

- آزمون محاسبه خطا

برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی شده علاوه بر بازتولید رفتار مدل، از شاخص آزمون خطا و تفکیک ریشه‌های خطا برای محاسبه خطای متغیرهای کلیدی استفاده می‌شود (استرمن، ۲۰۰۰: ۸۷۴-۸۷۷). در روش حداقل خطای مجذورات، میزان خطا بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود.

(۱) رابطه

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

در این رابطه:

y_{T+i}^{s}: نتایج شبیه سازی متغیر الگو، y_{T+i}^{a} :داده‌های واقعی و θ نشان دهنده تعداد مشاهدات است.

بر این اساس هر قدر میزان RMSPE به صفر نزدیکتر باشد به مفهوم خطای کمتر است. بطور کلی ریشه‌های خطا نا شی از خطای مبنا، خطای انحراف و خطای نابرابری کوواریانس‌ها است که برای محاسبه آن از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$U^m = (\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2 / [\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2]$$

(۲) رابطه

$$U^s = (SSD - ASD)^2 / [\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2]$$

(۳) رابطه

$$U^c = [2*(1-r)*(SSD*ASD)] / [\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2]$$

(۴) رابطه

در این روابط U^m :خطای مبنا، U^sخطای انحراف و U^cخطای نابرابری کووراریانس ها است.

$\bar{Y}^a$: متوسط اطلاعات واقعی، $\bar{Y}^s$: متوسط اطلاعات شبیه سازی، y_{T+i}^s: نتایج شبیه سازی متغیر الگو، y_{T+i}^a :داده‌های واقعی و θ نشان دهنده تعداد مشاهدات است. همچنین SSD[۱۴] انحراف معیار نتایج شبیه‌سازی شده وASD[۱۵] انحراف داده‌های واقعی است.

نتایج حاصل از این آزمون در نگاره شماره ۱ نشان می‌دهد که میزان خطا در کلیه متغیرهای مورد بررسی در سطح قابل قبولی است.

نگاره (۱). نتایج آزمون خطاهای مدل بر حسب دوره شبیه سازی

	حداقل خطای مجذورات (RMSPE) درصد	شاخص نابرابری	محاسبه ریشه‌های خطا		
			خطا مبنا	خطا انحراف	خطا نابرابری واریانس ها
موجودی وجه نقد	۴	./۰۰۴	./۰۰۸	./۰۶۲	./۹۳
حساب‌های دریافتنی	۵/۲۳	./۰۱۸	./۰۱۳	./۰۲۱	./۹۶
حاشیه سود	۳	./۰۰۵	./۰۱	./۰۱	./۹۸
سود خالص	۴/۷۷	./۰۱۲	./۰۰۲۱	./۰۰۹۶	./۹۱
هزینه مطالبات سوخت شده	۵/۰۳	./۰۰۸	./۰۲۱	./۰۲۲	./۹۶

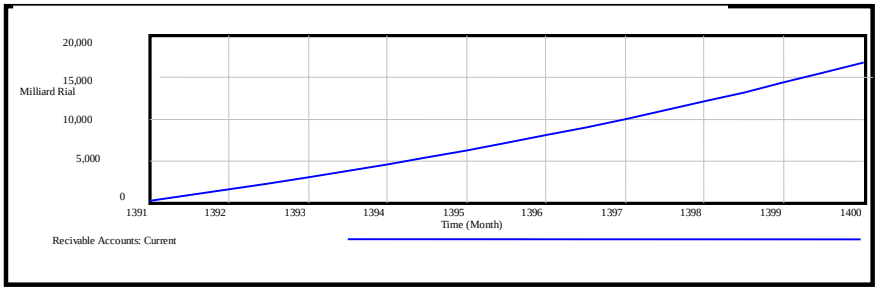
منبع: محاسبات تحقیق

شبیه‌سازی و تحلیل یافته‌های پژوهش

پس از اعتبارسنجی مدل طراحی شده، این مدل در افق سال ۱۴۰۰ توسط نرم افزار "ون سیم" شبیه‌سازی شد که نتایج شبیه سازی بر حسب بعضی از متغیرهای کلیدی تشریح می‌شود:

