



مسائل راهبردی بخش انرژی در برنامه هفتم توسعه - ذخیره‌سازی گاز طبیعی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۱۸۹۵۰
کد موضوعی: ۳۱۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۳/۲

عنوان گزارش:
مسائل راهبردی بخش انرژی
در برنامه هفتم توسعه- ذخیره‌سازی گاز طبیعی

نام دفتر:
مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه انرژی)

مدیر مطالعه:
حبیب‌اله ظفریان

تهیه و تدوین کنندگان:
علی صابری، حبیب‌اله ظفریان، صادق رحیمی‌نژاد

ناظران علمی:
محمدحسن معادی‌رودسری، مرتضی نیکخواه‌نسب

اظهار نظر کنندگان:
علی اژدری، محمدزمان جوکار، محمدرضا اکبری

صفحه آرا:
نفیسه حاجی‌صفری

ویراستار ادبی:
شیوا امین اسکندری

واژه‌های کلیدی:

۱. ذخیره‌سازی گاز طبیعی
۲. ناترازی گاز
۳. گاز طبیعی
۴. برنامه هفتم توسعه
۵. مخازن هیدروکربوری



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
مقدمه.....	۸
۱. وضعیت تولید و مصرف گاز طبیعی در جهان و ایران.....	۹
۲. ذخیره سازی گاز طبیعی در جهان.....	۱۵
۳. ذخیره سازی گاز طبیعی در ایران.....	۲۵
جمع بندی.....	۳۱
منابع و مآخذ.....	۳۱

فهرست جداول

جدول ۱. سهم مصرف هر یک از بخش ها و زیر بخش ها در سال ۱۴۰۰.....	۱۱
جدول ۲. نوع، تعداد و ظرفیت گاز مخازن ذخیره سازی تا پایان سال ۲۰۱۸ میلادی.....	۲۰
جدول ۳. طرح های مرتبط با افزایش ظرفیت ذخیره سازی در مخازن هیدروکربوری تخلیه شده.....	۲۹
جدول ۴. طرح های مرتبط با افزایش ظرفیت ذخیره سازی در مخازن هیدروکربوری تخلیه نشده.....	۲۹
جدول ۵. افزایش تولید روزانه در کشور از محل ذخیره سازی گاز.....	۳۰

فهرست نمودار

نمودار ۱. وضعیت ذخایر گازی در دنیا به تفکیک منطقه و کشور، سال ۲۰۲۰.....	۹
نمودار ۲. وضعیت تولید و مصرف گاز طبیعی در سال ۲۰۲۱.....	۱۰
نمودار ۳. میزان متوسط مصرف روزانه گاز طبیعی در ماه های مختلف بین سال های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰.....	۱۲
نمودار ۴. تغییرات سهم مصرف بخش خانگی در ماه های مختلف سال ۱۴۰۰.....	۱۲
نمودار ۵. مصرف ماهانه هر بخش در پنج سال اخیر (میلیون مترمکعب در ماه).....	۱۳
نمودار ۶. وضعیت ناترازی کلی و فصلی گاز تا پایان سال ۱۴۲۰.....	۱۴
نمودار ۷. وضعیت ذخیره سازی گاز در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۲ و مقایسه با میانگین پنج سال اخیر.....	۱۵
نمودار ۸. رابطه بین نسبت ظرفیت ذخیره سازی به مصرف و وابستگی کشورها به واردات گاز (سال ۲۰۱۷).....	۱۶
نمودار ۹. سهم انواع مخازن از ظرفیت و حداکثر تولید روزانه ذخیره سازی گاز در سال ۲۰۱۸ (درصد).....	۱۷
نمودار ۱۰. تغییرات تعداد و ظرفیت مخازن ذخیره سازی در دنیا.....	۱۸
نمودار ۱۱. سهم مناطق از ظرفیت و تعداد مخازن ذخیره سازی گاز در دنیا.....	۱۹
نمودار ۱۲. ظرفیت ذخیره سازی گاز در کشورهای برتر.....	۲۱
نمودار ۱۳. سهم ظرفیت ذخیره سازی به کل مصرف گاز طبیعی در هر کشور.....	۲۱
نمودار ۱۴. تغییرات مصرف گاز طبیعی و سهم ذخیره سازی گاز از مصرف در آمریکا.....	۲۲
نمودار ۱۵. نقشه مخازن ذخیره سازی گاز در آمریکا.....	۲۳
نمودار ۱۶. تغییرات سهم ذخیره سازی گاز از کل مصرف در روسیه.....	۲۴
نمودار ۱۷. نقشه مخازن ذخیره سازی روسیه در سال ۲۰۱۷.....	۲۵
نمودار ۱۸. عملکرد مخازن ذخیره سازی به همراه سهم برداشت از مخازن ذخیره سازی به مصرف کل کشور.....	۲۶
نمودار ۱۹. سهم تزریق و برداشت از میادین ذخیره سازی کشور سال ۱۴۰۰.....	۲۷
نمودار ۲۰. موقعیت تقریبی مخازن، آبخوان و گنبد نمکی با پتانسیل ذخیره سازی گاز طبیعی.....	۲۸



مسائل راهبردی بخش انرژی در برنامه هفتم توسعه- ذخیره‌سازی گاز طبیعی

چکیده



تأمین گاز و مدیریت شبکه انتقال کمک می‌کند. به صورت متوسط ظرفیت ذخیره‌سازی گاز طبیعی در دنیا ۱۱ درصد از کل مصرف گاز است. این نسبت در کشورهای اروپایی به صورت متوسط ۲۳ درصد و در ایران تنها ۱/۴ درصد است. در حال حاضر ظرفیت ذخیره‌سازی کشور حدود ۳/۴ میلیارد مترمکعب است و پتانسیل استفاده مخازن هیدروکربوری برای ذخیره‌سازی گاز طبیعی تا ظرفیت بیش از ۲۰۰ میلیون مترمکعب در روز وجود دارد. با این توضیحات ضروری است وزارت نفت برای حل بخشی از مشکل ناترازی، نسبت به دستیابی به سهم حداقل ۱۰ درصد مصرف گاز از محل ذخیره‌سازی در طول برنامه هفتم توسعه، اقدام کند.

ایران به رغم اینکه دومین کشور دارنده ذخایر گازی متعارف جهان است، اما با رشد فزاینده مصرف و محدودیت در تولید، با مشکل ناترازی تأمین فصلی گاز روبه‌رو شده است. اختلاف مصرف گاز طبیعی در فصول گرم و سرد سال به صورت متوسط ماهانه، به بیش از ۲۲۰ میلیون مترمکعب در روز می‌رسد و در صورت ادامه روند کنونی، کشور با چالش جدی‌تری در تأمین گاز به‌ویژه در فصول سرد سال مواجه خواهد شد. حل مسئله ناترازی از دریچه عرضه و تقاضا و مدیریت مصرف خواهد بود. یکی از مهم‌ترین راهکارهای حل مسئله ناترازی فصلی گاز از سمت عرضه، استفاده از ذخیره‌سازی گاز طبیعی است که علاوه بر حل مسئله ناترازی فصلی، به پایداری و امنیت

خلاصه مدیریتی



۵۰ سال پیش نسبت به توسعه ذخیره سازی گاز طبیعی اقدام کرده اند. به صورت متوسط ظرفیت ذخیره سازی گاز در دنیا ۱۱ درصد از کل مصرف گاز است و این رقم در کشورهای اروپایی به طور متوسط به ۲۳ درصد می رسد. این نسبت در آمریکا و روسیه به ترتیب معادل ۱۷/۵ و ۱۸/۴ درصد است.

ایران به رغم داشتن منابع عظیم گازی و همچنین مخازن هیدروکربوری با پتانسیل ذخیره سازی گاز، میزان ظرفیت ذخیره سازی آن تنها ۱/۴ درصد از کل مصرف است. در حال حاضر ظرفیت ذخیره سازی کشور با وجود دو مخزن سراج و شوریجه حدود ۳/۴ میلیارد مترمکعب می رسد و در سردترین ماه سال حدود ۳ درصد از کل مصرف را تأمین می کند. براساس مطالعات موجود، پتانسیل ۲۲۴ میلیون مترمکعبی در روز تولید از محل ذخیره سازی طی یک برنامه پنج ساله وجود دارد.

با توجه به اختلاف مصرف گاز در فصول گرم و سرد سال ضروری است کشور با توجه به پتانسیل مخازن موجود، در گام اول اقدام های لازم را برای رسیدن به سهم حداقل ۱۰ درصد (در طول برنامه هفتم توسعه) و در گام بعدی به سهم حداقل ۲۰ درصد مصرف از محل ذخیره سازی در دستور کار قرار دهد.

یکی از مشکلاتی که تاکنون مانع از توسعه ظرفیت ذخیره سازی گاز در کشور شده است، ناهماهنگی شرکت های تابعه وزارت نفت بوده است. با توجه به ضرورت توسعه ظرفیت ذخیره سازی کشور در سال های برنامه هفتم توسعه، باید هماهنگی لازم بین شرکت های تابعه وزارت نفت ایجاد شود.

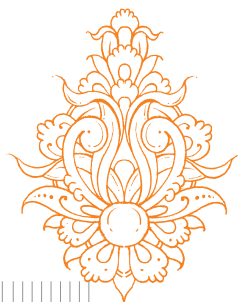
ایران دومین کشور دارنده ذخایر گازی اثبات شده دنیا و همچنین سومین کشور تولید کننده و چهارمین کشور مصرف کننده گاز طبیعی در جهان است. در سال ۱۴۰۰، میانگین مصرف گاز طبیعی در کشور ۶۵۱ میلیون مترمکعب بوده است که بخش نیروگاهی با ۳۲ درصد، صنعت ۳۰ درصد و خانگی و تجاری با ۲۹ درصد بیشترین سهم از مصرف را داشته اند.

با شروع فصل سرد، میزان مصرف در بخش خانگی و تجاری در سردترین ماه ۶/۷ برابر گرم ترین ماه سال می شود که سهم بخش خانگی و تجاری را از ۱۰ به ۴۹ درصد می رساند بنابراین اختلاف کل مصرف در سردترین با گرم ترین ماه سال به صورت متوسط به بیش از ۲۲۰ میلیون مترمکعب در روز می رسد.

براساس سند پشتیبان تراز گاز طبیعی مصوب شورای عالی انرژی، پیش بینی شده است در صورت ادامه روند کنونی، حداکثر اختلاف مصرف در فصول گرم و سرد در سال های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ به ترتیب به ۴۵۳ و ۵۷۹ میلیون مترمکعب در روز برسد که تأمین گاز در فصول سرد سال را با چالش جدی روبه رو می کند.

به منظور مقابله با ناترازی فصلی گاز، ضمن تأکید بر افزایش تولید پایدار و بهینه سازی انرژی در بخش های مختلف، توجه ویژه به استفاده از ذخیره سازی گاز در مخازن زیرزمینی بسیار حائز اهمیت است.

برخی از کشورها از ۱۰۰ سال پیش و سایر کشورها از حدود



مقدمه

گاز به عنوان اصلی ترین حامل انرژی کشور شناخته می شود و وابستگی بالای سبد انرژی کشور به آن، توجه ویژه و اهمیت بررسی وضعیت گاز در کشور را نشان می دهد. در حال حاضر، ۸۰ درصد از سبد انرژی در بخش خانگی، ۶۱ درصد از بخش تجاری و خدمات عمومی، ۷۹ درصد از بخش صنعتی، ۱۳ درصد از بخش حمل و نقل و ۳۲ درصد از بخش کشاورزی^۱ وابستگی مستقیم به گاز دارد. از سوی دیگر استفاده از گاز در سوخت نیروگاه های کشور برای تولید برق باعث می شود تا در همه بخش های ذکر شده، وابستگی به گاز به صورت غیر مستقیم از طریق تولید برق نیز افزوده شود. به عبارتی اثر گذاری مستقیم و غیر مستقیم گاز در بخش های مصرفی بسیار بالاست و به صورت کلی حدود ۷۰ درصد بخش مصرفی کشور به گاز وابسته است.

شروع افت فشار در مخازن گازی پارس جنوبی و ادامه روند افزایش مصرف در همه بخش ها به خصوص بخش خانگی، باعث می شود هر گونه ناترازی در عرضه و تقاضای گاز طبیعی در کشور، به چالش جدی در هریک از بخش های مصرف گاز و در نهایت کل کشور منجر شود. با فرض حفظ اولویت تأمین گاز در بخش خانگی، برای جبران کسری باید در سایر بخش های مصرفی محدودیت ایجاد کرد. در حال حاضر، به صورت متوسط سالیانه حدود ۱۶ میلیون لیتر^۲ سوخت جایگزین مایع گازوئیل و مازوت در نیروگاه های کشور مصرف شده است. با توجه به ارزش صادراتی سوخت گازوئیل، سالیانه فرصت صادراتی این سوخت به ارزش بیش از ۴/۵ میلیارد دلار از بین می رود و با توجه به آلاینده بودن آن، استفاده از آن در نیروگاه به آلودگی محیط زیست نیز دامن زده است. میزان انتشار آلاینده سوخت مایع به صورت متوسط ۱۱ برابر و در برخی گازها مانند اکسید گوگرد بیش از ۳۰۰ برابر سوخت گاز است.^۳ افزایش بیشتر محدودیت در تأمین گاز نیروگاهی می تواند به وقوع خاموشی در فصل زمستان نیز منجر شود که این مسئله نه تنها بر بخش خانگی^۴ که بخش صنعت نیز آسیب جدی وارد خواهد کرد.

