پنجمین کنفرانس بین المللی مطالعات بین رشته ای در مدیریت و مهندسی
۱۴ تیر ۱۴۰۱ | محل برگزاری: دانشگاه تهران
5th International Conference on Interdisciplinary Studies in Management & Engineering (ICISME-2022)
5 July 2022 | University of Tehran
OxfordCert Universal

# بهبود کیفیت مدیریت بخش مهندسی بالینی بیمارستان با استفاده از مدل‌سازی ریاضی چیدمان تجهیزات پزشکی

**محمدرضا سرایی**
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی، موسسه آموزش عالی سراج، تبریز، ایران
(نویسنده مسئول) m.r.saraei@seraj.ac.ir

**صبا رحمانی**
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی، موسسه آموزش عالی سراج، تبریز، ایران
s.rahmani@seraj.ac.ir

**سیداسماعیل هاشمی اقدم**
دکترای عمومی پزشکی، مرکز رشد فناوری تجهیزات پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
metic@tbzmed.ac.ir



**چکیده**

چیدمان تجهیزات پزشکی بیمارستان یکی از عوامل مؤثر و مهم بر کیفیت خدمات‌رسانی و رضایت‌مندی بیماران، کاهش هزینه، ارتقای ایمنی و دقت عملکرد، تسریع و تسهیل فرآیند تشخیص و درمان بیماران و همچنین جلوگیری از مداخلات آسیب‌رسان جانبی است که توسط بخش مهندسی بالینی بیمارستان مدیریت می‌شود. ما در این مقاله تحلیلی در سه مرحله مدل‌سازی ریاضی شامل «بخش‌های بیمارستانی طبقه‌بندی‌شده»، «تجهیزات پزشکی طبقه‌بندی‌شده» و «چیدمان تجهیزات پزشکی تفکیک‌شده»، مدل استاندارد واحد را معرفی کردیم. ابتدا بخش‌های بیمارستان به سه دسته «با شدت رسیدگی بالا»، «با شدت رسیدگی متوسط» و «با شدت رسیدگی پایین» به همراه اتاق‌ها و واحدهای مربوطه دسته‌بندی شدند. سپس ۹۰ دستگاه پزشکی سرمایه‌ای مستقر در بخش، ازلحاظ فراوانی توزیع دستگاه و نوع استفاده، به سه گروه «یک»، «دو»، و «سه» گروه‌بندی شدند و تعداد تجهیزات پزشکی هر اتاق، واحد، بخش و نیز تعداد کل تجهیزات پزشکی بیمارستان فرمول سازی و محاسبه شد. سپس با استفاده از پارامترهای ریاضی خطی تعریف‌شده، هر سه مرحله فوق را مدل کردیم تا به یک مدل ریاضی استاندارد واحد برای چیدمان هر بخش و واحد بیمارستان رسیدیم. این مدل تأثیر بسزایی در ارتقای سرعت و دقت عملکرد مدیریت فرآیند تجهیز بیمارستان دارد و گامی به‌سوی مدیریت هوشمند بخش مهندسی بالینی بیمارستان است.

