

## سیاستهای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش پسماندهای جامد در ایران

مهیار صفا<sup>۱</sup>

مسئول گروه کاری بخش زایدات - طرح ملی تغییر آب و هوا

سازمان حفاظت محیط زیست<sup>۱</sup>

[mahyarsafa77@yahoo.com](mailto:mahyarsafa77@yahoo.com)

### چکیده

باتوجه به تعهدات ایران در قبال کنوانسیونها و پیمانهای بین المللی نظیر کنفرانس جهانی محیط زیست ریودوژانیرو و پروتکل کیوتو، دومین گزارش ملی ایران در قالب طرح ملی تغییر آب و هوا توسط سازمان حفاظت محیط زیست تهیه و ارائه گردید. در این مقاله میزان موجودی انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش پسماندهای جامد و نیز سناریوهای مختلف انتشار (بر اساس برنامه های دولت و سیاستهای کاهش میزان انتشار این گازها) مورد بررسی قرار گرفته است.

مهم ترین منبع تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش مواد زائد جامد، اماکن دفن زباله میباشند که به دلیل شرایط بی‌هوای دفن، تولید و انتشار گاز متان اهمیت خاصی را خواهد داشت. میزان کل انتشار گاز متان از پسماندهای جامد در کشور برای سال مبنا (سال ۲۰۰۰ میلادی) در حدود ۴۳۲ گیگا گرم متان (با توجه به روش IPCC Default Method) برآورد گردید. در این مطالعه نخست برنامه های در حال اجرا (Business as usual) مورد بررسی قرار گرفته و سپس با توجه به سیاست ها و اقدامات بخش های مختلف دولتی (Official development plan) روند انتشار گازهای گلخانه‌ای تشریح می گردند. در نهایت با توجه به برنامه های علمی و عملی فرآیند کاهش؛ میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با سایر سناریوهای صدرالذکر بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ میلادی مورد مقایسه و تحلیل قرار می گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** پسماندهای جامد، تغییرات آب و هوا، متان، گازهای گلخانه‌ای.

## ۱- مقدمه

بطور کلی مهم‌ترین منبع اولیه و اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای در این بخش شامل اماکن دفن زباله (اعم از لندفیل‌های شهری و روستایی) می‌باشد. طبق گزارش IPCC حداقل ۳۰ درصد از کل انتشار گاز متان در سال به اماکن دفن زباله مربوط می‌شود. استفاده از شیوه دفن پسماندها به عنوان متداول‌ترین روش دفع در ایران، باعث شده است تا اماکن ویژه دفن پسماندها یکی از مهم‌ترین منابع انتشار  $CH_4$  در ایران محسوب شوند. در این گزارش روش‌های مختلف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای بخش مدیریت پسماندهای جامد و میزان کاهش ناشی از این روش‌ها ارائه می‌گردد.

شیوه غالب جهت کاهش انتشار گاز متان از اماکن موجود دفن زباله در کشور می‌تواند جمع‌آوری گازهای تولید شده در این اماکن (LFG) و سوزاندن آنها باشد. همگام با این فرآیند، تبدیل پسماندهای فسادپذیر و آلی از طریق سایر متدهای بازیافت و دفع زباله‌ها و در نتیجه کاهش حجم و مساحت محل‌های دفن؛ می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای در راستای کاهش تدریجی انتشار آتی گازهای گلخانه‌ای در این بخش ایفاء نماید.

## ۲- چارچوب مطالعه

بطور کلی اطلاعات و داده‌های مورد نیاز به روش‌های زیر جمع‌آوری و یا تولید شدند:

- ۱- انجام مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از شبکه جهانی اینترنت.
  - ۲- گردآوری اطلاعات از طریق سازمان‌ها و دستگاه‌های ذیربط و درگیر با مدیریت پسماندهای جامد.
  - ۳- استفاده از اطلاعات مدیریت‌های اجرایی و نیز محلی پسماند در هر دو بخش شهری و روستایی.
- مطالعه چگونگی کاهش گازهای گلخانه‌ای براساس میزان انتشار این گازها در سال مبنا (سال ۲۰۰۰) در بخش پسماندهای جامد با توجه به نتایج بدست آمده از گزارش بخش موجودی انتشار (Inventory) صورت گرفته است. بطور کلی مطالعه فرآیند کاهش گازهای گلخانه‌ای در بخش پسماندهای جامد بر اساس متدولوژی ارائه شده از طرف IPCC Guidelines بر اساس سناریوی پایه (BAU)، سناریوی مبتنی بر برنامه‌های دولتی (ODP) و سناریوی کاهش (MS) انجام پذیرفت. علاوه بر آن در مرحله اخیر سیاست‌های کاهش انتشار ذکر شده در اولین گزارش ملی کشور مورد بازنگری قرار گرفته و به روز شدند.

