

ساخت و هنجاریابی دستگاه اتوماتیک توزیع شربت متادون برای کاهش خطاهای متادون درمانی

وحید رضا نفیسی^۱، منوچهر اقبال^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۲

چکیده

هدف: به خاطر استفاده از مخدرها، انواع خطاهای (عمدی-سهوی) داروئی در کلینیک‌های بازتوانی اعتیاد ممکن است رخ دهد. سیستم‌های توزیع داروی اتوماتیک نقش بسزائی در کاهش نرخ خطاهای دارودرمانی دارند. **روش:** بر اساس الزامات مراکز بازتوانی اعتیاد، طراحی و ساخت دستگاه موردنظر انجام شد. نمونه‌های اولیه این دستگاه مورد آزمون در چند مرکز بازتوانی اعتیاد قرار گرفت. **یافته‌ها:** در انتها نتایج حاصل از عملکرد نمونه نهائی با استفاده از روشهای آماری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کمی سنجش (در چند مرکز و چند دستگاه) نشان داد متوسط و انحراف استاندارد خطای عملکرد دستگاه ۰/۰۵۵ ± میلی لیتر و خطای نسبی ۱/۳۳ ± ۰/۵۸ درصد می‌باشد. **نتیجه‌گیری:** در این مقاله به اصول عملکردی و بررسی اعتبار و روانی دستگاه توزیع شربت متادون پرداختیم. نتایج نشان داد این وسیله می‌تواند در کاهش خطاهای دارودرمانی در حوزه مدیریت اعتیاد موثر واقع شود.

کلید واژه‌ها: خطاهای دارودرمانی، سیستم‌های اتوماتیک توزیع دارو، شربت متادون، داروهای مخدر

۱. نویسنده مسئول: دانشیار گروه مهندسی پزشکی، پژوهشکده برق و فناوری اطلاعات، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران، پست الکترونیکی: vr_nafisi@irost.org
۲. استادیار گروه مهندسی پزشکی، پژوهشکده برق و فناوری اطلاعات، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران

مقدمه

خطاهای داروئی^۱ همچنان یکی از عوامل رایج برای تهدید ایمنی بیماران محسوب می شود. دلایل مختلفی برای رواج این خطاها ذکر شده از جمله نامتناسب بودن آموزش و مهارت پرستاران و عوامل محیطی که باعث کاهش تمرکز آنها می شود (کیرز^۲ و همکاران، ۲۰۱۸). این خطاها ممکن است در هر مرحله از تولید تا مصرف دارو رخ دهد. مهمترین مراحل این زنجیره عبارتند از: سفارش دارو، تجویز پزشک، ارائه دارو توسط داروخانه، ارائه دارو توسط پرستار (برای بیماران بستری در بیمارستان) و مصرف دارو به وسیله بیمار (سیلس و دوفی^۳، ۲۰۰۵). ارائه دارو توسط داروخانه و پرستار را می توان مرحله توزیع^۴ در نظر گرفت. خطاهای داروئی یکی از عوامل مهم در ایجاد مرگ و میر جوامع انسانی تلقی می شود (ویتچ، برکل و لانیر^۵، ۲۰۱۴). در یک مطالعه که روی ۳۳۴ مورد خطای پزشکی صورت گرفت مشخص شد این خطاها در ۳۹٪ موارد متوجه تجویز پزشک، ۱۲٪ مربوط به مرحله نسخه خوانی و حدود ۴۹٪ مربوط به مرحله توزیع بوده است (موری و شجانیا^۶، ۲۰۰۱). در مطالعه ای دیگر تخمین زده شد سالانه بیش از ۷۷۰۰۰۰ نفر به خاطر وقایع نامطلوب داروئی^۷ دچار جراحت یا مرگ می شوند. بررسی های انجام شده در بعضی بیمارستان ها حکایت از این داشته که ۲ تا ۷ درصد از بیماران بستری شده با این مشکل مواجه می شوند. این نرخ برای بیماران سرپائی حدود ۳ درصد گزارش شده است (کوچال و بیتز^۸، ۲۰۰۱). مطالعه ای در استرالیا نشان داده در ۹ درصد از تجویزهای داروئی خطا رخ می دهد (رگهد، سمپل و روزنفلد^۹، ۲۰۱۶). با این حال وجود یک سیستم توزیع کنترل شده و گزارش دهی می تواند به کاهش جراحت ها و مرگ های ناشی از سوء مصرف داروها کمک شایانی نماید. در تحقیقی نشان داده شده به کارگیری یک سیستم

1. Medication errors
2. keers
3. Seals, & Duffy
4. dispensing stage
5. Wittich, Burkle, & Lanier

6. Murray, & Shojania
7. Adverse Drug Event (ADE)
8. Kauchal, Bates
9. Roughead, Semple, & Rosenfeld

گزارش گیری کنترل شده می تواند به کاهش خطاهای داوردرمانی به بیش از ۵۷٪ منجر شود (لیهی، لاووی، زوراکوسکی، بائر، بروستوویچ^۱، ۲۰۱۸).

