

بررسی نقش مدیریت پسماند بر انتشار گازهای گلخانه‌ای

عبدالعلی صاحب محمدی^۱، روح الله محمودخانی^۲

چکیده:

از اثرات مدیریت پسماندهای عادی تولیدی در شهرها و روستاها می‌توان بر تاثیر آن در آلودگی های آب (سطحی و زیر زمینی) خاک و هوا اشاره نمود، با عنایت به عضویت ایران در کنوانسیون توکیو و پذیرش تعهدات آن توسط دولت و مجلس جمهوری اسلامی ایران و بر اساس مفاد این کنوانسیون جمهوری اسلامی ایران متعهد است ضمن ارائه گزارش از وضعیت و نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور نسبت به کاهش تولید و انتشار این گازها اقدام نماید. این تحقیق میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در صنایع و واحد های مدیریت پسماند در کشور جمهوری اسلامی ایران و ارائه راهکار های اجرایی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را مد نظر قرار داده است، به این منظور چهار سناریو مورد بررسی قرار گرفته است ۱- بررسی وضع موجود که بیشتر مبتنی بر دفن به صورت روباز و غیر بهداشتی می باشد، در این سناریو سه حالت مورد بررسی قرار گرفت:

الف) دفن بدون بازیابی گاز و استحصال انرژی ب) دفن با بازیابی گاز و سوزاندن گاز ج) بازیابی گاز و استحصال انرژی ۲- دفن بهداشتی به همراه بازیافت و تولید کمپوست ۳- اجرای کاهش در مبدأ، بازیافت، تولید کمپوست و دفن بهداشتی ۴- ارائه مدل پیشنهادی مدیریت پسماند برای اجزای فیزیکی پسماند با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش مصرف و صرفه جویی در مصرف انرژی در بخش مدیریت پسماند با در نظر گرفتن پتانسیل ها، محدودیت های اجرایی موجود در کشور در خصوص هر یک از اجزاء.

بر اساس نتایج بدست آمده از مطالعات جامع مدیریت پسماند در کشور و آنالیز آن توسط نرم افزار WARM نرخ تولید گازهای گلخانه‌ای از صنعت مدیریت پسماند کشور در حال حاضر در حدود ۱۷۸۰۰۰۰۰ تن معادل دی اکسید کربن می باشد و با انجام فرایند بازیابی گاز و سوزاندن آن و یا استحصال انرژی از محل دفن قدیمی و جدید، نرخ تولید گازهای گلخانه‌ای به ترتیب ۲۹۲۹۰۰۰ (مصرف انرژی ۸۸۰۲۹۸۸ میلیون بی تی یو) و ۵۵۷۶۳۵ تن معادل دی اکسید کربن (با صرفه جویی و تولید ۳۷۲۲۵۲- میلیون بی تی یو انرژی) کاهش می یابد و همچنین با توجه به تصویب قانون و آیین نامه اجرایی مدیریت پسماند در صورت اجرای تفکیک از مبدأ، بازیافت و یا کاهش در مبدأ و بازیافت نرخ تولید گازهای گلخانه‌ای به ترتیب ۷۰۰۰۰۰۰ (با صرفه جویی و تولید ۸۶۷۷۲۰۰۰- میلیون بی تی یو) و ۷۳۷۳۰۰۰ تن معادل دی اکسید کربن (صرفه جویی و تولید ۸۹۳۵۶۰۰۰- میلیون بی تی یو) قابل محاسبه خواهد بود. بنابراین با توجه به نرخ انتشار و مصرف انرژی های عنوان شده در بالا و جدول پتانسیل هر یک از اجزاء پسماند در کاهش انتشار و مصرف انرژی مدل اجرایی مدیریت پسماند با نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای ۴۷۸۰۰۰۰ تن معادل دی اکسید کربن و میزان تولید و صرفه جویی ۵۴۷۹۴۰۰۰- میلیون بی تی یو با هدف کاهش مصرف انرژی و تولید گازهای گلخانه‌ای ارائه گردید.

واژگان کلیدی: گازهای گلخانه‌ای- مدیریت پسماند- مصرف انرژی

۱ - قائم مقام ریاست سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور

۲ - دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست

مقدمه

در راستای توجه به کیفیت هوا در مقیاس ملی، تعهدات جهانی ایجاب می کند تا نسبت به آلاینده هایی که اثرات مخرب فراملی دارند توجه لازم مبذول گردد. کنوانسیون تغییر آب و هوای ملل متحد به هدف کنترل گازهای گلخانه ای در اتمسفر تا سطحی غیر خطرناک، کشورهای عضو را متعهد به ارائه موجودی انتشار گازهای گلخانه ای به دبیر خانه کنوانسیون و همچنین حذف تدریجی گازهای گلخانه ای نموده است.

