شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم در زنجیره تأمین دارو: مطالعه موردی بیمارستان رضوی مشهد

زهرا مجردی[1]، مرضیه مظفری[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تأمین دارو به عنوان یک کالای استراتژیک، از اهمیت ویژه‌ای در کشور برخوردار است. مطالعه حاضر با هدف مدیریت موجودی در زنجیره تأمین دارو با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم صورت گرفت.

روش بررسی: این پژوهش به صورت موردی در بیمارستان رضوی مشهد انجام شد. بدین منظور، زنجیره تأمین داروی Plavix در دو سطح داروخانه و بیمارستان مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا متغیرهای موجودی تعریف و ضمن طراحی حلقه‌های بازخوردی، روابط ریاضی مرتبط با آن‌ها مدل‌سازی شد. سپس نمودارهای علی و معلولی CLD (Causal Loop Diagram) و انباشت و جریان SFD (Stock and Flow Diagram) ایجاد گردید. شبیه‌سازی برای یک دوره سی روزه انجام گرفت.

یافته‌ها: شبیه‌سازی زنجیره تأمین داروی Plavix در بازه یک ماهه در بیمارستان رضوی، حاکی از افزایش تقاضا و کاهش سطح موجودی بود؛ به طوری که ۳۹ درصد بیماران موفق به دریافت دارو نشدند و در پایان ماه تعداد قابل توجهی موجودی مازاد وجود داشت.

نتیجه‌گیری: مطابق بررسی علی و معلولی انجام شده در مدل شبیه‌ساز، مشکلات موجودی داروی Plavix ناشی از افزایش تقاضا در بازه زمانی مورد بررسی و وجود ناهماهنگی در زنجیره تأمین این دارو در بیمارستان رضوی می‌باشد. مدل پیشنهاد شده در مطالعه حاضر می‌تواند سیاست‌گذاران داروخانه و بیمارستان را جهت دستیابی به پیش‌بینی دقیق و ایجاد تصمیمات هماهنگ سفارش‌دهی و نگهداری ذخیره احتیاطی یاری رساند.

واژه‌های کلیدی: دارو؛ تأمین و توزیع؛ موجودی دارو؛ شبیه‌سازی

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۹/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۸/۲۷

ارجاع: مجردی زهرا، مظفری مرضیه. **شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم در زنجیره تأمین دارو: مطالعه موردی بیمارستان رضوی مشهد.** مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۴ (۵): ۲۱۶-۲۱۱

مقدمه

بدون شک یکی از مهم‌ترین معیارهای پیشرفت جامعه، وضعیت خدمات درمانی آن جامعه می‌باشد که ارتباط مستقیمی با تأمین به موقع و کافی داروهای حیاتی دارد (۱). بنابراین، پیش‌بینی میزان مصرف دارو و سفارش دارو به مقدار لازم و در زمان مورد نیاز، از جمله اصول اولیه مراقبت‌های بهداشتی به شمار می‌رود (۲). از چهار دهه گذشته، تحقیقات متعددی در بخش خدمات بهداشتی جهت بهبود کارامدی تأمین و توزیع دارو انجام گرفته است (۳). آنچه مسلم است این که فرایند تأمین و توزیع دارو تنها متأثر از نحوه عملکرد یک نهاد یا سازمان نیست، بلکه زنجیره‌ای از سازمان‌ها در کارامدی این فرایند نقش دارند. پس می‌توان گفت که بررسی زنجیره تأمین دارو بسیار حایز اهمیت است.

مدیریت زنجیره تأمین، هماهنگ‌سازی تصمیمات نهادهای عملیاتی مختلف برای تقویت جریان کالا از تأمین کننده تا مصرف کننده نهایی است. هدف اساسی در مدیریت زنجیره تأمین، موازنه میان کارایی و پاسخگویی یک زنجیره می‌باشد که در ارتباط با مشتریان آن زنجیره مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این راستا، پیش‌بینی تقاضای مشتریان از یک سو و ایجاد تناسب میان فعالیت‌های صورت گرفته در طول زنجیره جهت تأمین خواسته مشتری از سوی دیگر، می‌تواند به موازنه میان کارایی و پاسخگویی زنجیره تأمین کمک نماید (۴). در سال‌های اخیر برنامه‌ریزی و مدیریت زنجیره تأمین دارویی در مطالعات متعددی مورد توجه قرار گرفته است (۸-۵).