خطاهای داوردرمانی و خصوصاً سوء مصرف داروهای تخدیری همچون متادون، نقش زیادی در ایجاد مشکلات درمانی برای بیماران و بالتبع برای شبکه درمانی یک کشور دارند (مارتینز، سامپسون، کردا و گالیا^۲، ۲۰۱۵). با توجه به اهمیت موضوع، جامعه اروپا راهنمایی برای کاهش خطاهای دارویی و سیستم گزارش گیری در این زمینه ارائه داده است (گودک، ارد، نیولند، بروش، آرلت^۳، ۲۰۱۶). "سیستم گزارش گیری مواد کنترل شده" کارولینای شمالی^۴ یکی از طرح های موفق و موثر برای توزیع کنترل شده مواد است (برونسن^۵، ۲۰۱۳). گزارشی که در سال ۲۰۰۵ از این سیستم منتشر شده، حاوی نکاتی است که اهمیت توزیع کنترل شده داروهای مخدر را نشان می دهد. بعضی از شواهد مهم موجود در این گزارش عبارتند از: (۱) بیش از نیمی از داروهای مجاز تجویز شده که در مرگ و میر دخیل بوده اند، از نوع مخدر هستند، (۲) از میان این داروها، مرگ ناشی از متادون از سال ۱۹۹۷ به بعد ۷ برابر شده و (۳) متادونی که در مراکز ترک اعتیاد به صورت کنترل شده ارائه می شوند، سهم ناچیزی در مرگ های ناشی از متادون دارند. در صورتی که مواد مخدر خارج از چرخه درمانی رسمی معامله شوند، باعث افزایش حداقل ۹ درصدی نرخ بستری شدن افراد در بیمارستان ها خواهد شد (گرتنر^۶، ۲۰۱۸). به گونه ای که در ایالات متحده آمریکا در فاصله زمانی سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۳ میزان جراحات ناشی از سوء مصرف مواد بیش از دو برابر شده است (پائولوزی، استریکلر، کریئر و کوریس^۷، ۲۰۱۵). مطالعات متعددی تاثیر استفاده از داروی متادون به عنوان یک درمان موثر برای معتادان به مواد مخدر را نشان داده اند. با وجود موفقیت اثبات شده متادون درمانی در بسیاری از کشورهای جهان، در صورت تجویز سهل انگارانه و غیر مسئولانه ممکن است مخاطراتی

1. Leahy, Lavoie, Zurakowski, Baier, & Brustowicz
2. Martins, Sampson, Cerdá, & Galea
3. Goedecke, Ord, Newbould, Brosch, & Arlett

4. North Carolina controlled substances reporting system
5. Bronson
6. Ghertner
7. Paulozzi, Strickler, Kreiner, & Koris

جدی ایجاد شود (سزاکا، کرتول، گودی و ایپ، ۲۰۱۶؛ والسیلو^۱ و همکاران، ۲۰۱۳؛ مادن و شاپیرو^۲، ۲۰۱۱؛ چو، ویمر و دانا^۳؛ لی، چونگ، وو، هسو، ئین^۴، ۲۰۱۸). گزارش دیگری حاکی از افزایش ۴۶۸ درصدی موارد مرگ و میر مرتبط با این موضوع در فاصله زمان ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۵ در ایالت ویرجینای آمریکا می باشد (ویمر، کورتیوز، بهونیک و وونج^۵، ۲۰۱۱). مصرف بیش از حد متادون، شبیه سایر داروهای مخدر دیگر، می تواند سبب استفراغ، گیجی، کوچک شدن مردمک چشم و مشکلات بینائی، افت فشار خون، مشکلات تنفسی شود (معاونت سلامت وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، ۱۳۸۴). بنابراین تجویز و ارائه آن باید با دقت و احتیاط بسیار انجام شود. در عین حال احتمال سوءاستفاده از مواد دارویی گران قیمت یا داروهای تخدیری خصوصاً در مراکز درمان اعتیاد وجود دارد. در تحقیق مشخص شد که در مراکز خصوصی درمان اعتیاد مقدار دوز متادون داده شده به بیماران کمتر از مقدار مناسب بوده است (دانو، پارک و پولاک^۶، ۲۰۱۹).

با توجه به این شواهد و به منظور کاهش خطاهای پزشکی و جلوگیری از هدر رفتن داروهای گرانبه، از دهه ۸۰ میلادی انواعی از دستگاه های توزیع دارو و لوازم مصرفی پزشکی طراحی و ساخته شده اند که مروری بر آنها توسط نفیسی (۱۳۸۷) انجام شده است. روش های مختلفی برای کاهش خطاهای دارویی وجود دارد و در مطالعه ای در بخش نوزادان نشان داده شد که در ۳۴ درصد موارد از سیستم های اتوماتیک توزیع دارو استفاده شده است (نگوین، موصل و گرزسکویاک^۷، ۲۰۱۸). اصولاً دستگاه های اتوماتیک توزیع دارو برای رفع مشکلات ناشی از نحوه سفارش، تجویز، توزیع و مصرف دارو طراحی و ساخته شده اند. بنابراین انتظار می رود استفاده از این سیستم ها منجر به کاهش خطاهای پزشکی خصوصاً در زمینه دارودرمانی شوند (فانینگ، جونز و ماناس^۸، ۲۰۱۶).