تا پیش از سال ۱۳۹۸، مدیریت ناترازی فصلی گاز تا حد بسیاری با کنترل بخش نیروگاهی قابل حل بود، اما در سال های اخیر بخش صنعتی نیز به دلیل افزایش بی رویه مصرف گاز در بخش خانگی و محدودیت ظرفیت تولید با عدم تأمین گاز مواجه شده است. بخش صنعتی علاوه بر استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت، خوراک خود را نیز در صنایع پتروشیمی از گاز تأمین می کند که هر گونه کاهش سهم در مصرف گاز در این بخش، به کاهش تولید و در نهایت آسیب های اقتصادی به صنعت و مصرف کنندگان کالاهای نهایی به دلیل افزایش قیمت منجر خواهد شد. همچنین با توجه به صادراتی بودن محصولات بخش صنعتی، کاهش میزان ارزآوری نیز از پیامدهای آن خواهد بود. طبیعتاً با ادامه روند موجود، سایر بخش های مصرفی با سهم مصرفی کمتر نیز تحت تأثیر قرار خواهند گرفت، تأمین سوخت خودروها و گاز در بخش کشاورزی از این جمله موارد خواهد بود. به صورت کلی ادامه روند کنونی مصرف گاز به ویژه در ماه های سرد سال، بحران روند تراز منفی گاز را به شدت افزایش خواهد داد و نه تنها در کوتاه مدت کشور را برای تأمین نیازهای داخلی و انجام تعهدات صادراتی گاز به کشورهای همسایه با مشکل جدی روبه رو خواهد کرد، بلکه ایران را جهت جبران ناترازی به خصوص در فصول سرد سال به وارد کننده عمده گاز تبدیل می کند.

برای حل مسئله ناترازی، راهکارهای مختلفی در دو حوزه تولید و مدیریت مصرف قابل ارائه است. در حوزه ناترازی فصلی، یکی از راهکارهای حل مسئله، استفاده از ظرفیت ذخیره سازی گاز در کشور است. به همین منظور ابتدا جایگاه ایران در حوزه تولید و مصرف گاز در دنیا بررسی می شود، سپس با معرفی ذخیره سازی گاز طبیعی و انواع آن، وضعیت ذخیره سازی گاز طبیعی در دنیا مورد بررسی قرار می گیرد. در نهایت با تمرکز بر وضعیت کنونی کشور، علاوه بر ذکر وضعیت کشور در ذخیره سازی گاز، پتانسیل های موجود در کشور بررسی و اولویت طرح های توسعه انواع مخازن با پتانسیل ذخیره سازی ارائه خواهد شد.

۱. ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۹۸.

۲. آمار تفصیلی صنعت برق ایران، سال ۱۴۰۰، ویژه مدیریت راهبردی.

۳. بررسی راهکارهای پیشنهادی جهت کاهش آثار مصرف سوخت های مایع، مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱/۲۵۰، سال ۱۴۰۰.

۴. با توجه به استفاده از پکیج در گرمایش و پمپ در تقویت فشار آب در بخش خانگی، علاوه بر قطعی برق، بخش خانگی با مشکل قطعی آب و گاز نیز مواجه خواهد شد.

۱. وضعیت تولید و مصرف گاز طبیعی در جهان و ایران



۱-۱. وضعیت گاز طبیعی در جهان

ایران با دارا بودن بیش از ۳۲/۱ تریلیون مترمکعب از ذخایر گاز طبیعی، بعد از روسیه، دومین کشور بزرگ دارنده ذخایر گازی در دنیا شناخته می شود و از کل ذخایر اثبات شده گاز طبیعی در دنیا دارای سهم ۱۷/۱ درصد است.

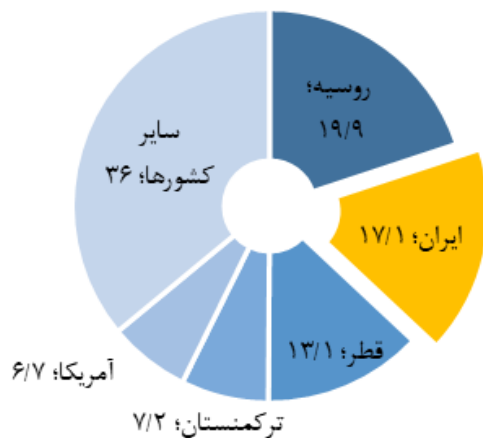
بر اساس تقسیم بندی های بین المللی، خاورمیانه ۷۵/۸ تریلیون مترمکعب و کشورهای مستقل مشترک المنافع^۱ ۵۶/۶ تریلیون مترمکعب از ذخایر گازی را دارا هستند و مناطق آسیا-اقیانوسیه، آمریکای شمالی، جنوبی و مرکزی، آفریقا و اروپا جمعاً ۵۵/۸

تریلیون مترمکعب از ذخایر گازی را به خود اختصاص داده اند.^۲ بررسی آمار نشان می دهد که ذخایر گازی کشور ایران به تنهایی دو برابر ذخایر گازی آسیا-اقیانوسیه و آمریکای شمالی، ۲/۵ برابر آفریقا، بیش از ۴ برابر آمریکای مرکزی و جنوبی و ۱۰ برابر کل ذخایر اروپاست.

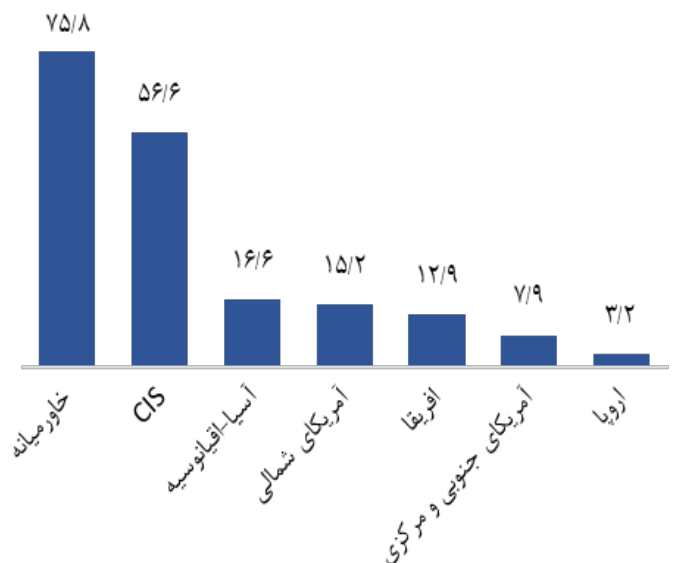
همچنین کشور ایران در کنار روسیه و قطر، بیش از ۵۰ درصد از کل ذخایر جهان را دارند. همان طور که در نمودار ۱-الف نیز مشخص است، ذخایر ایران به تنهایی از تمامی مناطق تقسیم بندی شده بیشتر است.

نمودار ۱. وضعیت ذخایر گازی در دنیا به تفکیک منطقه و کشور، سال ۲۰۲۰

ب) سهم کشورها از ذخایر گاز (درصد)



الف) میزان ذخایر (تریلیون مترمکعب)



Source: Statistical Review of World Energy, 2021, Ed. 70.

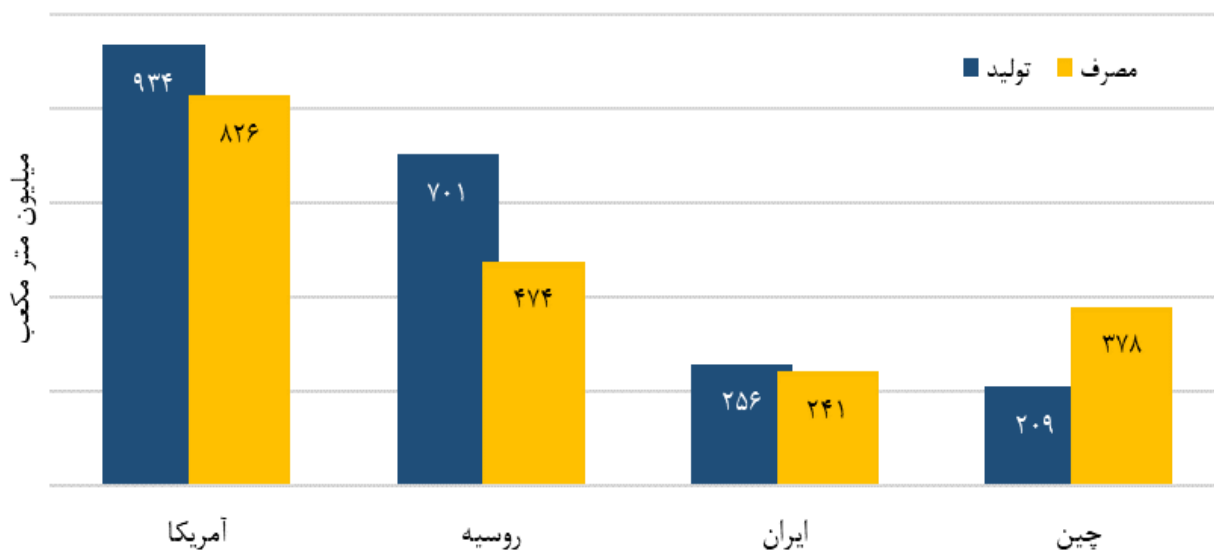
از منظر تولید گاز طبیعی، در سال ۲۰۲۱ میلادی، ایران با تولید ۲۵۷ میلیارد مترمکعب گاز در سال، با سهم ۶/۴ درصدی از کل تولید (۴۰۳۷ میلیارد مترمکعب)، بعد از کشورهای آمریکا و روسیه، در جایگاه سوم قرار دارد. بررسی میزان مصرف گاز طبیعی نیز نشان می دهد ایران با مصرف ۲۴۱ میلیارد مترمکعب گاز در بخش های مختلف، سهم ۶ درصدی از کل مصرف را در دنیا دارد که در رده چهارمین کشور مصرف کننده گاز طبیعی در دنیا محسوب می شود. کشورهای آمریکا، روسیه و چین به ترتیب هر کدام با ۲۰/۵، ۱۱/۸ و ۹/۴ درصد بیشترین مصرف کنندگان گاز طبیعی در دنیا هستند^۳ (نمودار ۲).

۱. CIS) Commonwealth of Independent States) که مهم ترین آنها به لحاظ سهم آذربایجان، قزاقستان، روسیه، ترکمنستان و ازبکستان هستند.

2. Statistical Review of World Energy, 2021, Ed. 70.

3. BP Statistical Review of World Energy, 2022, Ed. 71.

نمودار ۲. وضعیت تولید و مصرف گاز طبیعی در سال ۲۰۲۱



Source: BP Statistical Review of World Energy, 2022, Ed. 71.

سایر میدان‌های گازی کوچک و پراکنده تأمین می‌شود.^۲ براساس آخرین آمار موجود، حداکثر مقدار ماهانه گاز طبیعی تحویلی به شرکت ملی گاز در سال ۱۴۰۰، در دی و بهمن ماه بوده است و به‌صورت متوسط، حدود ۸۸۰ میلیون مترمکعب در روز گاز طبیعی به شرکت ملی گاز تحویل شده است.^۳

از سمت مصرف نیز، بخش‌های مصرف‌کننده گاز طبیعی در کشور به سه دسته مصارف گازرسانی، تزریق به مخازن نفتی به‌منظور حفظ فشار و افزایش تولید و نهایتاً صادرات گاز طبیعی تقسیم می‌شوند. تخصیص گاز در کشور با اولویت مصارف گازرسانی صورت می‌پذیرد و عمده گاز مصرفی کشور به این بخش اختصاص می‌یابد به‌نحوی که حدود ۸۰ درصد از کل گاز تحویلی به شرکت ملی گاز را تشکیل می‌دهد. سایر ۲۰ درصد مصرف نیز مربوط به مواردی مانند صادرات، تزریق مخازن نفتی، گاز سوخته شده در مشعل، سوخت پالایشگاه‌ها، ذخیره‌سازی گاز و غیره است.^۴ مصارف گازرسانی خود شامل سه بخش مصارف نیروگاهی، مصارف خانگی/تجاری/صنایع غیرعمده و مصارف صنایع عمده است. جدول ۱ سهم هریک از بخش‌ها و زیربخش‌ها را در مصرف گاز طبیعی در کشور نشان می‌دهد.

اگرچه میزان منابع گاز طبیعی منجر به توسعه استحصال گاز و رشد میزان تولید می‌شود، اما میزان و رشد مصرف داخلی و بخش مصرفی نیز باید مورد توجه قرار گیرد که در صورت عدم مدیریت صحیح می‌تواند به بحران تأمین انرژی منجر شود، به‌نحوی که اگرچه ایران دومین کشور دارنده ذخایر و سوم کشور تولیدکننده گاز طبیعی در دنیا شناخته می‌شود، اما در سال‌های اخیر با مشکل تأمین گاز برای مصرف داخلی روبه‌رو شده است که در ادامه وضعیت مصرف گاز در داخل و ابعاد این مسئله مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱. وضعیت تولید و مصرف گاز طبیعی در ایران

همان‌طور که ذکر شد ایران با دارا بودن حدود ۳۲/۱ تریلیون مترمکعب گاز یکی از مهم‌ترین کشورها در حوزه انرژی در دنیا محسوب می‌شود. عمده میادین گازی ایران در بخش دریاست و میدان پارس جنوبی^۱ با دارا بودن حدود ۴۰ درصد از کل ذخیره گازی کشور، اصلی‌ترین میدان گازی کشور محسوب می‌شود. این میدان به‌تنهایی به‌صورت متوسط ۷۴/۹ درصد از تولید گاز طبیعی کشور را به خود اختصاص داده است و ۲۵/۱ درصد دیگر از

۱. میدان گازی پارس جنوبی به همراه امتداد آن در سمت کشور قطر بزرگ‌ترین میدان گازی دنیا است و بر روی یک خط مشترک ایران و قطر قرار دارد. مساحت این میدان ۹۷۰۰ کیلومتر مربع است و سهم ایران حدود ۳۷۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. گفتنی است براساس برآوردها میزان ذخیره درجای کل میدان حدود ۳۹ تریلیون مترمکعب است که سهم ایران ۱۴ تریلیون مترمکعب گاز است.