**واژگان کلیدی:** تجهیزات پزشکی، چیدمان بیمارستان، مدل‌سازی ریاضی، مدیریت تجهیزات پزشکی، مدیریت بیمارستان

www.SID.ir

**مقدمه**

چیدمان منابع فیزیکی بیمارستان یکی از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت خدمات‌رسانی به بیماران است و رابطه مستقیمی با تأمین ایمنی و رضایت‌مندی بیمار، کاهش هزینه‌های بیمارستان، ارتقای بهداشت حرفه‌ای، تسریع فرآیند تشخیص و درمان و همچنین جلوگیری از مداخلات آسیب‌رسان جانبی دارد (Boonmee and Kasemset, 2022). رویکرد محققین در چیدمان منابع فیزیکی بیمارستان به دو نوع بررسی کلی مناطق بیمارستان (Arnolds and Nickel, 2015) و پیشروی به‌سوی جزییات بیشتر یعنی واحدها و بخش‌های داخلی نظیر بخش اعمال جراحی (Brogmus, et al., 2007) و بخش بستری ویژه (Rashid, 2014) بود که محققین اثربخشی چیدمان منابع فیزیکی مطلوب را به پیشگیری از حوادث غیرمترقبه و بهبود عملکرد پزشکان و کارکنان بیمارستان بیان کردند. سالونین و همکارانش با تمرکز بر سه عامل تجهیزات، روشنایی و تهویه بخش‌های بستری ویژه بیمارستان چارچوبی را در طراحی این بخش معرفی کردند (Salonen, et al., 2013). هاک و لو استفاده ازنظریه نحو فضا[1]در طراحی منابع فیزیکی بخش‌های درمانی بیمارستان را روشی مؤثر دانستند (Haq and Luo, 2012). اولریش و همکارانش روش‌های مبتنی بر شواهد در ساختار چیدمانی بیمارستان و عوامل اثرگذار آن را بررسی کردند (Ulrich, et al., 2008). بارتلی و همکارانش نگاهی ویژه‌ای به برنامه‌ریزی برای چیدمان منابع فیزیکی بیمارستان‌های بزرگ (مگا) داشتند (Bartley, et al., 2010) (Hoadley, et al., 2010). هسته اصلی این رویکردها، «تجهیزات پزشکی» به‌عنوان یکی از منابع فیزیکی تأثیرگذار بیمارستان بود که با درجه حساسیت بالا تحت مدیریت بخش مهندسی بالینی بیمارستان است. به استناد تعریف «آیین‌نامه فعالیت در حوزه تجهیزات پزشکی»[2] ابلاغی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، "تجهیزات پزشکی شامل هرگونه کالا، وسیله، ابزار، لوازم، ماشین‌آلات، کاشتنی‌ها، مواد، معرف‌ها، کالیبراتورهای آزمایشگاهی تشخیص طبی و نرم‌افزارها می‌شوند که توسط تولیدکننده برای انسان به‌تنهایی و یا تلفیقی با سایر اقلام مرتبط، به‌منظور دسترسی به یکی از اهداف نظیر تشخیص، پایش، پیشگیری، پیش‌بینی، درمان و یا تسکین بیماری، حمایت یا پشتیبانی از ادامه فرآیند حیات و زندگی، کنترل و حمایت از بارداری، ایجاد فرآیند سترون کردن، ضدعفونی و تمیز کردن وسایل، محیط و پسماندهای پزشکی، فراهم نمودن اطلاعات جهت نیل به اهداف پزشکی با روش‌های آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های انسانی، تحقیق، بررسی، جایگزینی یا اصلاح فرآیندهای فیزیولوژیک، آناتومیک یا پاتولوژی، جبران و یا به تعویق انداختن آسیب یا معلولت، عرضه می‌شوند" (Saraei, et al., 2020) و چیدمان این تجهیزات توسط بخش مهندسی بالینی بیمارستان مدیریت می‌شود که بایستی حساسیت ویژه‌ای در دقت و سرعت لحاظ شود (Saraei, et al., 2019). درواقع بخش مهندسی بالینی بیمارستان (عناوین دیگر: واحد تجهیزات پزشکی، واحد مهندسی پزشکی) با چیدمان صحیح و دقیق دستگاه‌های پزشکی در بخش‌های مختلف بیمارستان، نقش استراتژیکی در تسهیل کاربری و فرآیندهای بالینی جهت تشخیص به‌موقع بیماری، ارتقای کیفیت درمان (Powell-Cope, et al., 2008)، مدیریت بهینه نگهداشت و خدمات پس از فروش تجهیزات پزشکی (Saraei, et al., 2018)، افزایش ایمنی عملکرد، کاهش ریسک، بهبود درجه اعتباربخشی و درنهایت کسب رضایتمندی بیمار ایفا می‌کند (Nagel, 2005) (David, 2014). هدف از این مطالعه نیز ارتقای کیفیت مدیریت بخش مهندسی بالینی بیمارستان با استفاده از طراحی مدل ریاضی برای چیدمان تجهیزات پزشکی است. در این مقاله ما سعی داریم به‌عنوان گام اول مدیریت هوشمند بخش مهندسی بالینی بیمارستان به این سؤال پاسخ دهیم که آیا فرمول سازی تجهیزات پزشکی در بیمارستان به چیدمان استاندارد و برآورد خودکار تعداد دستگاه‌های پزشکی کمک می‌کند یا خیر؟.

[1] Space Syntax Theory

[2] مصوبه ۱۳۹۷/۱۰/۰۱ اداره کل تجهیزات پزشکی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی



www.SID.ir

**روش تحقیق**

این مقاله تحلیلی در سه مرحله «دسته‌بندی بخش‌های بیمارستان»، «گروه‌بندی تجهیزات پزشکی» و «مدل‌سازی ریاضی چیدمان تجهیزات پزشکی» انجام گرفت. ابتدا بخش‌های بیمارستان (جدول ۱) به سه دسته «با شدت رسیدگی بالا»، «با شدت رسیدگی متوسط» و «با شدت رسیدگی پایین» به همراه اتاق‌ها و واحدهای مرتبط دسته‌بندی شدند. سپس ۹۰ دستگاه پزشکی سرمایه‌ای مستقر در بخش، ازلحاظ فراوانی توزیع دستگاه و نوع استفاده، به سه گروه «یک»، «دو»، و «سه» گروه‌بندی گردیدند و تعداد تجهیزات پزشکی هر اتاق، واحد، بخش و نیز تعداد کل تجهیزات پزشکی بیمارستان محاسبه شد. سپس با استفاده از پارامترهای ریاضی هر سه مرحله فوق را فرمول سازی کردیم تا به یک مدل ریاضی واحد برای هر بخش و واحد بیمارستان برسیم.