در کنوانسیون مزبور سه گاز گلخانه ای عمده یعنی دی اکسید کربن (CO₂)، متان (CH₄) و اکسید نیتروژن (N₂O) به همراه دو گروه از هالوژنها (PFCS, HFCS) و همچنین SF₆ مورد توجه قرار گرفته است، علاوه بر گازهای مزبور که به عنوان گازهای گلخانه ای اصلی شناخته می شوند، گروه دیگری از گازهای گلخانه ای شامل اکسیدهای نیتروژن (NO₂)، دی اکسید گوگرد (SO₂)، مونوکسید کربن (CO) و ترکیبات آلی فرار (VOCS) به عنوان گازهای گلخانه ای فرعی نیز مورد توجه قرار گرفته است که این گروه بر اثر واکنش های صورت گرفته در اتمسفر زمین منجر به تولید گازهای گلخانه ای اصلی می گردند. در جدول شماره ۱ گازهای گلخانه ای متداول، منابع ابتدایی تولید این گازها در مدیریت پسماند و فعالیتهای مرتبط و پتانسیل گرمایش جهانی هر یک از گازها به تفکیک آمده است و می توان میزان انتشار گازهای گلخانه ای مشخص را در سال های مختلف و بر حسب مصرف سوخت های فسیلی در بخش های مصرف کننده انرژی تعیین نمود. این در حالی است که کشور آمریکا با تولید ۶/۳ میلیارد تن گاز گلخانه ای در سال ۲۰۰۶ بیشترین تولید نرخ تولید گاز گلخانه ای و چین با ۳/۰۲ میلیارد تن و هند با ۱/۰۴ میلیارد تن در رده های دوم و سوم تولید کنندگان گازهای گلخانه ای جهان قرار دارند. و کشور ایران بر اساس آمار سال ۱۳۸۱ دارای نرخ تولید گازهای گلخانه ای در حدود ۳۳۰ میلیون تن (با سرانه تولید ۴۶۰۰ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال) می باشد. بررسی متمرکز صورت گرفته بر روی میزان انتشار گازهای گلخانه ای کشور در سال ۱۳۷۳ با همکاری مشترک سازمان حفاظت محیط زیست و برنامه عمران سازمان ملل متحد (UNDP) میزان تولید گازهای گلخانه ای بخش مدیریت پسماند در کشور را در حدود ۰.۲٪ از کل گازهای گلخانه ای تولیدی (۲۰۰ میلیون تن در سال ۱۳۷۳) یعنی در حدود ۴ میلیون تن در سال برآورد نموده است. در این تحقیق با توجه به مفاد کنوانسیون ریو و پروتکل توکیو سعی بر این شده است تا نسبت به ارائه گزارش مشخص و مستند از وضعیت مدیریت پسماند و تاثیر آن بر انتشار گازهای گلخانه ای و اهمیت مدیریت پسماند در این زمینه اقدام گردد.

جدول شماره ۱: گازهای گلخانه‌ای متداول و پتانسیل های گرمایش جهانی

نام گاز گلخانه‌ای	GHGs	GWP	منابع ابتدایی تولید
دی اکسید کربن	CO ₂	۱	سوزاندن سوخت فسیلی (حمل و نقل، صنایع و تولید انرژی)
متان	CH ₄	۲۳	محل های دفن، زغال معدنی، کشاورزی، مواد زائد حیوانی، فاضلاب
اکسید نیتروژن	N ₂ O	۳۱۰	کودهای کشاورزی، وسایل نقلیه، تصفیه فاضلاب و سوزاندن مواد زائد
هیدروفلوروکربن ها	HFC _s	۱۱۷۰۰ - ۱۴۰	مواد شیمیایی صنعتی استفاده شده به عنوان جایگزین عوامل ایجاد کننده افت ازن استراتوسفری
پرفلوروکربن ها	PFC _s	۹۲۰۰ - ۶۵۰۰	صنایع ذوب آلومینیوم، صنایع نیمه رسانا، صنایع انتقال انرژی الکتریکی
هگزا فلوراید سولفور	SF ₆	۲۳۹۰۰	صنایع ذوب آلومینیوم، کارخانجات نیمه رسانا، صنایع انتقال انرژی الکتریکی

کنوانسیون تغییرات آب و هوا

به دنبال برپایی همایش زمین در سال ۱۹۷۳ و کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲، زمینه شکل گیری کنوانسیون ساختاری سازمان ملل متحد درباره تغییرات آب و هوا یا به طور خلاصه کنوانسیون تغییرات آب و هوا بوجود آمد این کنوانسیون از سال ۱۹۹۴ لازم الاجرا گردید و هدف آن کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطحی غیر خطرناک برای نظام آب و هوایی می باشد و تعهدات کشورهای عضو این کنوانسیون را می توان به قرار زیر نام برد:

۱. تهیه آمار علمی مربوط به میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای
۲. بررسی آسیب پذیری و تدوین برنامه‌های ملی سازگار با پیامدهای تغییر آب و هوا
۳. گسترش پژوهش های علمی و همکاری های بین المللی در انجام پژوهش ها
۴. افزایش آگاهی های عمومی