۲. محاسبات نگارنده براساس تقاطع آمار شرکت ملی گاز ۱۴۰۱ و گزارش عملکردی شرکت ملی گاز در سال ۱۴۰۰.

۳. آخرین آمار مقدار فروش گاز طبیعی (میزان مصرف داخلی و صادرات) تا پایان سال ۱۴۰۰ نیز موجود است، اما آمار دریافتی از وضعیت مقدار گاز طبیعی تحویلی به شرکت ملی گاز تنها تا پایان آذر سال ۱۴۰۰ موجود است. بررسی نگارنده از آمار ۱۰ سال اخیر نشان می‌دهد که نسبت «مقدار فروش گاز طبیعی» به «مقدار گاز طبیعی تحویلی به شرکت ملی گاز» در ۱۲۰ ماه گذشته حدود ۰/۹ بوده است. لذا مقدار ذکر شده در متن از طریق «مقدار فروش گاز طبیعی» محاسبه شده است.

۴. گزارش عملکرد شرکت ملی گاز، آذر ۱۴۰۰.

جدول ۱. سهم مصرف هریک از بخش ها و زیر بخش ها در سال ۱۴۰۰

صنایع عمده		نیروگاهها		خانگی، تجاری و صنایع غیر عمده	
سهم از کل = ۲۰/۹		سهم از کل = ۳۱/۷		سهم از کل = ۴۷/۴	
سهم از کل	بخش	سهم از کل	بخش	سهم از کل	بخش
۱۰/۲	مجتمع پتروشیمی	۷/۲	بخاری	۲۵/۲	خانگی
۲/۷	کارخانه سیمان	۹/۱	گازی	۳/۹	تجاری
۵/۳	صنایع فولاد	۱۴/۷	سیکل ترکیبی	۳/۶	حمل و نقل
۲/۸	پالایشگاه	۰/۷	سایر	۹/۱	صنایع غیر عمده
-	-	-	-	۱/۸	کشاورزی
-	-	-	-	۳/۷	قرائت نشده

مأخذ: گزارش سالانه و گزارشات ماهانه شرکت ملی گاز، گزارش سالانه شرکت پالایش و پخش، گزارش سالانه شرکت پتروشیمی.

نشان می دهد که میزان مصرف داخلی متناسب با ماه های سال تناوبی بوده است، به این صورت که مصرف معمولاً در فصل بهار تا تابستان با کاهش روبه رو بوده و از تابستان تا اوایل پاییز روند تقریباً ثابت و در اواسط فصل پاییز با شروع فصل سرد مصرف افزایش می یابد که متأثر از مصرف گاز در بخش خانگی و تجاری است. این اختلاف مصرف در ماه های مختلف باعث می شود تا میزان عرضه و تقاضا در فصول سرد سال به هم نزدیک شود که ادامه روند کنونی، به ناترازی به ویژه در فصول سرد سال منتهی خواهد شد.

همان طور که در نمودار ۳ مشاهده می شود، میزان مصرف گاز طبیعی در فصول گرم سال در سال ۱۳۹۰، حدود ۳۴۰ میلیون متر مکعب در روز است و این میزان در فصل سرد سال، به ۵۲۵ میلیون متر مکعب در روز رسیده است که نشان از حداکثر اختلاف ۱۸۰ میلیون متر مکعبی دارد. به دلیل رشد مصرف گاز طبیعی در بخش های مختلف طی ۱۰ سال اخیر، میزان مصرف در فصول گرم سال ۱۴۰۰ به اندازه میزان مصرف در فصول سرد سال ۱۳۹۰ است و متوسط اختلاف مصرف در سال ۱۴۰۰ نیز برابر به ۲۲۱ میلیون متر مکعب بوده است.^۱ این مسئله نشان می دهد که میزان رشد مصرف در ماه های سرد سال نسبت به ماه های گرم سال افزایش بیشتری داشته است که با توجه به اینکه میزان مصرف گاز طبیعی به عنوان خوراک و سوخت در صنایع عمده و غیره عمده در طول سال عموماً روند ثابتی را در بر دارد و بخش خانگی و تجاری در فصول سرد سال سهم بیشتری از مصرف دارند، عمده علت آن را باید در مصرف بخش خانگی جستجو کرد.

بررسی آمار مصرف نشان می دهد که میزان مصرف روزانه گاز طبیعی با توسعه میدان پارس جنوبی به شدت افزایش پیدا کرده است، به نحوی که میزان مصرف در سال ۱۳۷۵ به صورت متوسط برابر با ۱۱۹ میلیون متر مکعب در روز بوده است و در سال های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به ترتیب به ۲۸۹، ۴۱۳ و ۴۱۳ میلیون متر مکعب در روز رسیده است^۱ و پس از آن متوسط میزان رشد سالیانه بین سال های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰ نیز برابر با ۵/۳ درصد بوده است. بسیاری از بخش های اقتصادی به دلیل مزیت نسبی استفاده از گاز طبیعی، این منبع را به عنوان منبع اصلی تأمین انرژی خود انتخاب کرده اند، لذا سرانه مصرف گاز طبیعی در کشور افزایش چشمگیری داشته است. این مسئله باعث شده است تا علاوه بر اینکه ایران نتوانسته است از این افزایش تولید در راستای صادرات گاز استفاده کند، بلکه با مشکل تأمین گاز داخلی نیز مواجه است. آمار ارائه شده به صورت متوسط روزانه از کل مصرف در سال است. با توجه به اینکه ۹۵/۲ درصد از جمعیت شهری و ۷۸/۱ درصد از جمعیت روستایی کشور از گاز طبیعی برای گرمایش استفاده می کنند،^۲ میزان مصرف گاز در کشور در فصول مختلف به دلیل گرمایش متفاوت است. بنابراین علاوه بر مشکل ناترازی کلی در عرضه و تقاضا، مسئله تأمین گاز در زمان حداکثر مصرف که در فصول سرد سال رخ می دهد قابل توجه است و در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد.

۱-۲-۱. بررسی وضعیت موجود

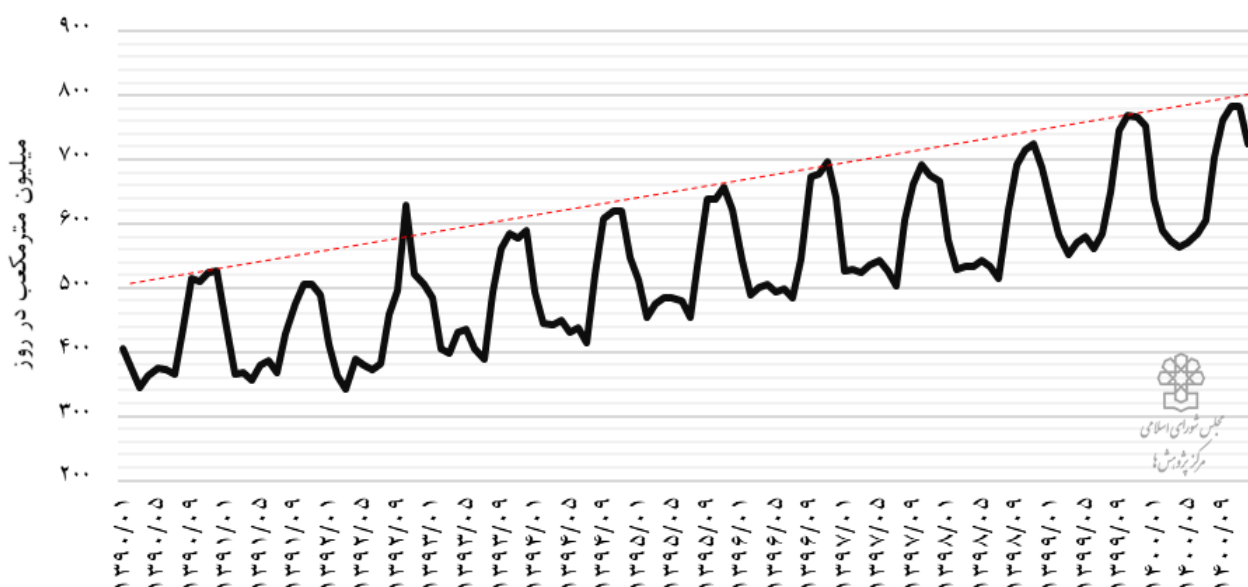
بررسی میزان مصرف ماهانه گاز طبیعی در همه بخش های کشور

۱. وزارت نیرو. ترازنامه انرژی ایران سال ۱۳۹۵ - ۱۳۴۶، ارائه شده در ترازنامه سال ۱۳۹۵.

۲. نتایج طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوار شهری و روستایی سال ۱۴۰۰، مرکز آمار ایران، مرداد ۱۴۰۱.

۳. گفتنی است با توجه به عدم دسترسی به آمار روزانه مصرف گاز طبیعی، این اعداد از طریق مصرف ماهانه محاسبه شده اند، لذا حداقل و حداکثر مصرف براساس متوسط ماه است و ممکن است میزان مصرف در یک روز در ماه بیشتر یا کمتر از متوسط باشد. به عبارت دقیق تر، اختلاف مصرف ماهانه در گرم ترین و سرد ترین ماه سال در سال ۱۳۹۰ برابر با ۵/۴ میلیارد متر مکعب است و این اختلاف در سال ۱۴۰۰ به ۶/۶ میلیارد متر مکعب رسیده است.

نمودار ۳. میزان متوسط مصرف روزانه گاز طبیعی در ماه‌های مختلف بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰



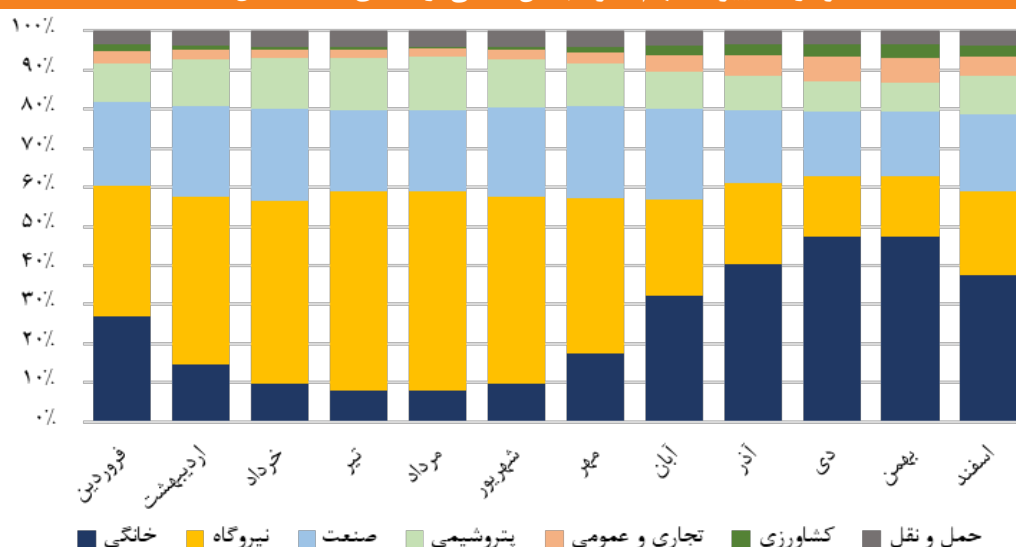
مأخذ: شرکت ملی گاز.

*. علت افزایش مصرف در زمستان سال ۱۳۹۲ کاهش شدید دما در آن سال است که متوسط دمای کل کشور حدود ۰/۸ درجه از سال‌های قبل و بعد خود کمتر بوده است.^۱

ماه‌های پاییز افزایش یافته و در بیشترین حالت، در ماه دی و بهمن به بیش از ۴۵ درصد نیز رسیده است (نمودار ۴). بدیهی است با توجه به محدودیت میزان عرضه گاز طبیعی، افزایش مصرف در بخش خانگی و تجاری به اعمال جایگزینی سوخت در بخش نیروگاهی منجر شده است، به نحوی که سهم نیروگاه‌های کشور از ۵۰ درصد در تابستان، به حدود ۱۵ درصد در زمستان رسیده است.

بخش خانگی و تجاری به صورت متوسط سهم ۲۹/۱ درصدی از کل مصرف سالیانه گاز را در کشور دارند و به دلیل کارکرد مصرف گاز طبیعی در این بخش که عمدتاً گرمایشی است، تغییرات دمایی در فصول مختلف سال بر میزان سهم مصرف این بخش از کل در ماه‌های مختلف اثر گذار است. در سال ۱۴۰۰، در ماه‌های اردیبهشت تا شهریور، سهم مصرف گاز در بخش خانگی، کمتر از ۱۰ درصد بوده است که در

نمودار ۴. تغییرات سهم مصرف بخش خانگی در ماه‌های مختلف سال ۱۴۰۰



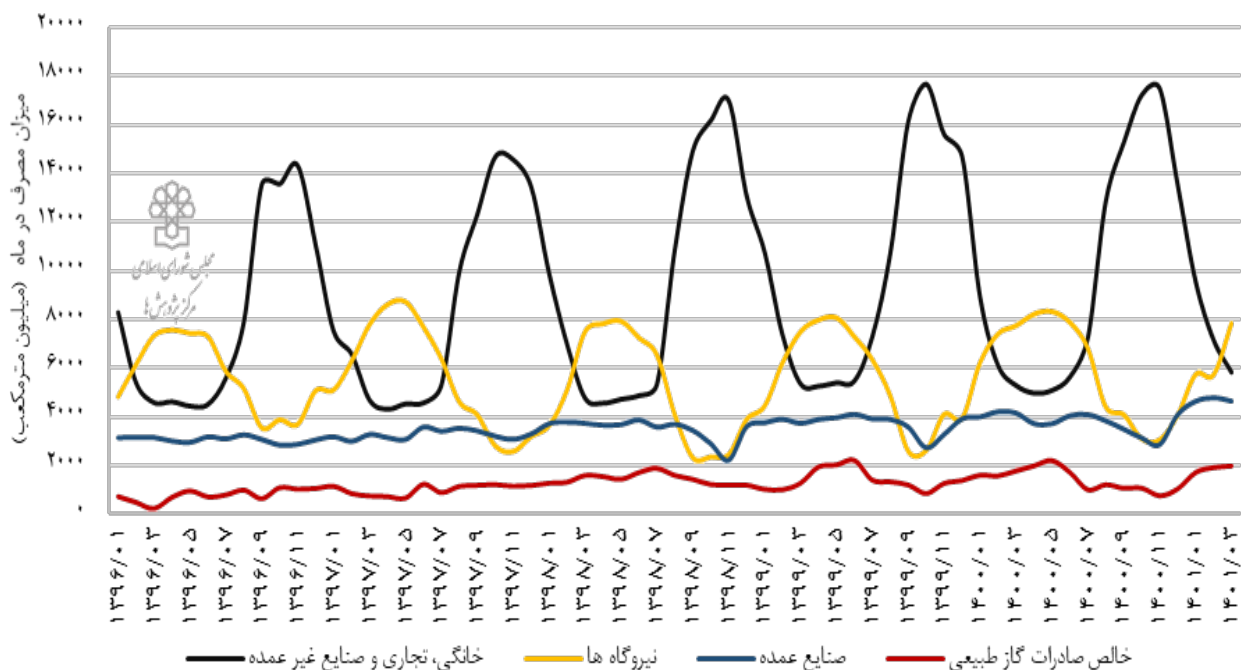
مأخذ: وزارت نفت.