**جدول ۱** بخش‌های مختلف تشخیصی، درمانی و پاراکلینیکی بیمارستان

| ردیف | بخش‌ها | واحدها و اتاق‌های داخلی |
|---|---|---|
| ۱ | اورژانس | تریاژ، تحت نظر، احیاء قلبی ریوی، اتاق عمل سرپایی و اقدام سریع (شامل سرم‌درمانی، مسمومیت، پانسمان، گچ گیری و غیره) |
| ۲ | اعمال جراحی | اتاق عمل، ریکاوری، آمادگی و بیهوشی و استریل سریع |
| ۳ | بستری ویژه | بستری ویژه، بستری ویژه قلب، بستری ویژه نوزادان، بستری ویژه کودکان و عملیات خاص |
| ۴ | بیماری‌های خاص | دیالیز، شیمی‌درمانی، هموفیلی و تالاسمی |
| ۵ | زنان و زایمان | تریاژ مامایی، تحت نظر مامایی، زایمان هیبریدی، پری اکلمپسی و پست پارتوم |
| ۶ | تصویربرداری | رادیوگرافی، ماموگرافی، سی‌تی‌اسکن، ام آر ای، آنژیوگرافی، آندوسکوپی، برونکوسکوپی، سنگ‌شکن و دانسیتومتری |
| ۷ | بستری عادی | بستری عمومی و تخصصی |
| ۸ | آزمایشگاه | آزمایشگاه تخصصی و آزمایشگاه پایه |
| ۹ | اولتراسوند | اکوکاردیوگرافی و سونوگرافی |
| ۱۰ | سایر | طب هسته‌ای، واحدهای تخصصی بخش‌های درمانی، درمانگاه فوق تخصصی، فیزیوتراپی و توان‌بخشی، اکسیژن ساز، امحاء زباله، و غیره |

**یافته‌ها**

یکی از وظایف مدیریتی بخش مهندسی بالینی بیمارستان، رسیدگی به بخش‌های مختلف بیمارستان و تجهیزات پزشکی مستقر در آن است. شدت رسیدگی عاملی است که مشخص می‌کند به کدام بخش‌ها، به چه میزان بایستی رسیدگی کرد. از طرفی، حجم تجهیزات پزشکی نیز مؤثر است. در مرحله اول، بخش‌های بیمارستانی ازلحاظ شدت رسیدگی و در مرحله دوم، تعداد تجهیزات پزشکی بیمارستان ازنظر نوع استفاده و فراوانی توزیع دسته‌بندی شدند (جدول ۲ و جدول ۳).



www.SID.ir

**جدول ۲** دسته‌بندی بخش‌های مختلف بیمارستان بر اساس شدت رسیدگی به آن

| بخش | پارامتر | تعریف |
|---|---|---|
| بخش‌های با شدت رسیدگی بالا | HC | بخش‌هایی که لازم است بخش مهندسی بالینی بیمارستان به‌صورت ۱۰ روز یک‌بار از تجهیزات پزشکی آن بازدید نماید. |
| بخش‌های با شدت رسیدگی متوسط | MC | بخش‌هایی که لازم است بخش مهندسی بالینی بیمارستان به‌صورت ۲۰ روز یک‌بار از تجهیزات پزشکی آن بازدید نماید. |
| بخش‌های با شدت رسیدگی پایین | LC | بخش‌هایی که لازم است بخش مهندسی بالینی بیمارستان به‌صورت ۳۰ روز یک‌بار از تجهیزات پزشکی آن بازدید نماید. |

**جدول ۳** دسته‌بندی تجهیزات پزشکی بیمارستان بر اساس نوع استفاده در بخش

| تجهیزات پزشکی | پارامتر | تعریف |
|---|---|---|
| گروه ۱ | G1 | تجهیزات پزشکی که به ازای هر تخت مورداستفاده قرار می‌گیرند. |
| گروه ۲ | G2 | تجهیزات پزشکی که به‌صورت مشترک بین چند تخت مورداستفاده قرار می‌گیرند. |
| گروه ۳ | G3 | تجهیزات پزشکی که به ازای هر فضای پارک تجهیزات پزشکی برای کل بخش مورداستفاده قرار می‌گیرند. |



**بخش‌های با شدت رسیدگی بالا (HC)**- الف) بخش اورژانس (EM) شامل تریاژ (e1)، تحت نظر (e2)، احیا قلبی ریوی (e3)، اتاق عمل سرپایی (e4)، اقدام سریع (e5). ب) بخش اعمال جراحی (OR) شامل اتاق عمل (r1)، ریکاوری (r2)، آمادگی و بیهوشی (r3)، استریل سریع (r4). پ) بخش مراقبت‌های ویژه (IT) شامل بستری ویژه (t1)، بستری ویژه قلب (t2)، بستری ویژه نوزادان (t3)، بستری ویژه کودکان (t4)، عملیات خاص (t5).