۵. ارسال منظم گزارش های ملی شامل فعالیت ها و اقدام های صورت گرفته در دبیرخانه
 ۶. حمایت ملی از کشورهای در حال توسعه برای تدوین اطلاعات و گزارش های لازم
 ۷. تامین بخشی از هزینه های اقدامات اصلاحی کشورهای در حال توسعه جهت کاهش انتشار و افزایش امکانات جذب گازهای گلخانه ای
 ۸. کمک به کشورهای در حال توسعه برای سازگاری با شرایط آب و هوایی جدید
 ۹. تشویق و تامین منابع مالی برای انتقال فناوری های مناسب به کشورهای در حال توسعه
- و در سال ۱۹۹۴ نیز کنوانسیون تغییرات آب و هوا (UNFCCC) با امضای کشور پرتغال به عنوان پنجاهمین کشور کنوانسیون اجرایی گردید و اولین کنفرانس متعهدین کنوانسیون تغییر آب و هوا در برلین (COP-1) برگزار گردید و در سال ۱۹۹۹ نیز با رسیدن کشورهای امضاء کننده کنوانسیون به ۸۴ و تصویب پروتکل کیوتو مهمترین سناریو ها و دستورالعمل ها اجرای کنوانسیون به تصویب رسید و کشور ایران نیز به عنوان صدوششمین کشور در سال ۱۹۹۶ میلادی این پروتکل را امضاء نمود و مجلس شورای اسلامی نیز در سال ۲۰۰۵ آن را با اکثریت آرا به تصویب رساند. هدف گذاری این پروتکل کاهش ۵/۲ سطح انتشار گاز گلخانه ای طی ۲۰ سال در کشورهای توسعه یافته می باشد. «تا سال ۲۰۱۰ میلادی ۳۹ کشور توسعه یافته معروف به کشورهای Annex1 سطح انتشار گازهای گلخانه ای خود را نسبت به سطح سال ۱۹۹۰ میلادی ۵/۲ درصد کاهش دهند».
- ولی واقعیت این است که کشور آمریکا با مصرف ۲۵٪ انرژی جهان ۳۶٪ گازهای گلخانه ای را تولید می کند و تا کنون به دلیل زیر عضویت در کنوانسیون را نپذیرفته است. در حالی که کلید اجرای پروتکل ارتباط مستقیم به این کشور دارد و برای اینکه اهداف پروتکل کیوتو محقق گردد، باید ۵۵ درصد از ملل جهان که حداقل ۵۵ درصد از آلاینده ها را تولید می کند مواد آن را تصویب نمایند و آمریکا با تولید ۳۶٪ از این مقدار نقش قابل توجهی خواهد داشت.
- مهمترین دلیل مخالفت ایالات متحده آمریکا در خصوص اجرای پروتکل مونترال مربوط به قطعنامه برد - هگل می باشد که در ژوئیه سال ۱۹۹۷ مجلس سنای آمریکا، قطعنامه شماره ۹۸ (ضد پروتکل کیوتو) را با تعداد آرای موافق ۹۰ نفر بدون مخالف به تصویب رساند بر اساس این قطعنامه دولت آمریکا نباید وارد پیمان یا معاهده ای شود که از نظر اقتصادی کشور را متحمل زیان نماید یا کشورهایی را که در انتشار آلاینده ها سهیم می باشند ببخشد و براین اساس استراتژی دولت آمریکا در تامین اهداف سنا بر مبنای تجارت آلاینده ها به منظور کاهش هزینه های پروتکل کیوتو است، که مسلماً تجارت آلاینده ها یا همان « مالیات بر کربن » تاثیر بسزایی بر روی کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه ای خواهد داشت.

ایران به عنوان صدوششمین کشور عضو پروتکل کیوتو باید در سال ۱۹۹۹ میزان تولید گازهای گلخانه‌ای خود را اعلام کرده (مقام هجدهم و ۲۷۰ میلیون تن در سال) و اقدامات متناسب با قطعنامه کیوتو را در دستور کار و برنامه‌های استراتژیک خود قرار دهد که دستاوردها و اقدامات مهم صورت گرفته در این زمینه شامل:

۱. تشکیل سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور در سال ۱۳۷۹
 ۲. حذف تدریجی بنزین سرب دار و ارائه بنزین بدون سرب به مصرف کنندگان از آغاز سال ۱۳۸۱
 ۳. توزیع نفت کم گوگرد و در حد استانداردهای اروپایی
 ۴. گسترش استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت پاک و جایگزین فراورده های نفتی
 ۵. اجرای طرح گازسوز کردن تاکسی ها، اتوبوسها و ۲۵ هزار دستگاه مینی بوس
 ۶. همکاری با صنایع خودروسازی و همیاری با آنها برای ارتقاء بازدهی سوخت در موتورهای دیزلی و بنزینی
 ۷. سرمایه گذاری در بخش های پتروشیمی و مجتمع های صنعت نفت و حمل و نقل دریایی نفت و دریافت گواهی نامه های مدیریت زیست محیطی ISO 14000
 ۸. ایجاد واحد بررسی و برنامه ریزی حفاظت محیط زیست در شرکت ملی پخش و پالایش فراورده های نفتی
- پس از موارد فوق مهمترین اقدام صورت گرفته در این خصوص را می توان به تصویب قانون مدیریت پسماند در تاریخ ۸۳/۳/۹ و آیین نامه اجرایی آن اشاره نمود که در صورت اجرای صحیح قانون می توان تأثیرات این بخش در انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل رساند.