۱. مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران سازمان هواشناسی.

است. به عنوان مثال در سال ۱۴۰۰ نیروگاه های حرارتی کشور حدود ۱۶۳۶۰ میلیون لیتر سوخت مایع (شامل ۹۵۳۰ میلیون لیتر گازوئیل و ۶۸۳۰ میلیون لیتر نفت کوره) را به عنوان سوخت جایگزین گاز مصرف کردند^۱ که از نظر اقتصادی نیز با توجه به ارزش صادراتی گازوئیل، دارای ارزش صادراتی بیش از ۴/۵ میلیارد دلار بوده است. بررسی آماری نشان می دهد که بیش از ۶۰ درصد از این سوخت تنها در فصل زمستان در نیروگاه مصرف شده است.^۲ در بخش صنایع عمده نیز تا پیش از سال ۱۳۹۷، تغییرات محسوسی در گاز مصرفی در فصل زمستان مشاهده نمی شود، اما بحرانی شدن ناترازی فصلی گاز باعث شده است تا علاوه بر نیروگاه، میزان تخصیص گاز به این بخش نیز دستخوش تغییرات شود که کاهش پلکانی آن در نمودار در سال های ۱۳۹۸ و به بعد کاملاً مشهود است. همین روند را می توان در صادرات گاز طبیعی نیز مشاهده کرد.

جهت بررسی دقیق تر مسئله، آمار به تفکیک بخش های مختلف مصرفی در پنج سال اخیر به تفکیک ماهانه آورده شده است. در بخش خانگی و تجاری، میزان مصرف گاز در ماه های سرد سال با شیب بیشتری نسبت به مصرف در ماه های گرم سال رشد داشته است، به طوری که در سال ۱۳۹۶؛ متوسط مصرف ماهانه در سردترین ماه، حدود ۶/۳ برابر مصرف در گرم ترین ماه سال بوده است و این اختلاف به ۶/۷ برابر در سال ۱۴۰۰ رسیده است. از آنجا که تأمین گاز خانگی در اولویت دولت قرار دارد و میزان عرضه نیز محدود است، این افزایش مصرف در بخش خانگی همواره با جایگزینی سوخت در نیروگاه های کشور همراه بوده است، به نحوی که نوسانات گاز مصرفی نیروگاه در نقطه مقابل بخش خانگی قرار دارد (نمودار ۵). بررسی آمار نشان می دهد که عدم تخصیص گاز به بخش نیروگاهی در سال ۱۳۹۸ به بعد تشدید یافته است که این مسئله به وضوح در نمودار ۵ مشخص

نمودار ۵. مصرف ماهانه هر بخش در پنج سال اخیر (میلیون مترمکعب در ماه)



مأخذ: شرکت ملی گاز

۱. آمار تفصیلی صنعت برق ایران ویژه مدیریت راهبردی، سال ۱۴۰۰.
۲. گزارش فصلی بازار برق ایران، زمستان سال ۱۳۹۹.

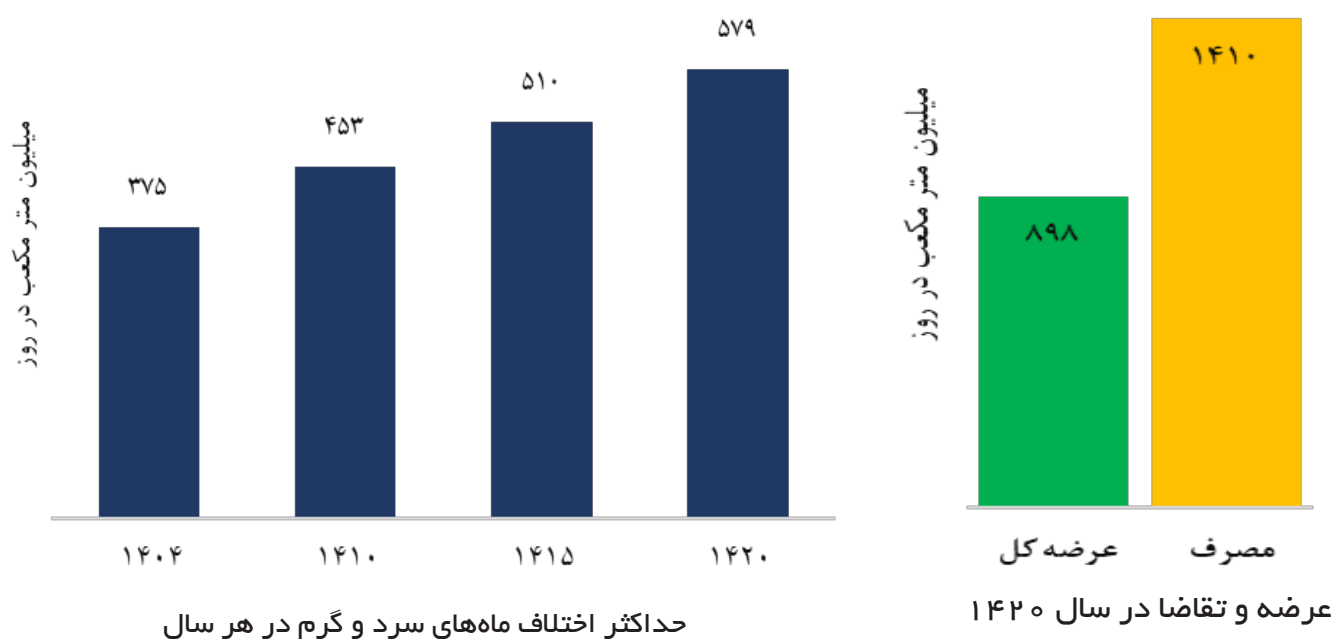


۱-۲-۲. ناترازی فصلی گاز

با توجه به توضیحات ارائه شده، در صورت ادامه روند موجود، وضعیت کنونی بدون انجام هیچ‌گونه اصلاحی در بخش‌های مختلف تداوم می‌یابد و موارد مطرح شده در ناترازی فصلی تشدید نیز خواهد شد. با توجه به فرضیات ادامه روند موجود، براساس سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی مصرف گاز طبیعی در کشور به صورت متوسط سالیانه تا سال ۱۴۱۰ به میزان ۴/۶ درصد و بین سال‌های ۱۴۱۰ تا ۱۴۲۰ نیز به صورت متوسط سالیانه میزان ۳/۲ درصد افزایش یابد. همچنین در حوزه عرضه نیز، تا سال ۱۴۱۰ به صورت متوسط سالیانه به میزان ۴/۳ درصد افزایش و پس از آن به صورت متوسط سالیانه ۲/۳ کاهش می‌یابد. براساس موارد ذکر شده و فرضیات مرتبط به میزان مصرف در بخش‌های مختلف، براساس این سند در سال ۱۴۲۰، میزان کل عرضه گاز طبیعی

به ۸۹۸/۷ میلیون مترمکعب در روز برسد، این در حالی است که میزان مصرف همه بخش‌ها برابر با ۱۴۱۰/۸ خواهد بود که نشان از ناترازی ۵۱۲ میلیون مترمکعبی در روز دارد. به عبارتی میزان مصرف از تولید به شدت فاصله می‌گیرد. از سوی دیگر، حداکثر اختلاف مصرف در ماه‌های سرد و گرم سال تا سال ۱۴۱۰ به صورت متوسط سالیانه ۴/۶ درصد رشد می‌کند و در سال ۱۴۱۰ به ۴۵۳ میلیون مترمکعب در روز می‌رسد. همچنین این حداکثر اختلاف با متوسط رشد سالیانه ۲/۵ درصدی در بازه زمانی ۱۴۱۰ الی ۱۴۲۰، به ۵۷۹ میلیون مترمکعب در روز خواهد رسید که مدیریت گازرسانی در بخش‌های مختلف را با چالش جدی روبه‌رو می‌کند. نمودار ۶ وضعیت عرضه و تقاضا در سال ۱۴۲۰ و همچنین وضعیت حداکثر اختلاف مصرف در ماه‌های مختلف را تا سال ۱۴۲۰ پیش‌بینی کرده است.

نمودار ۶. وضعیت ناترازی کلی و فصلی گاز تا پایان سال ۱۴۲۰



مأخذ: معاونت برنامه‌ریزی، وزارت نفت، سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی در کشور براساس شرایط موجود تا افق ۱۴۲۰.

دچار مخاطره خواهد کرد. به همین منظور، برای عبور از چالش ناترازی فصلی، پیاده‌سازی طرح‌های افزایش تولید، مدیریت و بهینه‌سازی مصرف و ذخیره‌سازی گاز طبیعی در کشور الزامی است.

در این گزارش صرفاً به اهمیت ذخیره‌سازی گاز به عنوان یکی از مهم‌ترین راهکار برای حل بحران ناترازی فصلی گاز طبیعی و پتانسیل کشور از این منظر پرداخته می‌شود.

موارد ذکر شده مرتبط با متوسط در سال بوده است، با توجه به اینکه میزان مصرف در زمستان افزایش می‌یابد، ادامه روند موجود باعث می‌شود تا میزان ناترازی گاز در چهار ماه سرد با چالش جدی‌تری مواجه شود.

بدیهی است که تحت این شرایط، تأمین گاز کشور با دشواری بسیاری روبه‌رو می‌شود و با توجه به وابستگی بالای کشور به گاز، فارغ از مسائل اقتصادی، امنیت انرژی را نیز با واردات گاز

۲. ذخیره سازی گاز طبیعی در جهان

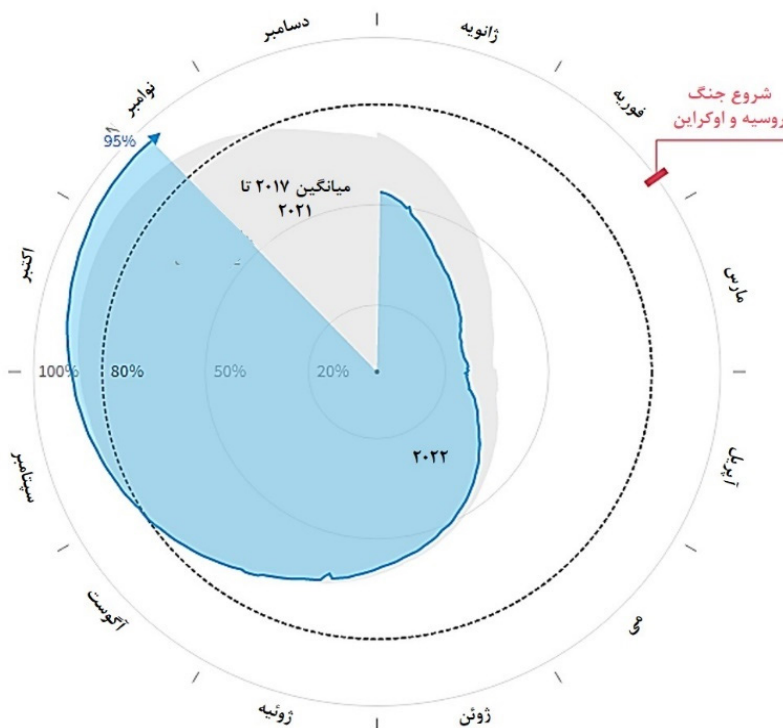
۲-۱. مقدمه

به فرایند ذخیره کردن گاز در مخازن طبیعی موجود در زیر زمین ذخیره سازی گاز گفته می شود. مخازن در فصول گرم سال به تدریج پر می شوند و سپس در فصول سرد سال به کمک عرضه گاز طبیعی می آیند. ذخیره سازی گاز طبیعی دارای مزایای مختلفی است که از جمله مهم ترین مزایای مستقیم و غیرمستقیم ذخیره سازی گاز می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- کمک به تأمین گاز در فصول سرد سال
- ایجاد امنیت در تأمین گاز و تعادل در شبکه گازرسانی در زمان وقوع حوادث غیر قابل پیش بینی
- پایداری صادرات گاز، ارزآوری و تقویت موقعیت ژئوپولیتیک کشور
- تداوم تأمین در گاز مورد نیاز برای تزریق به مخازن نفتی با هدف ازدیاد برداشت
- کاهش انتشار آلاینده ناشی از سوخت مایع جایگزین در نیروگاه

■ کمک به مدیریت شبکه گازرسانی نقاط مختلف کشور با توجه به وضعیت جغرافیایی، سیاسی و میزان ذخایر گاز طبیعی کشورها، هر کدام از مزایای ذکر شده می تواند دارای اهمیت های مختلفی باشد. برای مثال در سال ۲۰۲۱ میلادی، اتحادیه اروپا به صورت متوسط روزانه ۳۸۰ میلیون مترمکعب گاز از روسیه از طریق خطوط لوله وارد کرده است. به صورت کلی میزان واردات گاز اروپا از روسیه معادل حدود ۱۶۷ میلیارد مترمکعب در سال است و این به معنای وابستگی ۴۰ درصدی گاز اروپا به روسیه^۱ بوده است^۲ اما پس از جنگ اوکراین و روسیه در اوایل سال ۲۰۲۲، میزان صادرات گاز روسیه به اروپا پس از جولای ۲۰۲۲ به میزان ۸۰ درصد کاهش پیدا کرد. یکی از راهکارهای اروپا برای گذر از این بحران، استفاده از ذخیره سازی گاز بوده است به نحوی که تا ۱۷ نوامبر ۲۰۲۲، بیش از ۹۵ درصد از ظرفیت مخازن ذخیره سازی گاز خود را برای عبور از بحران تأمین گاز در زمستان پر کرده اند^۴ (نمودار ۷).