**بخش‌های با شدت رسیدگی متوسط (MC)**- الف) بخش بیماری‌های خاص (SD) شامل دیالیز (d1)، شیمی‌درمانی (d2)، هموفیلی و تالاسمی (d3). ب) بخش زنان و زایمان (OB) شامل تریاژ مامایی (b1)، تحت نظر مامایی (b2)، زایمان هیبریدی (b3)، پری اکلمپسی (b4)، پست پارتوم (b5). پ) بخش تصویربرداری (IM) شامل رادیوگرافی (m1)، ماموگرافی (m2)، سی‌تی‌اسکن (m3)، ام آر ای (m4)، آنژیوگرافی (m5)، آندوسکوپی (m6)، برونکوسکوپی (m7)، سنگ‌شکن (m8)، دانسیتومتری (m9).

**بخش‌های با شدت رسیدگی پایین (LC)**- الف) بخش بستری عادی (IN) شامل بستری عمومی و تخصصی (n). ب) واحد آزمایشگاه (CL) شامل آزمایشگاه تخصصی (l1) و آزمایشگاه پایه (l2). پ) واحد اولتراسوند (US) شامل اکوکاردیوگرافی (s1) و سونوگرافی (s2).

**سایر بخش‌های بیمارستان (Etc)**- بخش طب هسته‌ای، واحدهای تخصصی بخش‌های درمانی، درمانگاه فوق تخصصی، فیزیوتراپی و توان‌بخشی، اکسیژن ساز، امحاء زباله و غیره.

در گام بعدی با استفاده از پارامترهای خطی ریاضی، رابطه جبری تعداد تجهیزات پزشکی هر یک از بخش‌های بیمارستان به ازای n تخت و یا m اتاق (بسته به نوع کاربری بخش) استخراج گردید (جدول ۴).

www.SID.ir

**جدول ۴** مدل ریاضی تعداد تجهیزات پزشکی هر بخش از بیمارستان

| بخش/ واحد بیمارستان | | | تعداد تجهیزات پزشکی به ازای n تخت/m اتاق | پیش‌شرط |
|---|---|---|---|---|
| HC | EM | e1 | 3(n + 1) | |
| | | e2 | 5n + (2 × [n/2]) + 13 | n>1 |
| | | e3 | 7n + 6 | |
| | | e4 | 6n + 5 | |
| | | e5 | 4(n + 1) | |
| | OR | r1 | 16n + 15 | |
| | | r2 | 3n + (4 × [n/2]) + 1 | n>1 |
| | | r3 | 3n + (2 × [n/2]) + 7 | n>1 |
| | | r4 | 3m | |
| | IT | t1 | 13n + [n/4] + 11 | خطا = ۱± |
| | | t2 | 13n + ([n/6] + [n/2]) + 9 | n>1 |
| | | t3 | 12n + ((2 × [n/8]) + (2 × [n/2])) + 10 | n>1 |
| | | t4 | 13n + [n/8] + 8 | n>1 |
| | | t5 | 6n + 5 | |
| MC | SD | d1 | 5n + (3 × [n/8]) + 8 | n>1 |
| | | d2 | 6n + 11 | |
| | | d3 | 2n + 10 | |
| | OB | b1 | 3n + 5 | |
| | | b2 | 2(n + 2) | |
| | | b3 | 11n + 15 | |
| | | b4 | 10n + 9 | |
| | | b5 | 6n + 8 | |
| | IM | m1 | M | |
| | | m2 | M | |
| | | m3 | M | |
| | | m4 | M | |
| | | m5 | M | |
| | | m6 | M | |
| | | m7 | M | |
| | | m8 | M | |
| | | m9 | M | |
| LC | IN | N | 6n + 14 | |
| | CL | l1 | 53m | |
| | | l2 | 24m | |
| | US | s1 | M | |
| | | s2 | M | |

پس‌ازآن با استفاده از جدول ۴، به مدل‌سازی بخش‌های بیمارستانی و تجهیزات پزشکی مستقر در آن می‌پردازیم:



www.SID.ir

$$\mathbf{DMEC = G1 + G2 + G3 = \left(\sum_{i=1}^{3} Gi\right)} \quad (1)$$

DMEC معادل تعداد تجهیزات پزشکی هر بخش بیمارستان است.

$$\mathbf{HCMEC = EM + OR + IT = \left(\sum_{i=1}^{5} ei + \sum_{i=1}^{4} ri + \sum_{i=1}^{5} ti\right)} \quad (2)$$