## ۳- توصیف فرضیات و سناریوها

بطور کلی گزارش نهایی برنامه کاهش گازهای گلخانه‌ای از سه سناریوی اصلی پایه، برنامه‌های دولت و سیاستهای کاهش تشکیل می‌گردد. تخمین انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش پسماندهای جامد بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (در سناریوی Business as usual و ODP) بر اساس مستندات و مفروضات علمی زیر که از مرکز آمار ایران، وزارت کشور و سایر دستگاه‌های ذیصلاح جمع‌آوری گردیده، مورد ملاحظه قرار گرفته است.

- نرخ متوسط رشد جمعیت شهری در حدود ۲/۸ درصد در سال می‌باشد.
  - سرانه تولید پسماندهای شهری در حدود ۰/۷ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز می‌باشد.
  - سرانه تولید پسماندهای روستایی در حدود ۰/۵ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز می‌باشد.
  - فاکتور تصحیح متان در حدود ۰/۵۶ می‌باشد.
  - درصدی از کربن که به صورت متان آزاد می‌شود در حدود ۰/۵ می‌باشد.
  - میزان کربن آلی قابل تجزیه (DOC) موجود در پسماندهای جامد در حدود ۰/۱۸ برآورد گردید.
  - بخشی از DOC که در عمل تجزیه و تبدیل به متان می‌شود برابر با ۰/۷۷ در نظر گرفته شد.
- نکته مهم در برآوردها، اضافه شدن جمعیت روستایی به شهری می‌باشد. لذا برای تعیین و ارائه روش‌های مؤثر و بهینه در فرآیند کاهش و سیاست‌های مناسب در چارچوب برنامه‌های ملی کشور؛ نیاز به اطلاعات و داده‌های اساسی از کلیه فاکتورها و عوامل تأثیرگذار در فرآیند انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه متان در بخش‌های مختلف سیستم‌های مدیریت پسماندها در هر دو بخش شهری و روستایی می‌باشد. با توجه به سیاست‌های چند سال اخیر، فعالیت‌های گسترده‌ای در سطح روستاها در ارتباط با توسعه و یا اصلاح سیستم‌های مدیریت پسماندهای جامد و با تأکید بر فرآیندهای کاهش تولید، ذخیره سازی موقت، جمع‌آوری، حمل و دفع زباله‌ها از طریق وزارت کشور (سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور) به عنوان بخش دولتی و در بعضی از موارد با همکاری بخش‌های غیردولتی و یا مردمی صورت گرفته است. لذا در تعیین سناریوی اقدامات دولت؛ جمعیت روستایی تحت پوشش از سال ۲۰۰۴ به بعد مورد ملاحظه و توجه قرار گرفته است.

#### ۴- انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوی پایه (BAU)

در ایران، اغلب سایت‌های دفن زباله به صورت بی‌هواری عمل می‌نمایند و در نتیجه سبب انتشار مقادیر زیادی گاز متان می‌شوند. در ابتدا در سناریوی پایه پیش‌بینی و برآورد مقدار انتشار گاز متان طی سال‌های مختلف مورد بحث بر اساس 1996 IPCC Revised Guidelines در قالب گزارش ملی موجودی انتشار (Inventory) انجام گردیده و نتایج حاصله به صورت جدول شماره (۱) ارائه می‌گردد. در سناریوی پایه فرض بر آن است که به دلیل پخش زباله‌ها در محیط‌های روستایی و عدم انجام فرایند تخمیر بی‌هواری، از جمعیت روستایی با توجه به ناچیز بودن سهم آن در میزان انتشار گازهای حاصله صرف‌نظر می‌شود. بر همین اساس در این سناریو فقط جمعیت‌های شهری در سطح کشور مورد بررسی قرار گرفته‌اند که در سال مینا در حدود ۴۰۸۷۳۴۹۴ نفر بوده است. برای محاسبه انتشار گاز متان در بخش پسماندهای جامد از فرمول زیر استفاده شده است (IPCC Guidelines, 1996):

$$\text{Methane emissions (Gg/yr)} = (\text{MSW}_T \times \text{MSW}_F \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOC}_F \times F \times 16/12 - R) \times (1 - \text{OX})$$

