مقاله پژوهشی

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هشتم، شماره اول، بهار ۱۳۹۴، صفحات ۶۷ تا ۸۰

بررسی عوامل مؤثر بر تولید پسماند بیمارستان امام خمینی(ره) کرج و تحلیل پیش‌بینی روند تولید آن با استفاده از مدل سری زمانی ARIMA

افسانه شهبازی[1*]، فرنوش باقری زنوز[2]، حبیبه ابومعاش زاده[3]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۷/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: *به‌دلیل وجود عوامل خطرساز و بیماری‌زا در پسماندهای بیمارستانی، این پسماندها نیاز به مدیریت دقیق و ویژه دارند. لذا هدف از این تحقیق، بررسی کمی و کیفی و هم‌چنین پیش‌بینی روند تولید پسماند بیمارستان امام خمینی(ره) کرج در آینده است.*

روش بررسی: *با نمونه‌برداری ماهانه از پسماندهای عادی، عفونی، دارویی و نوک تیز و برنده بیمارستان طی چهار سال (۱۳۸۹ الی ۱۳۹۲)، میزان کل پسماند و درصد انواع پسماند مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.*

یافته‌ها: *میانگین کل پسماند تولیدی طی چهار سال بیش از دو برابر افزایش داشته است. از بین انواع پسماند، بیش‌ترین میانگین‌های ماهانه به‌ازای هر تخت مربوط به پسماندهای عادی و عفونی بوده و به ترتیب ۴۸/۳ و ۴۶/۵ درصد از کل پسماند تولیدی طی چهار سال را به‌خود اختصاص داده‌اند. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تولید پسماند مربوط به فروردین و شهریور ماه بوده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که روند افزایشی تولیدی پسماند طی سال‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری دارند ($P<0/001$). نتایج آنالیز سری زمانی **ARIMA**، بیانگر ادامه روند افزایشی تولید پسماند تا ۶/۳ (kg/ bed. day) در آذرماه ۱۳۹۳ است.*

نتیجه‌گیری: *تولید پسماند در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج با افزایش میانگین تولید از ۲/۹۸ به ۴/۴۴(kg/ bed. day) به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲ نشان‌دهنده روند افزایشی در تولید پسماند است. مدل سری زمانی **ARIMA** افزایش ۱/۵ برابری تولید پسماند در پاییز ۱۳۹۳ را نسبت به میانگین چهارساله نشان داد که این پیش‌بینی روند تولید پسماند برای برنامه‌ریزی، بهینه‌سازی منابع مورد نیاز و طراحی کلی استراتژی مدیریت پسماند بیمارستانی بسیار مفید است.*

واژگان کلیدی: پسماند بیمارستانی، کرج، آنالیز واریانس، تحلیل روند، ARIMA

۱- (نویسنده مسئول): دکترای محیط زیست، استادیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران a_shahbazi@sbu.ac.ir
۲- کارشناس ارشد محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۳- کارشناس بهداشت، بیمارستان امام خمینی (ره)، کرج

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

مقدمه

بیمارستان‌ها و مؤسسات بهداشتی ارائه‌کننده خدمات مراقبت برای بیماران هستند که همراه با رشد صنعت بهداشت و درمان، بهبود خدمات بهداشتی و استفاده گسترده از تجهیزات پزشکی یکبار مصرف، باعث تولید پسماندهای بیمارستانی در طول چند سال اخیر شده‌اند (۱، ۲). تقریبا ۷۵٪ تا ۹۰٪ پسماندهای بیمارستانی، از نوع پسماندهای خانگی و ٪۱۰تا ۲۵ باقیمانده، از پسماندهای خطرناک هستند (۳). در پسماندهای بیمارستانی به طور بالقوه مواد عفونی و خطرناک (به‌عنوان مثال، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، ویروس HIV، ویروس هپاتیت B و C، آنتی بیوتیک‌ها، داروهای سیتوتوکسیک (ضد سرطان)، فلزات سنگین و غیره وجود دارد (۴). اجزای عفونی در پسماندهای بیمارستانی می‌تواند یک خطر بالقوه برای بیماران، کارکنان بیمارستان، ملاقات کننده‌ها و حتی محیط اطراف بوجود آوردند (۱). بنابراین پسماندهای بیمارستانی را به طور کلی به دو بخش خطرناک و غیر خطرناک تقسیم نموده‌اند. بخش غیرخطرناک این پسماندها شبیه به پسماند خانگی است که شامل کاغذ، مقواهای بسته بندی، شیشه، بقایای مواد غذایی و سایر مواد بی‌اثر هستند. به این بخش از پسماندهای بیمارستانی، پسماند عادی یا شبه خانگی نیز می‌گویند. بخش دیگر که به عنوان پسماند خطرناک در نظر گرفته می‌شوند حاوی مواد سمی، مضر، سرطان‌زا و عفونی است. پسماندهای خطرناک بر اساس خصوصیات و محل تولید، به پسماند آسیب شناسی، پسماند عفونی، پسماند دارویی، پسماند شیمیایی، پسماند نوک تیز، پسماند فلزات سنگین، پسماند ژنوتوکسیک، ظروف تحت فشار و پسماند رادیواکتیو که تابع مقررات جداگانه‌ای است، تقسیم شده‌اند (۱، ۳). نرخ تولید پسماندهای بیمارستانی در کشورهای مختلف متفاوت است. در میان کشورهای همسایه، ترکیه با میزان (kg/ bed. day) ۲/۳۵ بیش‌ترین نرخ تولید پسماند بیمارستانی را به خود اختصاص داده است (۱۲-۴).

امروزه در کشورهای در حال توسعه عدم سرمایه‌گذاری مالی ناکافی، فقدان آگاهی و شناخت از پسماند بیمارستانی و فقدان کارکنان پزشکی آموزش دیده، مدیریت پسماند بیمارستانی را به یک چالش تبدیل نموده است (۱۳). یکی از ارکان اصلی مدیریت پسماندهای بیمارستانی و از ضرورت‌های نظام سلامت، آگاهی از مقادیر کمی و کیفی این پسماندها و هم‌چنین برآورد و تخمین نرخ تولید آن‌ها به منظور تصمیم‌گیری صحیح در زمینه مدیریت این گروه از پسماندهای ویژه است. مدیریت صحیح پسماندهای بیمارستانی به شدت بر شرایط و اوضاع فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی تاثیرگذار است.

