



## بررسی امکان سنجی استفاده از استریلایزر در تبدیل پسماند عفونی به پسماند عادی جهت انتقال توسط شهرداری ( مطالعه موردی استریلایزر مورد استفاده در استان مازندران )

معصومه ذلیکانی  
کارشناس محیط انسانی  
سید محسن کاظمی تبار  
کارشناس آزمایشگاه،  
محمدرضا کنعانی  
کارشناس مسئول سنجش از دور  
عباس حسن نتاج  
کارشناس محیط انسانی،  
رسول علی اشرفی پور  
مدیرکل حفاظت محیط زیست مازندران  
علی اکبر یداله‌ای  
معاون محیط زیست انسانی

### مقدمه

در حال حاضر مسئله مدیریت صحیح پسماندهای عفونی از مسائل مهم محیط زیست است که متأسفانه در اکثر مراکز درمانی شیوه‌های درست جمع‌آوری و دفع آن اجرا نمی‌شود. از طرفی مراکز بهداشتی درمانی که زباله‌های پزشکی تولید می‌کنند تعهد اخلاقی و قانونی دارند که این زباله‌ها را به نحوی که کمترین خطرات زیست‌محیطی و بهداشتی داشته باشد مدیریت بهداشتی نمایند. متأسفانه در صورت عدم مدیریت مناسب پسماندهای عفونی و اختلاط پسماندهای عفونی، نوک تیز و برنده و شیمیایی با پسماندهای شهری، خطرات و تبعات ناشی از دفع غیر بهداشتی زباله‌ها چند برابر می‌گردد و با توجه به محل نامناسب اکثر مراکز دفن و دسترسی حیوانات و حشرات موذی به محل‌های دفن زباله و انتشار آلودگی‌ها از طریق حیوانات، حشرات، تماس مستقیم و غیر مستقیم، هوا، بازیافت غیر مجاز و ... حساسیت و ضرورت توجه به این امر را دوچندان می‌نماید.

استان مازندران به دلیل شرایط ویژه اکولوژیکی با رطوبت، بارندگی و سطح ایستایی بالا، تعدد مناطق حساس زیستی و همچنین تراکم بالای جمعیتی و ارزش توریستی با ارزش‌های زیباشناختی، به عنوان یکی از مناطق با ارزش اکولوژیکی محسوب می‌شود، لذا حفظ عناصر اصلی زیست‌محیطی (آب، خاک، هوا) در جهت رسیدن به توسعه پایدار الزامی می‌باشد. در این راستا با توجه به اهمیت مدیریت

### چکیده

زباله‌ها به عنوان مخزن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا قادر به ایجاد آلودگی و عفونت‌اند، در صورتی که مدیریت پسماندها کافی و مناسب نباشد این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند از طریق تماس مستقیم، از راه هوا و ... یا به وسیله انواع ناقلین به دیگران منتقل شوند لذا می‌بایست مدیریت مناسب پسماند صورت گیرد که حداقل آلودگی و بیشترین بازدهی را درآورد. در صورتی که پسماندهای بیمارستانی با توجه به ماهیت عفونی و خطرناک بودن آنها با پسماندهای شهری مخلوط شده و تمهیدات مناسب به منظور دفع اصولی آن صورت نگیرد تبعات و خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی گسترده‌تری داشته و سلامت و حیات انسان و موجودات زنده و به طور کلی محیط زیست را به خطر خواهد انداخت. در استان مازندران با توجه به وضعیت خاص اکولوژیکی با وجود روش‌های مختلف دفع پسماندهای عفونی در دو بیمارستان استان به منظور تبدیل پسماندهای عفونی به پسماندهای عادی از روش استریلیزاسیون استفاده می‌گردد و مقدمات تهیه تعداد بیشتری از دستگاه‌های فوق نیز به منظور توسعه این روش دفع فراهم آمده که در این روش زباله‌ها پس از استریل شدن، جمع‌آوری و توسط شهرداری به محل دفن زباله انتقال داده می‌شوند که با توجه به اهمیت موضوع اختلاط زباله‌های عفونی با زباله‌های شهری، کارایی دستگاه‌های مورد استفاده در قابلیت ضد عفونی نمودن زباله‌ها بررسی شده است نتایج نشان می‌دهد با توجه به اینکه سعی شده است با روش فوق نسبت به تبدیل پسماندهای عفونی به پسماندهای شهری اقدام گردد ولی عملاً از لحاظ بهداشتی و عفونت‌زدایی و ایمنی افراد و احتمال انتقال بیماری‌های ویروسی روش مناسب و کاملی به شمار نمی‌رود و هم‌چنین از لحاظ اقتصادی و هزینه بالای راهبری، راندمان پایین، عدم قابلیت دستگاه برای امحاء لباس‌ها و بازجه‌های عفونی و دفع نمونه‌های پاتولوژی و ... استفاده از این روش را با تردید مواجه نموده و با توجه به اهمیت موضوع، لزوم نیاز به نگاه کارشناسی دقیق‌تر و همه‌جانبه را موجب می‌گردد.