1. Csajka, Crettol, Guidi, & Eap
2. Vallecillo
3. Madden, & Shapiro
4. Chou, Weimer, & Dana
5. Li, Chung, Wu, Hsu, & Yen

6. Weimer, Korthuis, Behonick, & Wunsch
7. D'Aunno, Park, & Pollack
8. Nguyen, Mosel, & Grzeskowiak
9. Fanning, Jones, & Manias

در تحقیقی، اسوالد و کالدول^۱ (۲۰۰۷) مشاهده کردند که استفاده از دستگاه‌های باعث کاهش معنادار در خطاهای توزیع دارو شده است. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که استفاده از سیستم‌های اتوماتیک می‌تواند خطاهای دارویی را تا ۹۳/۷ درصد کاهش دهد (کوزین^۲ و همکاران، ۲۰۱۴). البته سرعت سرویس دهی توسط این دستگاه‌ها کمی کمتر از توزیع دستی است (رومن، پوله، واکر، اسمیت، دولی^۳، ۲۰۱۶). اما در مجموع استفاده از این سیستم‌ها باعث افزایش راندمان و صحت در چرخه توزیع دارو خواهد شد (تمپل و لودویگ^۴، ۲۰۱۰ و گرت، کوئن، اسنایدر، اسنایدر، ریچ^۵، ۲۰۰۱). در طب چینی نیز برای کاهش هزینه‌ها و خطاهای نیروی انسانی از یک دستگاه توزیع داروهای گیاهی استفاده کرده‌اند (لین و هسیه^۶، ۲۰۱۷). باید در نظر داشت که عوامل مختلفی می‌توانند منجر به ایجاد خطاهای انسانی در امر توزیع دارو شود. راهکارهایی که برای این منظور ارائه شده عبارتند از: آموزش حین خدمت نیروی انسانی و استفاده از دستگاه‌های اتوماتیک توزیع دارو (گرگیچ، بارفروشان، قریشی، یعقوبی، ۲۰۱۶).

با توجه به موارد فوق‌الذکر وجود سیستمی که بتواند مراحل توزیع و مصرف را تحت نظر داشته و داروهای موردنظر را به مقدار دقیق و کنترل شده در اختیار بیمار قرار دهد، ضروری به نظر می‌رسد. اما این کار برای مراکز درمان سوءمصرف مواد مخدر تاکنون مورد توجه قرار نگرفته است.

روش

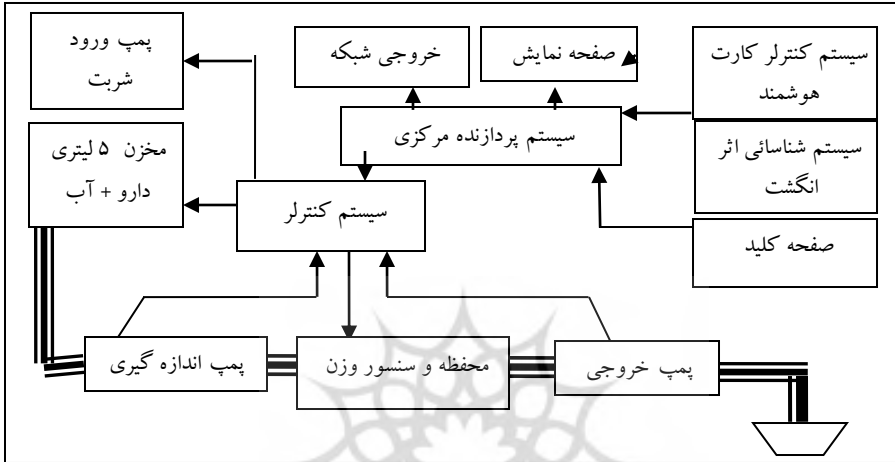
جامعه، نمونه، و روش نمونه‌گیری

اصولا سیستم‌های اتوماتیک توزیع دارو^۷ به منظور دستیابی سریع به داروها در مراکز نگهداری بیمار و کنترل نحوه توزیع دارو طراحی شده‌اند. عملکرد آن‌ها شبیه ماشین‌های تحویل خودکار پول است که در بانک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع این سیستم می‌تواند دسترسی سریع به داروها را در حالی که کنترل شدید و منظمی روی ذخیره و

1. Oswald, & Caldwell
2. Cousein
3. Roman, Poole, Walker, Smit de, & Dooley
4. Temple, & Ludwig

5. Garrelts, Koehn, Snyder, Snyder, & Rich
6. Lin, & Hsieh
7. Automated Medication Dispensing Devices (AMDD)

نحوه‌ی توزیع آن‌ها از طریق یک رایانه مرکزی واقع شده در داروخانه وجود دارد، بهبود بخشید. بر اساس این ایده و بنابر سفارش معاونت غذا و داروی وقت دانشگاه علوم پزشکی تهران، یک دستگاه خودپرداز شربت متادون طراحی و ساخته شد که پیکربندی عملکردی آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: ساختار سیستم خودپرداز شربت متادون در مرکز ترک اعتیاد (نقیسی ۱۳۸۲)