پویایی سیستم یک روش تحلیلی، نموداری و کامپیوتری می‌باشد که حالت سیستم را در واحد زمان نشان می‌دهد. این روش، به توسعه مدل‌های شهودی برای سیستم کمک می‌کند و درک بهتری از حالت سیستم را برای مدیران، طراحان و سیاست‌گذاران ایجاد می‌نماید. حالت سیستم به عوامل سببی مختلف و روابط دوگانه آن‌ها بستگی دارد. این روش می‌تواند برای موقعیت‌های پویایی مختلفی در محیط‌های پیچیده مانند اجتماعی، اقتصادی، مدیریتی، صنعتی، بهداشت عمومی و سیستم‌های اکولوژیکی به کار رود (۱۲-۹). به دلیل وجود تأخیرات زمانی در زنجیره‌های تأمین و نیز تأثیرات متقابل عوامل داخل زنجیره، تکنیک پویایی‌های سیستم می‌تواند به نحو مؤثری وضعیت زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار دهد (۱۳، ۵). Hirsch و همکاران در مطالعه خود، از شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم جهت برنامه‌ریزی استراتژی‌های مداخله‌ای در بیماری‌های قلبی و عروقی بهره گرفتند (۳). Jones و همکاران به منظور

مقاله حاصل تحقیق مستقل بدون حمایت مالی و سازمانی است.

۱- کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیکی، تهران، ایران

۲- استادیار، مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیکی، تهران، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: m_mozafari@iauec.ac.ir

شبیه‌سازی مشخصه‌های جمعیت بیماران مبتلا به دیابت، از رویکرد پویایی‌های سیستم استفاده نمودند (۱۴). Kumar و Kumar نیز در مدل‌سازی پویایی‌های عرضه داروی اسید فولیک در کشور هند، از این تکنیک بهره بردند (۱۵). مدل پویایی‌های سیستم برای تأمین منابع اورژانسی توسط Lubyansky ارایه گردید که هدف آن، ارضای کمیت و افزایش کیفیت بود (۱۶).

تمرکز مطالعه حاضر بر مدیریت زنجیره تأمین داروی Plavix بود. این دارو از جمله داروهای رایج برای بیماران قلبی است که بعد از سکته یا آنژیوپلاستی جهت جلوگیری از لخته شدن خون توصیه می‌شود. در دوره مورد بررسی، این دارو در بازار بسیار کمیاب بود و جایگزین‌های Zyllt وOsvix به جای آن وجود داشت. این پژوهش به صورت یک مطالعه موردی در بیمارستان رضوی مشهد صورت گرفت. بررسی‌های انجام شده در این بیمارستان نشان داد که تنها Plavix در جراحی‌های قلبی با توجه به جنس فنری که استفاده می‌شود، نتایج خوبی را به همراه دارد. بنابراین، کمبود این دارو در بیمارستان حایز اهمیت است.

با توجه به تعدد عوامل تأثیرگذار بر رخداد یا عدم رخداد کمبود در تأمین داروی Plavix و همچنین، به دلیل وجود عناصر عدم قطعیت در زنجیره تأمین این دارو، استفاده از روش شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم به منظور پیش‌بینی عرضه و تقاضا و مدیریت موجودی‌ها مفید می‌باشد. ازاین‌رو، در تحقیق حاضر مدل‌سازی زنجیره تأمین داروی Plavix جهت تعیین زمان و مقدار ذخیره‌سازی در مراحل مختلف جهت کاهش میزان مواجهه با کمبود این دارو با استفاده از روش شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم مورد توجه قرار گرفت. این موضوع از دو جنبه اهمیت دارد؛ اول، به کارگیری پویایی‌های سیستمی موجب می‌شود تا مشخصه نمادین زنجیره همچون حلقه‌های بازخورد، تأخیرات و روابط غیر خطی در نظر گرفته شود و دوم این که به کارگیری این روش منجر به توسعه سیستم مدیریت زنجیره تأمین می‌شود که به تغییرات تقاضای بازار به سرعت پاسخ می‌دهد و این در حالی است که موجودی‌های خود را در مقدار بهینه حداقلی نگهداری می‌کند. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند جهت پیش‌بینی کمبودهای احتمالی دارو در مقاطع زمانی مختلف و مدیریت موجودی داروهای حساس در داروخانه‌ها و بیمارستان‌ها به کار گرفته شود.