تا کنون مطالعات متعددی در زمینه بررسی کیفی و کمی پسماندهای بیمارستانی در ایران صورت گرفته است. در تحقیقی با مراجعه به بیمارستان‌ها، میزان کل، سرانه و درصد اجزای فیزیکی پسماند بیمارستان‌ها مورد بررسی قرار گرفت (۱۵). میانگین پسماند عفونی در این تحقیق ۱/۰۵ گزارش گردید که درصد وزنی پلاستیک، پارچه، کاغذ، شیشه و اشیاء نوک تیز در این نوع پسماند، به ترتیب ۶۰/۰۵، ۲۰/۲۲، ۱۲/۵، ۴/۴۸ و ۳/۱۷ بدست آمد. در مطالعه‌ای در شهر اهواز، از دو بیمارستان شفاء و گلستان طی فصل‌های زمستان و بهار نمونه‌برداری انجام شد (۱۶). در هر ماه بصورت ۷ روز اتفاقی، نمونه‌های پسماند مورد اندازه‌گیری وزنی، حجمی، دانسیته و آنالیز فیزیکی قرار گرفت. مقایسات بین دو بیمارستان از طریق آزمون آماری تی مستقل و نرم افزار اکسل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی در بیمارستان شفاء نشان داد که منسوجات با ۲۳٪ بیش‌ترین، و پسماندهای دارویی کم‌ترین سهم را در تولید پسماند عفونی این بیمارستان دارد. در بیمارستان گلستان، منسوجات با ۲۶٪ بیش‌ترین و پسماندهای دارویی، پسماندهای غیر عفونی و نوک تیز و برنده هر سه با ۱٪ کم‌ترین سهم را در تولید پسماندهای عفونی این بیمارستان دارد. پیش‌بینی روند تولید پسماند بیمارستانی و آنالیز آن با استفاده از مدل‌های سری زمانی از اقدامات نوین مدیریتی و یکی از موثرترین تکنیک‌های مدیریت پسماند در جهان محسوب می‌گردد (۱۷). در فنلاند با جمع‌آوری یک دوره بسیار بلند مدت از میزان تولید پسماند (دوره ۴۰ ساله) به پیش‌بینی روند تولید با استفاده از مدل سری زمانی ARIMA پرداختند (۱۸). Li و همکاران (۲۰۱۱)، شهر بیجینگ را از

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

نظر جوامع شـهروندی به چند گروه شامل مردم عادی، جوامع عمرانی، غیر عمرانی، بازنشستگان و دانشجویان و دانش‌آموزان تقسیم وآنالیز روند تولید پسماند را بر روی داده‌های پنج ساله (۲۰۰۴ تـا ۲۰۰۸) هر گروه انجام دادند. نتایج تحقیق حاکی از افزایش دو برابری نرخ تولید پسـماند در مردم عادی و کاهش نرخ تولید پسـماند در دانشـجویان و دانش‌آموزان در دو سال آتی بوده است (۱۹).

با بررسـی دقیق پیشـینه تحقیق در ایران، تا کنون مطالعه‌ای در زمینه بررسی اثرات سالانه و فصلی بر تولید پسماند بیمارستانی و تحلیل پیش‌بینی روند تولید آن با استفاده از مدل سری زمانی ARIMA صورت نگرفته است و مطالعه حاضر اولین تحقیق در این زمینه اسـت. با توجه بـه کمی اطلاعات در زمینه تولید پسماندهای بیمارسـتانی و بخصوص پسماند تفکیک شده در ایران، هدف مطالعه حاضر بررسـی کمیت پسماند بیمارستانی تفکیک شـده در بیمارسـتان امام خمینی(ره) کـرج و مطالعه اثرات سـالانه و فصلی بر انواع پسماند بیمارستانی و هم‌چنین تحلیل پیش‌بینی روند تولید آن با اسـتفاده از مدل سری زمانی ARIMA است. هدف از تحلیل سری زمانی تعیین قانونمندی و شناسایی رفتار تولید پسماند جهت پیش بینی تغییرات آن در آینده است.

مواد و روش‌ها

– مشخصات بیمارستان مورد مطالعه

شـهر کرج طی دهه‌های اخیر شـاهد افزایش سریع جمعیت، افزایـش تعداد مراکز بهداشـتی و درمانـی و هم‌چنین افزایش مقادیر پسـماندهای بیمارسـتانی و در نتیجه انـواع مخاطرات بهداشـتی و محیـط زیسـتی ناشـی از آن بوده اسـت (۲۰). بیمارسـتان امام خمینی(ره) کرج در سـال ۱۳۷۰ تاسیس شده اسـت. این بیمارسـتان در حال حاضر دارای ۱۵۰ تخت فعال بـوده و دارای بخش‌های جراحی (زنان و مـردان)، ارتوپدی، زنـان و زایمان، CCU -ICU، آنژیوگرافی، جراحی قلب باز، بخش اورژانس و اتاق عمل است.

– جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور اعمال مدیریت مناسـب، پسـماندهای تولید شده در بیمارسـتان امام خمینی(ره) به چهار گروه پسماند عادی (شبه خانگی)، پسماندهای عفونی، پسماندهای دارویی و پسماندهای نوک تیز و برنده تقسـیم و به تفکیک جمع‌آوری می‌شوند. در این تحقیق طی چهار سال (۱۳۹۲–۱۳۸۹)، پسماندهای تفکیک شده بیمارستان از نظر کمی آنالیز و داده‌های مربوطه جمع‌آوری گردید. برای این منظور طی چهار سال هر ماه به طور تصادفی در ۷ روز با نظارت کارشناس بهداشت بیمارستان مقادیر کمی پسـماندهای عفونی، عادی (شبه خانگی)، پسماندهای دارویی و پسـماندهای نـوک تیز و برنـده با اسـتفاده از روش توزین بوسیله باسکول تعیین و متوسط تولید هر نوع پسماند برحسب kg/ bed. day محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور بررسـی اثر سـال و فصل بر میزان تولید انواع پسـماند بیمارستان با استفاده از آنالیز تجزیه واریانـس (ANOVA) در برنامـه STATISTICA 8.0 انجام شد. هم‌چنین با استفاده از آماره توکی (Tukey-HSD) در آزمون Post-hoc، میانگین‌های سـالانه در هر نوع پسماند مورد مقایسه قرار گرفتند.

به منظور تحلیل روند تولید پسـماند در این بیمارسـتان، آنالیز تحلیل سـری زمانی بر روی داده‌های ۴۸ ماه از سال ۸۹ تا ۹۲ در برنامه STATISTICA 8.0 انجام شد. معمولا تحلیل یک سری زمانی از سه مرحله تشکیل شده است که عبارت از بررسی ماهیت داده‌ها و بررسی تغییرات فصلی و تغییرات دوره‌ایی در آن‌ها، انتخاب بهترین مدل سـری زمانی، و اعتبارسـنجی مدل اسـت. تغییـرات دراز مدت در میانگین سـری زمانی را روند گویند که معمولا حالت صعودی یا نزولی دارد. تغییرات فصلی شـامل تغییراتی‌انـد کـه در دوره‌های تناوبی کوتـاه و در طی یک سـال پیش می‌آیند. این تغییـرات مربوط به عواملی‌اند که بطور منظم و چرخه‌ای روی یک دوره کمتر از یک سـال عمل می‌کنند. تغییرات دوره‌ای شامل حرکات نوسانی در یک سری زمانی بادوام بیشـتر از یک سـال است. یکی از شیوه‌های مدل سازی سری زمانی، الگو سازی با استفاده از تحلیل ARIMA (Autoregressive integrated moving average) بر

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

اساس روش باکس–جنکینز (Box–Jenkins) برای شناخت رفتارهای خطی و غیر خطی است. ARIMA از تلفیق سه جز p، d و q که به ترتیب مربوط به خود–همبستگی (AR) (Autoregressive)، اینتگرشین (I) (Integrated) و میانگین متحرک (MA) (Moving average) است تشکیل شده است.