ساختار شبکه داخلی مکانیزاسیون مرکز درمانی در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲: بلوک دیگرام شبکه مکانیزاسیون داخلی مرکز درمانی اعتبار

سیستم اتوماتیک توزیع دارو (که در بیرون مرکز درمان اعتیاد می تواند قرار گیرد) در واقع به عنوان واسط ارتباطی بین پزشک و بیمار عمل می کند و وظیفه دارد که بر اساس نسخه تجویز شده توسط پزشک، داروی مورد نیاز هر بیمار را در اختیار او قرار دهد (شکل ۳).



شکل ۳: اولین نمونه از خودپرداز شربت متادون مستقر در مرکز ملی مطالعات اعتیاد

در این سیستم، تشخیص هویت مراجعه کننده به دستگاه انجام می شود. به این ترتیب، این سیستم دارای اجزای ذیل می باشد:

- ۱- واحد تشخیص هویت مراجعه کننده با استفاده از اثر انگشت و کارت مغناطیسی بدون تماس؛
- ۲- واحد میکرو کنترلر، که وظیفه برقراری ارتباط با کامپیوتر مرکزی جهت دریافت نوع عملکرد آن در قبال فرد مراجعه کننده و در صورت لزوم ارائه میزان دوز داروی مناسب برای آن فرد را به عهده دارد. البته در نرم افزار این واحد قابلیت انجام عملیات توزیع دارو از طریق دستور مستقیم پزشک به وسیله صفحه کلید سیستم، در نظر گرفته شده است.
- ۳- اجزای لازم برای کنترل توزیع دارو از قبیل شیرهای برقی، پمپ های روتاری و پرستالتیک (روتاری)، سنسور وزن (لودسل)، محفظه های شیشه ای حامل دارو و آب، محفظه میکسر، مجرای خروجی. لازم به ذکر است که دقت کاری این دستگاه بر دقت سنسور وزن استوار است. با توجه به مشخصات سنسور و دو طبقه تقویت کننده الکترونیکی ابزار دقیق، دقت تشخیص وزن در این دستگاه حدود ۰/۰۵ گرم یا ۵۰ میلی گرم است.
- ۴- اجزای لازم برای پر کردن محفظه های دارو و متادون (بصورت اتوماتیک)

شامل دو شیر برقی، پمپ روتاری و دریچه‌های ورودی. در هنگام لزوم به پر شدن محفظه‌ها، تنها با استفاده از رمز عبور اپراتور مجاز، این عملیات انجام خواهد شد. نحوه عملکرد سیستم به این ترتیب می‌باشد که بیمار با استفاده از اثر انگشت و کارت RFID خود را به دستگاه معرفی می‌کند. این اطلاعات توسط رایانه متصل به سرور محلی مرکز، مورد تحلیل قرار می‌گیرد. اگر پس از مراحل مندرج در فلوچارت شکل ۴، ارائه دارو به بیمار مورد تأیید سیستم و پرستار قرار گرفت، آنگاه شیر برقی مربوط به محفظه متادون باز شده و همزمان یک پمپ مالشی به کار می‌افتد. این پمپ متادون را به داخل محفظه میکسر هدایت می‌نماید. مقدار شربت ورودی به محفظه میکسر توسط سنسور وزن مشخص می‌شود، عملکرد پمپ و شیر برقی تا زمانی که مقدار داروی مورد نظر وارد محفظه میکسر نشده باشد، ادامه می‌یابد. به محض رسیدن مقدار مایع درون میکسر به مقدار مورد نظر، عملکرد پمپ و شیر برقی قطع می‌شود. برای جلوگیری از امکان فروش دارو توسط فرد معتاد، آب نیز به مقدار دو برابر مقدار دارو، وارد میکسر می‌شود. در نهایت پمپ روتاری خروجی، فعال شده و مخلوط حاصل از مراحل قبل را در لیوان مراجعه کننده می‌ریزد (البته قبلاً باید لیوان در جای مخصوص به خود قرار بگیرد و این موضوع توسط یک زوج نوری مادون قرمز مشخص می‌شود).



شکل ۴: فلوچارت تصمیم‌گیری ارائه شربت متادون به بیمار

ن: پس از ساخت نمونه اولیه دستگاه خودپرداز شربت متادون، بررسی‌های انجام شده نشان داد در حال حاضر استفاده از یک خودپرداز کاملاً خودکار برای ارائه شربت متادون به بیماران از نظر اصول نظارتی بهداشتی کشور امکان‌پذیر نیست. بنابراین تصمیم گرفته شد یک دستگاه رومیزی توزیع شربت متادون ساخته شود. در این طرح دیگر محفظه نگهداری شربت متادون داخل دستگاه قرار نمی‌گیرند و دستگاه تنها مسئولیت ارائه دوز مورد نظر شربت را در قالب یک سیستم مرکزی خواهد داشت. بقیه اصول کارکردی این سیستم شبیه به مورد قبلی است. شکل ۵ دستگاه نهائی بهینه شده را نشان می‌دهد.