واژگان کلیدی: پسماندهای عفونی، استریلیزاسیون، پسماندهای شهری، مازندران



## جدول شماره ۱، روش های رایج امحاء پسماندهای بیمارستانی

نام روش	روش کار	معایب	ملاحظات
سوزاندن	بالا بردن دما تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد	مصرف انرژی بالا ، مانیتورینگ دقیق، هزینه راهبری بالا، آلودگی هوا، نیاز به کاربر متخصص	سرمایه گذاری کم
مایکروویو	برخورد امواج رادیویی با فرکانس ۲۴۵۰ مگا هرتز توسط مگنوترون و ایجاد انرژی حرارتی	عدم اطمینان از ضد عفونی کامل ، انرژی بالا، جداسازی زباله های فلزی ، هزینه راهبری بالا	سرمایه گذاری زیاد
شیمیایی	خرد کردن زباله و افزودن مواد ضد عفونی کننده نظیر هیپو کلریت سدیم و در انتها تخلیه	عدم اطمینان از ضد عفونی کامل زباله ها	-
اتوکلاو	ورود بخار با دمای مشخص و تحت فشار و مدت زمان معینی به داخل محفظه	انرژی بالا، نیاز به بمبهای وکیوم قوی	سرمایه گذاری زیاد
دفن بهداشتی	دفن زباله های عفونی به صورت پکیج هایی در لایه های کاملاً واتر پروف شده با رعایت کلیه ملاحظات زیست محیطی	آلودگی منابع آبی و خاک در صورت عدم مدیریت مناسب	سرمایه گذاری متوسط

### انواع روش های دفع پسماندهای عفونی :

در حال حاضر با توجه به پیشرفت تکنولوژی و صنعت، روش های مختلفی برای امحاء پسماندهای عفونی به کار می رود که از آن میان می بایست با توجه به تکنولوژی کشور و شرایط اقلیمی و در نظرگیری کلیه شرایط برای استفاده از یک روش مناسب، روشی انتخاب شود که بیشترین کارایی و حداقل آلودگی را داشته باشد.

### روش کار

مدیریت مناسب و اصولی پسماندهای عفونی شامل مراحل مختلف تفکیک در مبدأ، جمع آوری، حمل و نقل، ذخیره موقت و دفع است که هر کدام از این مراحل به دلیل اهمیت آنها در مراکز درمانی و بیمارستانی استان مورد بررسی قرار گرفته ولی در مقاله حاضر که با هدف بررسی کارایی فعلی دستگاه اتوکلاو مورد استفاده در استان است تنها به آخرین مرحله که مرحله دفع می باشد اشاره شده است .

### منطقه مورد مطالعه

استان سرسبز مازندران با برخورداری از (۴/۳) درصد از جمعیت ایران با وسعت ۲۳۷۵۶ کیلومتر مربع معادل

مناسب پسماندها و همچنین با توجه به اهمیت اثراتی که آلودگی ناشی از زباله های عفونی بر این اکوسیستم برجای می گذارند، در این مقاله برآنیم، وضعیت کارایی روش دفع به کار گرفته شده به منظور استریل نمودن زباله های عفونی بیمارستانی و دفع نهایی آن به عنوان زباله غیر عفونی توسط شهرداری در استان مازندران مورد بررسی قرار گیرد .

در منابع مختلف برای پسماندهای بیمارستانی و انواع آنها تعاریف مختلفی ارائه شده است که بر اساس تعریف سازمان بهداشت جهانی پسماندهای بیمارستانی عبارتند از پسماندهایی که طی فرایند بهداشت و درمان تولید می شوند.