روش بررسی

این پژوهش از نوع کاربردی بود و به صورت توصیفی در سال ۱۳۹۴ انجام شد. جامعه آماری تحقیق، بیمارستان رضوی مشهد بود. داده‌ها از طریق مستندات موجود در داروخانه بیمارستان رضوی در مورد داروی Plavix در بازه زمانی ۱ تا ۳۰ تیر ماه جمع‌آوری شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این روش، یک مدل شبیه‌سازی گسسته برای زنجیره تأمین داروی Plavix به منظور تعیین سیاست سفارش‌دهی ارایه گردید. زنجیره مورد مطالعه دو سطحی (شامل داروخانه و بیمارستان) می‌باشد. با طراحی حلقه‌های بازخوردی، روابط ریاضی مرتبط با آن‌ها مدل‌سازی شد. سپس نمودارهای علت و معلولی CLD (Causal Loop Diagram) و انباشت و جریان SFD (Stock and Flow Diagram) ایجاد گردید.

در بیمارستان رضوی، ۲۷ درصد دارو توسط تأمین کنندگان دولتی با قراردادهای ۴ تا ۵ ماهه و ۷۳ درصد دارو توسط تأمین کنندگان خصوصی با قراردادهای حداکثر ۲ ماهه تأمین می‌گردد. دارو از تأمین کنندگان به داروخانه بیمارستان توزیع می‌شود و داروخانه بیمارستان رضوی که برون‌سپاری شده است، به بخش درمانی و سرپایی بیمارستان خدمات ارایه می‌دهد. داده‌های میزان مصرف، تأمین و ذخیره‌سازی برای داروی Plavix در طول دوره سی روزه در تیر ماه بررسی گردید و به عنوان ورودی در طراحی مدل مورد استفاده قرار گرفت.

حلقه‌های بازخورد شامل اطلاعات ایجاد شده از هر فعالیتی است که از طریق متغیرهای حالت و متغیرهای کمکی سیستم ایجاد می‌شود و به نقطه آغاز خود برمی‌گردد و بر عملکرد سیستم کلی تأثیر می‌گذارد. ماهیت اطلاعات به روابط بین متغیرهای حالت، متغیرهای کمکی و مقادیر ثابت بستگی دارد. جدول ۱ متغیرهای مورد استفاده جهت شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم در زنجیره تأمین داروی Plavix را نشان می‌دهد و سپس روابط میان متغیرها بیان می‌گردد.

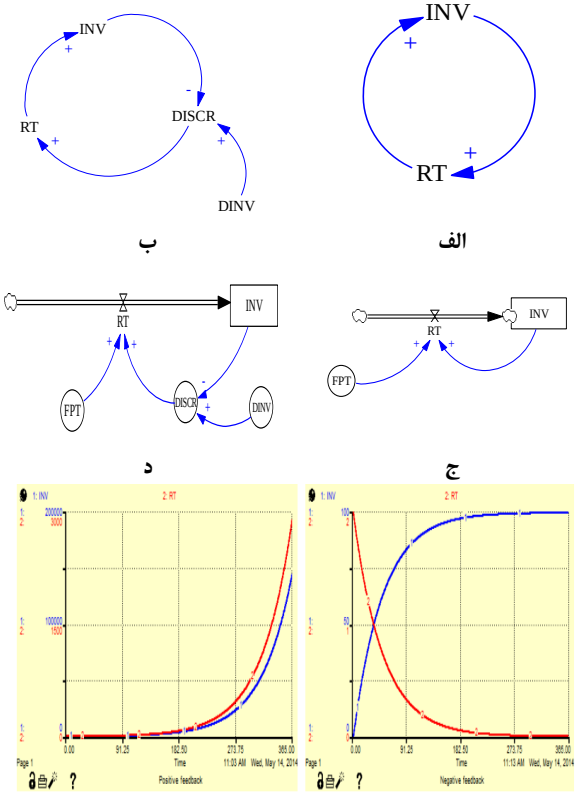
جدول ۱: تعاریف، اختصارات و متغیرهای مدل شبیه‌سازی پویایی سیستم