در این رابطه:

$\text{MSW}_T$  = مقدار کل MSW تولید شده (Gg/yr)

$\text{MSW}_F$  = کسری از MSW که برای دفع به اماکن دفن زباله منتقل می‌شود

MCF = فاکتور تصحیح متان

DOC = کربن آلی تجزیه پذیر

$\text{DOC}_F$  = کسری از DOC که به متان تجزیه می‌شود

F = درصد متان در گاز محل دفن

R = متان بازپایی شده (Gg/yr)

OX = فاکتور اکسیداسیون

بر اساس IPCC عدم قطعیت (Uncertainty) برآورد موجودی انتشار در بخش پسماندهای جامد عمدتاً شامل عدم قطعیت مربوط به فاکتورهای انتشار و نیز عدم قطعیت مربوط به داده‌های جمع‌آوری شده می‌باشد.

جدول (۱) - برآورد انتشار متان از پسماندهای جامد در سناریوی پایه (محدوده ۲۰۲۰-۲۰۰۰ میلادی)

سال انتشار	کل پسماندهای شهری دفع شده در اماکن دفن در سال (گیگا گرم متان)	میزان انتشار گاز متان در سال (گیگا گرم متان)
۲۰۰۰	۸۸۷۸	۴۳۲
۲۰۰۱	۹۱۲۵	۴۴۵
۲۰۰۲	۹۳۸۱	۴۵۸
۲۰۰۳	۹۶۴۳	۴۷۲
۲۰۰۴	۹۹۱۳	۴۸۶
۲۰۰۵	۱۰۱۹۱	۵۰۰
۲۰۰۶	۱۰۴۷۶	۵۱۵
۲۰۰۷	۱۰۷۷۰	۵۳۰
۲۰۰۸	۱۱۰۷۱	۵۴۵
۲۰۰۹	۱۱۳۸۱	۵۶۲
۲۰۱۰	۱۱۷۰۰	۵۷۸
۲۰۱۱	۱۲۰۲۸	۵۹۵
۲۰۱۲	۱۲۳۶۴	۶۱۲
۲۰۱۳	۱۲۷۱۰	۶۳۰
۲۰۱۴	۱۳۰۶۶	۶۴۹
۲۰۱۵	۱۳۴۳۲	۶۶۸
۲۰۱۶	۱۳۸۰۸	۶۸۷
۲۰۱۷	۱۴۱۹۵	۷۰۷
۲۰۱۸	۱۴۵۹۲	۷۲۸
۲۰۱۹	۱۵۰۰۱	۷۴۹
۲۰۲۰	۱۵۴۲۱	۷۷۱

## ۵- انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس برنامه‌های دولت (ODP)

با توجه به سیاست‌های چند سال اخیر، فعالیت‌های گسترده‌ای در سطح شهرها و روستاهای کشور در ارتباط با توسعه و یا اصلاح سیستم‌های مدیریت پسماندهای جامد و با تأکید بر فرآیندهای کاهش تولید، ذخیره‌سازی موقت، جمع‌آوری، حمل و دفع زباله‌ها از طریق وزارت کشور به عنوان بخش دولتی و در بعضی از موارد با همکاری سایر دستگاه‌های دولتی و یا بخش‌های غیردولتی و مردمی صورت گرفته است. در تعیین سناریوی اقدامات دولت؛ جمعیت روستایی تحت پوشش نیز از سال ۲۰۰۴ به بعد مورد ملاحظه و توجه قرار گرفته است. کمیت پسماندهای جامد تولیدی در شهرها و روستاهای کشور ناهمگونی زیادی را شامل می‌شود. عوامل اقتصادی، بافت کالبدی شهر و روستا، کاربری‌های زمین، عوامل اجتماعی و فرهنگی، تراکم در واحد سطح، فصول سال و میزان آموزش و اطلاع‌رسانی به مردم به همراه سایر عوامل در کیفیت و کمیت پسماندها تأثیر بسزایی دارند. برای تعیین و ارائه روش‌های مؤثر و بهینه در فرآیند کاهش و سیاست‌های مناسب در چارچوب برنامه‌های ملی دولت در کشور؛ نیاز به اطلاعات و داده‌های اساسی در بخش‌های مختلف سیستم‌های مدیریت پسماندها در هر دو بخش شهری و روستایی در راستای اجرای مفاد برنامه چهارم توسعه کشور و اجرای مفاد قانون مدیریت پسماندها و آیین‌نامه اجرایی و دستورالعمل‌های مربوط به آن، می‌باشد.