طبق تعریف زباله های تولیدی در بخش های مختلف بیمارستان معمولاً شامل موارد زیر می باشد.

• زباله های معمولی بیمارستانی که شامل زباله های مربوط به بسته بندی مواد و زباله های مربوط به پرسنل شاغل بیمارستان می باشد.

• مواد زائد دارویی که داروهای منقضی شده، محصولات جانبی درمان و داروهای فاسد شده و ... می باشد.

• مواد زائد شیمیایی که شامل جامدات، مایعات و گازهای زائد می باشد و این مواد در سه بخش مواد زائد سمی و مواد قابل احتراق و مواد واکنش دهنده تقسیم بندی می شوند.

• ظروف مشتعل تحت فشار که شامل قوطی های افشانه، گازهای کپسول شده و ... است.

• مواد زائد رادیو اکتیو که شامل جامدات، مایعات و گازها است.

• زباله های پاتولوژی و آسیب شناختی که شامل بافتها، ارگان ها، قسمت های مختلف بدن، مواد دفعی بدن مثل نمونه های مدفوع و ادرار و ... است.

به دلیل نوع، ماهیت و اهمیت زباله های تولیدی در مراکز درمانی و پزشکی پسماندهای پزشکی در تقسیم بندی کنوانسیون جهانی بازل در رده پسماندهای خطرناک قرار می گیرد که ماهیت خطرناک بودن آن به دلیل داشتن خواص زیر است:

• عوامل زنده بیماری زا

• ژئوتوکسیک بودن

• سم یا مواد شیمیایی یا دارویی خطرناک

• مواد پرتوزا

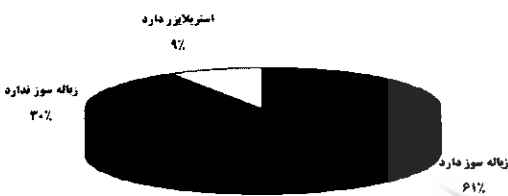
• اجسام برنده و نوک تیز



و علاوه بر آلودگی هوا با توجه به قرارگیری اکثر بیمارستان ها در بافت مسکونی مشکل مزاحمت برای مناطق مسکونی مجاور ایجاد نموده که استفاده از زباله سوز ها را با مشکل مواجه می نماید.

استریل کردن زباله با بخار که در این روش زباله بعد از خرد شدن استریل شده و سپس به همراه زباله های غیر عفونی توسط شهرداری دفع می شود که لازم است کیفیت زباله ها از لحاظ بهداشتی و زیست محیطی و بار آلودگی زباله های استریل شده سنجیده و مشخص گردد.

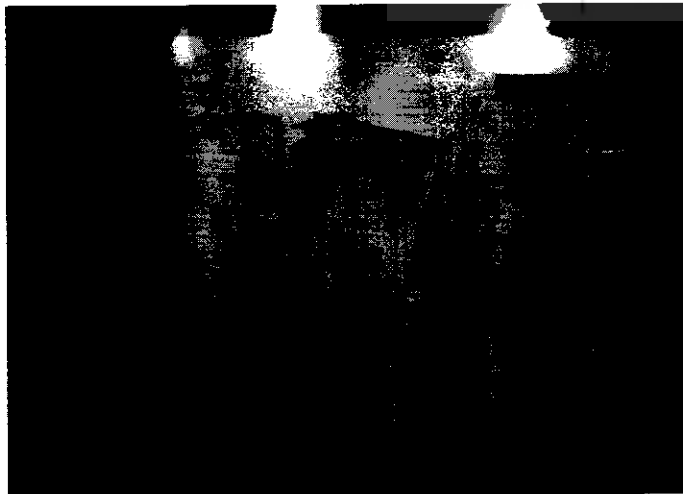
نمودار شماره ۱: وضعیت کلی مدیریت پسماندهای بیمارستانی استان