وضع موجود مدیریت پسماند کشور

با عنایت به مطالعات جامع بازیافت ده منطقه کشور در سال ۱۳۸۱، کشور ایران در این سال با جمعیت تحت پوشش خدمات شهری حدود ۳۶ میلیون نفر دارای تولید پسماند حدود ۲۲ هزار تن در روز می باشد که سرانه تولید هر شهروند ۰/۶۱ کیلوگرم قابل محاسبه است (که با احتساب در حدود ۲۰ درصد پسماند جمع آوری نشده و اختلافات جمعیت تحت پوشش تحقیق نرخ تولید پسماند عادی در محدوده خدماتی شهرها با جمعیت ۴۳۲۶۵۱۷۱ نفر در حدود ۳۲ هزار تن در روز و سرانه ۰/۷۲ کیلوگرم برآورد می شود) و در حال حاضر کشور ایران با جمعیت شهری معادل ۴۷۸۸۰۰۰۰ نفر، و با سرانه تولید حدود ۰/۷۴ کیلوگرم دارای نرخ تولید پسماند در حدود ۳۵/۴ هزار تن می باشد که با احتساب جمعیت روستایی و جمعیت در حدود ۶۸ میلیون نفر نرخ تولید پسماند در کشور در حدود ۴۵ هزار تن در روز قابل محاسبه است،

بر اساس مطالعات جامع بازیافت ده منطقه کشور شاخص های آماری درصد آنالیز فیزیکی پسماند ایران به قرار جدول زیر می باشد:

جدول شماره ۲: شاخص های آماری در صد آنالیز فیزیکی پسماند ایران در سال ۱۳۸۱

شاخصهای آماری	فساد پذیر	کاغذ و مقوا	پلاستیک	فلزات	لاستیک	منسوجات	شیشه	چوب	سایر	چگالی*
میانگین	۷۲,۹	۷,۲۵	۸,۴	۲,۳۴	۱,۰۹	۲,۳۷	۱,۹۱	۱,۲۷	۳,۶	۲۵۳,۷۳
میان	۷۲,۹	۷,۷	۷,۹	۲,۲۷	۰,۷۴	۲,۳	۲,۰۸	۱,۰۳	۲,۴	۲۵۶,۳۸
انحراف معیار	۸,۸	۲,۳	۳,۱	۱,۳۸	۱,۰۱	۱,۰۹	۱,۰۵	۰,۹	۲,۷	۵۲,۵

* چگالی پسماند بر حسب کیلو گرم بر متر مکعب می باشد.

صنایع مدیریت مواد زائد جامد نقش قابل توجهی در کاهش اثرات مدیریت پسماند در محیط زیست بوسیله کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند که عامل اصلی گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوا می باشد، این مقاله تاثیر قابل توجه این صنایع در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می دهد.

فعالیت های مربوط به مدیریت پسماند یکی از پارامترهای مهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای می باشد، اما نسبت کوچکی از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای را در بر می گیرد در سال ۲۰۰۳ انتشار گازهای گلخانه‌ای از فعالیت های مدیریت پسماند کمتر از یک درصد از گازهای گلخانه‌ای منتشره در ایالات متحده را شامل می شود (منابع تولید انرژی، کشاورزی، مدیریت مواد زائد، صنایع، ...) در حالی که در کشور ایران بر اساس مطالعات انجام شده در سال ۱۳۷۳ این میزان در حدود ۲٪ از کل گازهای گلخانه‌ای تولیدی را شامل می شود. در مجموع پارامترهای زیر را می توان به عنوان عوامل بازدارنده خاص که دارای تاثیر فوق العاده ای در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می باشد نام برد:

۱. افزایش جمع آوری و کنترل گازهای محل دفن (LFG)

جمع آوری و کنترل و بازیابی انرژی از محل دفن انتشار گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر را کاهش می دهد.

۲. افزایش نرخ بازیافت و کمپوست: نتایج بازیافت بر انتشار گازهای گلخانه‌ای به طور عمده کاهش هزینه‌های انرژی

در کارخانجات مصرف کننده مواد خام (اولیه) می باشد و کمپوست نیز موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

بوسیله جلوگیری از انتقال مواد به محلهای دفن می گردد.

۳. افزایش سوزاندن پسماندهای شهری برای تولید انرژی: سوزاندن و احتراق پسماندها و بازیابی انرژی موجب کاهش احتراق سوخت های فسیلی برای تولید معادل انرژی الکتریکی می گردد.

و از سایر روش های کاهش انتشار گازهای گلخانه ای می توان به محل های دفن بیو راکتوری، ابتکار در جمع آوری و حمل و نقل پسماند، استفاده از کمپوست جهت پوشش محل دفن، آنالیز اقتصادی و زیست محیطی چرخه مواد و... اشاره نمود که بر اساس روش های فوق می توان سناریو های مختلف در مدیریت پسماند و تاثیر هر یک از گزینه ها در انتشار گازهای گلخانه ای و مناسب ترین روش مدیریت پسماند که دارای کمترین اثر بر محیط زیست باشد را معرفی نمود.

مواد و روشها:

روش کار

با توجه به موارد فوق الذکر در این مقاله در ابتدا بر اساس وضع موجود مدیریت پسماند، چشم اندازهای مدیریت پسماند تعریف شده توسط قانون و آیین نامه اجرایی مدیریت پسماند و راهبردهای اجرایی سایر کشورها، سناریوهای مختلف در این ارتباط مشخص شده و سپس با استفاده از نرم افزارهای تخصصی Climate technology, Warm و Recon نتایج و اثرات هر یک از سناریو های عنوان شده بر نرخ انتشار گازهای گلخانه ای در کشور بررسی شده و گزینه های مناسب در این خصوص در مقایسه با چشم اندازهای راهبردی قانون مشخص می گردد.