شکل ۵: نمونه بهینه سازی شده دستگاه توزیع شربت متادون

در خلال این پروژه ۱۵ دستگاه توزیع شربت متادون از نوع رومیزی ساخته شد و در اختیار چهار مرکز درمانی قرار گرفت: دو مرکز بهداشتی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز ملی مطالعات اعتیاد و بیمارستان لقمان وابسته به دانشگاه شهید بهشتی. انتخاب سه مرکز اول بنا بر پیشنهاد کارشناسان معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی تهران صورت گرفتند. مرکز چهارم نیز پس از خرید دستگاه در نظر گرفته شد. این دستگاه‌ها از دو جنبه کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی کمی بر اساس اندازه‌گیری دقت و صحت عملکرد دستگاه از نظر میزان دوز شربت ارائه شده به حدود ۱۰۰ بیمار، بوده است. انتخاب تعداد بیماران با استفاده از پیشنهاد محققین برای ارزیابی دستگاه‌های دخیل

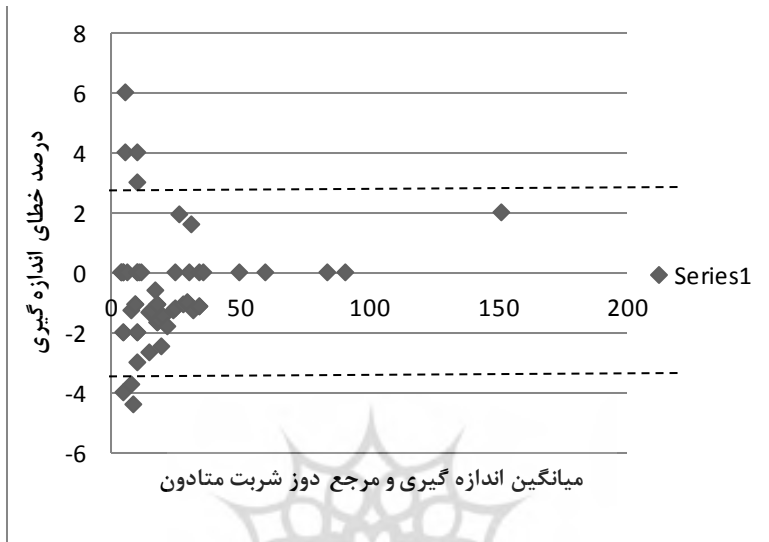
در فعالیت‌های درمانی انجام شده است (گاد و مک کورن^۱، ۲۰۰۸). ملاک خاصی برای ورود افراد در این تحقیق در نظر گرفته نشد و افرادی که در زمان وجود دستگاه به مرکز درمانی مربوطه مراجعه می‌کردند، در ارزیابی در نظر گرفته شدند.

یافته‌ها

مهمترین و شاید تنها پارامتری که توسط این دستگاه کنترل می‌شود، مقدار حجم شربت (دوز شربت) ارائه شده به بیمار است. برای این کار از یک لوله آزمایش کالیبره استاندارد به عنوان مرجع اندازه‌گیری استفاده شد و حجم شربت ریخته شده داخل لیوان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کمی سنجش (در چند مرکز و چند دستگاه) نشان می‌دهد که متوسط و انحراف معیار خطای مطلق عملکرد دستگاه $0/232 \pm 0/055$ میلی لیتر و خطای نسبی $1/33 \pm 0/58$ درصد می‌باشد. همچنین با استفاده از روش بلند-آلتمن^۲ می‌توان به همبستگی دو سری آرایه مختلف پی برد. در واقع روش بلند-آلتمن امکان بررسی وجود هر اختلاف سیستماتیک بین اندازه‌گیری‌ها (سطح مرجع یا بایاس) را فراهم کرده و محدوده‌های تصمیم‌گیری را مشخص می‌نماید.

روش بلند-آلتمن فقط برای دو دسته از داده‌ها به کار می‌رود و اختلاف دو دسته از داده‌ها را نسبت به میانگین دو دسته از داده‌ها (برای هر جفت واقعی-مرجع) می‌سنجد. زمانی یافته‌های نمودار بلند-آلتمن همخوانی بیشتری را نشان می‌دهند که میانگین اختلاف‌های دو روش به صفر نزدیکتر باشند و نقاط پراکندگی کمتری از یکدیگر داشته باشند. در عمل خطوط $1/96SD \pm SD$ همان انحراف استاندارد اختلاف‌ها و نشانگر نوسانات تصادفی رخ داده شده حول خط میانگین است) رسم می‌شوند و هنگامی که کلیه نقاط در فاصله این دو خط قرار گیرند، می‌توان گفت دستگاه دارای اطمینان‌پذیری مناسب و قابل قبولی است. ما این کار را برای اندازه‌گیری‌های انجام شده روی میزان دوز شربت ارائه شده توسط یک دستگاه، انجام داده‌ایم که نتیجه آن در شکل ۶ ارائه شده است. لازم به ذکر است که دستگاه مورد آزمون مدتی در حال کار بوده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اغلب نقاط در محدوده مشخص شده قرار گرفته‌اند. بیشترین خطاها در دوزهای

کمتر از ۵ میلی لیتر مشاهده می شود با این حال ماکزیمم درصد خطای دستگاه بیشتر از ۶ درصد نیست.



