بررسی نقش مدیریت پسماند بر انتشار گازهای گلخانه‌ای

عبدالعلی صاحب محمدی
قائم مقام ریاست سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور
روح الله محمودخانی
دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست

چکیده

از اثرات مدیریت پسماندهای عادی تولیدی در شهرها و روستاها می توان 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 متعهداست 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 درکاهش 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 بردفن 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 مبدا، 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 مبدا، بازیافت و با کاهش در مبدا 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 ازاجزاء 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

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 (CO_2) ، متان (CH_4) و اکسید نیتروژن (N_2O) به همراه دو گروه از هالوژنها (HFC_S ، PFC_S) و همچنین SF_6 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 (NO_2) ، دی اکسید گوگرد (SO_2) ، مونوکسید کربن (CO) و ترکیبات آلی فرار (VOC_S) 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 ۱ گازهای گلخانه ای متداول ،منابع ابتدایی تولید این گازها در مدیریت پسماند و فعالیت های مرتبط و پتانسیل گرمایش جهانی هر یک از گازها به تفکیک آمده است و می توان میزان انتشار گازهای گلخانه ای مشخص را در سالهای 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 ۳/۶ 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

جدول شماره ۱ :گازهای گلخانه ای متداول و پتانسیلهای گرمایش جهانی

نام گاز گلخانه ای	GHGs	GWP	منابع ابتدایی تولید
دی اکسید کربن	CO_2	1	سوزاندن سوخت فسیلی (حمل و نقل ، صنایع و تولید انرژی)
متان	CH_4	23	محل های دفن ، زغال معدنی ، کشاورزی ، مواد زائد حیوانی ، فاضلاب
اکسید نیتروژن	N_2O	310	کودهای کشاورزی ، وسایل نقلیه ، تصفیه فاضلاب و سوزاندن مواد زائد
هیدروفلوروکربن ها	$HFCs$	140 - 11700	مواد شیمیایی صنعتی استفاده شده به عنوان جایگزین عوامل ایجاد کننده افت ازن استراتوسفری
پرفلوروکربن ها	$PFCs$	9200 - 6500	صنایع ذوب آلومینیوم ، صنایع نیمه رسانا ، صنایع انتقال انرژی الکتریکی
هگزا فلوراید سولفور	SF_6	23900	صنایع ذوب آلومینیوم ، کارخانجات نیمه رسانا ، صنایع انتقال انرژی الکتریکی

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 ۲٪ از کل گازهای گلخانه ای تولیدی (۲۰۰ میلیون تن در سال۱۳۷۳) 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 .

۱-۱ 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 گلخانه ای 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 گلخانه ای

۲. بررسی آسیب پذیری و تدوین برنامه های 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 فعالیتها و اقدام های صورت گرفته در دبیرخانه

۶. حمایت ملی از کشورهای در حال توسعه برای تدوین اطلاعات و گزارش‌های 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 کشور های 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 ۵۲٪ انرژی جهان ۶۳٪ گازهای گلخانه ای را تولید می‌کند 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 ۶۳٪ از این مقدار نقش قابل توجهی خواهد داشت .

مهمترین دلیل مخالفت ایالات متحده آمریکا در خصوص اجرای پروتکل مونترال مربوط به قطعنامه بردهگل می باشد ، که در ژوئیه سال ۱۹۹۷ مجلس سنای آمریکا ، قطعنامه شماره ۸۹ (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 کشـور را متحمل زیان نماید یا کشـورهایی را که در انتشار آلاینده ها سهیم می باشند ببخشد و براین اساس اسـتراتژی دولت آمریـکا در تامین اهداف سـناء بر مبنای تجارت آلاینـده ها به منظور کاهـش هزینه های پروتکل کیوتو است ، که مسلما تجارت آلاینده ها یا همان « مالیات بر کربن » تاثیر بسزایی بر روی کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه های خواهد داشت .