حساب‌های دریافتنی

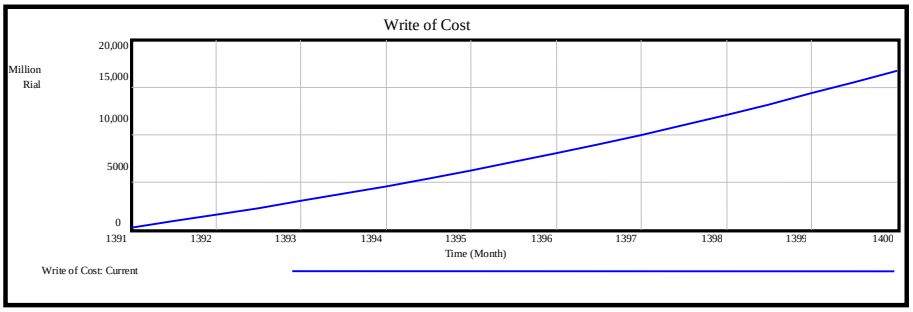
نتایج شبیه‌سازی رفتار حساب‌های دریافتنی نشان می‌دهد که حساب‌های دریافتنی شرکت از ۱۰۰۰۰ میلیارد ریال در سال پایه به ۱۶۵۰۰میلیارد ریال در سال ۱۴۰۰ افزایش می‌یابد. این موضوع نشان می‌دهد که تمایل شرکت به افزایش فروش نسیه در آینده بیشتر خواهد شد. بنابراین وجوه حساب‌های دریافتنی نیز در طول ۱۰ سال به مرور دریافت و به موجودی نقد شرکت ا ضافه خواهد شد. از طرفی با این سیا ست، هزینه مطالبات سوخت شده نیز افزایش می‌یابد.



شکل (۱۰). نتایج شبیه‌سازی روند تغییرات حساب‌های دریافتنی در افق ۱۴۰۰

هزینه مطالبات سوخت شده

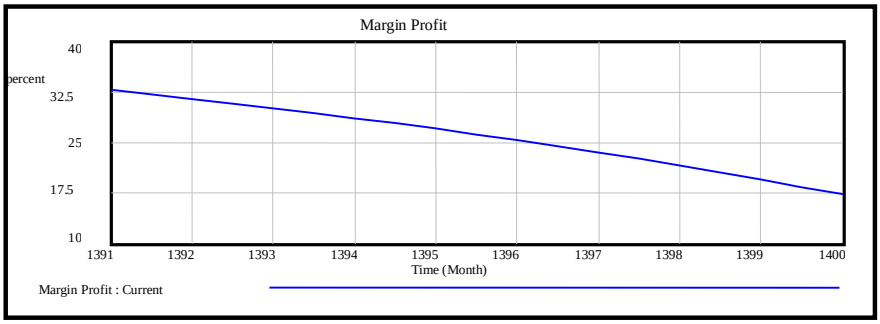
با توجه به افزایش حساب‌های دریافتنی در افق سال ۱۴۰۰، میزان هزینه مطالبات سوخت شده از ۱۰۰۰ میلیون ریال در سال ۱۳۹۱ به ۱۶۵۰۰ میلیون ریال در سال ۱۴۰۰ افزایش خواهد یافت. افزایش این هزینه از طرفی باعث کاهش سود خالص شرکت خواهد شد اما از طرفی دیگر باعث افزایش فروش شرکت و در نهایت سودآوری می‌گردد.



شکل (۱۱). نتایج شبیه‌سازی تغییرات هزینه مطالبات در افق ۱۴۰۰

حاشیه سود

با توجه به افزایش فروش خالص و اثرات آن بر حاشیه سود شرکت، تغییرات حاشیه سود بر اساس اثرگذاری این دو متغیر بر یکدیگر در نمودار زیر نشان داده شده است. بر اساس نتایج شبیه سازی، حاشیه سود شرکت از ۳۳ درصد در سال ۱۳۹۱ به ۱۷/۵ درصد در سال ۱۴۰۰ کاهش خواهد یافت. این موضوع نشان می‌دهد که اولا هزینه‌های شرکت در بلندمدت در حال افزایش اســـت و برای کاهش این هزینه ها باید برنامه‌ریزی انجام شـــود، ثانیا قیمت فروش محصولات شرکت بی کشش است. به عبارتی دیگر شرکت همزمان با افزایش هزینه‌های خود نتوانسته است قیمت فروش محصولات خود را افزایش دهد تا بر این اساس بخشی از هزینه‌های خود را جبران کند از این رو حاشیه سود آن کاهش یافته است.