نمودار ۷. وضعیت ذخیره سازی گاز در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۲ و مقایسه با میانگین پنج سال اخیر



Source: Gas Infrastructure Europe - Aggregated Gas Storage Inventory و graphics.reuters.

۱. هرچند وابستگی کشورهای مختلف اروپایی به گاز روسیه متفاوت بوده است و برخی کشورها مانند مقدونیه و فنلاند دارای وابستگی بیش از ۹۰ درصد، آلمان و ایتالیا وابستگی حدود ۵۰ درصد و هلند و رومانی حدود ۱۰ درصد و اوکراین و ایرلند بدون وابستگی هستند.

Statista, Russian Natural Gas Industry

2. IEA, A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas.

۳. ۲۶ آبان ۱۴۰۱.

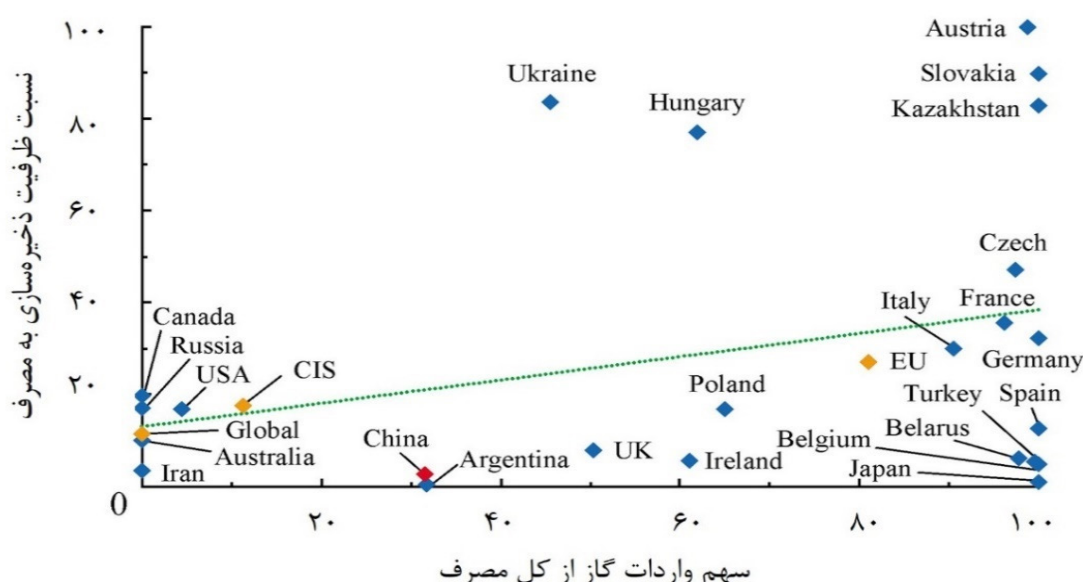
4. Gas Infrastructure Europe - Aggregated Gas Storage Inventory



اقدام کنند. میزان اتکای کشورها به گاز در میزان افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی مؤثر است. اغلب کشورهایی که وابستگی کمتر از ۲۰ درصد دارند، سهم ذخیره‌سازی آنها نیز کمتر از ۲۰ درصد است و مهم‌ترین مزایای ذخیره‌سازی در این کشورها، تأمین گاز در زمستان است. از سوی دیگر اغلب کشورهایی که وابستگی بیش از ۶۰ درصدی دارند نسبت ظرفیت ذخیره‌سازی به مصرف در آن کشورها بیش از ۳۰ درصد است. طبیعتاً علاوه بر مسئله تأمین گاز در فصول سرد سال، چالش امنیت انرژی نیز بر اولویت توسعه مخازن ذخیره‌سازی در این کشورها افزوده می‌شود (نمودار ۸).

با توجه به جنگ اوکراین و روسیه و مسائل تأمین انرژی، پیش‌بینی می‌شود که ظرفیت ذخیره‌سازی در دنیا همچنان افزایش یابد. کشورهایی مانند روسیه که صادرکننده گاز هستند، برای ایجاد حاشیه امن جهت حفظ میزان صادرات، باید میزان ذخیره‌سازی گاز خود را افزایش دهند تا از امکان صادرات در همه فصول سال اطمینان حاصل کنند. از سوی دیگر برای کشورهایی که واردکننده گاز هستند با توجه به متکی بودن این کشورها به واردات گاز، همواره دغدغه‌های سیاسی، اقتصادی، دیپلماتی و نظامی در تأمین گاز از کشور مبدأ وجود دارد، لذا باید برای تأمین پایدار گاز در همه فصول نسبت به افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی

نمودار ۸. رابطه بین نسبت ظرفیت ذخیره‌سازی به مصرف و وابستگی کشورها به واردات گاز (سال ۲۰۱۷)



Source: Challenges to and Proposals for Underground Gas Storage (UGS) Business in China, 2017.

مخزن‌ها حجم بسیار کمتری نسبت به مخازن هیدروکربوری دارد و برای ذخیره‌سازی حجم بالایی از گاز مناسب نیست، اما با توجه به اینکه سرعت تزریق و استخراج گاز از آن بالاست، برای پیک‌های کوتاه‌مدت و یا شرایط اضطراری بسیار قابل استفاده است. نکته دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد، حجم گاز پایه‌ای^۴ است که هریک از مخازن نیاز دارند. در مورد مخازن با ساختار نمکی سهم گاز پایه از کل ظرفیت مخزن بین ۲۰ تا ۳۰ درصد است، اما این عدد برای مخازن هیدروکربوری و آبخوان بیش از ۵۰ درصد است.^۵

۲-۲. انواع مخازن ذخیره‌سازی

به صورت کلی سه نوع مخزن برای ذخیره‌سازی گاز مدنظر قرار می‌گیرد که می‌توان به مخازن هیدروکربوری^۱ (گازی و نفتی)، مخازن با ساختار نمکی^۲ و مخازن آبخوان^۳ اشاره کرد. هر کدام از انواع مخازن دارای مزایا و معایبی هستند. در مخازن با ساختار نمکی، به دلیل نوع مخزن، سرعت تزریق و استخراج بالاست و همچنین با توجه به جنس مخزن، به لحاظ هدررفت گاز سهم کمتری را شامل می‌شود. البته لازم توجه است که این نوع

1. Depleted Gas Reservoirs

2. Salt Cavern Reservoirs

3. Aquifer Reservoirs

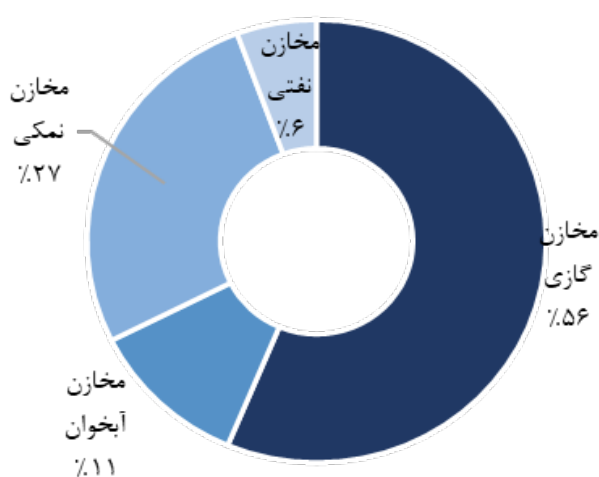
۴. حجم گاز پایه که به اصطلاح به آن Cushion Gas گفته می‌شود، میزان گاز ثابت در مخزن است که برای ثابت نگه داشتن فشار مخزن جهت استخراج گاز مورد نیاز است. گاز پایه قابل استخراج نیست.

5. Cyran, Katarzyna (June 2020). "Insight into a Shape of Salt Storage Caverns."

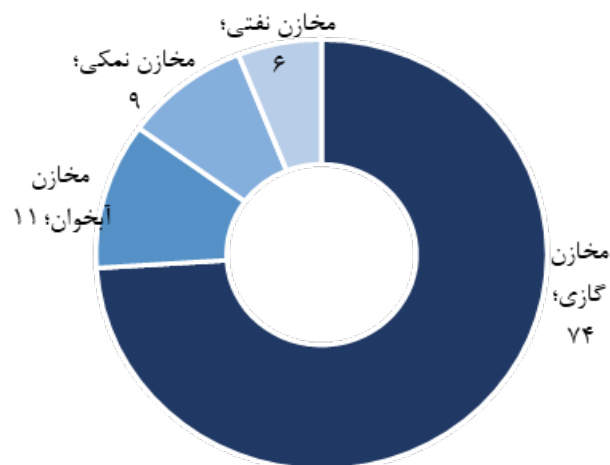
با توجه به توضیحات ذکر شده، استفاده از مخازن گازی دارای اولویت است به طوری که در حال حاضر از بین بیش از ۶۶۰ مخزن ذخیره‌سازی گاز موجود در دنیا، حدود ۴۶۰ مخزن مربوط به مخازن گازی است و پس از آن مخازن نمکی، آبخوان و نفتی بیشترین سهم را دارند. این مسئله در ظرفیت ذخیره‌سازی نیز قابل مشاهده است، از کل ظرفیت ذخیره‌سازی گاز در دنیا، ۷۴ درصد به مخازن گازی، ۱۱ درصد به مخازن آبخوان، ۹ درصد به مخازن نمکی و ۶ درصد نیز به مخازن نفتی مربوط است. همان‌طور که در نمودار ۹ مشاهده می‌شود، با اینکه سهم مخازن گازی از کل ظرفیت ۷۴ درصد است، اما تنها ۵۶ درصد از کل حداکثر تولید روزانه را به خود اختصاص داده‌اند که نشان از این مهم دارد که اکثر مخازن گازی برای پیک‌سای فصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نکته دیگری که باید مدنظر قرار گیرد این است که سهم ظرفیت مخازن نمکی از کل تنها ۹ درصد است، اما به تنهایی ۲۷ درصد از حداکثر تولید را دارا می‌باشند. این مسئله نشان می‌دهد که مخازن نمکی دارای سرعت تزریق و استخراج بالایی هستند.^۲

مخازن آبخوان آخرین اولویت را در طرح‌های ذخیره‌سازی گاز دارند. از آنجا که ساختار مخازن آبخوان پیش از ذخیره‌سازی مشخص نیست، هزینه‌های امکان‌سنجی طرح بر هزینه‌های توسعه طرح افزوده می‌شود که سرمایه‌گذاری مورد نیاز را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر به دلیل وجود آب و همچنین نوع ساختار مخزن، میزان گاز پایه بیشتری مورد نیاز است (بین ۵۰ تا ۸۰ درصد) که با توجه به قیمت گاز، انجام این طرح‌ها را به لحاظ اقتصادی در اولویت‌های آخر قرار می‌دهد.^۱ مخازن هیدروکربوری که به دو نوع گازی و نفتی تقسیم می‌شوند، با توجه به اینکه ساختار این مخازن پیش‌تر در زمان استحصال مورد بررسی قرار گرفته است، هزینه‌های تحقیق امکان‌سنجی حذف شده و از سوی دیگر با توجه به اینکه تجهیزات بهره‌برداری بر این مخازن تعبیه شده است، بخش زیادی از هزینه‌های مرتبط با ذخیره‌سازی کاهش می‌یابد. گفتنی است مخازن هیدروکربوری نیازمند حجم گاز پایه ۵۰ درصدی است که با توجه به اینکه این نوع مخازن از پیش با مخزن گازی یا نفتی بوده‌اند، به تزریق گاز پایه به میزان ذکر شده نیاز نیست و می‌توان از منابع همان مخزن استفاده کرد.

نمودار ۹. سهم انواع مخازن از ظرفیت و حداکثر تولید روزانه ذخیره‌سازی گاز در سال ۲۰۱۸ (درصد)



سهم حداکثر تولید هر یک از مخازن ذخیره‌سازی از کل (درصد)



سهم ظرفیت هر یک از مخازن ذخیره‌سازی از کل (درصد)

Source: Handbook of Underground Gas Storages and Technology, 2021.

1. Underground Natural Gas Storage Developments: 1998-2005, IEA.
2. Handbook of Underground Gas Storages and Technology, 2021.