ایران به عنوان صدوششمین کشور عضو پروتکل کیوتو باید در سـال ۱۹۹۹ میزان تولید گازهای گلخانه ای خود را اعلام کرده (مقام هجدهم و ۲۷۰ میلیون تن در سـال) و اقدامات متناسـب با قطعنامه کیوتو را در دستور کار و برنامه های اسـتراتژیک خود قرار دهد که دسـتاوردها و اقدامات مهم صورت گرفته در این زمینه شامل :

۱. تشکیل سـازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور در سال ۱۳۷۹

۲. حذف تدریجی بنزین سـرب 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 گازسـوز کردن تاکسـی ها ، اتوبوسها و ۲۵ هزار دستگاه مینی بوس

۶. همکاری بـا صنایع خودروسـازی و همیاری با آنها برای ارتقاء بازدهی سوخت در موتورهای دیزلی و بنزینی

۷. سـرمایه گذاری در بخش های پتروشیمی و مجتمع هـای صنعت نفت و حمـل و نقل دریایی نفـت و دریافت گواهی نامه های مدیریت زیست محیطی ISO 14000

۸. ایجاد واحد بررسـی و برنامه ریـزی حفاظت محیط زیست در شرکت ملی پخش و پالایش فرآورده های نفتی

پس از موارد فوق مهمترین اقدام صورت گرفته در این خصوص را می توان به تصویب قانون مدیریت پسـماند در تاریـخ ۹/۳/۸۳ و آییـن نامه اجرایی آن اشـاره نمود که در صورت اجرای صحیح قانون می توان تاثیرات این بخش در انتشار گازهای گلخانه ای را به حداقل رساند .

۱-۲ - وضع موجود مدیریت پسماند کشور

با عنایـت به مطالعات جامع بازیافت ده منطقه کشـور در سـال ۱۳۸۱ ، کشـور ایران در این سال با جمعیت تحت پوشـش خدمات شـهری حدود ۳۶ میلیون نفر دارای تولید پسـماند حدود ۲۲ هزار تن در روز می باشد که سرانه تولید هر شـهروند ۰/ ۶۱ کیلوگرم قابل محاسـبه اسـت (که با احتسـاب در حدود ۲۰ درصد پسـماند جمع آوری نشـده و اختلافات جمعیت تحت پوشـش تحقیق نرخ تولید پسماند عـادی در محدوده خدماتی شـهرها با جمعیت ۴۳۲۶۵۱۷۱ نفـر در حدود ۳۲ هزار تن در روز و سـرانه ۰/ ۷۲ کیلوگرم برآورد می شـود) و در حال حاضر کشـور ایران با جمعیت شهری معادل ۴۷۸۸۰۰۰۰ نفر ، و با سرانه تولید حدود ۰/ ۷۴ کیلوگـرم دارای نرخ تولید پسـماند در حدود ۴/۳۵ هزار تن می‌باشد 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 محاسـبه اسـت، بر اسـاس مطالعات جامع بازیافت ده منطقه کشـور شـاخص های آماری درصد آنالیز فیزیکی پسماند ایران به قرار جدول زیر می باشد :

صنایـع مدیریت مواد زائد جامـد نقش قابل توجهی در کاهش اثرات مدیریت پسـماند در محیط زیسـت بوسـیله کاهش انتشـار گازهـای گلخانه ای دارند کـه عامل اصلی گرمایـش جهانی و تغییرات آب و هوا می باشـد ، این مقاله تأثیر قابل توجه این صنایع در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای را نشان می دهد .

