



# مدیریت گازهای مشعل<sup>۱</sup> در صنایع نفت و گاز

هادی ابراهیم فتح آبادی\* مدیریت برنامه ریزی تلفیقی شرکت ملی نفت ایران

چکیده

مدیریت گازهای مشعل از دو جنبه اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت است. بانک جهانی که یکی از مؤسسات فعال در زمینه پروژه‌های مدیریت کاهش گازهای مشعل محسوب می‌شود، سرمایه‌گذاری‌های زیادی در این زمینه به‌ویژه در کشورهای دارای منابع نفت و گاز انجام داده و هر ساله داده‌هایی در این خصوص منتشر می‌کند. این مقاله تلاش دارد علاوه بر مرور آمارهای بانک جهانی در مورد گازهای مشعل و کشورهای موفق در زمینه مدیریت این گازها، مشکلاتی که کشورها در این زمینه با آنها روبرو هستند بیان کرده و برای آنها راهکارهایی ارائه دهد. در نهایت نیز تجارب کشورهای موفق در زمینه مدیریت گازهای مشعل ارائه شده و چارچوبی برای مدیریت مؤثر و موفق این گازها پیشنهاد می‌شود. محدودیت قوانین و پراکندگی منابع تولید گازهای مشعل و محدودیت‌های مالی از جمله مشکلات مدیریت گازهای مشعل هستند که تنها با همکاری نزدیک میان دولت‌ها (در سطح ملی و منطقه‌ای) و شرکت‌های خصوصی قابل حل خواهد بود.

واژگان کلیدی: گازهای مشعل، محیط‌زیست، اقتصاد، برنامه‌ریزی، مدیریت

## مقدمه

هوا، آب و خاک، آلودگی صوتی، گرمایش زمین و ... را به‌دنبال دارد. با توجه به موقعیت استراتژیک کشورمان در زمینه تولید و صادرات نفت و گاز، ضروری است مدیریت گازهای مشعل مورد توجه ویژه‌ای قرار گیرد و با توجه به رشد روزافزون فن‌آوری در این زمینه نیاز است که روش‌های اجرایی مرتباً بازننگری و به‌روزرسانی شوند. اگرچه طرح‌هایی مثل آماک و سایر کارخانجات گاز و گازمایع در حال انجام است اما به‌نظر می‌رسد تحقیقات و پروژه‌های کافی در زمینه مدیریت گازهای مشعل انجام نشده است.

مشعل‌ها، میزانی از گاز به‌صورت نسوخته وارد اتمسفر می‌شود. بر اساس ۲۰۰۰ مقاله رسمی چاپ شده در کانادا، طی فرآیند سوزاندن گاز ۲۵۰ ماده سمی شناخته شده مختلف به هوا تخلیه می‌شود که این امر آثار زیان‌بار فراوانی برای محیط‌زیست خواهد داشت [۱].

مدیریت گازهای مشعل از دو جنبه کلی دارای اهمیت است؛ اولاً گازهایی که سوزانده می‌شوند ارزش اقتصادی قابل توجهی دارند و ثانیاً سوزاندن این گازها آثار مخرب زیست محیطی (آلودگی‌های

کلمه مشعل برای توصیف یک شعله بی‌حفاظ (باز) که گازهای مازاد را می‌سوزاند به کار برده می‌شود. این فرآیند در تأسیسات بالادستی نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفتی و گازی، صنایع پتروشیمیایی و برخی از صنایع معدنی اتفاق می‌افتد. مشعلها در یک زمان کوتاه مقدار زیادی گاز در هوا منتشر می‌کنند. میزان سوختن گاز در مشعل به بازدهی آن، زمان فرآیند احتراق و ... بستگی دارد که معمولاً به‌دلیل عدم وجود زمان کافی برای احتراق و بازدهی نامناسب