جدول (۲) - برآورد انتشار متان از پسماندهای جامد در سناریوی انتشار بر اساس برنامه‌های دولت

سال انتشار	کل پسماندهای شهری و روستایی دفع شده در اماکن دفن در سال (گیگا گرم زباله)	میزان انتشار گاز متان در سال (گیگا گرم متان)
۲۰۰۰	۸۸۷۸	۴۳۲
۲۰۰۱	۹۱۲۵	۴۴۵
۲۰۰۲	۹۳۸۱	۴۵۸
۲۰۰۳	۹۶۴۳	۴۷۲
۲۰۰۴	۹۹۷۹	۴۸۹
۲۰۰۵	۱۰۲۵۷	۵۰۳
۲۰۰۶	۱۰۵۴۲	۵۱۸
۲۰۰۷	۱۰۸۳۶	۵۳۳
۲۰۰۸	۱۱۱۳۷	۵۴۹
۲۰۰۹	۱۱۴۴۷	۵۶۵
۲۰۱۰	۲۵۱۵۰	۱۲۷۴
۲۰۱۱	۲۵۸۵۳	۱۳۱۰
۲۰۱۲	۲۶۵۷۴	۱۳۴۸
۲۰۱۳	۲۷۳۱۵	۱۳۸۶
۲۰۱۴	۲۸۰۷۸	۱۴۲۵
۲۰۱۵	۲۸۸۶۲	۱۴۶۶
۲۰۱۶	۳۱۶۵۴	۱۶۱۰
۲۰۱۷	۳۲۵۳۸	۱۶۵۶
۲۰۱۸	۳۳۴۴۶	۱۷۰۳
۲۰۱۹	۳۴۳۸۰	۱۷۵۲
۲۰۲۰	۳۵۳۴۰	۱۸۰۱

با توجه به توزیع تعداد قابل توجهی ماشین‌آلات خدماتی و حمل‌ونقل در بین روستاهای کشور، از سال ۲۰۰۴ تاکنون در حدود ۴۰۰۰ روستا تحت پوشش شبکه جمع‌آوری، حمل و دفع پسماند قرار گرفته‌اند که جمعیت آنها در محاسبه گازهای گلخانه‌ای در این سناریو مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در استراتژی توسعه سیستم مدیریت پسماندهای جامد در بخش روستایی، ایجاد سایت‌های دفن بهداشتی برای استفاده مشترک چند دهیاری در قالب مجموعه‌های روستایی در بخش دولتی مورد نظر می‌باشد. با عنایت به سرشماری جمعیت در سال ۱۳۸۵ (سال ۲۰۰۶)

میلادی) میزان تولید پسماندهای شهری در حدود ۳۴۰۰۰ تن در روز و تولید پسماندهای روستایی در حدود ۱۱۰۰۰ تن در روز می باشد. در محاسبات انتشار متان در این بخش فرض بر آن است که سرانه تولید زباله (کیلوگرم به ازای هر نفر در روز) در هر دو بخش شهری و روستایی تا سال ۲۰۲۰ به طور ثابت و خطی افزایش خواهد یافت (جدول شماره ۲).

## ۶- انتشار گازهای گلخانه ای در سناریوی کاهش (MS)

همانگونه که ذکر گردید، اساسی ترین روش کاهش انتشار گاز متان از اماکن موجود دفن زباله در کشور می تواند جمع آوری بیوگاز تولید شده در این اماکن و سوزاندن آنها باشد. همگام با این فرآیند، تبدیل پسماندهای فسادپذیر و آلی از طریق سایر روشهای دفع زباله ها و در نتیجه کاهش حجم و مساحت محل های دفن؛ می تواند اثرات قابل ملاحظه ای در راستای کاهش تدریجی انتشار آتی گازهای گلخانه ای در این بخش ایفاء نماید. بطور کلی گزینه های مختلفی برای کاهش انتشار متان از اماکن دفن زباله متناسب با شرایط فنی، اقتصادی و اجتماعی در کشور وجود دارد. عمده ترین شیوه های مؤثر در این زمینه در سناریوی کاهش (Mitigation scenario) به شرح زیر می باشند.