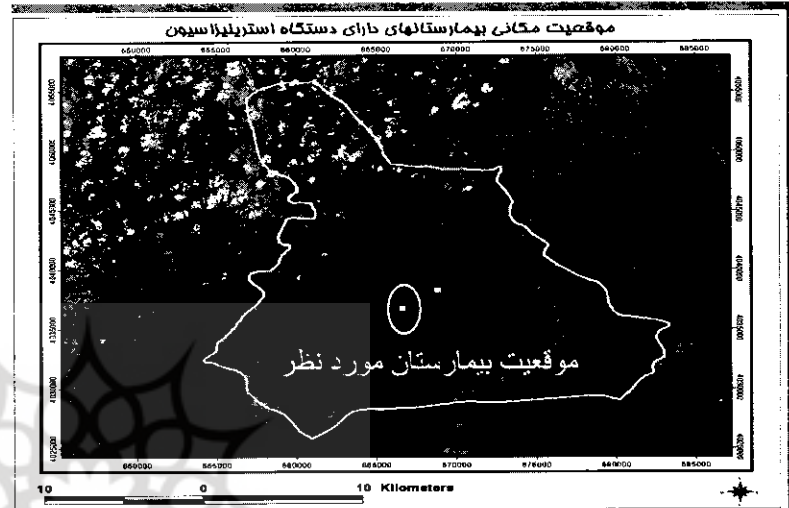
### شرح فرایند دستگاه استریلیزاسیون

فرایند اجرا شده به وسیله این سیستم بر اساس استریلیزاسیون با استفاده از بخار آب استوار است که پس از بارگذاری دستی، زباله ها توسط دو شافت گردان دندانه دار در جهت مخالف هم خرد می شوند، اندازه متوسط زباله ها به ابعاد ۴×۴ می باشد و زمان متوسط خرد کردن زباله ها ۰۳-۰۱ دقیقه به طول می انجامد که در مرحله بعدی درجه حرارت تا دمای ۱۳۸ درجه سانتی گراد افزایش یافته

تصویر شماره ۱، شمای کلی فرایند



(۱/۶۴) درصد کشور در شمال ایران به دریای مازندران، از شرق به استان گلستان، از غرب به استان گیلان و از جنوب به سلسله کوههای البرز و استانهای تهران، قزوین و سمنان محدود می شود. استان مازندران در تقسیمات جغرافیایی سال ۱۳۸۲ دارای ۱۵ شهرستان و ۴۳ بخش، ۴۶ شهر است.



### روش های دفع زباله های عفونی استان

در حال حاضر با توجه به شرایط اکولوژیکی، زیست محیطی و جغرافیایی استان و اهمیت مدیریت مناسب پسماندهای عفونی از لحاظ بهداشتی، زیست محیطی و زیبا شناختی، بررسیها نشان می دهد روش های رایج به کار گرفته در دفع پسماندهای عفونی شامل روش های زیر می باشد.  
دفع زباله های عفونی به همراه زباله های غیر عفونی

بیمارستان ( غیرمجاز ) توسط شهرداری که روش غیر معمول، غیر بهداشتی و غیرقانونی می باشد و موجبات آلودگی و بیماری را فراهم می نماید چرا که طبق قانون مدیریت پسماندها مسئولیت مدیریت مناسب پسماندهای عفونی بر عهده تولید کنندگان پسماندهای عفونی (مسئولین بیمارستان ها) می باشد.

سوزاندن زباله های عفونی توسط دستگاه زباله سوز که با توجه به بررسی های به عمل آمده اکثر زباله سوز های بیمارستانی یا از کار افتاده یا دود زا بوده



و با افزایش فشار تا ۴ bar زباله ها در دمای ۱۳۸ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه به منظور ضد عفونی شدن نگهداشته می شود سپس زباله ها به صورت ثقلی از دو دریچه اتوماتیک که در حفره پایینی دستگاه قرار دارد تخلیه شده و پس از جمع آوری در کیسه های پلاستیکی به عنوان زباله های غیر عفونی دفع می گردد.