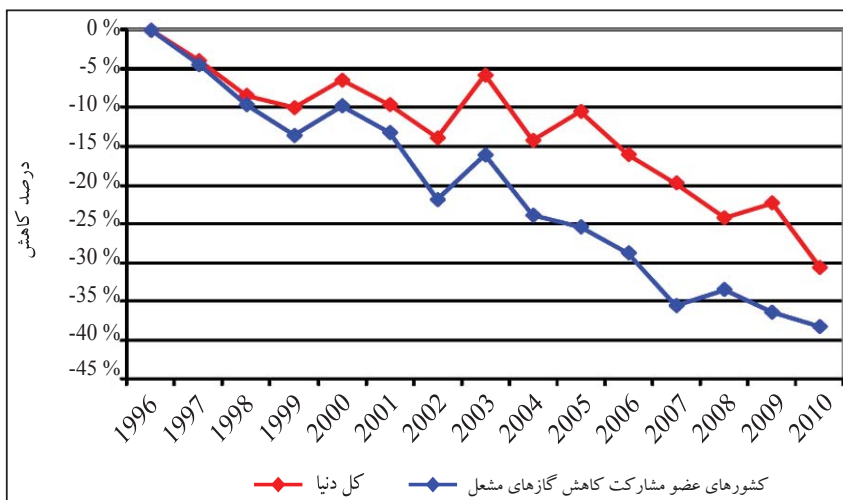
\* نویسنده عهده‌دار مکاتبات (hadifathabadi@yahoo.com)

### ۱- مروری بر آمار بانک جهانی در مورد گازهای مشعل

بانک جهانی میزان گازهای مشعل شده در سال ۲۰۱۱ را ۱۴۰ میلیارد مترمکعب برآورد کرده است. این میزان گاز، حدود ۲۵ درصد مصرف سالیانه گاز ایالات متحده آمریکا و ۳۰ درصد مصرف سالیانه گاز اتحادیه اروپاست. با توجه به پروژه‌های در حال انجام در نقاط مختلف دنیا، بانک جهانی پیش‌بینی کرده که در سال ۲۰۱۷ میزان گازهای مشعل به ۱۰۰ میلیارد مترمکعب برسد. البته حدود ۳۰ درصد کاهش طی پنج سال برآوردی خوش‌بینانه است. لازم به ذکر است که میزان گاز مشعل در سال ۲۰۰۵، حدود ۱۷۲ میلیارد مترمکعب بوده که با سرمایه‌گذاری‌های بانک جهانی و همکاری سایر کشورهای دارای منابع نفت و گاز این میزان تا سال ۲۰۱۱، حدود ۲۰ درصد کاهش یافته است [۴۰].

کشورهایی مثل کویت در زمینه مدیریت گازهای مشعل پیش‌تاز هستند. این کشور میزان گاز مشعل خود را به کمتر از یک درصد گازهای همراه تولیدی از میدین نفتی کاهش داده که این مقدار در مدیریت گازهای مشعل حد فنی<sup>۲</sup> محسوب می‌شود. نیجریه طی پنج سال میزان گاز مشعل خود را ۴ میلیارد مترمکعب کاهش داده است. گاز مشعل این کشور از ۱۸/۶ در سال ۲۰۰۶ به ۱۴/۶ در سال ۲۰۱۱ کاهش یافته است. جمهوری خلق کنگو نیز ۳۵۰ مگاوات پروژه استفاده از این گازها برای تولید نیرو ایجاد کرده است.

مکزیک میزان گاز مشعل خود را طی دو سال ۶۶ درصد کاهش داده و قطر پروژه‌هایی برای تبدیل ۱۸۰ میلیون فوت مکعب در روز گاز به برق انجام داده است. آذربایجان نیز طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۸، میزان گاز مشعل خود را ۵۰ درصد کاهش داده است.



شکل ۱ | روند کاهش گازهای مشعل در کشورهای عضو مشارکت جهانی کاهش این گازها و در کل دنیا