مدل ARIMA بر اساس مقادیر خود–همبستگی متغیر در مجموعه داده جمع‌آوری شده بصورت ARIMA(p,0,0) نشان داده می‌شود و معادله مدل آن بصورت زیر است (۲۱).

$$Y_t = \theta_0 + \emptyset_1 Y_{t-1} + \emptyset_2 Y_{t-2} + \cdots + \emptyset_p Y_{t-p} + e_t$$

که در آن p تعداد دوره خود–همبستگی، Y_t خروجی پیش‌بینی، Y_{t-p} مشاهده در زمان t-p و Φ_1، Φ_2، .... و Φ_p مجموعه (دسته) قطعی پارامترها است. Φ بوسیله رگرسیون خطی مشخص می‌شود. θ_0 ثابت معادله و e_t خطای رگرسیون است. این مدل تنها بستگی به مقادیر p در گذشته دارد.

مدل ARIMA بر اساس مقادیر میانگین متحرک متغیر بصورت ARIMA(0,0,q) نشان داده می‌شود و معادله مدل آن بصورت زیر است.

$$Y_t = \mu - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \cdots - \theta_q e_{t-q} + e_t$$

که در آن q تعداد دوره میانگین متحرک، θ_1 ، θ_2، ... و θ_q وزن‌های قطعی یا پارمترهای مجموعه، و μ میانگین سری داده است. این مدل سری زمانی تنها بستگی به مقادیر q در گذشته دارد.

مدل ARIMA بر اساس مقادیر خود–همبستگی (بر اساس داده‌ها) و میانگین متحرک متغیر بصورت ARIMA(p,0,q) نشان داده می‌شود و معادله مدل آن بصورت زیر است.

$$Y_t = \theta_0 + \emptyset_1 Y_{t-1} + \emptyset_2 Y_{t-2} + \cdots + \emptyset_p Y_{t-p} + \mu - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \cdots - \theta_q e_{t-q} + e_t$$

که در آن p و q به ترتیب تعداد دوره خود–همبستگی و میانگین متحرک متغیر و Y_t خروجی پیش‌بینی است. این مدل سری زمانی بستگی به مقادیر p و q در گذشته دارد.

قبل از انجام آنالیز ARIMA لازم است داده‌ها در ابتدا از نظر خود–همبستگی آنالیز شوند و درصورت مشاهده خود–همبستگی بالا از طریق عامل تفاضل (Differencing) تغییر شکل یابند.

یافته‌ها

– مقایسه میانگین‌های تولید چهار گروه پسماند

میانگین تولید هر یک از چهار گروه پسماند در بیمارستان امام خمینی(ره) شامل پسماند عادی (شبه خانگی)، پسماندهای عفونی، پسماندهای دارویی و پسماندهای نوک تیز و برنده در هر سال (۱۳۹۲–۱۳۸۹) و به‌ازای هر تخت در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که از نتایج مشخص است میزان تولید پسماند بیمارستانی به‌ازای هر تخت در این بیمارستان از سال ۸۹ تا ۹۲ از یک روند افزایشی پیروی می‌نماید (از ۲/۹۸ به ۴/۴۴ kg/ bed. day). در این بیمارستان بیش‌ترین مقدار تولید پسماند طی سال‌های ۱۳۹۲–۱۳۸۹ مربوط به سال ۹۲ و معادل (kg/ bed. day) ۴/۴۴ بوده است که ٪۳۰/۷ از کل پسماند تولیدی این چهار سال است.

جدول ۱– میانگین تولید چهار نوع پسماند در سال‌های ۹۲–۸۹ در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج به همراه نتایج آزمون توکی*

سال	نوع پسماند ($kg\ bed^{-1}\ day^{-1}$)				کل پسماند ($kg\ bed^{-1}\ day^{-1}$)	درصد از کل پسماند تولیدی طی چهار سال
	عادی	عفونی	دارویی	تیز و برنده		
۱۳۸۹	۱/۱۰^{a}	۱/۰۲^{a}	۰/۰۶^{a}	۰/۰۴^{a}	۲/۲۶^{a}	۱۵/۶
۱۳۹۰	۱/۹۷^{a,b}	۱/۷۹^{b}	۰/۰۹^{a,b}	۰/۰۳^{a}	۳/۸۴^{b}	۲۶/۵
۱۳۹۱	۱/۸۴^{b}	۱/۸۳^{b}	۰/۱۴^{a,b}	۰/۰۸^{b}	۳/۹۲^{b}	۲۷/۱

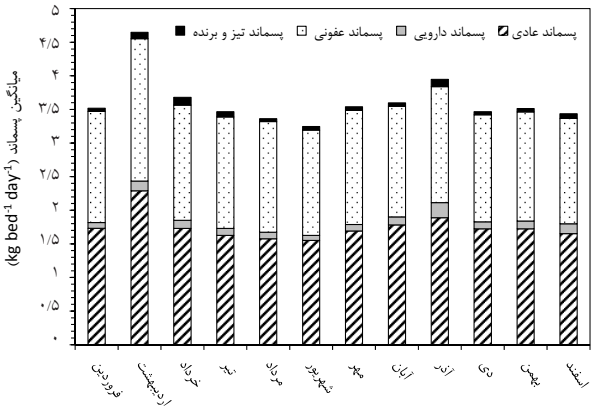
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

ادامه جدول ۱- میانگین تولید چهار نوع پسماند در سال‌های ۹۲-۸۹ در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج به همراه نتایج آزمون توکی*

سال	نوع پسماند ($kg\ bed^{-1}\ day^{-1}$)				کل پسماند ($kg\ bed^{-1}\ day^{-1}$)	درصد از کل پسماند تولیدی طی چهار سال
	عادی	عفونی	دارویی	تیز و برنده		
۱۳۹۲	۲/۰۸^{b}	۲/۱۰^{b}	۰/۱۸^{b}	۰/۱۳^{c}	۴/۴۴^{b}	۳۰/۷
جمع	۶/۹۹	۶/۷۳	۰/۴۸	۰/۲۷	۱۴/۴۶	۱۰۰

*میانگین‌های با حروف مشابه (c,b,a) در هر ستون بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

هم‌چنین میانگین تولید ماهانه چهار نوع پسماند طی چهار سال (۱۳۹۲-۱۳۸۹) در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- میانگین ماهانه تولید چهار نوع پسماند طی چهار سال (۱۳۹۲-۱۳۸۹) در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج

به منظور بررسی معنی‌دار بودن تغییرات سالانه تولید پسماند، آنالیز واریانس بر روی داده‌های کمی چهار گروه پسماند عادی (شبه خانگی)، پسماندهای عفونی، پسماندهای دارویی و پسماندهای نوک تیز و برنده انجام شد. قبل از تحلیل واریانس، ابتدا داده‌ها جهت آزمون همگنی واریانس با آماره لیون (Levene Test)، آزمایش شدند. نتایج تحلیل واریانس به منظور مقایسه میزان تولید چهار گروه پسماند بیمارستان امام خمینی(ره) در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس و بررسی تغییرات سالانه تولید چهار نوع پسماند در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج

نوع پسماند	نوع واریانس	جمع مربعات	درجه آزادی	آماره F	معنی داری(P)
عادی	بین گروهی	۷/۰۵	۳	۲۹/۲۷	<۰/۰۰۱
	درون گروهی	۳/۵۳	۴۴		
	کل	۱۰/۵۹	۴۷		
عفونی	بین گروهی	۷/۷۲	۳	۳۰/۶۲	<۰/۰۰۱
	درون گروهی	۳/۶۹	۴۴		
	کل	۱۱/۴۲	۴۷		
دارویی	بین گروهی	۰/۰۸	۳	۵/۰۵	<۰/۰۰۱
	درون گروهی	۰/۲۴	۴۴		
	کل	۰/۳۳	۴۷		
تیز و برنده	بین گروهی	۰/۰۷	۳	۱۲/۱۶	<۰/۰۰۱
	درون گروهی	۰/۰۹	۴۴		
	کل	۰/۱۷	۴۷		
کل پسماند	بین گروهی	۳۲/۰۳	۳	۳۲/۹۹	<۰/۰۰۱
	درون گروهی	۱۴/۲۳	۴۴		
	کل	۴۲/۲۶	۴۷		

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

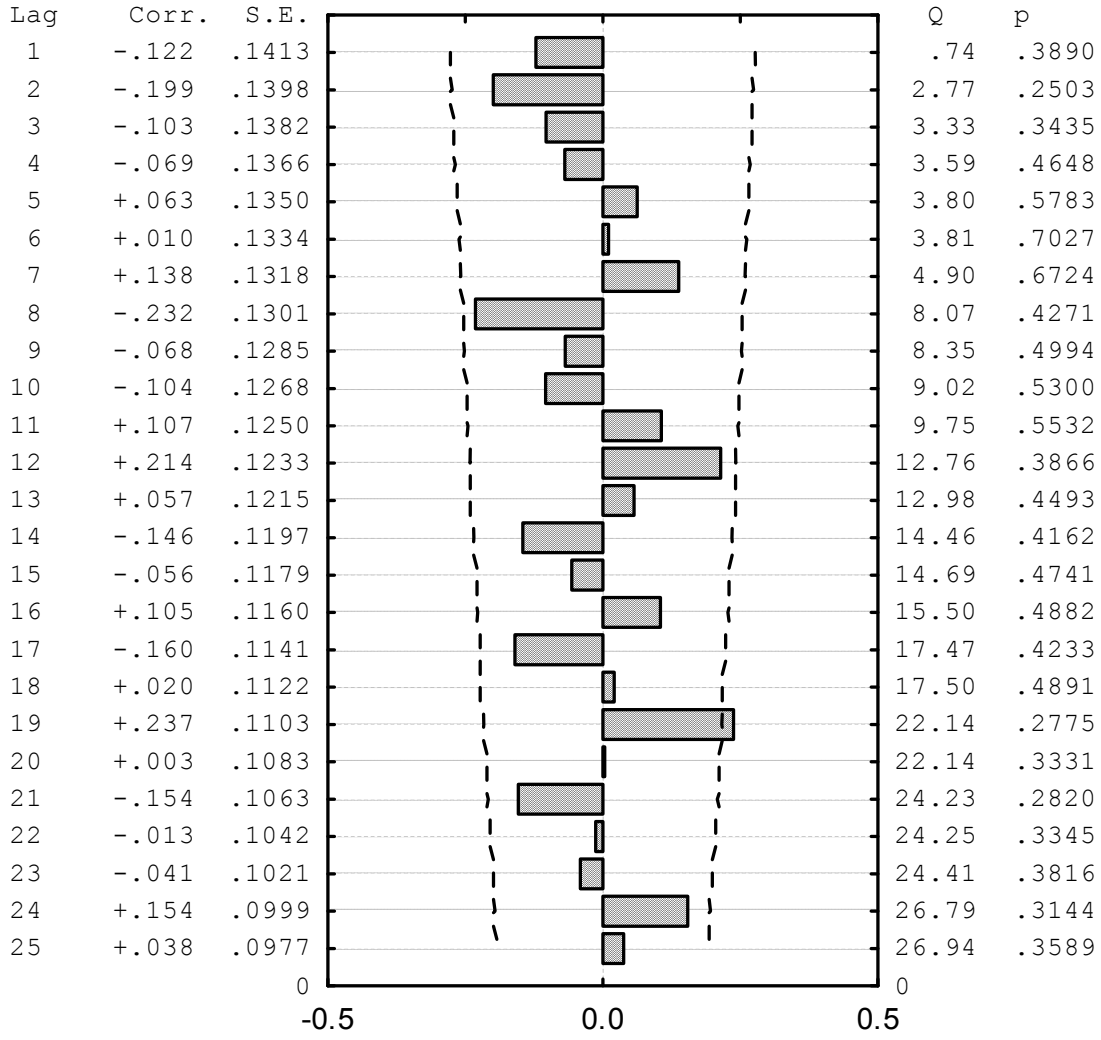
بـه منظور بررسـی و مقایسـه درون‌گروهی هر پسـماند و یا به‌عبارتی معنی‌داری تغییرات تولید هر نوع پسـماند طی چهار سال مورد مطالعه، آزمون Post-hoc و به روش توکی انجام و نتایج آن در جدول ۱ آورده شـده است. بر اساس نتایج آزمون Post-hoc (جدول ۱) میانگین پسـماند در تمام گروه‌ها (هر نوع پسماند) دارای تفاوت معنی‌دار است.

- آنالیز سری زمانی ARIMA

به دلیل اهمیت پیش‌بینی روند تولید پسـماند در مدیریت بهینه آن با استفاده از مدل سری زمانی به کمی‌سازی عوامل متغیر در مجموعه داده و بررسی امکان‌پذیر بودن بهره‌مندی از مجموعه داده جمع‌آوری شـده برای پیش‌بینی کوتاه مدت تولید پسماند پرداخته شـد. برای آنالیز سـری زمانی و پیش‌بینی روند تولید، ابتدا داده‌ها به لحاظ خود-همبستگی با استفاده از آماره ACF (Autocorrelation Function) آزمون شدند. نتایج آنالیز خود-همبسـتگی نشـان داد که داده‌ها دارای خود-همبستگی زیادی هسـتند. بطوری‌کـه ۷ تاخیر (Lag) ابتدایی از سـطح اطمینان ٪۹۵ تجاوز نموده‌اند. در این حالت هر مشـاهده بسیار مشـابه مشاهده قبلی اسـت بطوری‌که بیش‌ترین همبستگی در تاخیرهـای ابتدایی مشـاهده و با افزایش تاخیر همبسـتگی به صفر نزدیک می‌شود. استفاده از این داده‌ها سبب بروز اشتباه در فرایند مدلسازی سـری زمانی خواهد شد. لذا به منظور تثبیت تغییـرات و حذف خود-همبسـتگی قوی (وابسـتگی) داده‌ها تغییر شـکل یافتند. برای ایـن منظور ابتـدا از داده‌ها لگاریتم طبیعی گرفته شـد و سـپس از عامل تفاضل *((x=x-x(lag))* روی لگاریتم طبیعی داده‌های کل پسماند استفاده گردید. نتایج آزمون ACF بر روی داده‌های لگاریتمی تفاضل یافته در شکل ۲ آورده شـده است. همان‌طورکه از شـکل مشخص است نه تنهـا همگی تاخیرها در سـطح اطمینان ٪۹۵ قـرار دارند بلکه خود-همبسـتگی کاهش و در کل تاخیرها پخش شـده است. با توجه به نتایج بررسـی ماهیت داده‌ها، نتیجه‌گیری گردید که لازم است مدل‌سازی سـری زمانی، روی داده‌های تغییر شکل یافته انجام شـود. هم‌چنین از روی شکل ۲ به خوبی مشخص اسـت که داده‌ها از تغییـرات دوره‌ایـی (Seasonal serial dependency) با تاخیرهای ۴ و یا ۱۲ پیروی می‌کنند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