### شرح آزمایش

همان طور که اشاره شد در بیمارستان های واجد دستگاه اتوکلاو زباله های عفونی پس از استریل و خرد شدن به عنوان زباله غیر عفونی قلمداد شده و توسط کارگران شهرداری به محل دفن زباله انتقال داده می شود که در این صورت می بایست زباله ها دارای شرایط مناسبی از لحاظ بهداشتی باشند، بدین منظور و برای بررسی امکان سنجی استفاده از دستگاه استریلایزر به عنوان روشی مناسب برای تبدیل پسماندهای عفونی به پسماندهای شهری نسبت به نمونه برداری از زباله استریل شده و انجام آزمایش های لازم در شرایط آزمایشگاهی اقدام گردید که در این روش ابتدا به بررسی و سنجش رفع آلودگی و عفونت از زباله ها و پسماندهای عفونی پرداخته شد که به روش Most Probably Number (MPN) با کمک محلول رینگر با کمک محیط کشت های آبگوشتی lactos brath و E.C brath حضور احتمالی هرگونه باکتری بررسی شد که پس از ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ و ۴۳ درجه سانتی گراد لوله های حاوی محیط کشت مثبت که حضور باکتری تایید گردید در محیط های کشت تأییدی، کشت داده شد که از جمله محیط های کشت مک کانکی آگار و Blood Agar و برای تکمیل تست و تایید حضور باکتری های انتریک و باسیلوسهای گرم منفی به خصوص از دسته انتروباکتریاسه از محیط های کشت TSI و SIM و ... جهت تکمیل آزمایش و اعلام حضور باکتری های گرم منفی انتروباکتریاسه مسجل و نوع و گونه آن نیز مشخص می گردد.

با اذعان به این نکته که دستگاه اتوکلاو مورد نظر در دمای ۱۳۸ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه با فشار ۴-۳ bar پسماندهای عفونی را پس از خرد نمودن استریل می نماید و عمل ترقیق و نمونه برداری در صورت تکرار و





دستگاه استریلیزاسیون با کارایی فعلی از جنبه های زیست محیطی، اقتصادی و بهداشتی به عنوان یک روش کلی برای دفع پسماندهای عفونی روش کاملی نمی باشد و با توجه به احتمال حضور عوامل بیماری زا و عفونت می بایست دقت لازم در خصوص رعایت موارد بهداشتی صورت پذیرد.

به طور کلی همان گونه که گفته شد یک روش دفع مناسب پسماند می بایست دارای شرایطی باشد که کمترین آلودگی و بهترین بازدهی را داشته باشد، گرچه در حال حاضر روش های مختلفی برای دفع پسماندها و بالاخص پسماندهای عفونی وجود دارد ولی استفاده از تکنولوژی روز دنیا در کشور و به تبع آن در استان مازندران می بایست با ارائه نظرات کارشناسی دقیق و در نظر گیری کلیه جوانب از قبیل شرایط اقلیمی منطقه، فرهنگ مردم، تخصص، تکنولوژی و درجه پیشرفت کشور، اثرات زیست محیطی و بهداشتی ناشی از استفاده از آن روش دفع، معایب و مزایا و ... مد نظر قرار گیرد.

به طور کلی در استفاده از یک روش دفع با توجه به نوع و قابلیت دفع پسماند موارد زیر می بایست مورد توجه قرار گیرد.

- شرایط و خصوصیات یک روش مناسب دفع پسماند
- پذیرش انواع زائدات کلیه مراکز پزشکی
- عدم اثر مستقیم و غیر مستقیم بر محیط
- ایمنی سیستم در تمام مراحل کار
- خرد کردن پسماندها قبل از پالایش و امکان استریل کردن در صورت بروز مشکل در سیکل کار
- کمترین سروصدا
- عدم آلودگی محیط زیست
- عدم ایجاد بو و استفاده از فیلتر مناسب
- عدم تولید فاضلابهای تغلیظ شده غیر قابل تصفیه و تصفیه کامل پسابهای زباله ها
- عدم امکان بازیافت غیر مجاز زائد پس از پردازش و عدم تولید پسماندهای ثانویه غیر قابل امحاء
- بی خطر بودن محصولات جانبی و نهایی و نرخ پایین پالایش پسماندها
- سهولت بارگیری و پالایش مواد در کوتاه ترین زمان ممکن

استفاده از محیط های کشت افتراقی نظیر بریلیان بابل برات در مرحله افتراقی و نیز امکان سنجی حضور انتروکوکها و میکرو کوکاسه ها ( به خصوص استافیلوکوکوس اورئوس ) قابل بحث و نتیجه گیری قاطع تری خواهد بود چرا که در شرایط کنونی می توان به عوامل مداخله گری نظیر شرایط تریقیق، مراحل نمونه برداری و ... را در ایجاد آلودگی ثانویه دخیل دانست که این امکان را نیز می توان با تغییر پارامترهایی از قبیل دمای بالاتر، فشار و مدت زمان ماند بررسی نموده تا حضور باکتری ها و سایر عوامل پاتوژن را رد یا تایید نمود.