شرح متغیر	علامت اختصاری متغیر	واحد
موجودی	(Inventory) INV	Units
نرخ تأمین	(Rate of Supply) RT	Units/time
کسر نرخ تأمین	(Fraction Supply Rate) FPT	Units/time
ناهماهنگی در موجودی	DISCR (Discrepancy in Inventory)	Units
موجودی مطلوب	(Desired Inventory) DINV	Units

ارتباط بین متغیرهای مختلف حالت و متغیرهای کمکی در این مسأله، به صورت نمودار CLD در شکل ۱ (قسمت‌های الف و ب) نشان داده شده است. در نمودارهای CLD، فلش از علت به معلول کشیده شده است. اگر تغییر علت در یک جهت موجب تغییر معلول در همان جهت گردد، چنین حلقه‌ای تحت عنوان حلقه بازخوراند مثبت یا حلقه تقویت (Reinforcing) نامیده می‌شود (شکل ۱، قسمت‌های ج و الف)؛ در حالی که اگر تغییر علت در یک جهت موجب تغییر معلول در جهت عکس شود، چنین حلقه‌ای تحت عنوان حلقه بازخوراند منفی یا حلقه تعادل (Balancing) تلقی می‌گردد. شکل منحنی به هدف و مقدار اولیه ذخیره بستگی دارد. در این مدل، سیستم به طور تحلیلی در شکل ۱ (قسمت‌های ج و د) با استفاده از نرم‌افزار Venism به صورت نمودار SFD است که شامل میزان ذخیره‌ها، جریان‌ها (فلش افقی در شکل ۱)، متغیرهای ثابت/ کمکی (دایره‌ها) و واسطه‌ها (فلش‌های دارای منحنی) می‌باشد.

همان‌گونه که در شکل ۱ (قسمت‌های الف و ج) نشان داده شده است، سطح موجودی INV (Inventory) همزمان با میزان نرخ تأمین RT (Rate of Supply) افزایش می‌یابد. در این فرایند، هم INV و هم کسر نرخ تأمین FPT (Fraction Supply Rate) به طور بالقوه‌ای با توجه به زمان افزایش پیدا می‌کند. به دلیل این که INV و RT در هر اجرا دوباره بررسی می‌شود، افزایش عظیم در موجودی مطلوب DINV (Desired Inventory) و همچنین، میزان تأمین را نشان می‌دهد. در قسمت‌های ب و د شکل ۱، ساختار بازخوراند منفی مشخص شده است که سطح INV در جهت DINV افزایش می‌یابد؛ در حالی که میزان تأمین در طی زمان کاهش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد که حالت‌های سطح INV و RT مجانبی باشند (شکل ۲) و سیستم در تعادل با سطح مورد نظر DINV به دست آید.

http://him.mui.ac.ir



شکل ۱: حلقه‌های بازخورد؛ Causal Loop Diagram (CLD) برای ساده‌ترین حلقه بازخورد مثبت (الف)، CLD برای ساده‌ترین حلقه بازخورد منفی (ب)، Stock and Flow Diagram (SFD) برای ساده‌ترین حلقه بازخورد مثبت (ج)، SFD برای ساده‌ترین حلقه بازخورد منفی (د)، رشد نمایی برای بازخورد مثبت (ه) و رشد مجانبی و کاهش برای بازخورد منفی (و)

INV: Inventory; RT: Rate of Supply; DISCR: Discrepancy in Inventory; DINV: Desired Inventory; FPT: Fraction Supply Rate

روابط ریاضی حلقه بازخورد مثبت (شکل ۱، قسمت ج) به صورت زیر تعریف می‌شود.

INV (t) = INV (t-dt) + (RT) × dt

INIT INV = ۱۰۰Units

Inflows FPT × INV = RT

FPT = ۰/۰۲ per day

Time of run = ۳۰ days

همچنین، روابط ریاضی حلقه بازخورد منفی (شکل ۱، قسمت د) به صورت زیر تعریف می‌شود.