عامل خودهمبستگی کل پسماند ((ACF:In(x); D(-1))



شکل ۲- نتایج آنالیز خود-همبستگی (ACF) بر روی داده‌های تغییر شکل یافته
(خطوط نقطه چین حدود اطمینان در سطح ۹۵ درصد را نشان می‌دهند)

بدین ترتیب براساس بررسی ماهیت داده‌ها، ARIMA فصلی (lag=۴) روی لگاریتم طبیعی داده‌های تفاضل یافته انجام شد. دو پارامتر میانگین متحرک شامل فصلی (Qs) و غیر فصلی (q) تخمین زده شدند تا اثرات فصلی تولید پسماند و تفاضل تغییرات فصلی (lag=۴) و غیر فصلی (lag=۱) مشخص شود. نتایج مدل ARIMA در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج هر دو میانگین متحرک فصلی و غیرفصلی بسیار معنی‌دار هستند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

جدول۳- پارامترهای مدل سری زمانی **ARIMA** برای داده‌های چهارساله پسماند کل*

میانگین متحرک	مقدار	خطای استاندارد	مقدار t	Prob> t
q(1) غیر فصلی	۰/۵۰۳	۰/۱۳	۳/۸۱	<۰/۰۰۱
Qs(1) فصلی	۰/۶۵۸	۰/۱۱	۵/۸۹	<۰/۰۰۱

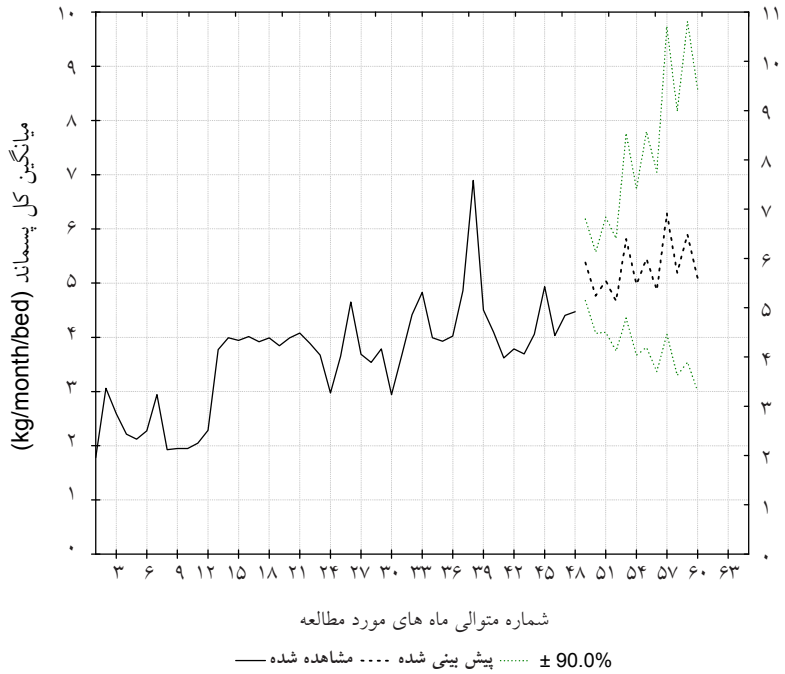
* Model:(0,1,1)(0,1,1), Seasonal lag: 4, MS Residual=0.06954

لذا بر اساس مدل بدست آمده میزان پسماند تولیدی با استفاده از مدل زیر قابل تخمین است.

$$Y_t=0/658\ Y_{t-1}+\mu\ -0/503e_{t-1}+e_t$$

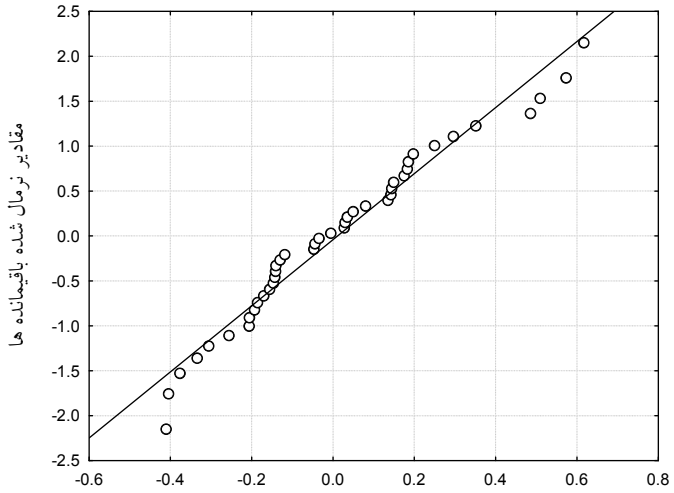
هم‌چنین بر اساس مدل بدست آمده و آخرین مشاهدات، روند تولید پسماند برای سال بعد پیش‌بینی گردید. نتایج پیش‌بینی روند تولید پسماند در سطح اطمینان ۹۰ درصد برای سال ۹۳ در شکل ۳ نشان داده شده است.

به‌منظور ارزیابی صحت و اعتبار سنجی مدل، لازم است دو فرض ضروری برای مدل ARIMA بررسی گردد. اول اینکه باقیمانده‌ها (تفاضل مقادیر مشاهده شده و تخمین زده شده) از توزیع نرمال پیروی کنند و دوم اینکه بین مقادیر باقیمانده همبستگی وجود نداشته باشد. فرض اول یعنی توزیع نرمال باقیمانده‌ها با استفاده از پلات احتمال نرمال بررسی و نتایج در شکل ۵ نشان داده شده است. از شکل ۴ به خوبی مشخص است که باقیمانده از توزیع نرمال پیروی می‌نمایند و فرض اول تایید می‌گردد. هم‌چنین با آنالیز ACF بر روی باقیمانده‌ها مشخص گردید باقیمانده‌ها مستقل از یکدیگرند و همبستگی ندارند (شکل ۵) لذا فرض دوم نیز قبول و مدل بدست آمده به لحاظ آماری مورد تایید قرار می‌گیرد.