ابزار مورد نیاز

مهمترین بخش در این تحقیق استفاده از آمار و اطلاعات صحیح و قابل اعتماد از وضعیت مدیریت پسماند و ترکیب مدیریت پسماند در سطح کشور می باشد که به دلیل ضعف موجود در اطلاعات و آمار موجود در کشور در این تحقیق از اطلاعات و یافته های موجود در سنتز مطالعات جامع ده منطقه کشور استفاده شده است و بر این اساس با توجه به طرح ها و گزارشات ارائه شده از سطح کشور در خصوص مدیریت پسماند سناریوهای مختلف بیان شده است و در هر یک از سناریوها نیز با توجه به وضعیت مدیریت پسماند در کشور چشم انداز قانون و آیین نامه اجرایی مدیریت پسماند و نرخ تولید هر یک از اجزاء فیزیکی پسماند در کشور و نوع فرآوری و روش دفع هر یک از اجزاء فیزیکی پسماند کشور تعیین شده است که در خصوص مقادیر انتخاب شده جهت هر یک از فرایندهای بازیافت، سوزاندن، کمپوست، دفن بهداشتی و کاهش در مبدا جای بحث وجود دارد و آنچه مهم است نتایج بدست آمده از هر یک از سناریو ها می باشد که اختلاف جزئی در هر یک از سناریوهای فوق تاثیر قابل توجهی در نتایج عنوان شده نخواهد دانست.

سناریوهای قابل بررسی در این تحقیق

۱. دفن بهداشتی پسماندهای تولیدی و بازیافت جزئی پسماند با میانگین بازیافت ۸٪ (وضع موجود مدیریت پسماند در کشور) در سه حالت: بدون بازیابی گاز (LFG)، بازیابی گاز و سوزاندن آن و بازیابی گاز و استحصال انرژی از محل های دفن بررسی می گردد.
۲. اجرای ماده ۹ قانون و ماده ۴ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند شامل جمع آوری تفکیک شده پسماندهای تولیدی و بازیافت پسماندهای تولیدی و استفاده از سیستم های RDF جهت پسماندهای باقی مانده از بازیافت در دو حالت استحصال انرژی و بدون استحصال انرژی
۳. اجرای مواد ۹ قانون و ۴ آیین نامه اجرایی مدیریت پسماند به همراه ماده ۱۲ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند در خصوص بازیافت پسماندهای تولیدی توسط تولید کنندگان و یا پرداخت کنندگان ۵٪ در هزار ارزش کالا که هدف آن تقویت کاهش تولید پسماند در مبدا می باشد.
۴. اجرای بهینه مدیریت پسماند و الگوی پیشنهادی در دو حالت کاهش در مبدا و بدون اجرای کاهش در مبدا.

بحث روی یافته ها

پیش از بررسی اثرات هر یک از سناریو های فوق و انتشار گازهای گلخانه ای لازم به ذکر است که اصول بررسی های ذیل بر میزان پتانسیل انتشار گازهای گلخانه ای اجزاء فیزیکی پسماند تولیدی در هر یک از سناریو ها و گزینه های مدیریتی قرار دارد که بر اساس مطالعات دقیق صورت گرفته در این زمینه جدول زیر (table 3) نرخ تولید انتشار گازهای گلخانه ای هر یک از اجزاء فیزیکی پسماند بر حسب تن معادل دی اکسید کربن در هر یک از گزینه های کاهش در مبدا، بازیافت، دفن بهداشتی، سوزاندن و کمپوست آمده است برای مثال در خصوص قوطی های آلومینیومی کاهش در مبدا موجب کاهش ۸/۲۳ تن معادل دی اکسید کربن گاز های گلخانه ای به ازای کاهش تولید یک تن قوطی آلومینیومی پسماند می گردد و در صورت بازیافت قوطی آلومینیومی میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه ای به ۱۳/۵۷ تن معادل دی اکسید کربن می رسد (بازیافت قوطی های آلومینیومی به لحاظ زیست محیطی نقش بیشتری در کاهش تولید گازهای گلخانه ای نسبت به کاهش تولید این محصول در مبدا دارد) و همچنین دفن بهداشتی قوطی های آلومینیومی موجب تولید ۰/۰۴ تن معادل دی اکسید کربن، سوزاندن این محصول موجب تولید ۰/۰۶ تن معادل دی اکسید کربن به ازای هر تن قوطی آلومینیومی می گردد و در خصوص مواد آلی فساد پذیر نیز دفن بهداشتی موجب افزایش تولید ۰/۳۲ تن معادل دی اکسید کربن به ازای هر تن مواد فساد پذیر و کاهش تولید ۰/۲ تن معادل دی اکسید کربن به ازای هر تن مواد فساد پذیر در صورت تبدیل به کمپوست و ۰/۱۸ تن در صورت سوزاندن می شود.