HCMEC معادل تعداد تجهیزات پزشکی بخش‌های با شدت رسیدگی بالا در بیمارستان است.

$$\mathbf{MCMEC = SD + OB + IM = \left(\sum_{i=1}^{3} di + \sum_{i=1}^{5} bi + \sum_{i=1}^{9} mi\right)} \quad (3)$$

MCMEC معادل تعداد تجهیزات پزشکی بخش‌های با شدت رسیدگی متوسط در بیمارستان است.

$$\mathbf{LCMEC = IN + CL + US = n + \left(\sum_{i=1}^{2} li + \sum_{i=1}^{2} si\right)} \quad (4)$$

LCMEC معادل تعداد تجهیزات پزشکی بخش‌های با شدت رسیدگی پایین در بیمارستان است.

$$\mathbf{Etc = 0.05\ (HCMEC + MCMEC + LCMEC)} \quad (5)$$

Etc معادل ۵٪ تعداد تجهیزات پزشکی بخش‌های با شدت رسیدگی پایین، متوسط و بالا در بیمارستان است.

6

$$\mathbf{HMEC = HC + MC + LC + Etc = \left(\sum_{i=1}^{5} ei + \sum_{i=1}^{4} ri + \sum_{i=1}^{5} ti\right) + \left(\sum_{i=1}^{3} di + \sum_{i=1}^{5} bi + \sum_{i=1}^{9} mi\right) + n + \left(\sum_{i=1}^{2} li \sum_{i=1}^{2} si\right) + 1.05} \quad (6)$$

HMEC معادل تعداد تجهیزات پزشکی کل بیمارستان است.

درنهایت چیدمان تجهیزات پزشکی به تفکیک هر بخش از بیمارستان در جدول ۵ مدل گردید.

**جدول ۵** چیدمان استاندارد تجهیزات پزشکی هر بخش از بیمارستان به ازای تعداد تخت یا تعداد اتاق

| بخش | واحد/ اتاق | طبقه | تجهیزات پزشکی |
|---|---|---|---|
| اورژانس | تریاژ | ۱ | تخت معاینه، مانومتر و فلومتر، پایه سرم بدساید |
| | | ۳ | مانیتور علائم حیاتی پرتابل، ساکشن پرتابل، ست معاینه تشخیصی |
| | تحت نظر | ۱ | تخت تحت نظر، مانومتر و فلومتر، پایه سرم بدساید، کنسول دیواری، ساکشن دیواری |
| | | ۲ | مانیتور علائم حیاتی پرتابل، ونتیلاتور ثابت |
| | | ۳ | لارنگوسکوپ، پالس اکسیمتر، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، الکتروشوک بای فازیک، ترالی احیا/ اورژانس، برانکار، ویلچر، ست معاینه تشخیصی، رادیوگرافی پرتابل، کات نوزاد، سونوگرافی پرتابل، چراغ معاینه پرتابل، وینوسکوپ |
| | احیا قلبی ریوی | ۱ | تخت CPR، کنسول دیواری، مانومتر و فلومتر، ساکشن دیواری، مانیتور علائم حیاتی، چراغ معاینه دیواری، پایه سرم |
| | | ۳ | ترالی احیاء/ اورژانس، ویدیولارنگوسکوپ، الکتروشوک AED، پالس اکسیمتر پرتابل، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، ونتیلاتور پرتابل |
| | اتاق عمل سرپایی | ۱ | تخت جراحی، فلومتر و مانومتر، کنسول دیواری، چراغ سیالیتیک پرتابل، پمپ سرنگ، پمپ سرم |