سال	نام کشور	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	میزان تغییرات از ۲۰۱۱-۲۰۱۰ (درصد)
۵۲/۳	روسیه	۴۲	۴۶/۶	۳۵/۶	۳۷/۴	۱/۸	
۱۶/۳	نیجریه	۱۵/۵	۱۴/۹	۱۵/۰	۱۴/۶	-۰/۳	
۱۰/۷	ایران	۱۰/۸	۱۰/۹	۱۱/۳	۱۱/۴	-۰/۰	
۶/۷	عراق	۷/۱	۸/۱	۹/۰	۹/۴	-۰/۳	
۲/۲	ایالات متحده آمریکا <sup>۱</sup>	۲/۴	۳/۳	۴/۶	۷/۱	۲/۵	
۵/۶	الجزایر	۶/۲	۴/۹	۵/۳	۵/۰	-۰/۳	
۵/۵	قزاقستان <sup>۲</sup>	۵/۴	۵/۰	۳/۸	۴/۷	-۰/۹	
۳/۵	آنگولا	۳/۵	۳/۴	۴/۱	۴/۱	-۰/۰	
۳/۹	عربستان سعودی	۳/۹	۳/۶	۳/۶	۳/۷	-۰/۱	
۲/۲	ونزوئلا	۲/۷	۲/۸	۲/۸	۳/۵	-۰/۷	
۲/۶	چین	۲/۵	۲/۴	۲/۵	۲/۶	-۰/۱	
۲/۰	کانادا	۱/۹	۱/۸	۲/۵	۲/۴	-۰/۱	
۳/۸	لیبی	۴/۰	۳/۵	۳/۸	۲/۲	-۱/۶	
۲/۶	اندونزی	۲/۵	۲/۹	۲/۲	۲/۲	-۰/۰	
۲/۷	مکزیک <sup>۳</sup>	۳/۶	۳/۰	۲/۸	۲/۱	-۰/۷	
۲/۴	قطر	۲/۳	۲/۲	۱/۸	۱/۷	-۰/۱	
۲/۱	ازبکستان	۲/۷	۱/۷	۱/۹	۱/۷	-۰/۲	
۱/۸	مالزی	۱/۹	۱/۹	۱/۵	۱/۶	-۰/۲	
۲/۰	عمان	۲/۰	۱/۹	۱/۶	۱/۶	-۰/۰	
۱/۵	مصر	۱/۶	۱/۸	۱/۶	۱/۶	-۰/۰	
۱۳۲	مجموع ۲۰ کشور	۱۲۴	۱۲۷	۱۱۸	۱۲۱	۳/۱	
۲۲	سایر کشورهای دنیا	۲۲	۲۰	۲۰	۱۹	۱/۱	
۱۵۴	میزان کل گاز مشعل در دنیا	۱۴۶	۱۴۷	۱۳۸	۱۴۰	۱/۹	

(۱) شامل داکوتا  
(۲) داده‌ها پایین‌تر گزارش شده‌اند  
(۳) داده‌ها بالاتر گزارش شده‌اند



۲- چالش‌ها و راهکارها

چالش‌های عمده انجام پروژه‌های کاهش گازهای مشعل به شرح زیر گزارش شده‌اند:

- محدودیت قوانین در خصوص کاهش گازهای مشعل
- پراکندگی منابع گازهای مشعل
- محدودیت‌های مالی
- ضعف فن آوری در زمینه ارتقاء تأسیسات مهار گازهای مشعل

بدیهی است در راستای پیشبرد پروژه‌های کاهش گازهای مشعل ضروری است دولت‌ها، سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف همکاری نزدیکی داشته باشند. شکل ۲- این رابطه را به شکل بهتری نشان می‌دهد.

همکاری نزدیک بخش‌های دولتی و خصوصی یکی از راهکارهای مناسب جهت مدیریت گازهای مشعل به‌شمار می‌رود. شاید از دیدگاه شرکت‌های بزرگ، در برخی نقاط استفاده از گازهای همراه از لحاظ اقتصادی به‌صرفه نباشد اما ممکن است استفاده از همان گاز همراه در یک شرکت خصوصی توجیه اقتصادی داشته باشد.