۲-۳. وضعیت ذخیره‌سازی گاز در دنیا

۲-۳-۱. تاریخچه

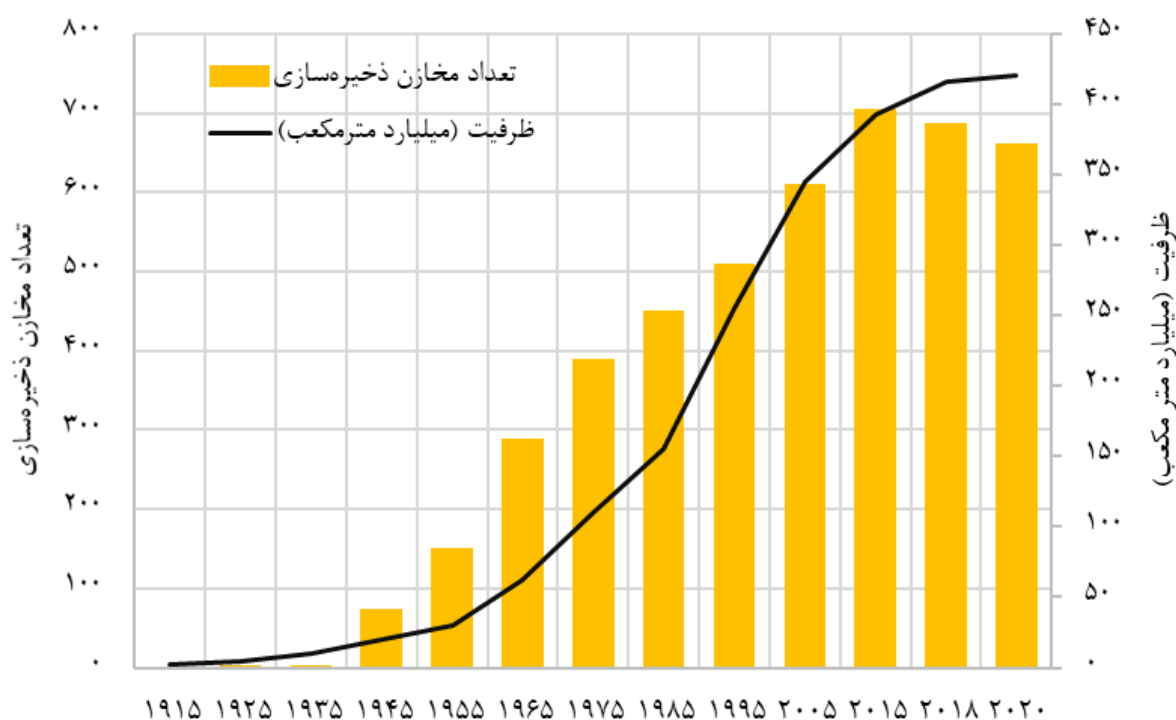
اولین تاریخ استفاده از مخازن ذخیره‌سازی در دنیا به بیش از ۱۰۰ سال پیش باز می‌گردد. اولین مخزن ذخیره‌سازی گاز در دنیا در سال ۱۹۱۵ میلادی در میدان گازی ولاند^۱ کانادا و سپس در سال ۱۹۱۶ در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت.

در سال ۱۹۵۴ میلادی، نخستین مخزن آبخوان در آمریکا بهره‌برداری شد و نخستین مخزن نمکی نیز در سال ۱۹۵۹ در اتحادیه جماهیر شوروی به بهره‌برداری رسید.^۲ تا پیش از سال ۱۹۵۰ میلادی، به دلیل محدودیت‌های فناوری در حوزه ذخیره‌سازی، تنها ۷۵ مخزن در دنیا وجود داشت که همه این مخازن از نوع هیدروکربوری بوده‌اند. پس از آن، به دلیل رشد سطح فناوری، اهمیت یافتن بازار گاز در دنیا و همچنین افزایش تولید، مصرف و گسترش خطوط لوله گاز، میزان مخازن ذخیره‌سازی و ظرفیت آن نیز به شدت افزایش پیدا کرد، به نحوی که تنها در دهه هفتاد میلادی، حدود ۱۱۰ میلیارد مترمکعب به ظرفیت ذخیره‌سازی دنیا افزوده شده است که بیشترین افزایش در همه

سال‌ها بوده است. پس از آن میزان افزایش ظرفیت در دهه‌های اخیر کاهش داشته است و در بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸ این میزان افزایش به حدود ۲۱ میلیارد مترمکعب رسیده است. این در حالی است که میزان افزایش نرخ تولید (برداشت) گاز از این مخازن ذخیره‌سازی از سال ۱۹۹۰ به بعد تقریباً ثابت و برابر با حدود ۸۰۰ میلیون بشکه در روز بوده است.

تاریخ ۱۰۰ ساله فرایند ذخیره‌سازی گاز در دنیا، منجر به آن شده است که تا پایان سال ۲۰۲۰، تعداد کل مخازن ذخیره‌سازی گاز به تعداد بیش از ۶۶۰ عدد برسد که ظرفیت کل ذخیره‌سازی گاز را به ۴۲۳ میلیارد مترمکعب می‌رساند و برابر با ۱۱ درصد از کل مصرف گاز طبیعی در دنیا است (نمودار ۱۰). میزان حداکثر تولید گاز مخازن ذخیره‌سازی در دنیا نیز بیش از ۷/۳ میلیارد مترمکعب در روز ثبت شده است. در بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸ میلادی، بیشترین افزایش ظرفیت به لحاظ حجم مطلق مرتبط با آمریکای شمالی با ۱۴ میلیارد مترمکعب، آسیا با ۵/۷ میلیارد مترمکعب (بیشتر مرتبط با چین) و خاورمیانه با ۳/۳ میلیارد مترمکعب (بیشتر مرتبط با ایران و امارات) بوده است.

نمودار ۱۰. تغییرات تعداد و ظرفیت مخازن ذخیره‌سازی در دنیا



Source: Triennium Work Report, 2018; Underground Gas Storage in the World 2021.

1. Welland Gas Field

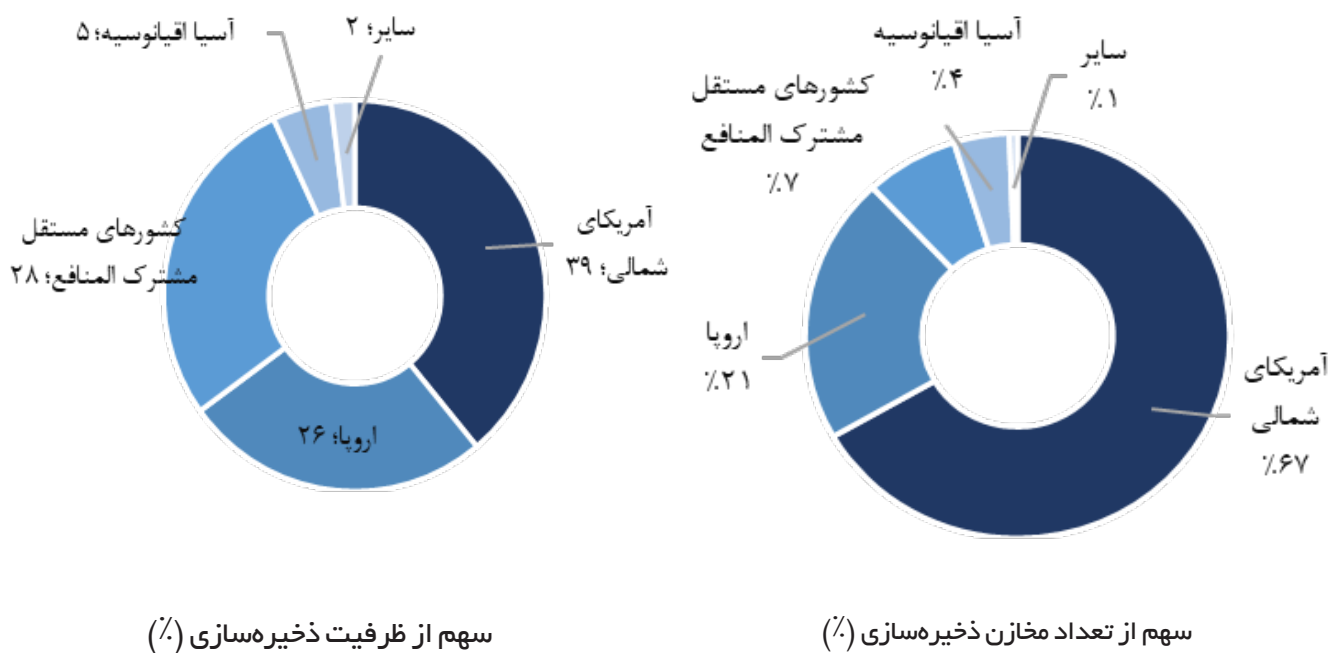
2. Underground Storage of Natural Gas, Springer, 1987.

۲-۳-۲. وضعیت براساس منطقه جغرافیایی

بررسی آمار ظرفیت و تعداد مخازن ذخیره‌سازی گاز در دنیا نشان می‌دهد که تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی، آمریکای شمالی علاوه بر دارا بودن بیش از ۶۷ درصد از تعداد کل مخازن گاز دنیا، بیشترین سهم از ظرفیت ذخیره‌سازی را نیز با حدود ۱۶۵ میلیارد مترمکعب (۳۹ درصد) در اختیار دارد. اروپا بعد از آمریکای شمالی، با ظرفیت حدود ۱۱۰ میلیارد مترمکعب ذخیره‌سازی بیشترین سهم را داراست. قابل توجه است که به‌رغم اینکه سهم مخازن کشورهای مستقل مشترک‌المنافع تنها ۷ درصد

است، اما ظرفیت ذخیره‌سازی این کشورها در دنیا بیش از ۲۸ درصد است (نمودار ۱۱). این مسئله نشان می‌دهد که با توجه به اینکه این کشورها عموماً منابع گازی فراوانی دارند، مخزن گازی ذخیره‌سازی آنها نیز ظرفیت بیشتری نسبت به اروپا و آمریکای شمالی دارد. به‌صورت متوسط ظرفیت هر مخزن ذخیره‌سازی گاز از نوع مخازن گازی در کشورهای مستقل مشترک‌المنافع ۳/۲ میلیارد مترمکعب است، این در حالی است که این ظرفیت به‌طور متوسط برای کشورهای اروپایی برای هر مخزن ۱ میلیارد مترمکعب و برای آمریکای شمالی ۰/۳۵ میلیارد مترمکعب است.^۱

نمودار ۱۱. سهم مناطق از ظرفیت و تعداد مخازن ذخیره‌سازی گاز در دنیا



Source: www.cedigaz.org

تمامی موارد ذکر شده به تفکیک در جدول ۲ نیز آورده شده است که تعداد و ظرفیت مخازن را به تفکیک نوع مخزن در هر یک از مناطق را نشان می‌دهد. در همه مناطق، مخازن گازی ذخیره‌سازی دارای بیشترین سهم از ظرفیت هستند. این در حالی است که در کشورهای مستقل مشترک‌المنافع مخازن آبخوان، در آمریکای شمالی مخازن نفتی و در اروپا مخازن نمکی در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

۱. محاسبات نگارنده.



جدول ۲. نوع، تعداد و ظرفیت گاز مخازن ذخیره‌سازی تا پایان سال ۲۰۱۸ میلادی^۱

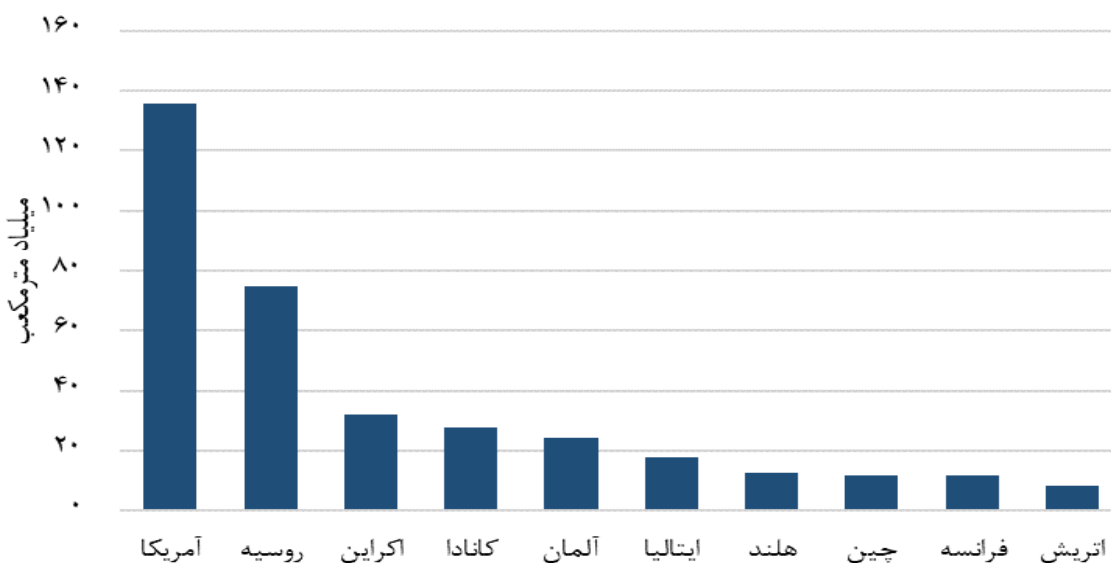
منطقه	نوع مخزن	تعداد	حجم ذخیره‌سازی (میلیارد مترمکعب)
آسیا	مخزن گازی	۱۸	۹/۹
	مخزن نفتی	۱	۰/۲
	مخزن نمکی	۳	۰/۵
	جمع کل	۲۲	۲/۲
آسیا اقیانوسیه	مخزن گازی	۱۰	۶/۴
کشورهای مستقل مشترک المنافع	مخزن گازی	۳۰	۹۵/۴
	مخزن آبخوان	۱۳	۱۹/۲
	مخزن نفتی	۲	۳/۵
	مخزن نمکی	۳	۰/۵
	جمع کل	۴۸	۱۱۸/۶
اتحادیه اروپا	مخزن گازی	۷۱	۷۱
	مخزن نمکی	۴۷	۱۹/۸
	مخزن آبخوان	۲۱	۱۶/۸
	سایر	۳	۰/۱
	جمع کل	۱۴۶	۱۰۸/۸
آمریکای لاتین	مخزن گازی	۱	۰/۲
خاورمیانه	مخزن گازی	۳	۹/۳
آمریکای شمالی	مخزن گازی	۳۳۰	۱۱۶/۲
	مخزن نفتی	۳۴	۲۰/۷
	مخزن نمکی	۴۸	۱۴/۷
	مخزن آبخوان	۴۶	۱۱/۱
	سایر	۱	۰
	جمع	۴۵۹	۱۶۲/۷

Source: Triennium Work Report, 2018.