### الف) دفن مهندسی - بهداشتی با مدیریت صحیح جمع آوری و امحاء بیوگاز تولیدی و نیز تبدیل لندفیل های بی هوازی به نیمه هوازی.

یکی از مهم ترین روش های کاهش میزان انتشار گاز متان در اماکن دفن، اجرای محل های دفن به شیوه مهندسی - بهداشتی می باشد، بطوری که در این اماکن سیستم جمع آوری و لوله گذاری مناسب جهت استخراج و بازیابی LFG به خوبی اجرا شده باشد. در صورت استفاده از شبکه جمع آوری بیوگاز می توان در حدود ۵۰ الی ۸۰ درصد گازهای تولیدی در یک محل دفن را بازیابی نمود. گاز جمع آوری شده در اماکن دفن می تواند به صورت زیر به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گرفته و یا سوزانده شود. البته این موارد عمدتاً برای محل های دفن شهری می توانند بکار گرفته شوند و در محل های دفن روستایی به دلیل کم بودن حجم زباله ها کارایی ندارند.

#### ۱) سوزاندن بیوگاز تولیدی در مشعل های باز یا بسته:

از جمله شهرهای فعال در زمینه استحصال بیوگاز از اماکن دفن می توان از شیراز، اصفهان، مشهد و تعدادی دیگر نام برد. فرآیند بازیابی متان از چند سال گذشته در سایت دفن بهداشتی زباله های شیراز توسط سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری شیراز آغاز گردیده است. طبق برآورد این سازمان حدود ۵۳ درصد گازهای تولیدی در محل دفن از نوع متان برآورد شده است. بخشی از گازهای مورد نظر در این لندفیل از طریق شبکه جمع آوری، استخراج و در تعداد بیش از ۱۸ مشعل (Flare) سوزانده می شوند. در اثر این فرآیند متان تولید شده در محل دفن به  $CO_2$  تبدیل می گردد. علاوه بر آن بخش کوچکی از گاز متان بازیابی شده در این سایت در یک آشپزخانه آزمایشی برای پختن غذا، روشنایی و آبگرمکن مورد استفاده قرار می گیرد. یک دستگاه ژنراتور بیوگاز سوز در سایت دفن شیراز فرآیند تبدیل گاز به الکتریسیته را انجام می دهد. در شهرهای اصفهان و مشهد نیز توسط سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری؛ بخش هایی از سایت دفن این شهرها مجهز به لوله های جمع آوری بیوگاز گردیده و گاز پس از استخراج در مشعل های باز (Open flare) سوزانده می شود.

#### ۲) بازیابی و تبدیل بیوگاز تولیدی به الکتریسیته:

بیوگاز بازیابی شده می تواند جهت استفاده در ژنراتور مولد الکتریسیته در محل مورد استفاده قرار بگیرد. باید در نظر داشت که تولید الکتریسیته در اماکن دفن به مقادیر نسبتاً بالای LFG نیازمند بوده و لذا برای اماکن دفن کوچک به هیچ عنوان مناسب نیست. در سایت دفن شیراز یک دستگاه ژنراتور کوچک برای روشن کردن تعدادی لامپ و نور افکن مورد استفاده می باشد.

#### ۳) استفاده از بیوگاز به عنوان گاز با BTU متوسط:

بیوگاز حاصله از اماکن دفن می تواند مستقیماً به عنوان سوخت با BTU متوسط جهت تولید حرارت، سرما و یا بخار در فرآیندهای صنعتی مورد استفاده قرار بگیرد. با توجه به تکنولوژی های در حال استفاده و عدم انطباق شرایط استفاده از LFG با این روش در ایران؛ هیچ گونه بازیابی در این حالت مورد نظر نخواهد بود.