www.SID.ir

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ۳ | الکتروشوک بای فیزیک، ساکشن پرتابل، وارمر خون، مانیتور علائم حیاتی پرتابل، نگاتوسکوپ |
| | اقدام سریع | ۱ | تخت معاینه، مانومتر و فلومتر، پایه سرم بدساید، ساکشن دیواری |
| | | ۳ | چراغ معاینه پرتابل، پالس اکسیمتر پرتابل، ترالی پانسمان، اره گچبری |
| اعمال جراحی | اتاق عمل | ۱ | تخت جراحی، چراغ سیالیتیک بدساید، دستگاه بیهوشی، الکتروکوتر، مانیتور علائم حیاتی، فلومتر و مانومتر، پمپ سرنگ (۲ دستگاه)، پمپ سرم (۲ دستگاه)، وارمر خون، وارمر سرم، ستون سقفی بیهوشی، ستون سقفی جراحی، ست جراحی عمومی، ست جراحی تخصصی |
| | | ۳ | ساکشن جراحی پرتابل، ویدیولارنگوسکوپ، الکتروشوک بای فیزیک، پالس اکسیمتر پرتابل، ترالی پانسمان، نگاتوسکوپ یا نمایشگر پزشکی، ترالی احیاء، میکروسکوپ جراحی، سی آرم، چراغ معاینه پرتابل، ساکشن پرتابل، الکتروکاردیوگرافی، ست معاینه تشخیصی، اکو سونوگرافی پرتابل، مانیتور علائم حیاتی پرتابل |
| | ریکاوری | ۱ | تخت ریکاوری، کنسول دیواری، فلومتر و مانومتر |
| | | ۲ | پمپ سرنگ، پمپ سرم، ونتیلاتور ثابت، مانیتور علائم حیاتی |
| | | ۳ | ساکشن پرتابل |
| | آمادگی و بیهوشی | ۱ | تخت آمادگی، کنسول دیواری، فلومتر و مانومتر |
| | | ۲ | پمپ سرنگ، پمپ سرم |
| | | ۳ | مانیتور علائم حیاتی پرتابل، چراغ معاینه پرتابل، ونتیلاتور پرتابل، ساکشن پرتابل، دستگاه بیهوشی، برانکارد، ویلچر |
| | استریل سریع | ۳ | اتوکلاو بخار، اتوکلاو پلاسما، ست ابزارشوی |
| بستری ویژه | بستری ویژه | ۱ | تخت ICU، تشک مواج، ونتیلاتور ثابت، مانیتور علائم حیاتی بدساید، پمپ سرنگ (۳ دستگاه)، پمپ سرم (۲ دستگاه)، کنسول دیواری، ساکشن دیواری، مانومتر و فلومتر، وارمر خون |
| | | ۲ | نبولایزر |
| | | ۳ | ترالی احیاء/ اورژانس، لارنگوسکوپ، الکتروشوک بای فیزیک، پالس اکسیمتر پرتابل، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، رادیوگرافی پرتابل، دیالیز CRRT، ویلچر، برانکارد، آنالایزر گازهای خونی (بلاد گاز)، ست معاینه تشخیصی |
| | بستری ویژه قلب | ۱ | تخت CCU، تشک مواج، ونیتلاتور ثابت، مانیتور علائم حیاتی بدساید، پمپ سرنگ (۳ دستگاه)، پمپ سرم (۲ دستگاه)، کنسول دیواری، ساکشن دیواری، مانومتر و فلومتر، وارمر خون |
| | | ۲ | نبولایزر، برون ده قلبی |
| | | ۳ | ترالی احیاء/ اورژانس، لارنگوسکوپ، الکتروشوک بای فیزیک، پالس اکسیمتر پرتابل، الکتروکاردیوگرافی، اکوکاردیوگرافی پرتابل، ویلچر، برانکارد، ست معاینه تشخیصی |
| | بستری ویژه نوزادان | ۱ | فتوانکوباتور نوزاد، ونیتلاتور نوزاد، مانیتور علائم حیاتی بدساید، پمپ سرنگ (۳ دستگاه)، پمپ سرم (۲ دستگاه)، کنسول دیواری، ساکشن دیواری، مانومتر و فلومتر، وارمر خون |
| | | ۲ | تخت احیاء نوزاد، نئوپاف نوزاد، اکسی هود نوزاد، ان سی پپ |