از این بین، پنج کشور آمریکا، روسیه، اوکراین، کانادا و آلمان بیش از ۷۰ درصد از کل ظرفیت ذخیره‌سازی دنیا را به خود اختصاص داده‌اند. کشورهای ایتالیا، هلند، چین، فرانسه و اتریش نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

۱. اگرچه آمار ظرفیت و تعداد کل مخازن در این گزارش تا پایان سال ۲۰۲۰ آمده است، اما به دلیل عدم دسترسی به آمار براساس تفکیک مخازن در این سال، جدول برای آمار سال ۲۰۱۸ ارائه شده است و اختلاف مجموع آماری تعداد مخازن و حجم ذخیره‌سازی به همین دلیل است.

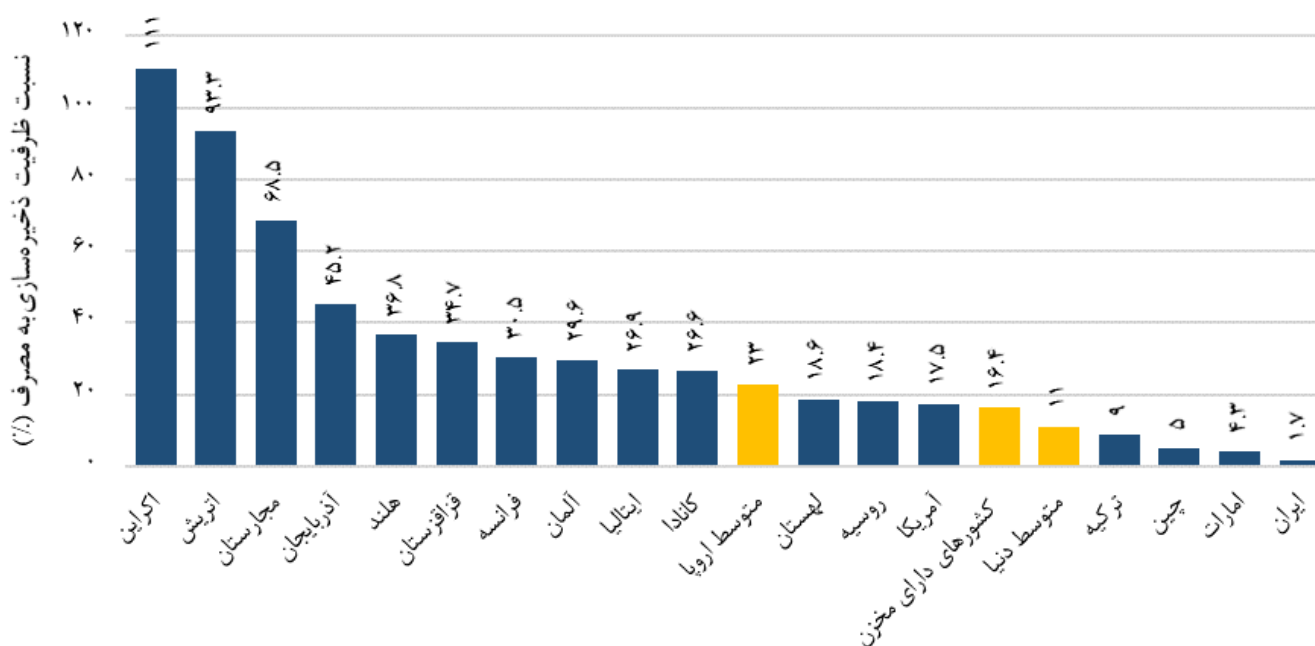
نمودار ۱۲. ظرفیت ذخیره سازی گاز در کشورهای برتر



Source: Cedigaz

یکی از شاخص هایی که به ازای آن می توان وضعیت ذخیره سازی گاز در هر کشور را مورد بررسی قرار داد، سهم ظرفیت ذخیره سازی گاز یک کشور از کل میزان مصرف گاز در آن کشور است. به صورت متوسط سهم ذخیره سازی گاز از کل مصرف در دنیا ۱۱ درصد و در بین همه کشورهای که مخزن ذخیره سازی گاز دارند ۱۶/۴ درصد است. این عدد برای اروپا برابر با ۲۳ درصد است. ایران با دارا بودن ۱/۴ درصد ظرفیت ذخیره سازی از کل مصرف، رتبه پایینی دارد.

نمودار ۱۳. سهم ظرفیت ذخیره سازی به کل مصرف گاز طبیعی در هر کشور



Source: Handbook of Underground Gas Storages and Technology, 2021.



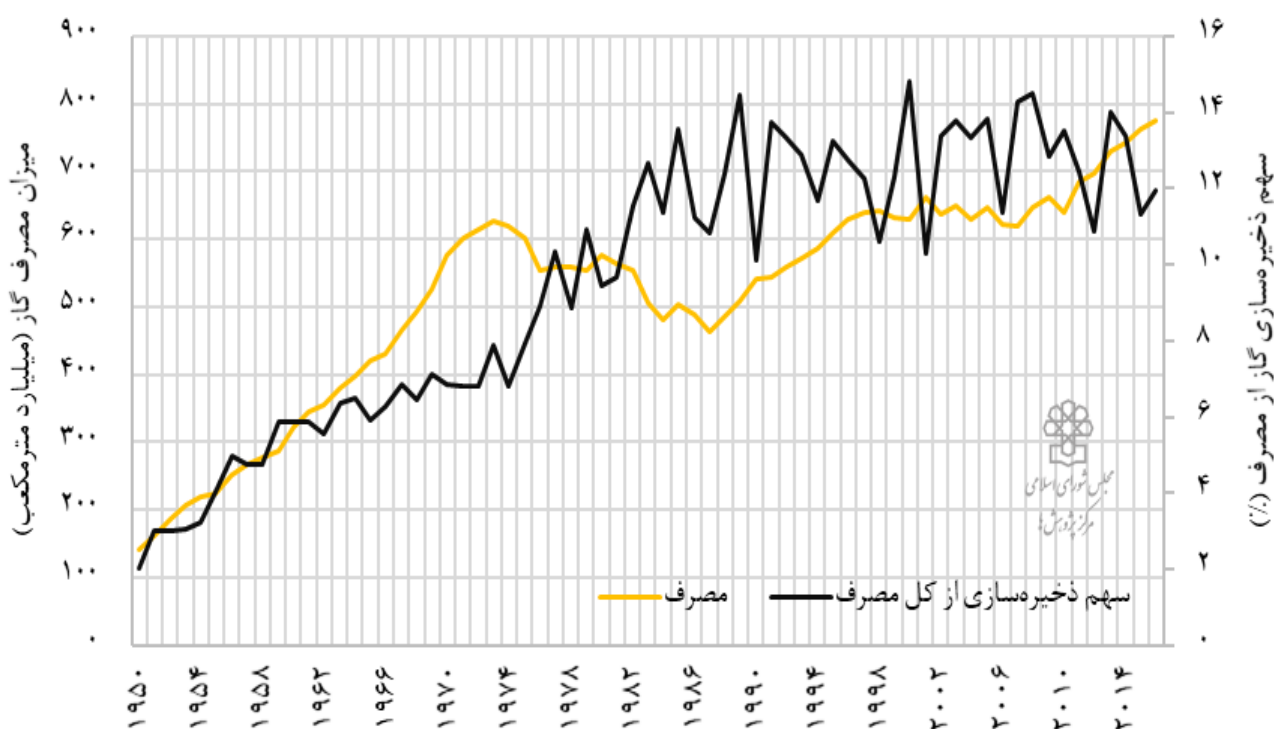
است. ظرفیت ذخیره‌سازی آمریکا بیش از ۱۳۷ میلیارد مترمکعب است که ۱۷/۵ درصد از کل مصرف این کشور را تشکیل می‌دهد.^۱ بررسی آمار در این کشور نشان می‌دهد در بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۰ میلادی، میزان سهم ذخیره‌سازی گاز در این کشور از ۲ درصد به حدود ۶ درصد افزایش داشته است، اما پس از آن به‌رغم رشد مصرف گاز، سهم ذخیره‌سازی از کل مصرف تقریباً ثابت و بین ۱۰ تا ۱۴ درصد نوسان داشته است که نشان از افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی گاز متناسب با رشد مصرف دارد (نمودار ۱۴).

با توجه به اینکه آمریکا و روسیه به‌عنوان دو تولیدکننده و مصرف‌کننده بزرگ گاز در دنیا شناخته می‌شوند و ایران نیز در تولید و مصرف رتبه‌های سوم و چهارم قرار دارد، بررسی وضعیت ذخیره‌سازی در این دو کشور می‌تواند حائز اهمیت باشد.

۳-۳-۲. وضعیت ذخیره‌سازی در آمریکا و روسیه

آمریکا: کشور آمریکا با بیش از ۳۹۰ مخزن ذخیره‌سازی، بیشترین ظرفیت ذخیره‌سازی را در دنیا به خود اختصاص داده

نمودار ۱۴. تغییرات مصرف گاز طبیعی و سهم ذخیره‌سازی گاز از مصرف در آمریکا



Source: Handbook of Underground Gas Storages and Technology, 2021.

هستند. بررسی جغرافیایی قرارگیری مخازن ذخیره‌سازی در این کشور نشان می‌دهد که عمده تأسیسات ذخیره‌سازی گاز موجود در ایالت‌های نزدیک به مصرف‌کنندگان نهایی گاز طبیعی توزیع شده است تا هزینه اجرایی را پایین آورد.^۲

بیش از ۸۰ درصد از کل تعداد مخازن ذخیره‌سازی گاز آمریکا از نوع هیدروکربوری است که هزینه اجرایی کمتری نیز نسبت به سایر انواع مخازن ذخیره‌سازی دارد و بعد از آن مخازن از نوع آبخوان و نمکی هر کدام دارای سهم‌های کمتر از ۱۰ درصد از کل ظرفیت

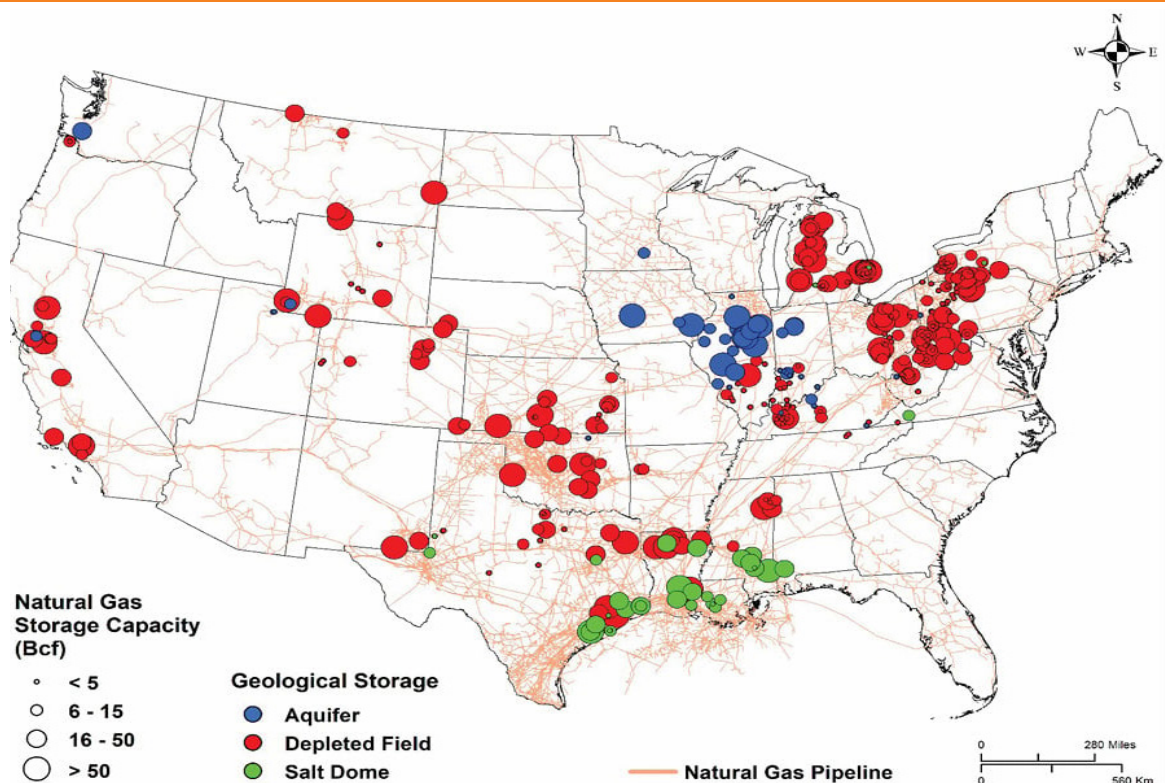
1. 27th World Gas Conference. Triennium Work Report June 2018.

2. D. Guosheng, Development Tendency and Driving Force of Underground Gas Storages in the World [J]. Nat. Gas Ind. 30(8), 2010, 59-61.