INV (t) = INV (t-dt) + (RT) × dt

INIT INV = ۰

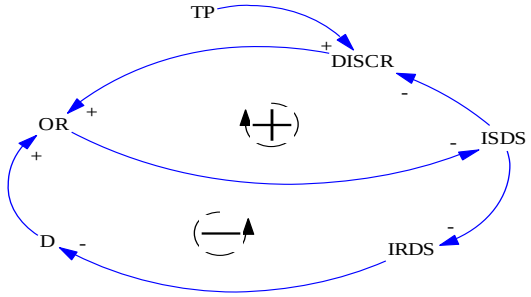
Inflows DISCR × FPT = RT

DINV = ۱۰۰

DISCR = DINV−INV

FPT = ۰/۰۲ per day

Time of run = ۳۰ days



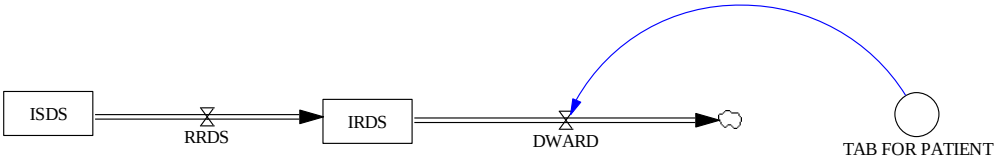
شکل ۲: نمودار Causal Loop Diagram (CLD) زنجیره تأمین قرص‌های Plavix

یافته‌ها

یافته‌های حاصل از اجرای مدل شبیه‌سازی گسسته به قرار زیر است. تقاضا برای قرص‌های Plavix با افزایش میزان سفارش OR۱ (Order Rate) از داروخانه بیمارستان رضوی، افزایش یافت و به دلیل زیاد شدن تقاضا، INV کاهش پیدا کرد که موجب فراهم‌سازی مقدار بیشتری از دارو به وسیله کاهش Discrepancy in Inventory (DISCR) می‌شود. بنابراین، یک حلقه تقویت (Reinforcement) R۱ در ذخیره فهرست موجودی باقی‌مانده در داروخانه بیمارستان رضوی با تسهیل توزیع داروها در همه کانال‌های پایین‌دست آشکار می‌گردد. داروها از ۷۳ درصد تولید کنندگان بخش خصوصی و ۲۷ درصد تولید کنندگان بخش دولتی برای داروخانه بیمارستان رضوی توزیع می‌شوند. حدود ۴۰ درصد این داروها برای بیماران سرپایی و ۶۰ درصد برای بیماران بستری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مورد کمبود، برخی از مقادیر دارویی را نیز می‌توان از توزیع کنندگان داخلی خریداری نمود. داروخانه بیمارستان رضوی داروها را به بیماران بیمارستان رضوی به صورت تقاضای منحصر به فرد D توزیع می‌کند.

در شکل ۲ نمودار CLD زنجیره تأمین قرص‌های Plavix ارایه شده است. سپس نمودار SFD برای زنجیره تأمین قرص‌های Plavix به صورت شکل ۳ رسم گردید.

مطابق بررسی صورت گرفته، بیمارستان رضوی کل ذخیره دارو را دو بار خریداری می‌کند و در انبار داروخانه ذخیره می‌کند و در مواقع نیاز، به بیماران سرپایی و بستری بیمارستان تحویل می‌دهد. مقدار کلی قرص Plavix در بیمارستان رضوی در طول یک ماه، از تأمین کنندگان خصوصی (۹۰ درصد شرکت رازی و ۱۰ درصد از سایر تأمین کنندگان خصوصی) تهیه شده بود. لازم به ذکر است که بیمارستان رضوی در این یک ماه، ۱۹۰۹ بیمار بستری و ۱۲۴۷۴ بیماران سرپایی را درمان نمود. در این مدت حدود ۴۳۰ بیمار سرویس‌دهی نشدند، ۷۱۷۰ عدد قرص Plavix مصرف گردید و حدود ۲۰۰ قرص در انتهای ماه (تیر) بدون توزیع باقی مانده بود.