شکل ۶: نمودار بلند-آلتمن برای صحت عملکرد دستگاه کار کرده

۱۳۱

131

باید توجه کرد که شربت متادون دارای خاصیت چسبندگی است و در طول زمان بر عملکرد پمپ دستگاه اثر می گذارد و مسیرهای عبور شربت در این دستگاه نیاز دارد که مرتب (روزانه) مورد شستشو قرار گیرد و به صورت دوره ای کالیبره شود. اهمیت کالیبراسیون در دوزهای کم مشخص خواهد شد. شکل ۷ خطای اندازه گیری دستگاه در شرایطی که دستگاه تازه کالیبره شده را نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری

استفاده از متادون درمانی و تاثیر آن بر کاهش جرم و جنایت توسط محققین مختلفی مورد تاکید قرار گرفته (روسولیلو، منیروزامن، مک کندلس، پترسون، زومرس، ۲۰۱۸)؛ روسولیلو، منیروزامن، زومرس، ۲۰۱۸) اما تجویز و استفاده از متادون باید کاملاً به طور کنترل شده انجام شود. به همین لحاظ لزوم بهره گیری از سیستم های اتوماتیک توزیع

متادون در این زمینه مطرح شده است. با توجه به اهمیت موضوع اعتیاد و اثرات آن بر اشخاص معتاد و جامعه، در این پژوهش برای اولین بار یک سیستم شبکه‌ای اتوماتیک توزیع شربت متادون (با بهره‌گیری از اصول سلامت الکترونیک و زیرساخت‌های ICT) به منظور استفاده در یک کلینیک درمان اعتیاد طراحی شد و انواع مختلفی از آن ساخته شد. در نهایت آخرین نسخه این دستگاه در چند مرکز درمانی روی حدود ۱۰۰ نفر از بیماران مورد ارزیابی قرار گرفت. برای طراحی و ساخت این دستگاه جنبه‌های مختلفی در نظر گرفته شد که در ذیل مجموعه اصول حاکم بر طراحی این دستگاه بیان می‌شود:

۱- مشخصات کلی این سیستم با توجه به آئین‌نامه وزارت بهداشت برای مراکز درمان اعتیاد (معاونت سلامت وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، ۱۳۸۴) و روش‌های غیر اتوماتیک به کار گرفته شده در یکی از مراکز تأیید شده ترک اعتیاد کشور، تعیین شد. در عین حال استاندارد دی که در کشور استرالیا برای کلینیک‌های ترک اعتیاد با متادون تدوین شده از نظر محتویات کلی که برای درج مشخصات و گزارشات می‌توان استفاده کرد، مورد نظر قرار گرفت (دپارتمان سلامتی، ۲۰۰۶).

۲- استفاده از استانداردهای عمومی تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی پزشکی و آزمایشگاهی برای طراحی سخت‌افزار سیستم مورد نظر قرار گرفت. این استانداردها جنبه‌های ایمنی عمومی دستگاه‌های الکتریکی پزشکی را بیان می‌کنند. لازم است در انتها، به محدودیت‌های این تحقیق اشاره کرد. به منظور دستیابی به دقت و صحت اندازه‌گیری شده در این مقاله برای دراز مدت، به علت ماهیت شربت متادون، نیاز به شستشوی مرتب و کالیبراسیون دوره‌ای وجود دارد و اکیداً توصیه می‌شود. همانطور که از مقایسه شکل‌های ۶ و ۷ مشخص می‌شود، کالیبراسیون دستگاه می‌تواند تا ۳ برابر به بهبود صحت عملکرد دستگاه کمک کند. همچنین در قسمت نتایج می‌توان مشاهده کرد که عملکرد دستگاه در دوزهای دارویی کمتر از ۵۰ میلی لیتر ممکن است تا ۳٪ خطا داشته باشد که به علت نوع و ماهیت سنسور و الگوریتم کنترلی مورد استفاده است. البته این میزان خطا در مقابل مزایای

حاصل از این نوع دستگاه‌ها ناچیز است. با این حال می‌توان با ارتقای الگوریتم کنترلی آن را بهبود داد.

یکی دیگر از مشکلاتی که در کاربری این دستگاه مشاهده گردید و نیاز است که در آینده بهبود یابد، مصالحه ای است که بین سرعت پر کردن لیوان و پاشیدن مایع به بیرون از لیوان باید برقرار شود: کاربران این دستگاه تمایل دارند که هر چه سریع‌تر لیوان پر شود. با این حال در این دستگاه افزایش سرعت توزیع باعث شدت بر خورد قطرات به سطح مایع درون لیوان می‌شود و بنابراین پاشیدن قطرات به بیرون اتفاق می‌افتد که این خود باعث کاهش کارایی و دقت عملکرد دستگاه می‌شود.