شکل (۱۲). نتایج شبیه‌سازی تغییرات حاشیه سود در افق ۱۴۰۰

ارزیابی سیاست‌ها جهت بهینه‌سازی متغیرهای کلیدی

با توجه به نتایج حا صل از شبیه سازی، سناریوهای مختلف برای ارزیابی سیا ست‌های لازم جهت بهینه سازی متغیرهای کلیدی ارائه می شود. به عنوان مثال سیاست تغییر فروش شرکت بر سایر متغیرها بر اساس سناریوهای زیر بررسی می‌شود:

سناریو اول: ادامه سیاست فعلی فروش (نرخ مطالبات مشکوک الوصول ۱۰ درصد)

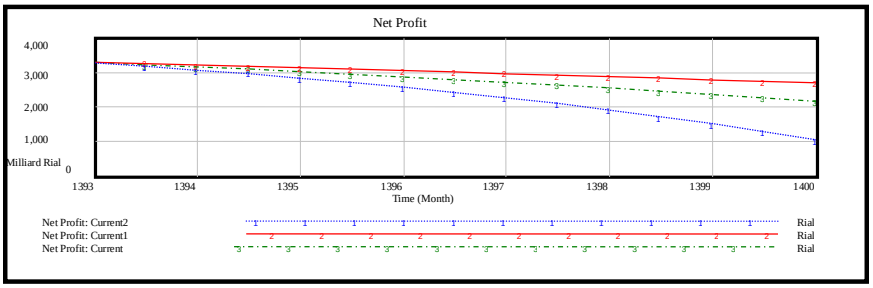
سناریو دوم: سیاست کاهش نرخ مطالبات مشکوک الوصول از ۱۰ درصد به ۵ درصد

سناریو سوم: سیاست افزایش نرخ مطالبات مشکوک الوصول از ۱۰ درصد به ۲۰ درصد

نتایج اجرای هر کدام از این سناریوها نشان می‌دهد که:

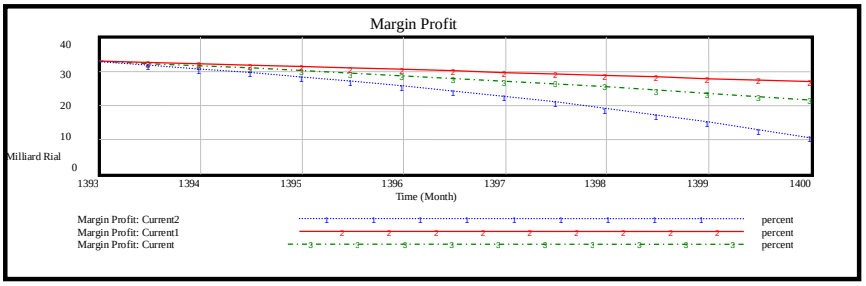
۱- بر حسب ادامه سیا ست و ضعیت موجود (خط سبز رنگ-عدد۳)، سود خالص از ۳۳۰۰ میلیارد ریال به ۲۱۵۰ میلیارد ریال کاهش می‌یابد و همچنین حاشیه سود شرکت از ۳۴ درصد به ۲۱/۵ درصد کاهش خواهد یافت.

۲- با کاهش نرخ مطالبات مشکوک الوصول از ۱۰ درصد به ۵ درصد (خط قرمز رنگ- عدد۲)، سود خالص از ۳۳۰۰ میلیارد ریال به ۲۸۵۰ میلیارد ریال کاهش می یابد و همچنین حاشیه سود شرکت از ۳۴ درصد به ۲۷/۵ درصد کاهش خواهد یافت.



شکل (۱۳). بررسی سیاست تغییر نرخ مطالبات مشکوک الوصول بر سود خالص شرکت

۳- با افزایش نرخ مطالبات مشکوک الوصول از ۱۰ درصد به ۲۰ درصد (خط آبی رنگ- عدد۱)، سود خالص از ۳۳۰۰ میلیارد ریال به ۱۲۲۰ میلیارد ریال کاهش می‌یابد و همچنین حاشیه سود شرکت از ۳۴ درصد به ۱۱/۵ درصد کاهش خواهد یافت.