فعالیـت هـای مربوط بـه مدیریـت پسـماند یکی از

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	72.9	7.25	8.4	2.34	1.09	2.37	1.91	1.27	3.6	253.73
میانه	72.9	7.7	7.9	2.27	0.74	2.3	2.08	1.03	2.4	256.38
انحراف معیار	8.8	2.3	3.1	1.38	1.01	1.09	1.05	0.9	2.7	52.5

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

پارامترهـای مهم در انتشـار گازهای گلخانه ای می باشـد ، اما نسـبت کوچکی از کل انتشـار گازهای گلخانه‌ای را در بر می‌گیرد در سـال ۲۰۰۳ انتشار گازهای گلخانه ای از فعالیت های مدیریت پسماند کمتر از یک درصد از گازهای گلخانه ای منتشره در ایالات متحده را شامل می شود (منابع تولید انرژی ، کشـاورزی ، مدیریت مواد زائد ، صنایع ، . . .) در حالی که در کشـور ایران بر اساس مطالعات انجام شده در سال ۱۳۷۳ ایـن میزان در حدود ۲٪ از کل گازهای گلخانه ای تولیدی را شـامل می شـود . در مجموع پارامترهای زیر را می توان به عنوان عوامل بازدارنده خاص که دارای تاثیر فوق العاده ای در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای می باشد نام برد :

۱. افزایـش جمع آوری و کنتـرل گازهای محل دفن (LFG)

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

۲. افزایـش نرخ بازیافت و کمپوسـت : نتایج بازیافت بر انتشـار گازهای گلخانه ای به طور عمده کاهش هزینه‌های انرژی در کارخانجات مصرف کننده مواد خام (اولیه) می‌باشد و کمپوسـت نیز موجب کاهش انتشـار گازهـای گلخانه ای 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 سوختهای فسیلی برای تولید معادل انرژی الکتریکی می گردد .

و از سـایر روش‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه ای مـی توان به محل های دفن بیـو راکتوری ، ابتکار در جمع آوری و حمل و نقل پسـماند ، اسـتفاده از کمپوست جهت پوشش محل دفن ، آنالیز اقتصادی و زیست محیطی چرخه مواد و . . . اشاره نمود که بر اساس روش‌های فوق می توان سـناریو 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 .

۲- مواد و روش‌ها:

۲-۱ - روش کار

بـا توجه به موارد فـوق الذکر در این مقالـه در ابتدا بر اسـاس وضع موجـود مدیریت پسـماند ، چشـم اندازهای مدیریت پسـماند تعریف شـده توسـط قانـون و آیین نامه اجرایی مدیریت پسـماند و راهبردهای اجرایی سایر کشورها ، سـناریوهای مختلـف در ایـن ارتباط مشـخص شـده و سـپس با اسـتفاده از نرم افزارهـای تخصصی Climate technology, Warm و Recon نتایـج و اثـرات هر یک از سـناریو های عنوان شـده بر نرخ انتشار گازهای گلخانه ای در کشـور بررسـی شده و گزینه های مناسب در این خصوص در مقایسـه با چشم اندازهای راهبردی قانون مشخص می گردد .

۲-۲ - ابزار مورد نیاز :

مهـم تریـن بخـش در این تحقیـق اسـتفاده از آمار و اطلاعات صحیح و قابل اعتماد از وضعیت مدیریت پسـماند و ترکیب مدیریت پسـماند در سطح کشـور می باشد که به دلیـل ضعف موجود در اطلاعات و آمار موجود در کشـور در این تحقیق از اطلاعات و یافته های موجود در سنتز مطالعات جامع ده منطقه کشـور استفاده شـده است و بر این اساس با توجه به طرح ها و گزارشـات ارائه شـده از سـطح کشور در خصوص مدیریت پسماند سناریوهای مختلف بیان شده است و در هـر یک از سـناریوها نیز با توجه بـه 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 پسـماند کشور تعیین شده اسـت که در خصوص مقادیر انتخاب شده جهت هر یک از فرآیندهای بازیافت ، سـوزاندن ، 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 سـناریوهای فوق تاثیر قابل توجهی در نتایج عنوان شده نخواهد دانست .