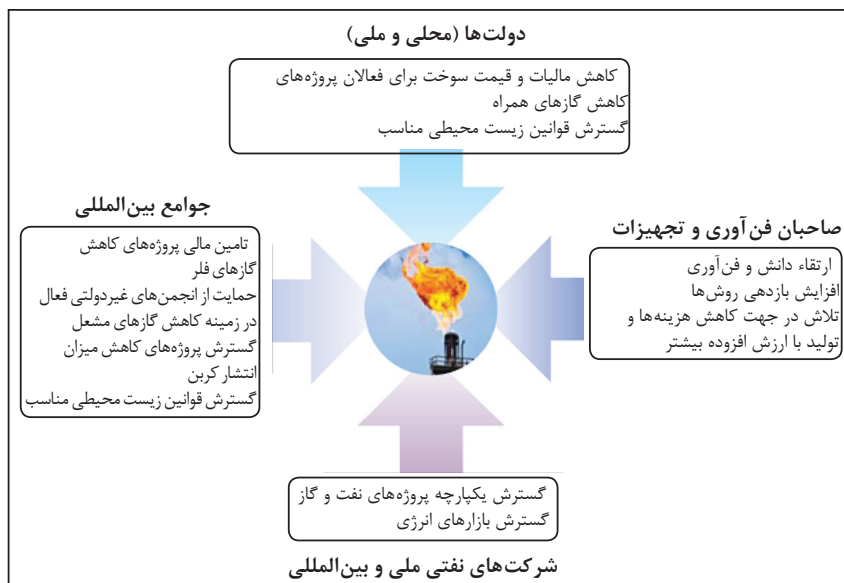
دولت‌ها باید از یک سو در سطوح ملی و منطقه‌ای شرکت‌های تولیدکننده نفت و گاز را در تولید پسماند و سوزاندن یا رهاکردن گازهای ناشی از تولید در محدودیت قانونی قرار داده و از سوی دیگر شرایط را برای استفاده از پروژه‌های مکانیزم پاک (CDM)<sup>۴</sup> فراهم نمایند. ارتقاء قوانین برای سرمایه‌گذاری جهت کاهش گازهای مشعل، ارتقاء بازارهای بین‌المللی گاز، ارتقاء فن آوری جهت استفاده از این گازها، گسترش استفاده از آنها در مقیاس‌های کوچک، ترویج پروژه‌های موفق کاهش این گازها در سطح بین‌المللی، قیمت‌گذاری

طبق این آمار ایران سومین کشور در زمینه انتشار گازهای مشعل بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، حدود ۸۵ درصد کل گاز مشعل دنیا در ۲۰ کشور در حال توسعه ذکر شده در جدول ۱- (که عمده‌ترین تولیدکنندگان نفت و گاز دنیا نیز می‌باشند) تولید می‌گردد و ایران حدود ۸ درصد کل گاز مشعل تولید شده در دنیا را به خود اختصاص داده است. البته باید توجه داشت که ممکن است داده‌های گزارش شده از دقت زیادی برخوردار نباشند. همین عدم وجود منابع آماری موثق در خصوص میزان انتشار گازهای مشعل در دنیا از مشکلات جهانی مدیریت این گازهاست [۴ و ۱].

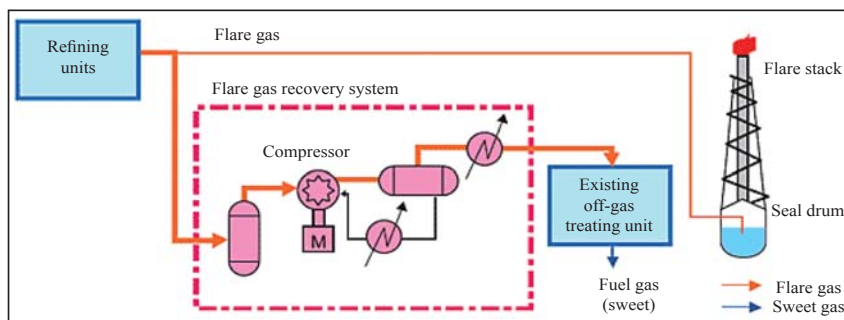
روسیه طی سال‌های ۲۰۱۰ - ۲۰۵، گاز مشعل خود را ۴۰ درصد کاهش داده است. شکل ۱- روند کاهش گاز مشعل در کشورهای عضو مشارکت جهانی کاهش گاز مشعل (GGFRP)<sup>۳</sup> و در کشورهای دنیا را نشان می‌دهد.

مشارکت جهانی کاهش گازهای مشعل در آگوست سال ۲۰۰۲ تشکیل شد و ۱۹ کشور و ۲۰ شرکت نفتی بزرگ دنیا و برخی سازمان‌های دیگر در آن عضو هستند. این اعضا از تجارب یکدیگر در زمینه کاهش گازهای مشعل بهره می‌گیرند [۴ و ۱].

جدول ۱- تعداد ۲۰ کشور نخست در زمینه انتشار گازهای مشعل را نشان می‌دهد.