در این دستگاه امکان اتصال به شبکه اینترنت نیز فراهم شده تا در آینده به منظور کنترل و نظارت بهتر بر عملکرد مراکز باز توانی معتادان، این سیستم از طریق شبکه ICT به شبکه اداره غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی پیوند خورد. همچنین با استفاده از این شبکه می‌توان پایگاه داده‌ای در رابطه نتایج اثربخشی روش‌های نگهدارنده مبتنی بر متادون ایجاد نمود. در مقاله لارنی، هیگمن، فیلین، دوینز^۱ (۲۰۱۸) ضرورت و اهمیت ایجاد چنین امکانی مورد تاکید قرار گرفته است. در تحقیقی که لیو^۲ و همکاران (۲۰۱۵) انجام دادند، بر این موضوع تاکید شد که اگر "برنامه جامع نظارت بر داورهای تجویز شده" وجود داشته باشد و قوانین امکان ورود اطلاعات مربوط به شربت متادون هر بیمار در این سامانه را برای مراکز درمان اعتیاد فراهم نمایند، آنگاه می‌توان انتظار داشت که از نرخ مرگ و میر ناشی از متادون کاسته شود.

منابع

معاونت سلامت وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی (۱۳۸۴). آئین نامه مرکز درمان سوء مصرف دارو - پروتکل درمان وابستگی به مواد افیونی با داروهای آگونیست. وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی.

نقیسی، وحیدرضا (۱۳۸۷). گزارش طرح پژوهشی طراحی و ساخت دستگاه توزیع شربت متادون. سازمان پژوهش‌های عملی و صنعتی ایران.

References

- Bronson, W. D. (2013). The North Carolina Controlled Substances Reporting System: a valuable tool for combating prescription drug misuse. *North Carolina medical journal*, 74(3), 249-253.
- Chou, R., Weimer, M. B., & Dana, T. (2014). Methadone overdose and cardiac arrhythmia potential: findings from a review of the evidence for an American Pain Society and College on Problems of Drug Dependence clinical practice guideline. *The journal of Pain: Official journal of the American Pain Society*, 15(4), 338-365.
- Cousein, E., Mareville, J., Lerooy, A., Caillau, A., Labreuche, J., Dambre, D., ... Coupé, P. (2014). Effect of automated drug distribution systems on medication error rates in a short-stay geriatric unit. *Journal of evaluation in clinical practice*, 20(5), 678-684.
- Csajka, C., Crettol, S., Guidi, M., & Eap, C. B. (2016). Population Genetic-Based Pharmacokinetic Modeling of Methadone and its Relationship with the QTc Interval in Opioid-Dependent Patients. *Clinical pharmacokinetics*, 55(12), 1521-1533.
- D'Aunno, T., Park, S. E., & Pollack, H. A. (2019). Evidence-based treatment for opioid use disorders: A national study of methadone dose levels, 2011-2017. *Journal of Substance Abuse Treatment*, 96, 18-22.
- Fanning, L., Jones, N., & Manias, E. (2016). Impact of automated dispensing cabinets on medication selection and preparation error rates in an emergency department: A prospective and direct observational before-and-after study. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 22(2), 156-163.
- Gad, S. C., & McCord, M. G. (2008). *Safety evaluation in the development of medical devices and combination products*, chapter 17, third edition, informa health press.
- Garrelts, J. C., Koehn, L., Snyder, V., Snyder, R., & Rich, D. S. (2001). Automated medication distribution systems and compliance with Joint Commission standards. *American journal of health-system pharmacy*, 58(23), 2267-2272.
- Ghertner, R. (2018). U.S. county prevalence of retail prescription opioid sales and opioid-related hospitalizations from 2011 to 2014. *Drug Alcohol Dependence*, 194, 330-335.
- Goedecke T, Ord K, Newbould V, Brosch S, Arlett P (2016). Medication Errors: New EU Good Practice Guide on Risk Minimisation and Error Prevention. *Drug Safety*, 39(6), 491-500.
- Gorgich, E. A., Barfroshan, S., Ghoreishi, G., & Yaghoobi, M. (2016). Investigating the Causes of Medication Errors and Strategies to Prevention