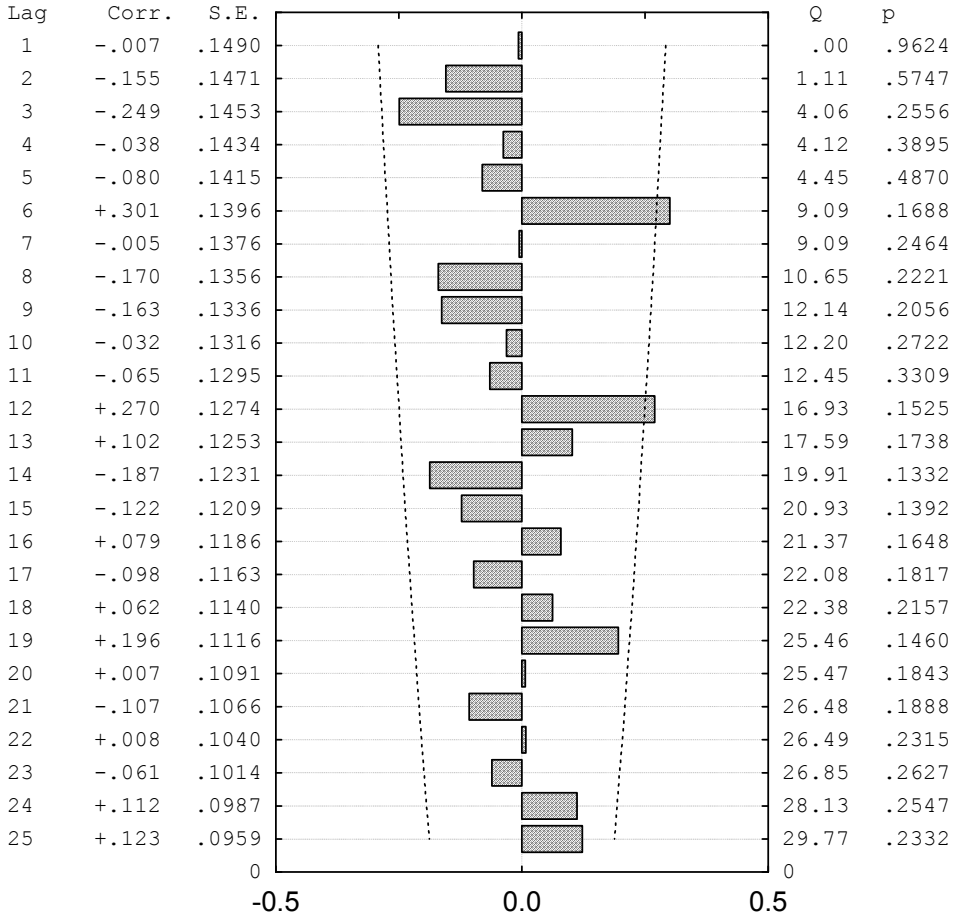
شکل ۳- نتایج آنالیز سری زمانی ARIMA بر روی داده‌های تغییر شکل یافته (خطوط نقطه چین حدود اطمینان در سطح ۹۵ درصد را نشان می‌دهند)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]



شکل ۴- پلات احتمال نرمال و توزیع نرمال باقیمانده‌ها

عامل خودهمبستگی کل پسماند- باقیمانده



Lag	Corr.	S.E.	Q	p
1	-.007	.1490	.00	.9624
2	-.155	.1471	1.11	.5747
3	-.249	.1453	4.06	.2556
4	-.038	.1434	4.12	.3895
5	-.080	.1415	4.45	.4870
6	+.301	.1396	9.09	.1688
7	-.005	.1376	9.09	.2464
8	-.170	.1356	10.65	.2221
9	-.163	.1336	12.14	.2056
10	-.032	.1316	12.20	.2722
11	-.065	.1295	12.45	.3309
12	+.270	.1274	16.93	.1525
13	+.102	.1253	17.59	.1738
14	-.187	.1231	19.91	.1332
15	-.122	.1209	20.93	.1392
16	+.079	.1186	21.37	.1648
17	-.098	.1163	22.08	.1817
18	+.062	.1140	22.38	.2157
19	+.196	.1116	25.46	.1460
20	+.007	.1091	25.47	.1843
21	-.107	.1066	26.48	.1888
22	+.008	.1040	26.49	.2315
23	-.061	.1014	26.85	.2627
24	+.112	.0987	28.13	.2547
25	+.123	.0959	29.77	.2332

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

بحث

با توجه به یافته‌های تحقیق میانگین تولید پسماند بیمارستان امام خمینی(ره) کرج تحت تاثیر فصل قرار داشته است. همان‌طور که از شکل ۱ مشخص است بیش‌ترین میزان تولید پسماند در اردیبهشت ماه اتفاق افتاده است. البته در هر سال نیز میانگین پسماند تولیدی نیز از الگوی مشابهی پیروی نموده است. یکی از دلایل اصلی زیاد بودن میزان تولید پسماند در اردیهشت ماه می‌تواند مراجعه بیشتر بیماران پس از تعطیلات و فراغت لازم باشد. پسماندهای عادی و عفونی بیش‌ترین میانگین‌های ماهانه به‌ازای هر تخت را به خود اختصاص داده‌اند و به ترتیب معادل ۴۸/۳ درصد و ۴۶/۵ درصد از کل پسماند تولیدی طی چهار سال هستند. پس از پسماندهای عادی و عفونی، پسماندهای دارویی بیش‌ترین سهم از کل پسماند تولیدی (۳/۳ و ۱/۸ درصد) را دارند. در مورد میانگین تولید فصلی چهار نوع پسماند طی چهار سال (۱۳۹۲-۱۳۸۹) نیز، میانگین مقدار تولید پسماند در بهار (۲۷/۲ درصد)، در پاییز (۲۵/۵ درصد)، در تابستان (۲۳/۲ درصد) و در زمستان (۲۳/۹ درصد) بوده است. در سال ۱۳۸۹ در تحقیقی وضعیت کیفی و کمی پسماند بیمارستان‌های شهر بابلسر مورد مطالعه قرار گرفت که میانگین پسماندهای عادی، عفونی و اشیای نوک تیز به‌ازای هر تخت بیمارستان به ترتیب ۱/۱، ۱/۰۵ و kg/ day ۰/۰۲۹ بدست آمد. میانگین پسماندهای عادی، عفونی و نوک تیز به ازای هر تخت بیمارستان امام خمینی کرج نیز به ترتیب ۰/۶۹، ۰/۶۷ و ۰/۰۲۷ در روز بدست آمد. مقایسه نتایج بدست آمده در این تحقیق با مطالعه مذکور نشان می‌دهد که میانگین تولید پسماندهای عادی و عفونی بیمارستان‌های شهر بابلسر، حدود ۱/۵ برابر میانگین تولید پسماند عادی و عفونی به ازای هر تخت بیمارستان، در مطالعه حاضر است. در حالیکه میزان میانگین پسماند نوک تیز تولید شده، با هم برابر است (۱۵). در مقایسه با سایر بیمارستان‌های ایران نیز مشاهده شد که نرخ پسماند تولیدی در بیمارستان امام‌خمینی (ره) کرج، تقریبا ۱/۵ برابر نرخ تولید پسماند در شهرهایی همچون اراک (۲/۹)، اهواز (۲/۵۴) و تهران (۲/۸۷) بوده و با نرخ تولید پسماند در استان فارس (۳/۹) و شهر کاشان (۳/۴۴) تقریبا برابر است (۲۲). اگرچه به منظور مقایسه دقیق‌تر نرخ تولید پسماند در شهرهای مختلف نیاز به بررسی بیمارستان‌های بیشتری در کرج است. متوسط نرخ تولید پسماند در بیمارستان‌های زنجان در سال ۱۳۹۰ را kg/ bed. day ۲/۴ گزارش نمودند که ۱/۴ برابر کمتر از متوسط پسماند تولید شده در سال مشابه در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج است (۲۳). یکی از دلایل بالا بودن نرخ تولید پسماند در بیمارستان مورد مطالعه را می‌توان جمعیت‌های شهرک‌های پراکنده در اطرف شهر کرج مانند محمدشهر، مشکین‌دشت، زرکان، گلشهر و غیره و وابستگی درمانی این مراکز جمعیتی به بیمارستان‌های قرار گرفته در شهر کرج است. هم‌چنین شهر کرج در مسیر مسافران شمال و غرب کشور قرار دارد و این امر سبب شده که بسیاری از فوریت‌های پزشکی جاده‌ایی و نیازمندی‌های درمانی مسافران را پوشش می‌دهد. از مقایسه نرخ تولید پسماند بیمارستانی (بر حسب kg/ bed. day) در این مطالعه با سایر کشورها و به‌خصوص کشورهای درحال توسعه نشان داد که، پسماند تولیدی در بیمارستان مورد مطالعه تقریبا بیش از دو برابر این میزان در بیمارستان‌های کشورهای بنگلادش (۱/۶۷-۰/۵۵)، هند (۱/۶۰) و تایلند (۱/۷۵)، چین (۰/۶۸) و تانزانیا (۰/۸۴) و تقریبا مساوی نرخ تولید پسماند در کشورهای ترکیه (۲/۳۵)، اردن (۳/۴۹-۱/۸۸) ، ژاپن (۲/۰۵) است (۱۲-۴).