www.SID.ir

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ۳ | ترالی احیاء/ اورژانس، لارنگوسکوپ، الکتروشوک با پد نوزاد، پالس اکسیمتر پرتابل، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، سونوگرافی پرتابل، وارمر نوزاد، ویلچر، برانکارد، ست معاینه تشخیصی |
| | بستری ویژه کودکان | ۱ | تخت ICU کودکان، تشک مواج مخصوص کودکان، ونیتلاتور ثابت، مانیتور علائم حیاتی بدساید، پمپ سرنگ (۳ دستگاه)، پمپ سرم (۲ دستگاه)، کنسول دیواری، ساکشن دیواری، مانومتر و فلومتر، وارمر خون |
| | | ۲ | نبولایزر |
| | | ۳ | ترالی احیاء/ اورژانس، لارنگوسکوپ، الکتروشوک بای فیزیک، پالس اکسیمتر پرتابل، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، ویلچر، برانکارد، ست معاینه تشخیصی |
| | عملیات خاص | ۱ | تخت جراحی، فلومتر و مانومتر، کنسول دیواری، چراغ سیالیتیک پرتابل، پمپ سرنگ، پمپ سرم |
| | | ۳ | الکتروشوک بای فیزیک ساکشن پرتابل، وارمر خون، مانیتور علائم حیاتی پرتابل، نگاتوسکوپ |
| بیماری‌های خاص | دیالیز | ۱ | تخت دیالیز، دستگاه همودیالیز، مانیتور علائم حیاتی بدساید، کنسول دیواری، مانومتر و فلومتر |
| | | ۲ | ریورس اسمز، پالس اکسیمتر پرتابل، ساکشن پرتابل |
| | | ۳ | ترالی احیاء/ اورژانس، لارنگوسکوپ، الکتروشوک بای فیزیک، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، ترالی پانسمان، ویلچر، برانکارد، ست معاینه تشخیصی |
| | شیمی‌درمانی | ۱ | تخت بستری با تشک فوم، کنسول دیواری، پایه سرم بدساید، فلومتر و مانومتر، پمپ سرم، ساکشن دیواری |
| | | ۳ | الکتروشوک بای فیزیک، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، ست معاینه تشخیصی، پالس اکسیمتر پرتابل، لارنگوسکوپ، ترالی احیاء/ اورژانس، برانکارد، ویلچر، مانیتور علائم حیاتی پرتابل، ترالی پانسمان |
| | هموفیلی و تالاسمی | ۱ | تخت بستری (یونیت مخصوص)، پمپ سرنگ |
| | | ۳ | اتوکواگولومتر، وینوسکوپ، یونیت هیبریدی دندانپزشکی، اپکس فایندر، آندوکمرا، لایت کیور، آمالگاماتور، کویترون، ست ابزار تخصصی، اتوکلاو رومیزی |
| زنان و زایمان | تریاژ مامایی | ۱ | تخت معاینه ژینکولوژی، فتال مانیتورینگ، فلومتر و مانومتر |
| | | ۳ | کاردیوتوکوگرافی، ساکشن پرتابل، چراغ معاینه پرتابل، ست معاینه تشخیصی، نگاتوسکوپ |
| | تحت نظر مامایی | ۱ | تخت بستری، فلومتر و مانومتر |
| | | ۳ | سونی کید، فتال مانیتورینگ، ساکشن پرتابل، ترالی پانسمان |
| | زایمان هیبریدی | ۱ | تخت LDR، چراغ سیالیتیک بدساید، مانیتور علائم حیاتی بدساید، فتوانکوباتور نوزاد، فلومتر و مانومتر، کنسول دیواری، ساکشن دیواری، کات نوزاد، پایه سرم بدساید، وارمر نوزاد، سیستم انتونوکس |
| | | ۳ | سونی کید، الکتروشوک بای فیزیک، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، پالس اکسیمتر پرتابل، چراغ معاینه پرتابل، ترالی احیاء/ اورژانس، فتال مانیتورینگ، لارنگوسکوپ، ترالی پانسمان، سونوگرافی پرتابل، برانکارد، ویلچر، ست ابزار تخصصی، ست معاینه تخصصی، ساکشن وکیوم پمپ (کاپ وانتوز) |



www.SID.ir

| | | | |
|---|---|---|---|
| | پری اکلمپسی | ۱ | تخت LDR، مانیتور علائم حیاتی بدساید، فلومتر و مانومتر، کنسول دیواری، ساکشن دیواری، کات نوزاد، پایه سرم بدساید، سیستم انتونوکس، پمپ سرم، وارمر نوزاد |
| | | ۳ | چراغ سیالیتیک پرتابل، سونی کید، پالس اکسیمتر پرتابل، چراغ معاینه پرتابل، فتال مانیتورینگ، ترالی پانسمان، ست ابزار تخصصی، ست معاینه تخصصی، ساکشن وکیوم پمپ (کاپ وانتونز) |
| | پست پارتوم | ۱ | تخت بستری با تشک فوم، کنسول دیواری، پایه سرم بدساید، فلومتر و مانومتر، کات نوزاد، ساکشن دیواری |
| | | ۳ | مانیتور علائم حیاتی پرتابل، الکتروشوک بای فیزیک، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، ست معاینه تشخیصی، پالس اکسیمتر پرتابل، لارنگوسکوپ، ترالی احیاء/ اورژانس، ترالی پانسمان |
| بستری عادی | بستری عمومی و تخصصی | ۱ | تخت بستری با تشک فوم، کنسول دیواری، پایه سرم بدساید، فلومتر و مانومتر، ساکشن دیواری، چراغ معاینه دیواری |
| | | ۳ | الکتروشوک بای فیزیک، الکتروکاردیوگرافی با ترالی، ست معاینه تشخیصی، پالس اکسیمتر پرتابل، لارنگوسکوپ، ترالی احیاء/ اورژانس، برانکارد، ویلچر، مانیتور علائم حیاتی پرتابل، ترالی پانسمان، پمپ سرنگ، پمپ سرم، تشک مواج، نگاتوسکوپ |