۲-۳ - سناریوهای قابل بررسی در این تحقیق

۱. دفن بهداشتی پسـماندهای تولیدی و بازیافت جزئی پسماند با میانگین بازیافت ۸٪ (وضع موجود مدیریت پسماند در کشـور) در سـه حالت : بـدون بازیابـی گاز (LFG) ، بازیابی گاز و سوزاندن آن و بازیابی گاز و استحصال انرژی از محل‌های 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 اجرای قانون مدیریت پسماند در خصوص بازیافت پسماندهای تولیدی توسط تولید کنندگان و یا پرداخت کنندگان ۰/۵ 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.

۳ - 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 انتشارگازهای 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 مبداء دارد)و هم چنین 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.

۳-۱ - دفن بهداشتی پسماندهای تولیدی و بازیافت جزئی پسماند (وضع موجود مدیریت پسماند در کشور)

بر اساس وضع موجود بازیافت پسماند ها در کشور که به طور میانگین در حدود ۸درصد 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 گلخانه ای 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 گلخانه ای 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 گلخانه ای 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.

۳-۲ - جمع آوری تفکیک شده کلیه پسماندهای تولیدی و بازیافت پسماندهای تولیدی:

بر اساس ماده۹ 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 گلخانه ای در طی یک سال در

Table 3:Per Ton Estimates of GHG Emissions for Alternative Management Scenarios

Material	GHG Emissions per Ton of Material Source Reduced ($MTCO_2E$)	GHG Emissions per Ton of Material Recycled ($MTCO_2E$)	GHG Emissions per Ton of Material Landfilled ($MTCO_2E$)	GHG Emissions per Ton of Material Combusted ($MTCO_2E$)	GHG Emissions per Ton of Material Composted ($MTCO_2E$)
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

جدول شماره ٤ :روش‌هاو گزینه های بهینه از دیدگاه زیست محیطی و انتشار گازهای گلخانه ای

اجزافیزیکی 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 ازسیستم RDF بازیابی انرژی مد نظر گرفته شده است.

جدول ۵: نرخ انتشار گازهای گلخانه ای در سناریوهای مختلف مدیریت پسماند در کشور

سناریوی پیشنهادی	میزان انتشارگاز گلخانه ای ($mtco_2e$)	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	17836079	8802988	3860623	46478	1517756
دفن بهداشتی با بازیابی گاز و سوزاندن انرژی	2929150	8802988	634000	46478	1517756
دفن بهداشتی با بازیابی گاز و استحصال انرژی	557635	-372252	120700	1967	-64228
بازیافت و تولید کمپوست	6990088	-86772060	1513006	458142	14960700
کاهش در مبدا به همراه بازیافت و تولید کمپوست از پسماند تولیدی	7373997	-89356240	1596103	471786	15406248
مدیریت یکپارچه مواد زائد جامد شهری	4780278	-54794888	1034692	289307	9447395

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

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.

۳-۳ - اجرای کاهش در مبدا به همراه تفکیک از مبدأ و بازیافت:

بر اساس ماده ۱۲ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند در خصوص بازیافت پسماندهای تولیدی توسط تولید کنندگان و یا پرداخت ۰/۵ در هزار ارزش کالا که هدف آن تقویت کاهش در مبدأ 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 گلخانه ای در طی یک سال در کشور در حدود ۷۳۷۳۹۹۷ تن معادل دی اکسید و میزان انرژی مصرفی ۸۹۳۵۶۲۴۰ میلیون بی تی یو خواهد بود.