مقایسه میانگین تولید سالانه هر یک از چهار نوع پسماند بر اساس تحلیل واریانس نشان داد که میزان تولید هریک از چهار گروه پسماند در سال‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری دارند ($P<0/001$ و $F>5$، جدول۲). افزایش معنی‌دار تولید پسماند حاکی از افزایش جمعیت و افزایش نیاز مردم به این مرکز درمانی طی چهار سال مورد مطالعه است. بررسی میزان تولید پسماند به تفکیک گروه‌های مورد مطالعه نشان داد که پسماند عادی سال ۸۹ بطور معنی‌داری کم‌تر از سال ۹۱ و ۹۲ بوده و بین سال‌های ۹۱ و ۹۲ روند افزایشی اختلاف معنی‌داری نداشته است. میزان تولید پسماند عفونی نیز بطور معنی‌داری کمتر از سه سال بعد از آن بوده است اما اختلاف معنی‌داری در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

روند افزایشی آن طی سال‌های ۹۰ تا ۹۲ مشاهده نگردید. میزان تولید پسماند دارویی در سال ۸۹ نیز بطور معنی‌داری کمتر از سه سال بعد از آن بوده است. میزان تولید پسماند تیز و برنده در سال‌های ۸۹ و ۹۰ اختلاف معنی‌داری نداشته است. اما روند افزایشی تولید پسماند تیز و برنده در سال‌های ۹۱ و ۹۲ با اختلاف معنی‌داری با یکدیگر و هم‌چنین نسبت به سال‌های ۸۹ و ۹۰ نیز با اختلاف معنی‌داری بیشتر بوده‌اند. افزایش دو برابری نرخ تولید پسماند از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ (از ۲/۲۶ به ۴/۴۴ kg/ bed. day)، می‌تواند بیانگر افزایش اهمیت مردم به مسایل بهداشتی و مراجعه بیشتر به مراکز درمانی را داشته باشد. البته دلیل دیگر می‌تواند افزایش رشد جمعیت کرج طی این چهار سال و عدم توسعه مراکز درمانی در این شهر بوده است.

پیش‌بینی روند تولید پسماند یکی از فاکتورهای موثر در مدیریت پسماند بیمارستانی است. لذا نتایج آنالیز کمی میانگین روز در ماه برای چهار نوع پسماند طی چهار سال در بیمارستان امام خمینی(ره) کرج برای پیش‌بینی کوتاه مدت تولید کل پسماند در این بیمارستان استفاده شد. بر اساس این پیش‌بینی میزان تولید کل پسماند در سال ۹۳ از یک روند افزایشی نسبت به سه سال گذشته پیروی می‌کند. بر اساس مدل بدست آمده، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تولید پسماند در روز به‌ازای هر تخت به ترتیب مربوط به آذر و تیر ماه ۹۳ و معادل ۶/۳ و ۴/۶ kg/ bed. day است که نسبت به سال گذشته به ترتیب ۱/۱ و ۰/۹ kg/ bed. day افزایش یافته است. هم‌چنین صحت مدل ارزیابی گردید. پیروی نمودن باقیمانده‌ها از توزیع نرمال و هم‌چنین مستقل بودن باقیمانده‌ها از یکدیگرند و همبستگی نداشتن آنها مؤید صحت و اعتبار مدل است. روند افزایشی و یا کاهشی تولید پسماند در یک بیمارستان بستگی به عوامل متعددی از جمله نرخ افزایش جمعیت، نرخ افزایش تسهیلات رفاهی و بهداشت خانوارها، و افزایش تعداد مراکز درمانی دارد. بطور مثال نتایج مطالعه‌ایی که در کشور فنلاند صورت گرفت نشان داد که نرخ تولید پسماند بر اساس مدل سری زمانی از یک روند کاهشی بسیار کندی پیروی می‌نماید (۱۸).

نتیجه‌گیری

پسماند تولیدی بیمارستان امام خمینی(ره) کرج از روند افزایشی برخوردار است. میزان تولید پسماند تحت تاثیر فصل و سال قرار دارد در این مطالعه از مدل سری زمانی ARIMA به منظور پیش بینی روند تولید پسماند بیمارستانی استفاده شد. روش پیش‌بینی ارائه شده در این مطالعه اجازه پیش‌بینی روند تولید پسماند را در سطح اطمینان ۹۰٪ برای سال ۹۳ داد که این پیش‌بینی برای برنامه ریزی، بهینه‌سازی منابع مورد نیاز و طراحی کلی استراتژی مدیریت پسماند بیمارستانی بسیار مفید است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی درون‌سازمانی دانشگاه شهید بهشتی به شماره ۲۳۶۴ با عنوان "بررسی کیفی و کمی پسماند بیمارستان امام خمینی(ره) کرج" است. نویسنده از همکاری معاونت محترم پژوهشی آن دانشگاه کمال سپاسگزاری را دارد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

منابع

1- Eker HH, Bilgili MS. Statistical analysis of waste generation in healthcare services: A case study. Waste Management and Research. 2011;29(8):791-96.