Table NO 3: Per Ton Estimates of GHG Emissions for Alternative Management Scenarios

Material	GHG Emissions per Ton of Material Source Reduced (MTCO ₂ E)	GHG Emissions per Ton of Material Recycled (MTCO ₂ E)	GHG Emissions per Ton of Material Landfilled (MTCO ₂ E)	GHG Emissions per Ton of Material Combusted (MTCO ₂ E)	GHG Emissions per Ton of Material Composted (MTCO ₂ E)
Aluminum Cans	8.23-	13.57-	0.04	0.06	NA
Steel Cans	3.18-	1.79-	0.04	1.53-	NA
Copper Wire	7.34-	4.92-	0.04	0.05	NA
Glass	0.57-	0.28-	0.04	0.05	NA
HDPE	1.79-	1.39-	0.04	0.93	NA
LDPE	2.27-	1.69-	0.04	0.93	NA
PET	2.09-	1.54-	0.04	1.08	NA
Corrugated Cardboard	5.59-	3.11-	0.22-	0.65-	NA
Magazines/third-class mail	8.65-	3.07-	0.55-	0.47-	NA
Newspaper	4.87-	2.79-	1.08-	0.74-	NA
Office Paper	8.00-	2.85-	0.87	0.62-	NA
Phonebooks	6.32-	2.66-	1.08-	0.74-	NA
Textbooks	9.17-	3.11-	0.87	0.62-	NA
Dimensional Lumber	2.02-	2.46-	0.81-	0.78-	NA
Medium Density Fiberboard	2.22-	2.47-	0.81-	0.78-	NA
Food Scraps	NA	NA	0.32	0.18-	0.20-
Yard Trimmings	NA	NA	0.68-	0.22-	0.20-
Grass	NA	NA	0.15-	0.22-	0.20-
Leaves	NA	NA	0.99-	0.22-	0.20-
Branches	NA	NA	0.81-	0.22-	0.20-
Mixed Paper, Broad	NA	3.54-	0.23-	0.65-	NA
Mixed Paper, Resid.	NA	3.54-	0.30-	0.65-	NA
Mixed Paper, Office	NA	3.42-	0.10-	0.59-	NA
Mixed Metals	NA	5.26-	0.04	1.06-	NA
Mixed Plastics	NA	1.49-	0.04	0.99	NA
Mixed Recyclables	NA	2.91-	0.30-	0.61-	NA
Mixed Organics	NA	NA	0.23-	0.20-	0.20-
Mixed MSW	NA	NA	0.15	0.12-	NA
Carpet	3.99-	7.18-	0.04	0.39	NA
Personal Computers	55.47-	2.26-	0.04	0.20-	NA
Clay Bricks	0.28-	NA	0.04	NA	NA
Concrete	NA	0.01-	0.04	NA	NA
Fly Ash	NA	0.87-	0.04	NA	NA
Tires	3.98-	1.82-	0.04	0.18	NA

دفن بهداشتی پسماندهای تولیدی و بازیافت جزئی پسماند (وضع موجود مدیریت پسماند در کشور)

بر اساس وضع موجود بازیافت پسماند ها در کشور که بطور میانگین در حدود ۸ درصد پسماندهای تولیدی بازیافت و تبدیل به کمپوست می شوند و در حدود ۹۲ درصد پسماندها مستقیم دفن می شوند و در این حالت نرخ تولید گازهای گلخانه‌ای در طی یک سال در کشور در حدود ۱۷۸۳۶۰۷۹ تن معادل دی اکسید کربن و میزان انرژی مصرفی ۸۸۰۲۹۸۸ میلیون بی تی یو خواهد بود و در صورت انجام بازیابی گاز (lfg) و سوزاندن آن نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای به حدود ۲۹۲۹۱۵۰ تن معادل دی اکسید کربن خواهد رسید و با انجام بازیابی گاز و استحصال انرژی با راندمان ۷۵ درصد از این محل های دفن نرخ تولید گازهای گلخانه‌ای به حدود ۵۵۷۶۳۵ تن معادل دی اکسید کربن تقلیل خواهد یافت و میزان مصرف انرژی نیز حدود ۳۷۲۲۵۲ میلیون بی تی یو مازاد بر مصرف انرژی عنوان شده خواهد بود.

جمع آوری تفکیک شده کلیه پسماندهای تولیدی و بازیافت پسماندهای تولیدی

بر اساس ماده ۹ قانون و ماده ۴ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند، مدیریت های اجرایی موظف اند کلیه پسماندهای تولیدی را تا سال ۱۳۹۲ به صورت تفکیک شده جمع آوری نمایند که با اجرای این ماده قانونی مسلماً نرخ بازیافت در کشور در حد قابل ملاحظه ای افزایش خواهد یافت و مسلماً لازمه ایجاد این مواد ایجاد صنایع بازیافت و کمپوست به تعداد نیاز در کشور خواهد بود و از همه مهمتر تمایل مشارکت بخش خصوصی در بازیافت پسماندهای خشک خواهد بود که تاثیر قابل ملاحظه ای بر این امر و توسعه بازیافت در کشور خواهد داشت و با در نظر گرفتن اجرای این استراتژی قانون در حد ایده آل می توان پیش بینی نمود که:

نرخ تولید گازهای گلخانه‌ای در طی یک سال در کشور در حدود ۶۹۹۰۰۸۸ تن معادل دی اکسید کربن قابل محاسبه بوده و میزان انرژی مصرفی ۸۶۷۷۲۰۶۰ میلیون بی تی یو کاهش خواهد یافت که در این صورت میزان دفن بهداشتی و سوزاندن پسماند در کشور با توجه به ترکیب پسماند به حداقل ممکن خواهد رسید و نرخ پسماندهای دفن شده و سوزانده شده تاثیر قابل توجهی در این زمینه نخواهد داشت.