- of Them from Nurses and Nursing Student Viewpoint. *Global Journal of Health Science*, 8(8), 54448. DOI: 10.5539/gjhs.v8n8p220.
- Keers, R. N., Plácido, M., Bennett, K., Clayton, K., Brown, P., & Ashcroft, D. M. (2018). What causes medication administration errors in a mental health hospital? A qualitative study with nursing staff. *PLoS One*, 26, 13(10):e0206233. DOI: 10.1371/journal.pone.0206233.
- Larney, S., Hickman, M., Fiellin, D. A., Dobbins, T., Nielsen, S., Jones, N. R., & Degenhardt, L. (2018). Using routinely collected data to understand and predict adverse outcomes in opioid agonist treatment: Protocol for the Opioid Agonist Treatment Safety (OATS) Study. *BMJ Open*, 5, 8(8), e025204. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-025204.
- Leahy, I. C., Lavoie, M., Zurakowski, D., Baier, A. W., & Brustowicz, R. M. (2018). Medication errors in a pediatric anesthesia setting: Incidence, etiologies, and error reduction strategies. *Journal of Clinical Anesthesia*, 49, 107-111. DOI: 10.1016/j.jclinane.2018.05.011.
- Lev, R., Petro, S., Lee, A., Lee, O., Lucas, J., Castillo, E. M., ... Vilke, G. M. (2015). Methadone related deaths compared to all prescription related deaths. *Forensic Science International*, 257, 347-352. DOI: 10.1016/j.forsciint.2015.09.021.
- Li, D. J., Chung, K. S., Wu, H. C., Hsu, C. Y., & Yen, C. F. (2018). Predictors of sleep disturbance in heroin users receiving methadone maintenance therapy: a naturalistic study in Taiwan. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 14, 2853-2859.
- Lin, C. Y., & Hsieh, P. J. (2017). Development of an Automatic Dispensing System for Traditional Chinese Herbs. *Journal of Healthcare Engineering*, 9013508. DOI: 10.1155/2017/9013508.
- Madden, M. E., & Shapiro, S. L. (2011). The methadone epidemic: methadone-related deaths on the rise in Vermont. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 32(2), 131-135. DOI: 10.1097/PAF.0b013e3181e8af3d.
- Martins, S. S., Sampson, L., Cerdá, M., & Galea, S. (2015). Worldwide Prevalence and Trends in Unintentional Drug Overdose: A Systematic Review of the Literature. *American Journal of Public Health*, 105(11), 29-49.
- Nguyen, M. R., Mosel, C., & Grzeskowiak, L. E. (2018). Interventions to reduce medication errors in neonatal care: a systematic review. *Therapeutic Advances in Drug Safety*, 9(2), 123-155.
- NSW health department (2006). Opioid Treatment Program: Clinical Guidelines for methadone and buprenorphine treatment. Retrieved from: http://www0.health.nsw.gov.au/policies/gl/2006/GL2006_019.html.
- Oswald, S., & Caldwell, R. (2007). Dispensing error rate after implementation of an automated pharmacy carousel system. *American*

- journal of health-system pharmacy: AJHP: official journal of the American Society of Health-System Pharmacists*, 64(13), 1427-1431.
- Paulozzi, L. J., Strickler, G. K., Kreiner, P. W., & Koris, C. M. (2015). Controlled Substance Prescribing Patterns--Prescription Behavior Surveillance System. *MMWR. Surveillance Summaries*, 64(9), 1-14.
- Roman, C., Poole, S., Walker, C., Smit de, V., & Dooley, M. J. (2016). A 'time and motion' evaluation of automated dispensing machines in the emergency department. *Australasian Emergency Nursing Journal: AENJ*, 19(2), 112-117.
- Roughead, E. E., Semple, S. J., & Rosenfeld, E. (2016). The extent of medication errors and adverse drug reactions throughout the patient journey in acute care in Australia. *International journal of evidence-based healthcare*, 14(3), 113-22.
- Russolillo, A., Moniruzzaman, A., & Somers, J. M. (2018). Methadone maintenance treatment and mortality in people with criminal convictions: A population-based retrospective cohort study from Canada. *PLoS Medicine*, 15(7), e1002625. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002625.
- Russolillo, A., Moniruzzaman, A., McCandless, L. C., Patterson, M., & Somers, J. M. (2018). Associations between methadone maintenance treatment and crime: A 17-year longitudinal cohort study of Canadian provincial offenders. *Addiction*, 113(4), 656-667. DOI: 10.1111/add.14059.
- Seals, A. B. & Duffy, V. G. (2005). Toward development of a computer-based methodology for evaluating and reducing medication administration errors. *Ergonomics*, 48(9), 1151-1168.
- Temple, J., & Ludwig, B. (2010). Implementation and evaluation of carousel dispensing technology in a university medical center pharmacy. *American journal of health-system pharmacy: AJHP: official journal of the American Society of Health-System Pharmacists*, 67(10), 821-829.
- Vallecillo, G., Mojal, S., Roquer, A., Martinez, D., Rossi, P., Fonseca, F., ... Torrens, M. (2013). Risk of QTc prolongation in a cohort of opioid-dependent HIV-infected patients on methadone maintenance therapy. *Clinical Infectious Diseases: An official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 57(8), 1189-1194.
- Weimer, M. B., Korthuis, P. T., Behonick, G. S., & Wunsch, M. J. (2011). The source of methadone in overdose deaths in Western Virginia in 2004. *Journal of Addiction Medicine*, 5(3), 188-202.
- Wittich, C. M., Burkle, C. M., & Lanier, W. L. (2014). Medication errors: an overview for clinicians. *Mayo Clinic Proceedings*, 89(8), 1116-1125.