2- Jahandideh S, Jahandideh S, Asadabadi EB, Askarian M, Movahedi MM, Hosseini S, et al. The use of artificial neural networks and multiple linear regression to predict rate of medical waste generation. Waste Management. 2009;29(11):2874-79.

3- Prüss A, Townend W. Teacher's Guide: Management of Wastes from Health-Care Activities. Geneva: World Health Organization; 1998.

4- . Bdour A, Altrabsheh B, Hadadin N, Al-Shareif M. Assessment of medical wastes management practice: A case study of the northern part of Jordan. Waste Management. 2007;27(6):746-59.

5- Askarian M, Vakili M, Kabir G. Results of a hospital waste survey in private hospitals in Fars province, Iran. Waste Management. 2004;24(4):347-52.

6- Yong Z, Gang X, Guanxing W, Dawei J. Medical waste management in China: A case study of Nanjing. Waste Management. 2009;29(4):1376-82.

7- Tanaka M, Kaneko N, Takahara N, Shekdar AV. Sustainable health care waste management in Japan. Proceedings of International Solid Waste Association (ISWA) Congress; 2004 Sep 6-10, Rome, Italy.

8- Mato R, Kassenga G. A study on problems of management of medical solid wastes in Dar es Salaam and their remedial measures. Resources, Conservation and Recycling. 1997;21(1):1-16.

9- Patwary MA, O'Hare WT, Street G, Elahi KM, Hossain SS, Sarker MH. Quantitative assessment of medical waste generation in the capital city of Bangladesh. Waste Management. 2009;29(8):2392-97.

10- Adsavakulchai S. Study on waste from hospital and clinics in Phitsanulok. Online Journal of Health and Allied Sciences. 2002;3(3):1-11.

11- Eker HH, Bilgili MS, Sekman E, Top S. Evaluation of the regulation changes in medical waste management in Turkey. Waste Management and Research. 2010;28(11):1034-38.

12- Patil A, Shekdar A. Health-care waste management in India. Journal of Environmental Management. 2001;63(2):211-20.

13- Hossain MS, Santhanam A, Norulaini NN, Omar AM. Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment–A review. Waste Management. 2011;31(4):754-66.

14- Kerdsuwan S. Case study of using hospital waste incinerator in Thailand. Proceedings of the 93rd Annual Meeting and Exhibition, Air & Waste Manageement Association.; 2000 Jun 18-22; Salt Lake City, USA.

15- Amouyi A, Ghanami Z, Asgharnia H, Fallah H. The survey of qualitative and quantitative features of solid wastes in Babolsar in 2010. Proceedings of the Sixth National Conference and the 1st International Conference on Waste Management; 2011 Jun 3-5; Mashhad, Iran (in Persian).

16- Mousavi M, Takdastan A, Farokhian F. The survey of qualitative and quantitative of hospital wastes and developing a model to organize their management: Case study Golestan and Shafa hospitals in Ahvaz. Proceedings of the Sixth National Conference and the 1st International Conference on Waste Management; 2011 Jun 3-5; Mashhad, Iran (in Persian).

17- Navarro-Esbrı J, Diamadopoulos E, Ginestar D. Time series analysis and forecasting techniques for municipal solid waste management. Resources, Conservation and Recycling. 2002;35(3):201-14.

18- Sokka L, Antikainen R, Kauppi PE. Municipal solid waste production and composition in Finland - Changes in the period 1960–2002 and prospects until 2020. Resources, Conservation and Recycling. 2007;50(4):475-88.

19- Li Z-s, Fu H-z, Qu X-y. Estimating municipal solid waste generation by different activities and various resident groups: A case study of Beijing. Science of the Total Environment. 2011;409(20):4406-14.

20- Fazili A, Salehi E, Abdoli MA, Jafari HR, Sheikhpour M. Evaluation of hospital waste management process in Karaj hospitals. Journal of Environmental Studies, Ecology.2010;36(53):99-106 (in Persian).

21- Diaz-Robles LA, Ortega JC, Fu JS, Reed GD, Chow JC, Watson JG, et al. A hybrid ARIMA and artificial neural networks model to forecast particulate matter in urban areas: The case of Temuco, Chile.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

Atmospheric Environment. 2008;42(35):8331-40.
22- Dehghani MH, Fazelinia F, Omrani GA, Nabizadeh R, Azam K. Investigation of management status on medical wastes in public hospitals of Arak City. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(1):93-104 (in Persian).
23- Mohammadian Fazli M, Nassiri J, Nabizadeh R, Mehrasbi MR. Qualitative and quantitative assessment and management of hospital waste in Zanjan, Iran in 2011. Iranian Journal of Health and Environment. 2013;6(1):55-64 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]

The survey of effective factors on waste generation in Emam Khomaini hospital in Karaj and the analysis of the rate estimation using time series model ARIMA

A. Shahbazi[1]*, F. Bagheri Zonoz[2], H. Aboomaash-Zadeh[3]

[1]Assistant Prof., Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, G.C., Tehran, Iran
[2]MSc. in Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, G.C., Tehran, Iran
[3]Expert in Environmental health, Emam Khomeini hospital, Karaj, Iran

Received: 13 August 2014; Accepted: 14 October 2014

ABSTRACT

Background and Objectives: Although amount of hospital waste generation is less than urban waste generation, but because of health risks involved, these wastes need to be managed precisely and specifically. Therefore, the purpose of this study was to survey quality and quantity of waste generation in Emam Khomaini Hospital, Karaj, Iran and to estimate its generation process in future.

Materials and Methods: the total amount of different waste percentage and its weight were examined and analyzed through monthly sampling from segregated waste (including general, infectious, pharmaceutical, and sharp wastes) in Emam Khomaini Hospital in Karaj during four years (2010-2013).

Results: the hospital waste generation rate became double during four years of study. Among different types of waste, the highest monthly averages per bed for general and infectious waste was 48.3 and 46.5% respectively. In addition, the most and least amount of waste generation was observed in April and September respectively. Analysis of variance showed that the increasing trend of waste generation had a significant difference ($P<0.001$). Moreover, the estimate of waste generation process through ARIMA time series model represented continuation of increasing trend of waste generation up to 6.3 (kg bed^{-1} day^{-1}) on December 2014.

Conclusion: Waste generation in Emam Khomaini's hospital follows an increase trend (average generation from 2.98 to 4.44 kg bed^{-1} day^{-1} in 2010 to 2012 respectively, reflecting the increasing trend in the waste generation. ARIMA time series model shows that the waste generation rate would be 1.5 fold more in autumn 2014. Estimate of waste generation is necessary for planning and designing of waste management.

Keywords: hospital waste, Karaj, variance analysis, process analysis, ARIMA.

***Corresponding Author:** *a_shahbazi@sbu.ac.ir*
***Tel:** +98 21 22431971*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-22]