شکل ۳: نمودار Stock and Flow Diagram (SFD) برای زنجیره تأمین قرص Plavix در بیمارستان رضوی

IRDS: موجودی داروخانه رضوی، ISDS: موجودی داروخانه دولتی، RRDS: نرخ تأمین داروخانه رضوی، DWARD: تقاضای بخش‌های بیمارستان

مدل پیشنهاد شده برای دوره یک ماهه با زمان مراجعه یک بار در هر روز اجرا شد. بنابراین، مقدار ثابت «بیماران در زمان» به لحاظ نموداری، تعداد بیماران را در هر مرحله خاص در طی یک دوره صفر تا ۳۰ روز نشان می‌دهد. پس از یک مرحله اجرا، جزییات کمبود موجودی قرص‌های Plavix به صورت جدول ۲ ارایه شده است.

بحث

بررسی زنجیره تأمین داروی Plavix در بیمارستان رضوی مشهد نشان می‌دهد که توجه کافی به مدیریت صحیح موجودی این دارو نشده است و بیمارستان در این مورد از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست؛ به طوری که اگر روند سفارش‌دهی فعلی ادامه یابد، بیمارستان با افزایش کمبود این دارو در ماه‌های آینده مواجه می‌گردد. نکته قابل توجه آن است که نه تنها بخش قابل توجهی از بیماران بستری هنگام ترخیص موفق به دریافت دارو نشدند، بلکه در پایان ماه مقداری موجودی مازاد از این دارو به دلیل سیاست ذخیره‌سازی جهت بیماران سرپایی وجود داشت. این چالش می‌تواند ناشی از عدم استفاده از تکنیک‌های به‌روز و کارامد جهت پیش‌بینی میزان مصرف دارو و بهینه‌سازی زمان و میزان سفارش دوره‌ای باشد که از این نظر مدل پیشنهاد شده مطالعه حاضر می‌تواند مؤثر واقع گردد. همچنین، برون‌سپاری داروخانه به خارج از سازمان در سال‌های اخیر و به دنبال آن، غفلت از به اشتراک‌گذاری اطلاعات پیش‌بینی نیاز دارویی گروه‌های بیمارستانی با بخش تدارکات داروخانه و ناهماهنگی تصمیمات ذخیره موجودی در زنجیره، می‌تواند دلایل دیگری برای افزایش کمبودها تلقی شود که این مسأله در بررسی‌های علت و معلولی در مدل شبیه‌ساز تأیید گردید. در تحقیق مشابهی، Kumar و Kumar به پیش‌بینی مصرف داروی اسید فولیک در کشور هند پرداختند و ناهماهنگی در زنجیره تأمین را عامل مشکلات موجودی این دارو بیان کردند (۱۵).

یافته‌های بررسی حاضر با نتایج پژوهش‌های پیشین مبنی بر مفید بودن به کارگیری تکنیک‌های شبیه‌سازی و پیش‌بینی در بهبود عملکرد واحدهای درمانی (۲۰-۱۷، ۱۵)، هم‌راستا بود. عاشوری و همکاران برای پیش‌بینی تعداد قرص مصرفی در بیماری دیابت، از الگوریتم‌های دسته‌بندی و خوشه‌بندی استفاده نمودند (۱۷). در مطالعات محمدزاده و همکاران (۱۸) و میمند و همکاران (۱۹) نیز از تحلیل‌های آماری جهت پیش‌بینی روند مصرف دارو در بازه زمانی مشخصی استفاده شد. Galarraga و همکاران با انجام تحقیق گسترده‌ای، تکنیک آنالیز رگرسیونی را جهت پیش‌بینی مصرف داروهای ضد ویروسی در کشورهای با طبقه درامدی پایین و متوسط به کار گرفتند (۲۰).

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر، می‌توان به کوتاه بودن بازه زمانی مورد بررسی اشاره نمود که به دلیل دشواری در دسترسی به داده‌های مورد نیاز، ایجاد شد. همچنین، بهتر است جهت تصمیم‌گیری دقیق‌تر، سایر رده‌های زنجیره تأمین مانند تولید کنندگان (وارد کنندگان) دارو نیز در مدل شبیه‌ساز مورد بررسی قرار گیرند که در مطالعه حاضر با توجه به عدم دسترسی به داده‌ها، میسر نشد.