۳-۴ - اجرای بهینه مدیریت پسماند ازدیدگاه زیست محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای

با توجه به نتایج مطالعات قبلی و با هدف دستیابی به حداقل نرخ انتشار گازهای گلخانه ای 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 روش‌ها و گزینه های مختلف در خصوص اجزاء متفاوت مدیریت پسماند ارائه نمود که در جدول ۴ روش‌ها و گزینه های بهینه پیشنهادی از دیدگاه انتشار گازهای گلخانه ای و تأثیر آن بر میزان مصرف و صرفه جویی انرژی به تفکیک آورده شده است. بنابراین الگوی زیر با حداقل انرژی و سرمایه گذاری 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 رادارد بازیافت شده و در خصوص پسماندهای تر نیز با توجه به صنایع کمپوست در حال ایجاددر سطح کشور و تشکیل بخش عمده پسماندهای تولیدی در کشور پیش بینی می گردد 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 شـود و استفاده از سـوزاندن به دلیل پتانسیل پایین آن جهت کنترل انتشـار گازهای گلخانه ای توصیه نمی شـود مگر استفاده از باقیمانده فرایند بازیافت ،پردازش و کمپوست به عنوان سوخت RDF در صنایع سیمان و .....

نرخ تولید گاز های گلخانه ای 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 ۵۴۷۹۴۸۸ میلیون بی تی یو می باشد .

٤- نتیجه گیری

اثرات زیسـت محیطی مدیریت پسـماند عمدتا شامل آلودگـی منابع آب (زیر زمینی و سـطحی)،خاک،هوا و زیبا شناختی می شود که در طی چند سال اخیر به دلیل اهمیت گرمایـش جهانـی و تغیـرات آب و هوایی انتشـار گازهای گلخانه ای اهمیت ویژه پیدا کرده اسـت و کشور جمهوری اسلامی ایران نیز با پذیرش پروتکل کیوتو موظف به کاهش انتشار این گازها می باشد.

آنچه مسـلم اسـت با توجه به وضع موجـود مدیریت پسـماند در کشـور در حدود ۹۲ درصد پسماندها به صورت غیر بهداشـتی دفن می شوند و علاوه بر تولید در حدود ۱۸ میلیون تن معادل دی اکسـید کربن گاز گلخانه ای در سال نرخ مصرف انرژی در این حالت نیز بسیار بالا می باشد ،و با توجه به اینکه با ایجاد سیسـتم های بازیابی انرژی در محل های دفن موجود در کشـور به صورت اسـتفاده از سـوخت RDF و یا استحصال انرژی گاز و سوزاندن آن نرخ انتشار گازهای گلخانـه ای تا حدود ۳ میلیون تن کاهش می یابد. بنابراین ایجاد سیسـتم های بازیابی گاز و استحصال انرژی از محل های دفن موجود در کشـور که قابل اجرا با حداقل هزینه می باشد حائز اهمیت می باشد.

بـا تصویب قانون مدیریت پسـماند و آیین نامه اجرایی آن با اسـتراتژی تفکیک از مبـدا ،بازیافت و کاهش در مبدا ارائه برنامه مشخص و جداگانه برای هریک از اجزاء فیزیکی پسماند در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و صرفه جویی در مصرف انرژی حائز اهمیت می باشد که لازم است در قانون و آیین نامه اجرای آن این مسـئله مورد توجه ویژه قـرار گیرد و تفکیک کلیه پسـماندهای تولیـدی و بازیافت کلیه پسـماندهای تولیدی نمی تواند اسـتراتژی مناسبی از دیدگاه انتشار گازهای گلخانه ای و صرفه جویی در مصرف انرژی باشـد.بنابراین به کار گیری مدیریت نظام یافته مواد زائد(integrated solid waste management) و اسـتفاده از کلیه اسـتراتژی های مدیریت پسـماند با نرخ مناسـب با توجـه به شـرایط اجتماعی ،اقتصادی ،زیسـت محیطی و آنالیز فیزیکی پسـماند موجـود حائز اهمیت می باشـد که در سـناریوی چهارم بخش قبل نمونه ای از این الگو شـامل دفن بهداشتی ،بازیافت ،تفکیک ازمبدا ،کاهش در مبـدا و سـوزاندن به تفکیک اجزای فیزیکی پسـماند و قابلیت دستیابی به آن اهداف ارائه گردیده است .

منابع

۱ - دانشـگاه 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 شـاخص های ملی توسـعه پایدار در 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