### نتیجه گیری و پیشنهادات

بررسی ها نشان می دهد با توجه به نوع و حجم زباله های عفونی تولید شده، در این مرکز درمانی روزانه حدود ۳۵۰ کیلوگرم زباله عفونی تولید می شود و برای امحاء آن از روش استریلیزاسیون استفاده می گردد و زباله های استریل شده به همراه زباله های عادی به محل دفن زباله که به عنوان محل مناسبی برای رشد و تکثیر عوامل بیماری زا می باشد به صورت تلباری در محیط تخلیه می شود، پس بررسی کارایی دستگاه فوق در ضد عفونی و خرد کردن مناسب زباله ها اهمیت ویژه ای دارد که با آزمایش های به عمل آمده در حال حاضر با توجه به اینکه سعی شده است با روش فوق نسبت به تبدیل پسماندهای عفونی به پسماندهای عادی اقدام گردد ولی از لحاظ بهداشتی و عفونت زدایی و ایمنی افراد و احتمال انتقال بیماری های ویروسی روش مناسب و کاملی به شمار نمی رود که نیاز به بررسی دقیق تر دارد، علاوه بر موارد فوق از معایب اصلی این روش می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- هزینه بالای سرمایه گذاری
- هزینه بالای راهبری
- عدم کارایی دستگاه برای ضد عفونی و خرد نمودن پارچه ها و لباس های یک بار مصرف عفونی
- عدم قابلیت دفع نمونه های پاتولوژی و ...
- راندمان پایین
- تامین قطعات از خارج از کشور
- میزان بارگذاری کم
- به طور کلی طبق موارد فوق با شرایط کنونی استفاده از



#### منابع

- ۱- وزارت کشور، دستورالعمل تفکیک، جمع آوری حمل و دفع پسماندهای پزشکی ۱۳۸۳
  - ۲- قاسمعلی عمرانی، مدیریت مواد زائد جامد
  - ۳- گزارش و تحقیقات انجام شده در محیط زیست مازندران از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶
- 4- Disin of landfills and Integrated solid waste management POUBL . JOHN WILEY AMALENDU BAGCHE. THIRD EDITTON 2004

- فضای اشغالی پایین در مقایسه با حجم کار
- مصرف انرژی هزینه های نصب راه اندازی و نگهداری پایین
- کاهش در حجم و وزن پسماندها و در حد امکان بسته بندی نمودن زباله های خروجی
- سهولت استفاده و نگهداری
- امکان ارتقا سیستم به منظور افزایش ظرفیت بارگیری و کارایی دستگاه
- قابلیت کنترل و مانیتورینگ سیستم
- سرویس و خدمات پس از فروش

به طور کلی در استان مازندران بیشترین روش به کار گرفته شده در دفع پسماندهای شهری استفاده از روش دفن و تلباری سطحی می باشد که بررسی ها نشان می دهد با توجه به عدم به کارگیری موارد اصولی، بهداشتی و زیست محیطی، اکثر مراکز دفن زباله های استان شرایط مناسب یک محل دفن بهداشتی را دارا نمی باشند لذا با توجه به موارد مطروحه، در مدیریت پسماندهای عفونی نیز در صورتی که در نظر باشد از هر گونه روش بی خطر سازی به منظور تبدیل پسماندهای عفونی به پسماندهای عادی استفاده گردد می بایست کلیه تمهیدات در خصوص کنترل و حذف کامل عوامل خطر و بیماری زا از پسماندهای عفونی صورت گیرد چرا که در صورت انتقال پسماندهای حاوی عوامل بیماری زا به محیط، خطرات و تبعات ناشی از دفن غیر بهداشتی زباله ها که به عنوان محیط مناسبی برای رشد و تکثیر و انتقال عوامل بیماری زا می باشند مضاعف و خطر آفرین می گردد و می بایست مورد توجه جدی قرار گیرد و با توجه به اینکه در حال حاضر انتخاب یک روش مناسب دفع پسماندهای بیمارستانی از مباحث روز و مهم مطرح شده در سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت بهداشت و درمان می باشد امید است که با در نظر گیری کلیه جوانب و موارد اقتصادی، بهداشتی و زیست محیطی تصمیمات مناسب در این خصوص اتخاذ گردد.