شکل ۲ | همکاری بین دولت‌ها، شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف در زمینه انجام پروژه‌های کاهش گازهای مشعل



شکل ۳ | یک نمونه سیستم بازیابی گازهای مشعل

بهینه از این گازها از لحاظ زیست محیطی و اقتصادی است. تجارب کشورهای عضو مشارکت جهانی کاهش گازهای مشعل، تولیدکنندگان بین المللی نفت و گاز<sup>۷</sup> و انجمن بین المللی حفاظت از محیط زیست در صنعت نفت<sup>۸</sup>، فرآیند هفت مرحله‌ای زیر را برای برنامه‌ریزی در جهت مدیریت گازهای مشعل پیشنهاد می‌کنند [۵] (شکل-۴).

مدیریت گازهای مشعل در گام نخست با هدف گذاری و مشخص کردن خط‌مشی‌ها و استراتژی‌ها شروع می‌شود. در مرحله بعد برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری جهت نیل به اهداف انجام می‌پذیرد. برنامه‌ریزی باید به گونه‌ای انجام گیرد که کلیه گزینه‌های رسیدن به اهداف بررسی شوند و مناسب‌ترین راه‌ها انتخاب گردند. ضمن اینکه ضروری است برنامه‌ها پویا بوده و امکان تغییر در آینده را داشته باشند. مرحله بعد اجرا کردن سیاست‌هاست. در این مرحله استفاده از توان اجرایی مناسب و نظارت نقشی اساسی ایفا می‌کند و بر اساس همین نظارت دقیق، مرتباً بازنگری انجام شده و اشکالات روش‌های اجرایی برطرف می‌شود. نمونه‌ای از چارچوب اجرایی مدیریت گازهای

هم‌زمان با هر دو سوخت نیرو تولید کنند. نکته مهم در استفاده از گازهای همراه در این نیروگاه‌ها اینست که امکان دارد میزان گاز همراه میدان نفتی با زمان تغییر کند و بنابراین ضروری است کارخانه بتواند تعادل لازم برای جریان هر نوع سوخت را برقرار سازد.

فرآیندهای شیمیایی باید به گونه‌ای بهبود یابند که کمترین گاز ممکن را به سمت مشعل روانه کنند که این کار با ایجاد سیستم‌های بازیابی گاز مشعل (شکل-۳) و برنامه‌ریزی‌های دقیق عملیاتی (به‌ویژه در زمینه تعمیرات) میسر است.

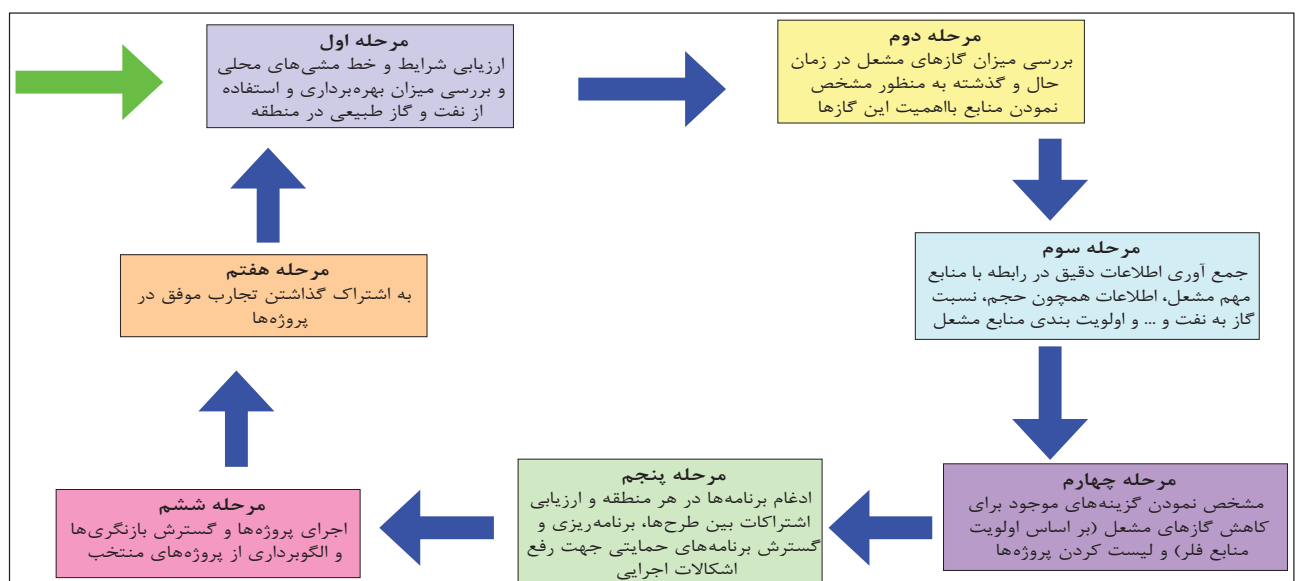
شناخت منابع طبیعی کشور از جمله جنگل‌ها، شیلات و ... می‌تواند دولت‌ها را در خصوص حفظ این منابع مصمم‌تر کرده و آثار مخرب گازهای مشعل بر منابع طبیعی را روشن‌تر سازد. کارشناسان و مدیران فعال در زمینه مدیریت گازهای مشعل باید آموزش‌های تخصصی در این زمینه را گذارنده باشند [۸ و ۹].