## نتیجه‌گیری

فرضیه این مقاله، بهره‌مندی از مدل‌سازی ریاضی چیدمان تجهیزات پزشکی در ارتقای کیفیت مدیریت بخش مهندسی بالینی بیمارستان بود که با طبقه‌بندی بخش‌ها، واحدها، اتاق‌ها و تجهیزات پزشکی مستقر در آن‌ها و تعریف توابع ریاضی خطی، مدل استاندارد واحد چیدمان تجهیزات پزشکی بیمارستان طراحی شد. تعداد تجهیزات پزشکی هر بخش از بیمارستان به ازای تعداد تخت و یا تعداد اتاق فرمول سازی شد و چیدمان استاندارد دستگاه‌های پزشکی سرمایه‌ای در بخش‌های مذکور تعریف گردید. به‌عنوان‌مثال، تجهیز بخش EM بیمارستان بهبود تبریز را در نظر می‌گیریم. در این بخش مقادیر e1 الی e5 به ترتیب ۱، ۲۲، ۱، ۲ و ۲ است که DMEC برابر ۱۹۳ و به تفکیک هر بخش برای e1 الی e5 به ترتیب ۶، ۱۴۵، ۱۳، ۱۷ و ۱۲ می‌باشد و چیدمان تجهیزات پزشکی طبق جدول ۵ خواهد بود. به‌عنوان پیشنهاد برای مطالعات آینده می‌توان به بهره‌گیری از این مدل در مدل‌سازی ریاضی حجم کاری بخش مهندسی بالینی بیمارستان و تعداد نیروی استاندارد متخصص در بخش مذکور اشاره کرد که این امر ما را برای رسیدن به مدیریت هوشمند بخش مهندسی بالینی بیمارستان یک گام جلوتر می‌اندازد. گام بعدی طراحی سیستم‌های تخمین خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی است. می‌توان با استفاده تکنیک رگرسیون خطی و یا سیستم خودکار یادگیری ماشین مقایسه‌ای مبتنی بر میانگین امتیازهای ترکیبی نزولی بهترین مدل پیش‌بینی چیدمان تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای در بخش‌های بیمارستان را ارائه کرد.

## منابع

Arnolds, I., & Nickel, S. (2015). Layout planning problems in health care. In Applications of Location Analysis (pp. 109–152). London: Springer.

Bartley, J. M., Olmsted, R. N., & Haas, J. (2010). Current views of health care design and construction: Practical implications for safer, cleaner environments. American Journal of Infection Control, 38(5), 1-12.

Boonmee, C., Kasemset, C., & Phongthiya, T. (2022). Layout design of outpatient department: simulation study and implementation. Logforum, 18(2), 137-148.

www.SID.ir

Brogmus, G., Leone, W., Butler, L., & Hernandez, E. (2007). Best practices in OR suite layout and equipment choices to reduce slips, trips, and falls. AORN Journal, 86(3), 384–398.

David, Y. (2014). Planning hospital medical technology management. IEEE Medical Biology Magazine, 23(3).

Haq, S., & Luo, Y. (2012). Space syntax in healthcare facilities research: A review. Health Environments Research & Design Journal, 5(4), 98-117.

Hoadley, E. D., Jorgensen, B., Masters, C., Tuma, N., & Wulff, S. (2010). Strategic facilities planning: A focus on health care. Journal of Service Science, 3(1), 15-22.

Nagel, J. H. (2005). Protocol for the training of clinical engineers in Europe. European Alliance for Medical & Biological Engineering & Science (EAMBES), 1-17.

Powell-Cope, G., Nelson, A. L., & Patterson, E. S. (2008). An evidence-based handbook for nurses. In Patient Safety and Quality. US: AHRQ.

Rashid, M. (2014). Space allocation in the award-winning adult ICUs of the last two decades (1993–2012): An exploratory study. Health Environments Research & Design Journal, 7(2), 29-56.

Salonen, H., Lahtinen, M., Lappalainen, S., Nevala, N., Knibbs, L. D., Morawska, L., & Reijula, K. (2013). Design approaches for promoting beneficial indoor environments in healthcare facilities: A review. Intelligent Buildings International, 5(1), 26-50.

Saraei, M. R. (2019). Organizing plan for medical devices layout in high-risk departments of hospital. 2nd National Conference on Computer and Biomedical Engineering. Isfahan: Sheykh Bahaei Univeristy.

Saraei, M. R., Azimi, S., & Hashemiaghdam, S. E. (2018). Organizing plan of supply, maintenance & after-sales services for medical devices in hospital. 2nd International Conference on Management and Business. Tabriz: Tabriz University.

Saraei, M. R., Hashemiaghdam, S. E., Jafari, Y., Rahmani, S., Abdollahpour, Z., Babaei, N., & Zafari, M. (2020). Medical equipment unit. In Biomedical Engineering in Healthcare Engineering (1st ed.). Tehran, Iran: Miaad-e-Andisheh.

Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H. B., Choi, Y. S., & Joseph, A. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. Health Environments Research & Design Journal, 1(3), 61–125.



www.SID.ir