شکل (۱۴). بررسی سیاست تغییر نرخ مطالبات مشکوک الوصول بر حاشیه سود شرکت

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

روش پویایی شناسی سیستم با تکیه بر روابط علّی و معلولی، اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر و پیوندهای میان آنها را مدل سازی کند. در واقع در این روش بجای استفاده از روابط کمّی، رفتار متغیرهای مدل شبیه سازی می‌شود. چون با تحلیل و شناسایی رفتار متغیرها می‌توان وضعیت متغیر مورد نظر و متغیرهای وابسته به آن را در افق مورد نظر برآورد و تحلیل کرد. بر اساس نتایج، الگوی رفتاری متغیر نرخ مطالبات مشکوک الوصول از تابع توزیع نمایی منفی تبعیت می‌کند و تغییرات آن با متغیرهای نرخ فروش، نرخ بازگشت سرمایه و حساب‌های دریافتنی همبستگی بالایی دارد، بطوری‌که خطای پیش بینی شبیه سازی رفتار این متغیر حدود ۵/۰۳ درصد بود. مطالعه انجام شده توسط نیر و رودریگاس (۲۰۱۳) نیز نشان داد که تغییرات نرخ مطالبات مشکوک الوصول مطابق رفتار حساب‌های دریافتنی و بر اساس تابع توزیع نرمال تبعیت می‌کند. این نتیجه با فرضیه اول تحقیق که بر شناخت رفتار متغیرها تأکید داشت همخوانی داشته و این فرضیه را تأیید می‌کند.

یکی از نقاط قوت روش پویایی شناسی سیستم، طراحی سناریوهای پویا برای تصمیم‌سازی است. در این مطالعه اثر سناریوهای مختلف بر متغیرهای مالی مورد بررسی قرار گرفت. به عنوان مثال با کاهش نرخ مطالبات مشکوک الوصول از ۱۰ درصد به ۵ درصد، سود خالص از

۳۳۰۰ میلیارد ریال به ۲۸۵۰ میلیارد ریال و حاشیه سود شرکت از ۳۴ درصد به ۲۷/۵ درصد کاهش خواهد یافت و یا با افزایش نرخ مطالبات مشکوک الوصول از ۱۰ درصد به ۲۰ درصد، سود خالص از ۳۳۰۰ میلیارد ریال به ۱۲۲۰ میلیارد ریال و حاشیه سود شرکت از ۳۴ درصد به ۱۱/۵ درصد کاهش خواهد یافت. با توجه به فرضیه دوم مطالعه که در آن اثرگذاری متغیرها را بصورت پویا و توام با تغییرات دوره زمانی مرتبط می‌کرد، این فرضیه نیز تأیید می‌شود.

یکی دیگر از فرضیه‌های این تحقیق، مدل‌سازی عامل تاخیر زمانی بر روابط متغیرها و در قالب متغیر بازخور است. برخلاف سایر روش‌ها که تأثیرگذاری متغیرها بر یکدیگر را بصورت آنی و بدون تاخیر در نظر می‌گیرند، در پویایی‌شناسی سیستم این اثرگذاری بصورت آنی نبوده بلکه دارای تاخیر است. این موضوع باعث می‌شود تا پیامدهای ناشی از یک تصمیم صرفا بصورت آنی در نظر گرفته نشده و به پیامدهای تصمیم در طول زمان توجه شود. نتایج این تحقیق در شرکت مورد مطالعه نشان داد که فروش نسیه بلافاصله سطح مطالبات مشکوک الوصول را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، بلکه با افزایش فروش نسیه، هزینه مطالبات مشکوک الوصول با یک تاخیر زمانی افزایش داشته و این افزایش بصورت بازخور به سیستم ارائه می‌شود و سپس نسبت به فروش دوره بعد تصمیم می‌شود که نتیجه آن مجددا با یک تاخیر در سیستم وارد می‌شود. لازم به ذکر است که نتایج حاصل به نحوی فرضیه سوم وچهارم تحقیق را مبنی بر اثرگذاری پدیده‌ها بر یکدیگر بر اساس تاخیر زمانی و پدیده بازخور را تأیید می‌کند. ملز (۲۰۰۸) در مطالعات خود به عامل تاخیرات زمانی و نقش آن بر روند متغیرها و اثرات آن بر تصمیم‌گیری‌های مدیران توجه دارد. بطوری که بر اساس نظر وی، بیشتر مدیران بدلیل عدم کارآیی روش‌های موجود قادر به لحاظ کردن تاخیرات در شبیه‌سازی متغیرها نیستند. اما روش پویایی شناسی سیستم با توجه به قابلیت‌هایی که در این حوزه دارد می‌تواند عامل تاخیر را در شبیه‌سازی منظور کند.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، پیشنهادهای زیر برای مطالعات بعدی ارائه می‌شود:

از آنجا که روش پویایی شناسی سیستم رفتار متغیرها را بر حسب بازه زمانی، شبیه سازی می‌کند، پیشنهاد می‌شود با استفاده از نتایج شبیه سازی و پیش بینی روند متغیرها، بودجه بندی نقدی شرکت را برای دوره‌های آینده بر حسب سیاست‌های مختلف بکار گرفت.