اجرای کاهش در مبدا به همراه تفکیک از مبدا و بازیافت

بر اساس ماده ۱۲ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند در خصوص بازیافت پسماند های تولیدی توسط تولید کنندگان و یا پرداخت ۰/۵ در هزار ارزش کالا که هدف آن تقویت کاهش در مبدا توسط تولید کنندگان محصولات و

رعایت اصول کاهش تولید پسماند در کشور در صورت دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده در این ماده با در نظر گرفتن اجرای مواد ۹ قانون و ۱۴ آیین نامه و یا به طور کلی اجرای همزمان کاهش در مبدا، بازیافت و کمپوست می توان پیش بینی نمود که:

نرخ تولید گازهای گلخانه‌ای در طی یک سال در کشور در حدود ۷۳۷۳۹۹۷ تن معادل دی اکسید و میزان انرژی مصرفی ۸۹۳۵۶۲۴۰ میلیون بی تی یو خواهد بود.

اجرای بهینه مدیریت پسماند از دیدگاه زیست محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای

با توجه به نتایج مطالعات قبلی و با هدف دستیابی به حداقل نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای با توجه به اهمیت موضوع و جدول ۳ می توان برنامه ای دقیق تر جهت مدیریت پسماند با توجه به مدیریت نظام یافته پسماند، وضع موجود مدیریت پسماند در کشور و ترکیبی از روش ها و گزینه های مختلف در خصوص اجزای متفاوت مدیریت پسماند ارائه نمود که در جدول ۴ روش ها و گزینه های بهینه پیشنهادی از دیدگاه انتشار گازهای گلخانه‌ای و تاثیر آن بر میزان مصرف و صرفه جویی انرژی به تفکیک آورده شده است. بنابراین الگوی زیر با حداقل انرژی و سرمایه‌گذاری ارائه شده است که در این الگوی پیشنهادی ۳/۳ درصد از پسماندهای تولیدی در مبدا کاهش یافته، ۵/۳ درصد از پسماندهای خشک که بخش خصوصی تمایل سرمایه گذاری در آن را دارد، بازیافت شده و در خصوص پسماندهای تر نیز با توجه به صنایع کمپوست در حال ایجاد در سطح کشور و تشکیل بخش عمده پسماندهای تولیدی در کشور پیش بینی می‌گردد ۱۳ درصد از پسماندهای تولیدی تر به محل دفن انتقال داده شده و ۵۹ درصد از پسماندهای تولیدی جهت تولید کمپوست به صنایع کمپوست انتقال داده شود و استفاده از سوزاندن به دلیل پتانسیل پایین آن جهت کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای توصیه نمی شود. مگر استفاده از باقیمانده فرایند بازیافت، پردازش و کمپوست به عنوان سوخت RDF در صنایع سیمان و.....

نرخ تولید گاز های گلخانه‌ای در این روش طی یکسال در صورت عدم بازیابی و سوزاندن گازهای تولیدی ۱۲۱۷۵۱ تن معادل دی اکسید کربن و میزان انرژی صرفه جویی شده ۵۴۷۹۴۸۸۸ میلیون بی تی یو می باشد.

جدول شماره ۴: روش ها و گزینه های بهینه از دیدگاه زیست محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای

اجزای فیزیکی پسماند	کل پسماند تولیدی در سال	درصد کاهش در مبدا	درصد بازیافت	درصد دفن بهداشتی	درصد کمپوست
Aluminum Cans	33,000	9.090909	45.45	45.45455	0
Steel Cans	182,000	54.94505	21.98	23.07692	0
Glass	248,000	3.225806	16.13	80.64516	0
HDPE	447,000	22.37136	32.89	44.74273	0
LDPE	662,000	24.4713	37.76	37.76435	0
PET	66,000	45.45455	24.24	30.30303	0
Corrugated Cardboard	480,000	20.83333	41.67	37.5	0
Newspaper	116,000	13.7931	43.10	43.10345	0
Office Paper	149,000	13.42282	40.27	46.30872	0
Food Scraps	11,898,000	0	-	24.35703	75.64297
Yard Trimmings	562,000	0	-	0.355872	99.64413
Grass	31,000	0	-	3.225806	96.77419
Leaves	50,000	0	-	0	100
Branches	150,000	0	-	0	100
Mixed MSW	645,000	0	-	100	0
Carpet	628,000	0	4.46	95.5414	0
Personal Computers	16,540	0	-	100	0
Clay Bricks	66,190	0	-	100	0
Concrete	66,190	0	-	100	0
Tires	99,000	9.090909	40.40	50.50505	0
	16594920	3.302215	5.34	32.36484	58.99396

توجه: در بازیافت مواد پلاستیکی استفاده از سیستم RDF بازیابی انرژی مد نظر گرفته شده است.