#### ۴) تبدیل اماکن دفن بی هوازی به نیمه هوازی:

تبدیل محل های دفن بی هوازی به نیمه هوازی باعث افزایش اندکی گاز  $CO_2$  و از طرف دیگر کاهش  $CH_4$  می گردد. با توجه به فرآیند برنامه ریزی شده برای این تغییرات، هزینه سرمایه گذاری اولیه برای ایجاد اماکن دفن نیمه هوازی و نیز تکنولوژی های قابل دسترس، میزان بازیابی متان از این طریق تا انتهای سال ۲۰۲۰ میلادی می تواند مورد ملاحظه قرار گیرد.

### ب) جمع آوری صحیح زباله های تولید شده در اماکن مختلف شهری و روستایی و انتقال به موقع آنها به محل های دفع.

یکی دیگر از موارد تأثیرگذار بر کاهش حجم انتشار گازهای گلخانه ای در این بخش، اعمال مدیریت صحیح جمع آوری و حمل پسماندها در مناطق شهری و روستایی می باشد. انتخاب و برنامه ریزی صحیح در ارتباط با تعداد دفعات جمع آوری و حمل زباله ها، نوع و شیوه جمع آوری، ظرفیت و نوع مخازن جمع آوری و سایر عوامل مرتبط به ویژه در مناطق گرمسیری کشور می تواند سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه ای بویژه متان در سطح کشور گردد.

### ج) کاهش استفاده از ایستگاه‌های انتقال پسماند.

استفاده از ایستگاه‌های انتقال نامناسب به دلیل دپوی زباله‌ها و انجام فرآیند تخمیر بی‌هوازی سبب انتشار گاز متان خواهد شد. کاهش تعداد این ایستگاه‌ها و انتقال مستقیم پسماندها به محل‌های دفع می‌تواند به عنوان عامل دیگری در راستای کاهش گاز متان تولیدی در سطح کشور تا انتهای سال ۲۰۲۰ میلادی در نظر گرفته شود.