نتیجه‌گیری

شبیه‌سازی زنجیره تأمین داروی Plavix در بیمارستان رضوی مشهد با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم انجام گرفت. با توجه به نتایج مدل شبیه‌ساز، کمبود داروی Plavix و عدم سرویس‌دهی به تعداد قابل توجهی از بیماران در زمان ترخیص مشاهده گردید. همچنین، به دلیل ذخیره‌سازی بخشی از دارو جهت بیماران سرپایی در پایان دوره، تعدادی موجودی مازاد وجود داشت. مطابق بررسی علت و معلولی انجام شده در مدل شبیه‌ساز، این چالش ناشی از افزایش تقاضا در بازه زمانی مورد بررسی و وجود ناهماهنگی موجودی در زنجیره تأمین این دارو در بیمارستان رضوی می‌باشد. مدل پیشنهاد شده در مطالعه حاضر می‌تواند سیاست‌گذاران داروخانه و بیمارستان را جهت دستیابی به پیش‌بینی دقیق و همچنین، اتخاذ تصمیمات هماهنگ یاری رساند تا عدم انطباق‌های موجود در زنجیره تأمین دارو اصلاح گردد و مدیریت صحیح موجودی‌ها به منظور کاهش مواجهه با کمبود دارو صورت پذیرد.

جدول ۲: جزییات کمبود موجودی داروی Plavix

تأمین‌کنندگان قرص Plavix برای بیمارستان رضوی	بازه شبیه‌سازی	تعداد کل مراجعان که درخواست قرص Plavix داشته‌اند.	تعداد بیمارانی که قرص Plavix دریافت نموده‌اند.
داروخانه بیمارستان رضوی	سی روز	۱۱۰۵	۶۷۵
بیمارانی که قرص Plavix دریافت کرده‌اند.		۶۱ درصد	
بیمارانی که قرص Plavix دریافت نکرده‌اند.		۳۹ درصد	

http://him.mui.ac.ir

پیشنهادها

از آن‌جایی که در موارد کمبود داروی Plavix، بیمارستان به اجبار از داروهای مشابه استفاده می‌نماید و طبق نظر متخصصان قلب آن مرکز، این داروها پاسخ خوبی به فنر بیماران قلبی ندارند؛ بنابراین، نگهداری ذخیره احتیاطی برای بیماران بستری به صورت جداگانه از بیماران سرپایی با توجه به عرضه و تقاضا و میزان و زمان کمبود پیش‌بینی شده توسط مدل شبیه‌ساز توصیه می‌شود.