### ۳- برنامه‌ریزی و مدیریت گازهای مشعل

هدف از مدیریت گازهای مشعل استفاده

مناسب گاز جهت تولید نیرو، افزایش منافع پیمانکاران در قراردادهای مدیریت این گازها، پایش و اندازه‌گیری‌های مؤثر، اعمال جریمه و مکانیزم‌های کنترلی مناسب، کاهش مالیات در پروژه‌های منتخب، وضع استانداردهای کاهش انتشار کربن برای تولیدکنندگان نفت و گاز، استفاده از گازهای مشعل جهت تولید نیرو و حرارت برای تأسیسات (تولید نیرو و حرارت می‌تواند هم‌زمان باشد که به آن CHP<sup>۹</sup> می‌گویند)، توسعه پروژه‌های تزریق گاز به مخازن جهت ازدیاد برداشت، ذخیره‌سازی گاز در مخازن زیرزمینی، تصفیه گاز برای تزریق به خطوط لوله یا تولید LNG و CNG، فرآورش گازهای همراه در NGLها، جهت تولید LPG و سایر محصولات، تبدیل گازهای مشعل به خوراک واحدهای پتروشیمی، تبدیل آنها به محصولاتی از قبیل متانول برای انتقال ساده‌تر، فرآوری و تبدیل این گازها به GTL<sup>۶</sup> و GTS<sup>۷</sup> از دیگر راهکارهای مؤثر در زمینه پیشبرد پروژه‌های کاهش گازهای مشعل هستند.

امروزه نیروگاه‌هایی با سوخت‌های دوگانه گاز و مایع توسعه یافته‌اند که می‌توانند



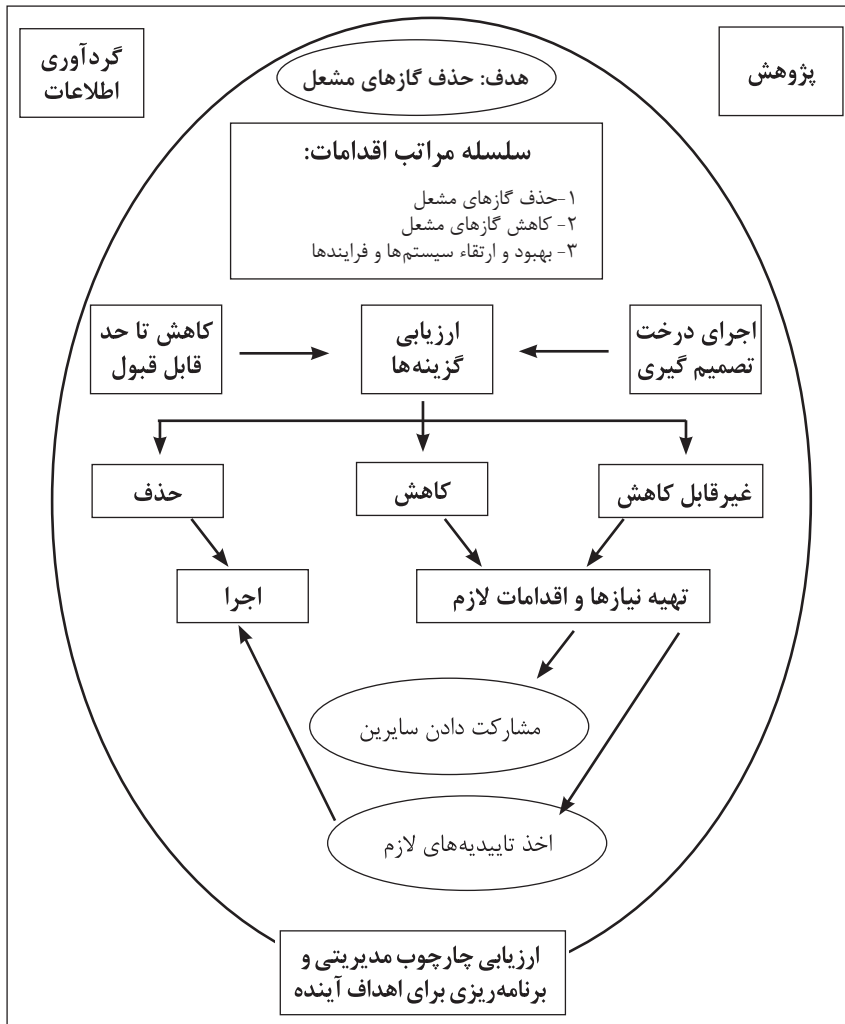
شکل ۱۴ | فرآیند هفت مرحله‌ای برنامه‌ریزی جهت مدیریت گازهای مشعل