### د) آموزش، افزایش مشارکت‌های مردمی، تفکیک از مبدأ و اجرای برنامه‌های مختلف بازیافت.

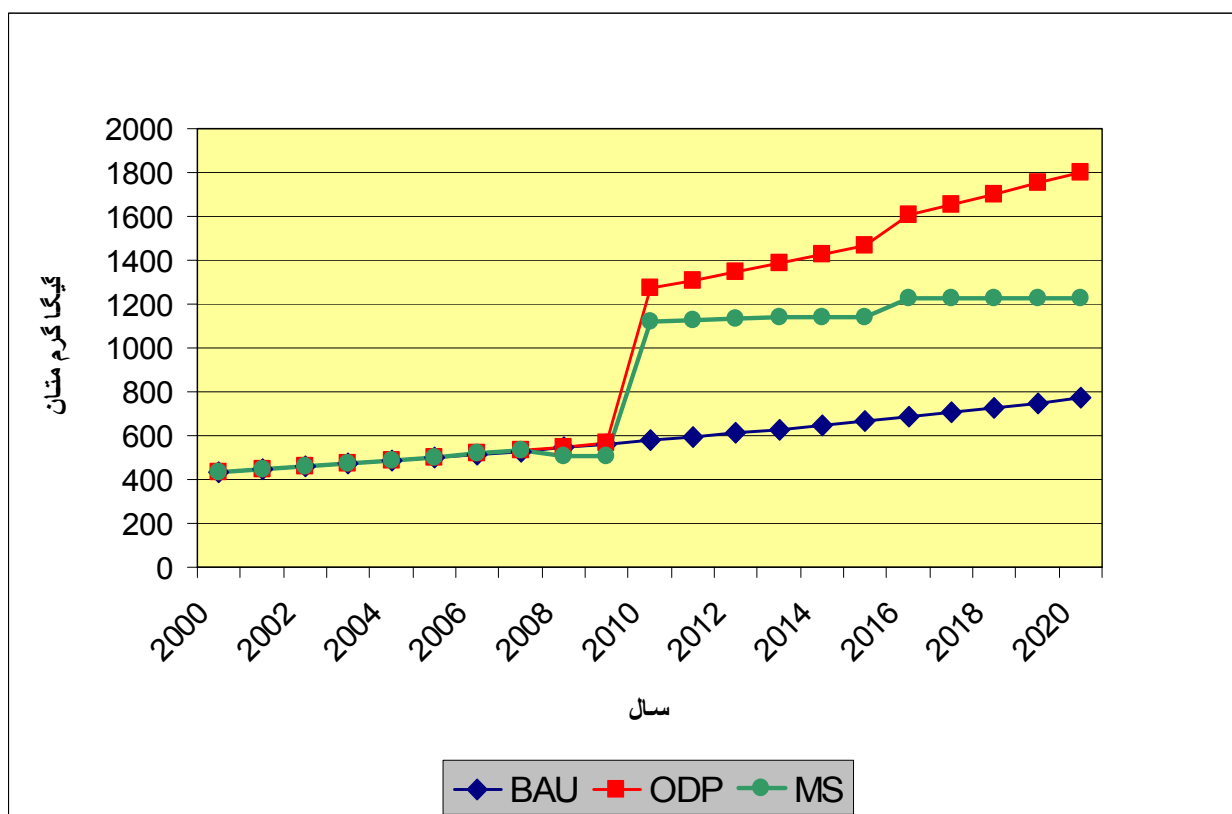
یکی از مؤثرترین شیوه‌های کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در جوامع شهری و روستایی اجرای برنامه‌های مختلف و مناسب آموزشی در بین اقشار مختلف مردم و جلب مشارکت‌های مردمی می‌باشد. این برنامه‌ها باید در راستای کاهش تولید پسماندهای جامد، استفاده مجدد از آنها و جداسازی از مبدأ به منظور توسعه بازیافت اجزای مختلف زباله در جامعه صورت پذیرند. میزان تناژ زباله‌های تولیدی در کشور به وسیله فرآیندهای ذکر شده و نیز بازیافت انواع کاغذ، پلاستیک، شیشه، فلزات آهنی و غیر آهنی، اجزاء فسادپذیر (به منظور تولید کود آلی بیوکمپوست) به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابند که در نهایت این امر خود سبب کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد. با توجه به برنامه‌های گسترده کشور در زمینه آموزش مردم و اطلاع رسانی عمومی در هر دو بخش دولتی و غیر دولتی و نیز رشد فزاینده صنایع بازیافتی، پیش بینی می‌شود که کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تا انتهای سال ۲۰۲۰ میلادی قابل دسترسی باشد. با در نظر گرفتن سیاست‌های صدرالذکر در زمینه کاهش میزان  $CH_4$  می‌توان میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در سناریوی کاهش با توجه به برآورد درصد کاهش در هر یک از گزینه‌ها در بخش پسماندهای جامد به شرح جدول (۳) ارائه نمود. شکل (۱) نیز میزان انتشار متان را در سه سناریوی پایه (BAU)، سناریوی مبتنی بر برنامه‌های دولتی (ODP) و سناریوی کاهش (MS) بطور مقایسه‌ای نشان می‌دهد. با عنایت به آنالیز و تخمین شاخص هزینه (CSC) برای اجرای هر یک از گزینه‌های کاهش انتشار در سناریوی کاهش؛ هزینه تقریبی کاهش انتشار هر تن معادل دی اکسید کربن در بخش پسماندهای جامد در محدوده زمانی سالهای ۲۰۰۹ الی ۲۰۲۰ میلادی در حدود ۴/۵ دلار برآورد می‌گردد.

### ۷- نتیجه گیری و پیشنهادات

به طور کلی گروه‌ها و سازمان‌های مختلف (دولتی و غیر دولتی) از طریق شیوه‌های زیر می‌توانند نقش بسزایی در توسعه و اجرای سیاست‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش پسماندها ایفا نمایند:

- ۱- کمک به اجرای صحیح برنامه‌های مدیریت پسماندها به ویژه از طریق تفکیک از مبدأ و هدایت اجزای فسادپذیر زباله به واحدهای تولید بیوکمپوست در کشور. این فرایند سبب تغییر مسیر هدایت بخش مهمی از پسماندهای جامد به اماکن دفن می‌گردد که این امر خود باعث تغییر انتشار گازهای گلخانه‌ای از  $CH_4$  به  $CO_2$  با پتانسیل جذب بسیار کمتر می‌شود.
- ۲- آموزش به کلیه اقشار مردم در راستای کاهش تولید زباله و ایجاد الگوهای صحیح مصرف که این امر خود باعث کاهش حجم زباله‌های انتقالی به محل‌های دفن زباله می‌گردد. اساساً اجرایی نمودن مفاد قانون مدیریت پسماندها و آیین‌نامه اجرایی آن نقش مهمی در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای در کشور ایفا می‌کند.
- ۳- زمینه سازی برای ایجاد بستر مناسب جهت اخذ بهای خدمات مدیریت پسماندها در هر دو بخش شهری و روستایی با محوریت شهرداریها و دهیاریها.
- ۴- برخی از ارگان‌ها و دستگاه‌ها به ویژه وزارت کشور و شهرداریها نقش مهمی در راستای توسعه سیاست‌های کاهش انتشار از طریق حمایت و یا اجرای پروژه‌های CDM برای محل‌های دفن زباله ایفا می‌نمایند. با توجه موارد ذکر شده به عنوان گزینه‌های کاهش در این مقاله، اولویت بندی زیر در قالب مدیریت صحیح پسماندهای جامد توسط مدیریت‌های اجرایی و دستگاه‌های ناظر و متولی ضروری به نظر می‌رسند:
  - ۱) دفن مهندسی - بهداشتی با مدیریت صحیح جمع‌آوری و امحاء بیوگاز تولیدی و نیز تبدیل انواع بی‌هوازی به نیمه‌هوازی.
  - ۲) آموزش، افزایش مشارکت‌های مردمی، تفکیک از مبدأ و اجرای برنامه‌های مختلف بازیافت و بازیابی به ویژه در ارتباط با جزء فسادپذیر پسماندهای جامد.
  - ۳) جمع‌آوری صحیح زباله‌های تولید شده در اماکن مختلف شهری و روستایی و انتقال به موقع آنها به محل‌های دفع.
  - ۴) کاهش استفاده از ایستگاه‌های انتقال پسماند.

شکل (۱) - روند انتشار متان در سناریوی کاهش در مقایسه با سایر سناریوها



جدول (۲) - میزان انتشار متان از اماکن دفن زباله بر اساس سناریوی کاهش در کشور

سال انتشار	میزان انتشار متان (GgCH <sub>4</sub> )
۲۰۰۰	۴۳۲
۲۰۰۱	۴۴۵
۲۰۰۲	۴۵۸
۲۰۰۳	۴۷۲
۲۰۰۴	۴۸۹
۲۰۰۵	۵۰۳
۲۰۰۶	۵۱۸
۲۰۰۷	۵۳۳
۲۰۰۸	۵۰۵
۲۰۰۹	۵۰۹
۲۰۱۰	۱۱۲۱
۲۰۱۱	۱۱۲۷
۲۰۱۲	۱۱۳۲
۲۰۱۳	۱۱۳۷
۲۰۱۴	۱۱۴۰
۲۰۱۵	۱۱۴۳
۲۰۱۶	۱۲۲۴
۲۰۱۷	۱۲۲۵
۲۰۱۸	۱۲۲۶
۲۰۱۹	۱۲۲۶
۲۰۲۰	۱۲۲۵

## ۸- سیاست‌گذاری

بدین وسیله از مشاوره و راهنمایی‌های ارزنده جناب آقای دکتر محمد سلطانیه رئیس محترم طرح ملی تغییر آب و هوا و نیز حسن همکاری و زحمات بی‌شائبه جناب آقای مهندس محمد صادق احدی معاون محترم طرح ملی تغییر آب و هوا تشکر و قدردانی می‌گردد.

### مراجع

۱. عمرانی، قاسمعلی؛ «مدیریت زباله های شهری»، مرکز تحقیقات محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، ۱۳۸۶.
۲. مرکز آمار کشور، سرشماری نفوس و مسکن، سال ۱۳۸۵.
۳. صفا، مهیار؛ «دومین گزارش ملی تغییر آب و هوا- موجودی انتشار و سیاست‌های کاهش»، دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۶-۸۸.
4. "Reference Manual and Workbook", Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory, 1996.
5. "CH<sub>4</sub> Emissions from Solid Waste Disposal", Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
6. "Emission Estimation Technique Manual for Municipal Solid Waste Landfills", Australian Government, Department of the Environment and Heritage, NPI, Version 1.2, 2005.
7. "Resource Guide for Preparing the National Communications of Non-Annex I Parties, Module 4: Measures to Mitigate Climate Change", UNFCCC, 2008.