همچنین، به اشتراک‌گذاری اطلاعات گروه‌های بیمارستانی با اطلاعات بخش تدارکات داروخانه در تعیین سیاست‌های سفارش‌دهی توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کارشناسان بیمارستان رضوی و تمامی افرادی که در انجام این پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Karimi S, Yaghoubi M, Sairani F, Abasi M. Factors affecting drug pert of experts in selected hospitals of Isfahan (Public, Private and Voluntary). Health Inf Manage 2013; 10(7): 1066-74. [In Persian].
2. Barnett JW. Supply of medicines. In: Allwood MC, Fell JT, Editors. Textbook of hospital pharmacy. New York, NY: Blackwell Scientific Publications; 1980. p. 277-330.
3. Hirsch G, Homer J, Evans E, Zielinski A. A system dynamics model for planning cardiovascular disease interventions. Am J Public Health 2010; 100(4): 616-22.
4. Chopra S, Meindl P. Supply chain management: Strategy, planning, and operation. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall; 2007.
5. Towill DR. Time compression and supply chain management-a guided tour. Supply Chain Management: An International Journal 1996; 1(1): 15-27.
6. Kalantari M, Pishvaee MS. A robust possibilistic programming approach to drug supply chain master planning. Journal of Industrial Engineering Research in Production System 2016; 4(7): 49-67. [In Persian].
7. Gholamian MR, Momeni Shahraki M, Sakaki SE. Offering an approach based on integral choquet in the pharmaceutical supply chain. Journal of Industrial Management 2013; 8(24): 73-88. [In Persian].
8. Nematollahi M, Hosseini-Motlagh SM, Heydari J. A mathematical model for coordinating corporate social responsibility and order quantity in pharmaceutical supply chain. Journal of Modeling in Engineering 2017; 15(50): 17. [In Persian].
9. Hamidi H. An approach to multi agent systems in health E-SCM system. Iranian Journal of Supply Chain Management 2017; 17(50): 22-49. [In Persian].
10. Forrester JW. System dynamics-a personal view of the first fifty years. Syst Dyn Rev 2007; 23(2-3): 345-58.
11. Forrester JW. System dynamics-the next fifty years. Syst Dyn Rev 2007; 23(2-3): 359-70.
12. Sterman J. Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. New York, NY: Irwin/McGraw-Hill; 2000.
13. Metz PJ. Demystifying supply chain management. Supply Chain Management Review ed. 1998.
14. Jones AP, Homer JB, Murphy DL, Essien JD, Milstein B, Seville DA. Understanding diabetes population dynamics through simulation modeling and experimentation. Am J Public Health 2006; 96(3): 488-94.
15. Kumar D, Kumar D. Modelling rural healthcare supply chain in India using system dynamics. Procedia Eng 2014; 97(Supplement C): 2204-12.
16. Lubyansky A. A system dynamics model of health care surge capacity. Proceedings of the 23rd International Conference of the System Dynamics Society 2005 July 17-21; Boston, MA.
17. Ashoori M, NajiMoghadam V, Alizadeh S, Safi M. Classification and clustering algorithm application for prediction of tablet numbers: Case study diabetes disease. Health Inf Manage 2013; 10(5): 739-49. [In Persian].
18. Mohammadzadeh M, Rasuli P, Ghari T. Trend analysis and future market forecasting of cardiovascular drugs in Iran. Pajouhesh Dar Pezeshki 2017; 41(2): 120-9. [In Persian].
19. Meymand M, Sepehri G, Farokhi N, Beygim M, Motevali zadeh H. Pattern of drug use among residents of Bam during the first 6 months after the 2003 earthquake. Hakim Res J 2008; 10(4): 27-33. [In Persian].
20. Galarraga O, O'Brien ME, Gutierrez JP, Renaud-Thery F, Nguimfack BD, Beusenberg M, et al. Forecast of demand for antiretroviral drugs in low and middle-income countries: 2007-2008. AIDS 2007; 21(Suppl 4): S97-103.

System Dynamics Simulation in Medicine Supply Chain: A Case Study of Mashhad Razavi Hospital, Iran

Zahra Mojaradi[1], Marzieh Mozafari[2]

Original Article

Abstract

Introduction: Providing medicine as a strategic product has a special importance in every country. This research was done with the goal of managing inventories in the medicine supply chain using system dynamic approach.

Methods: The current research was carried out as a case study in Mashhad Razavi Hospital, Iran. Plavix tablet supply chain was studied in two levels including the pharmacy and the hospital. The inventory variables were identified and mathematical relations were stated for feedback loops. Then, causal loop diagram (CLD) and stock and flow diagram (SFD) were designed. The simulation was performed for a 30-day interval.

Results: The results of Plavix tablet supply chain simulation for a 30-day interval showed a remarkable increase in the demand and decrease in inventory levels in a way that 39% of the patients were not served while some extra tablets remained at the end of the study period.

Conclusion: According to the cause and effect study of the simulation model, Plavix inventory problems were due to the increased demand in the studied time period and the inconsistency in the supply chain of this drug in Razavi Hospital. The proposed model of this study can help the policy makers of pharmacies and hospitals to achieve accurate prediction and coordinated decision making in ordering and safety stock holding policies.

Keywords: Medicine; Supply and Distribution; Medicine Inventories; Simulation

Received: 06 Dec., 2016 Accepted: 18 Nov., 2017

Citation: Mojaradi Z, Mozafari M. **System Dynamics Simulation in Medicine Supply Chain: A Case Study of Mashhad Razavi Hospital, Iran.** Health Inf Manage 2017; 14(5): 211-6

Article resulted from an independent research without financial support.

1- MSc, Industrial Engineering, School of Industrial Engineering, E-Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Industrial Engineering, School of Industrial Engineering, E-Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: m_mozafari@iauec.ac.ir