جدول شماره ۵: نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوهای مختلف مدیریت پسماند در کشور

سناریوی پیشنهادی	میزان انتشار گاز گلخانه‌ای (mtco ₂ e)	نرخ مصرف و صرفه جویی انرژی (میلیون بی تی یو)	معادل حرکت خودرو در طی یک سال (تعداد خودرو)	مصرف انرژی خانوار در طی یک سال (تعداد خانوار)	معادل بشکه نفت خام
دفن بهداشتی بدون بازیابی گاز و انرژی	۱۷۸۳۶۰۷۹	۸۸۰۲۹۸۸	۳۸۶۰۶۲۳	۴۶۴۷۸	۱۵۱۷۷۵۶
دفن بهداشتی با بازیابی گاز و سوزاندن انرژی	۲۹۲۹۱۵۰	۸۸۰۲۹۸۸	۶۳۴۰۰۰	۴۶۴۷۸	۱۵۱۷۷۵۶
دفن بهداشتی با بازیابی گاز و استحصال انرژی	۵۵۷۶۳۵	-۳۷۲۲۵۲	۱۲۰۷۰۰	۱۹۶۷	-۶۴۲۲۸
بازیافت و تولید کمپوست	۶۹۹۰۰۸۸	-۸۶۷۷۲۰۶۰	۱۵۱۳۰۰۶	۴۵۸۱۴۲	۱۴۹۶۰۷۰۰
کاهش در مبدا به همراه بازیافت و تولید کمپوست از پسماند تولیدی	۷۳۷۳۹۹۷	-۸۹۳۵۶۲۴۰	۱۵۹۶۱۰۳	۴۷۱۷۸۶	۱۵۴۰۶۲۴۸
مدیریت یکپارچه مواد زائد جامد شهری	۴۷۸۰۲۷۸	-۵۴۷۹۴۸۸۸	۱۰۳۴۶۹۲	۲۸۹۳۰۷	۹۴۴۷۳۹۵

توجه: علامت مثبت نشان دهنده میزان مصرف انرژی و علامت منفی نشان از صرفه جویی و تولید انرژی می باشد

نتیجه گیری

اثرات زیست محیطی مدیریت پسماند عمدتاً شامل آلودگی منابع آب (زیر زمینی و سطحی)، خاک، هوا و زیباشناختی می شود که در طی چند سال اخیر به دلیل اهمیت گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی انتشار گازهای گلخانه‌ای اهمیت ویژه پیدا کرده است و کشور جمهوری اسلامی ایران نیز با پذیرش پروتکل کیوتو موظف به کاهش انتشار این گازها می باشد.

آنچه مسلم است با توجه به وضع موجود مدیریت پسماند در کشور در حدود ۹۲ درصد پسماندها به صورت غیر بهداشتی دفن می شوند و علاوه بر تولید در حدود ۱۸ میلیون تن معادل دی اکسید کربن گاز گلخانه‌ای در سال نرخ مصرف انرژی در این حالت نیز بسیار بالا می باشد، و با توجه به اینکه با ایجاد سیستم های بازیابی انرژی در محل های دفن موجود در کشور به صورت استفاده از سوخت RDF و یا استحصال انرژی گاز و سوزاندن آن نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای تا حدود ۳ میلیون تن کاهش می یابد. بنابراین ایجاد سیستم های بازیابی گاز و استحصال انرژی از محل های دفن موجود در کشور که قابل اجرا با حداقل هزینه می باشد حائز اهمیت می باشد.

با تصویب قانون مدیریت پسماند و آیین نامه اجرایی آن با استراتژی تفکیک از مبدا، بازیافت و کاهش در مبدا ارائه برنامه مشخص و جداگانه برای هریک از اجزاء فیزیکی پسماند در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و صرفه جویی در مصرف انرژی حائز اهمیت می باشد که لازم است در قانون و آیین نامه اجرای آن این مسئله مورد توجه ویژه قرار گیرد و تفکیک کلیه پسماندهای تولیدی و بازیافت کلیه پسماندهای تولیدی نمی تواند استراتژی مناسبی از دیدگاه انتشار گازهای گلخانه‌ای و صرفه جویی در مصرف انرژی باشد. بنابراین بکار گیری مدیریت نظام یافته مواد زائد (integrated solid waste management) و استفاده از کلیه استراتژی های مدیریت پسماند با نرخ مناسب با توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و آنالیز فیزیکی پسماند موجود حائز اهمیت می باشد که در سناریوی چهارم بخش قبل نمونه ای از این الگو شامل دفن بهداشتی، بازیافت، تفکیک از مبدا، کاهش در مبدا و سوزاندن به تفکیک اجزای فیزیکی پسماند و قابلیت دستیابی به آن اهداف ارائه گردیده است.

منابع:

- ۱- دانشگاه جندی شاپور اهواز- سنتز مطالعات جامع بازیافت ده منطقه کشور- ۱۳۸۵.
- ۲- مجید عباس پور - پروتکل کیوتو مزایا و محدودیتها - ۱۳۸۳.
- ۳- مجید عباس پور- تدوین شاخص های ملی توسعه پایداردر بخش انرژی و ارزیابی آن در برنامه توسعه پنج ساله سوم ایران.
- ۴- محمد ذکائی، دانشگاه شهید بهشتی - گزارش وضعیت محیط زیست ایران - سازمان حفاظت محیط زیست ایران - تابستان ۱۳۸۳.
- 5-www.nswma.org - Municipal solid waste industry reduces greenhouse gases through technical innovation and operational improvements-2006.
- 6-www.epa.gov – warm ,recon ,climate technology - 2007