با توجه به روش‌های موجود شبیه‌سازی که به عنوان روش‌های ایستا محسوب می‌شوند پیشنهاد می‌گردد، مقایسه‌ای بین روند شبیه سازی متغیرهای مالی بر اساس روش پویایی شناسی سیستم با روش‌های موجود (روش‌های ایستا) انجام شده و نتایج این روش‌ها با روند واقعی متغیرها مقایسه شود تا بر این اساس کارآیی این دو روش در صحت پیش بینی‌ها برآورد شود.

پی نوشت

۱ System Dynamics
۲ Dynamics Accounting
۳ Negative Feedback Loop
۴ Positive Feedback Loop
۵ Balancing Loop
۶ Reinforcing Loop
۷ State Variables
۸ Rate Variables
۹ Auxiliary Variables
۱۰ Vensim DSS
۱۱ بدلیل طولانی شدن مطالب از تشریح بیشتر متغیرهای مورد استفاده و ارائه جزئیات بیشتر صرفنظر می گردد در صورت نیاز، اطلاعات درخواستی در اختیار خوانندگان قرار خواهد گرفت
۱۲ بدلیل رعایت امانت در اطلاعات اخذ شده، نام شرکت مورد مطالعه افشا نمی‌شود.
۱۳ Behavioral Reproduction Test
۱۴ Simulation Standard Deviation
۱۵ Actual Standard Deviation

منابع

رجبی، احمد. (۱۳۹۳). مدل سازی سیستمی عوامل اثرگذار بر فرآیند کسب و کار و عملکرد در بنگاههای صنعتی با رویکرد روش پویایی‌شناسی سیستم (مطالعه موردی: کارخانه تولیدی فراسان). *پایان نامه دکتری* دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه شیراز.

Forrester, J. W, & Brink H. M. (1999). Industrial Dynamics, Student's Edition, MIT Press.

Jackson, C. M. (2003). Systems Thinking :Creative Holism for Managers. John Wiley and Sons.

Melse, E. (2008). The Financial Accounting Model from a System Dynamics' Perspective, http: //mpra. ub. uni-muenchen. de/7624/.

Nair, G. K & Rodrigues, L. R (2013). Dynamics of Financial System: A System Dynamics Approach. *International Journal of Economics and Financial, 3,* 14-26.

Rajabi, A. (2013) System Modeling Factors Affecting the Business Space in Industrial Firms with System Dynamics Approach, PhD Thesis, Shiraz University (in Persian).

Sterman, J. D. (1989). Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment. *Management Science, 35,* 25-41 .

Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics, McGraw-Hill, Boston.

Uzma, S. H. Singh, J. P. & Kumar, N. (2010). Discounted Cash Flow and its Implication on Intangible Valuation. *Global Business Review, 11,* 365-377.

Yamaguchi, K. (2006). Stock-Flow Fundamentals Delay Time and Feedback Loop – From Dynamics to System Dynamics. *Journal of Business Administration, 2,* 57 – 76.

System Dynamics, A New Approach in Modeling of Accounting Events and Financial Decision Making

Ahmad Rajabi[1]

Received : 2016/01/05
Approved: 2016/04/09

Abstract

This paper uses the system dynamics method as a new approach in modeling of accounting events. For this purpose, firstly, by defining financial accounts in the form of state and rate variables, the effect of accounting events on each other is modeled based on the dynamics model. Then, key variables are simulated in the outlook of year 1400 using the actual data of a manufacturing company. The results of the study show that the proposed method, while modeling financial operations based on a dynamic approach, helps managers to analyze the effectiveness of variables based on dominant behavioral patterns and provides useful information for management decision making through simulating the trend of variables in future periods and simulating the future behavior of financial variables of the company, respectively. For example, the behavioral pattern of the variable Doubtful Debts is not instantaneous but is a delay element and has an exponential distribution function. Also its variations has a significant relation with sales price, return of investment and receivables variables. Therefore, any changes in receivables trend may result in changes in future behavioral pattern of sale.

Keywords: System Dynamics, Financial Decision Making, Dynamic Accounting, Accounting Events Modeling.
Jel classification: L5, M41

DOI: 10.22051/jera.2018.8080.1113
[1] Phd. Of system management, Shiraz university, (araiabi53@yahoo.co.uk)