سوزانده در شکل ۵- ارائه شده است.

### نتیجه گیری

مدیریت گازهای مشعل از دو جنبه کلی دارای اهمیت است؛ اولاً گازهایی که مشعل می‌شوند دارای ارزش اقتصادی قابل توجهی هستند و ثانیاً سوزاندن این گازها آثار مخرب زیست‌محیطی به دنبال دارد. با توجه به آمار ارائه شده توسط بانک جهانی، در سال ۲۰۱۱ ایران حدود ۸ درصد کل تولید گاز مشعل دنیا را به خود اختصاص داده و از این دیدگاه سومین کشور دنیا محسوب می‌شود. محدودیت قوانین، پراکندگی منابع گازهای مشعل، محدودیت‌های مالی و ضعف فن‌آوری در زمینه ارتقاء تأسیسات مهار این گازها از مهم‌ترین چالش‌های فراروی مدیریت گازهای مشعل به شمار می‌رود. همکاری نزدیک بین بخش‌های دولتی و خصوصی، وضع قوانین زیست‌محیطی، تشویق فعالان عرصه مدیریت گازهای مشعل و بهبود بازدهی فرآیندهای شیمیایی و سیستم‌های مهار گازهای مشعل از مهم‌ترین راهکارهای کاهش میزان این گازهاست. ■



شکل ۵ | چارچوب اجرایی مدیریت گازهای مشعل

### پانویس‌ها

- 1 flare gas
- 2 technical limit
- 3 Global Gas Flaring Reduction Partnership
- 4 Clean Development Mechanism
- 5 Combined Heat and Power
- 6 Gas to Liquid
- 7 Gas to Solid
- 8 International Association of Oil & Gas Producers
- 9 International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA)

### منابع

- ment for the oil and gas industry (2011), IPIECA-OGP-GGFR
- [6] Michael F. Farina (2011), Flare Gas Reduction, Recent global trends and policy considerations, GE Energy, Global Strategy and Planning
- [7] FLARING AND VENTING REDUCTION GUIDELINE (2013), Version 4.3, BC Oil and Gas Commission
- [8] Understanding the Basics of Gas Flaring (2012), Environmental Protection Agency, Ohio
- [۱] شاهینی، م. (۱۳۸۶)، مدیریت گازهای فلر، انتشارات آی‌لار.
- [۲] قاسمی، آ.، رستمی، ش.، محمدی‌راد، ر.، بور، ح.، حمله‌دار، ا. (۱۳۹۰)، بررسی روشهای کاهش سوزاندن گازهای قابل بازیافت در ایران
- [۳] رنجبر، پ. (۱۳۸۸)، پیشنهاد برای جلوگیری از هدرروی سالانه ۲٫۷ میلیارد دلار گاز همراه، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران (ایتان)
- [4] [Http://www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- [5] Preparing effective flare management plans, Guidance docu-