مخازن بوده است. در پایان سال ۱۹۵۰، با توسعه تکنولوژی، اولین مخزن آبخوان نیز در آمریکا به بهره‌برداری رسید. در بازه زمانی ۱۹۵۰ الی ۱۹۸۰، توسعه صنایع شدت یافت و به دنبال آن، میزان مصرف گاز طبیعی و ذخیره‌سازی نیز افزایش یافت (نمودار ۱۴). در این بازه زمانی به تنهایی ۲۳۴ مخزن ذخیره‌سازی جدید به شبکه تولید گاز آمریکا اضافه شده است. توسعه تکنولوژی ذخیره‌سازی منجر شد تا در همین بازه زمانی، در سال ۱۹۷۵ مخازن نمکی نیز به مخازن ذخیره‌سازی آمریکا اضافه شود. در پایان سال ۱۹۸۰، سهم ذخیره‌سازی گاز از کل مصرف به حدود ۱۱ درصد رسید که بیشترین مقدار تا آن دوران بوده است. پس از سال ۱۹۸۰، مصرف گاز در آمریکا با شدت کمتری رشد داشت و به دنبال آن، احداث تأسیسات جدید ذخیره‌سازی نیز متناسب با رشد مصرف رشد داشته است. همان‌طور که در نمودار ۱۴ هم آمده است، سهم ذخیره‌سازی از سال ۱۹۸۰ به بعد، بین ۱۰ تا ۱۴ درصد نوسان داشته است و تغییرات محسوسی در آن مشاهده نمی‌شود که گواه همین مسئله است. در سال ۲۰۱۸، سهم ذخیره‌سازی آمریکا ۱۷/۵ درصد از کل مصرف این کشور است. نمودار ۱۵ پراکندگی مخازن ذخیره‌سازی آمریکا را به تفکیک نوع مخازن نشان می‌دهد.

اولین مخزن ذخیره‌سازی گاز طبیعی در آمریکا در سال ۱۹۱۶ در میدان گازی زوار^۱ در نیویورک به بهره‌برداری رسید که به‌عنوان دومین مخزن ذخیره‌سازی دنیا نیز شناخته می‌شود و در حال حاضر برای ذخیره‌سازی استفاده می‌شود. سیر تکاملی افزایش تعداد مخازن و ظرفیت ذخیره‌سازی در آمریکا را می‌توان به سه بازه زمانی مختلف تقسیم‌بندی کرد. در حد فاصل سال‌های ۱۹۱۶ تا ۱۹۵۰، عمده تمرکز آمریکا بر ایجاد مخازن ذخیره‌سازی در ایالت‌های شمالی که عمده مصرف گاز را داشته‌اند بوده است. در سال ۱۹۲۰، با گسترش خطوط انتقال در مسیرهای طولانی‌تر و همچنین افزایش رشد مصرف گاز در حوالی سال‌های ۱۹۳۰، نوسانات مصرف در فصول مختلف در آمریکا ایجاد شد. از آنجا که ذخیره‌سازی گاز به‌عنوان یکی از راهکارهای پیک‌سایی مصرف شناخته می‌شود، در همین سال‌ها توسعه و ایجاد ظرفیت ذخیره‌سازی در آمریکا رشد یافت، به‌نحوی که در بین سال‌های ۱۹۳۱ تا ۱۹۵۰، تعداد ۷۸ مخزن ذخیره‌سازی جدید در این کشور به بهره‌برداری رسید. از آنجا که مخازن هیدروکربوری به دلیل اینکه مراحل ارزیابی آن پیش‌تر انجام شده و هزینه اجرایی را پایین می‌آورد، عمده مخازن ذخیره‌سازی آمریکا مرتبط به همین نوع

نمودار ۱۵. نقشه مخازن ذخیره‌سازی گاز در آمریکا



Source: Bureau of Economic Geology, University of Texas, Austin.

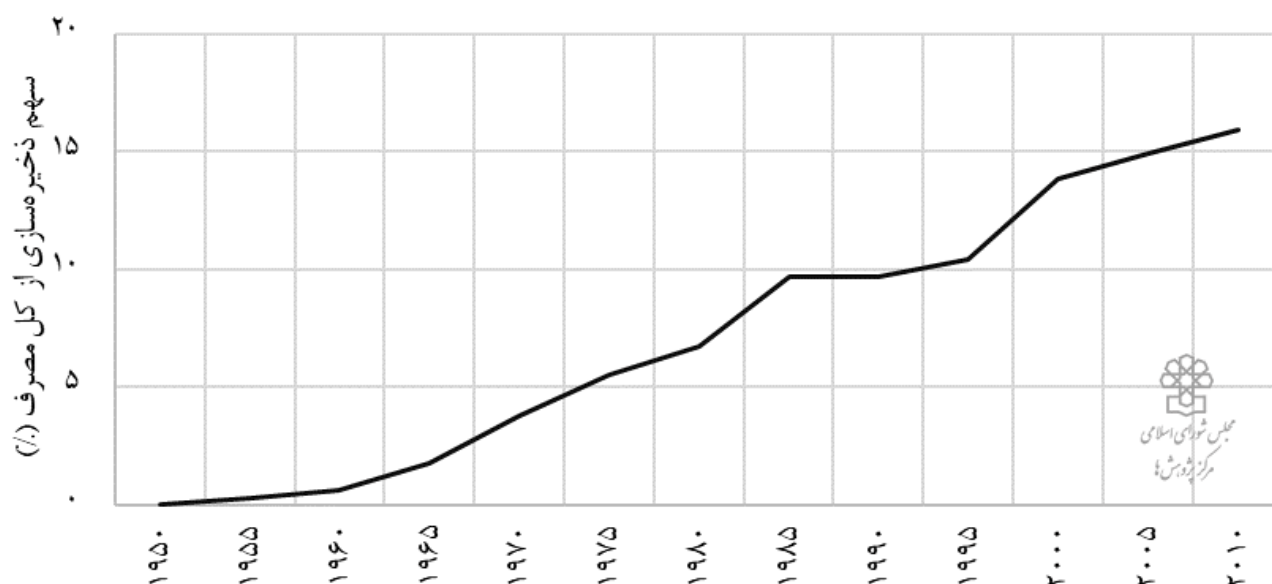
1. Zoar.



۷ درصد از کل مصرف سالیانه در این کشور بوده است. پس از آن طی فروپاشی اتحادیه جماهیر شوروی فرایند ذخیره‌سازی متناسب با رشد مصرف افزایش می‌یابد و سهم ذخیره‌سازی از کل مصرف ثابت است. در آن دوره بیشتر تأسیسات ذخیره‌سازی گاز روسیه از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم دولت در زمان شوروی ساخته شد و پس از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی، سیستم یکپارچه تأمین گاز و تأسیسات ذخیره‌سازی گاز به صورت کامل در اختیار شرکت گاز پروم^۱ بوده است. رشد سهم ذخیره‌سازی از کل مصرف در سال ۱۹۹۵ به بعد رشد داشته و به حدود ۱۶ درصد تا پایان سال ۲۰۱۰ رسیده است (نمودار ۱۶).

روسیه: روسیه نیز با دارا بودن بیش از ۳۷ هزار میلیارد مترمکعب مخازن اثبات شده گازی، بزرگ‌ترین دارنده گاز در دنیاست و از منظر تولید و مصرف، بعد از آمریکا رتبه دوم را دارد. به همین دلیل احداث ذخیره‌سازی گاز در روسیه نسبت به کانادا و آمریکا با حدود ۴۰ سال فاصله زمانی و در دهه ۵۰ میلادی رخ داد که شامل یک مخزن گازی و یک مخزن نمکی بود. پس از آن، با توجه به رشد مصرف و اهمیت نقش روسیه در صادرات گاز، توسعه این تأسیسات در بازه زمانی ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ به شدت رشد پیدا کرد و از دو مخزن ذخیره‌سازی، به ۱۰ مخزن رسید که ظرفیت ذخیره‌سازی گاز را به ۴۰ میلیارد مترمکعب می‌رساند و حدود

نمودار ۱۶. تغییرات سهم ذخیره‌سازی گاز از کل مصرف در روسیه



Source: Challenges to and Proposals for Underground Gas Storage (UGS) Business in China, 2017.

عمده و بزرگ مخازن ذخیره‌سازی در نزدیکی خطوط انتقال گاز قرار دارند. به همین دلیل ۱۰ مخزن ذخیره‌سازی گاز روسیه در مسیر شش خط لوله انتقال گاز به اروپا قرار دارد و ۱۲ مخزن دیگر نیز در نزدیکی دریای خزر و در مسیر انتقال گاز روسیه به آسیای مرکزی واقع شده است.^۲ در مجموع ظرفیت ذخیره‌سازی گاز در روسیه حدود ۲۸ درصد از کل صادرات این کشور است.^۴ نمودار ۱۷ نقشه پراکندگی مخازن ذخیره‌سازی گاز طبیعی را در روسیه نشان می‌دهد.

در حال حاضر روسیه با داشتن حدود ۲۳ مخزن ذخیره‌سازی، دارای ظرفیت ذخیره‌سازی گاز ۷۲/۵ میلیارد مترمکعب است^۱ که سهم ۱۸/۴ درصدی از کل مصرف گاز این کشور را دارد. برخی از تأسیسات ذخیره‌سازی گاز در روسیه در نزدیکی بخش‌های مصرفی واقع شده است و به عنوان یکی از منابع تأمین گاز در روسیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر مسئله تأمین پیک مصرف گاز در فصل‌های سرد، با توجه به نقش روسیه در صادرات گاز در دنیا و لزوم حفظ پایداری و امنیت آن، بخش

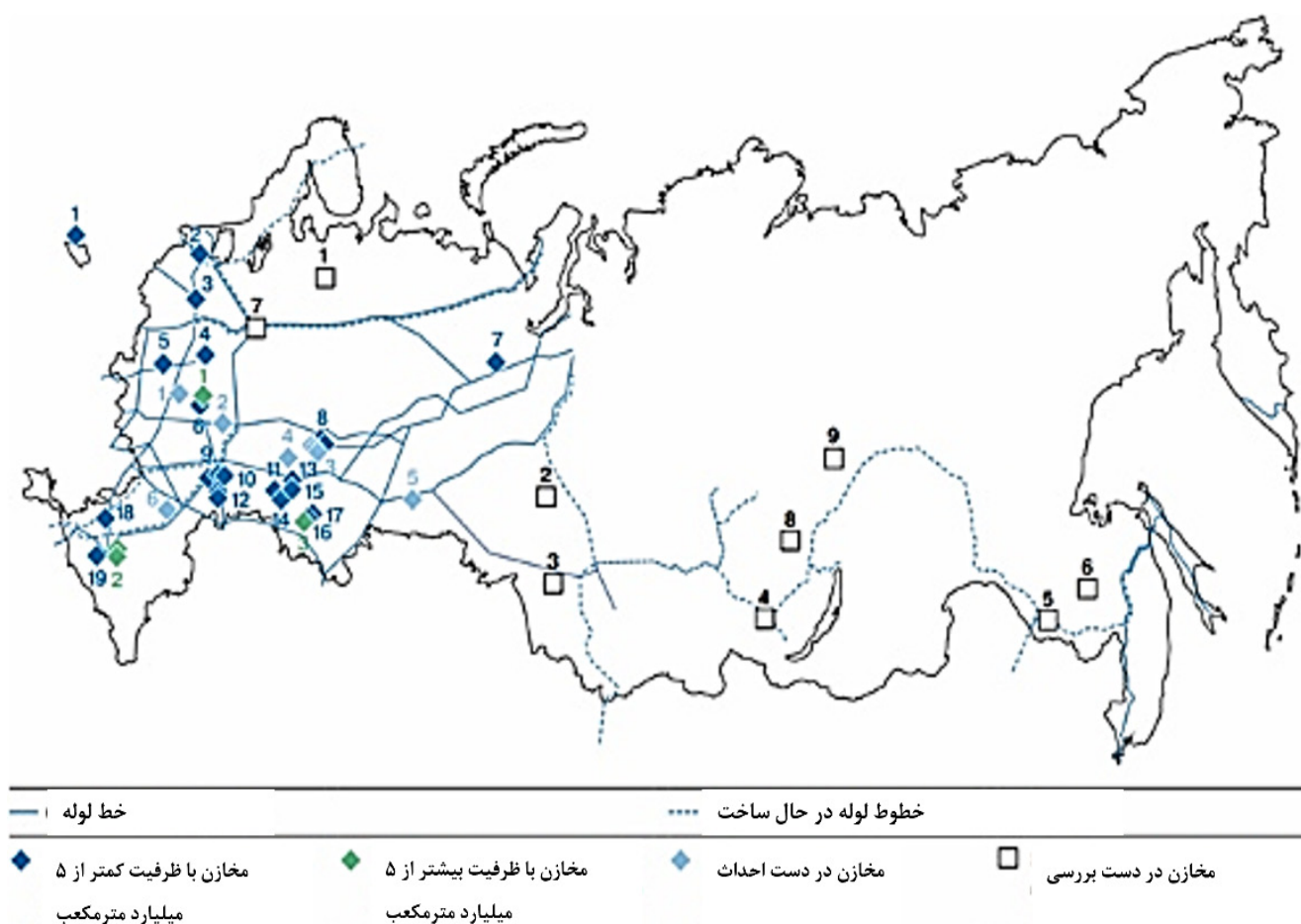
1. Gazprom

2. Cedigaz 2021.

3. P. Nan, Current status and Prospect of Underground Gas Storages in America, Europe, Russia and Ukraine [J]. Int. Petrol. Econ. 24(7), 2016, 80-92.

۴. صادرات گاز روسیه به صورت متوسط ۲۵۰ میلیارد مترمکعب در سال در نظر گرفته شده است.

نمودار ۱۷. نقشه مخازن ذخیره سازی روسیه در سال ۲۰۱۷



Source: <https://nangs.org/>

۳. ذخیره سازی گاز طبیعی در ایران



۱-۳. وضعیت ذخیره سازی گاز طبیعی در ایران

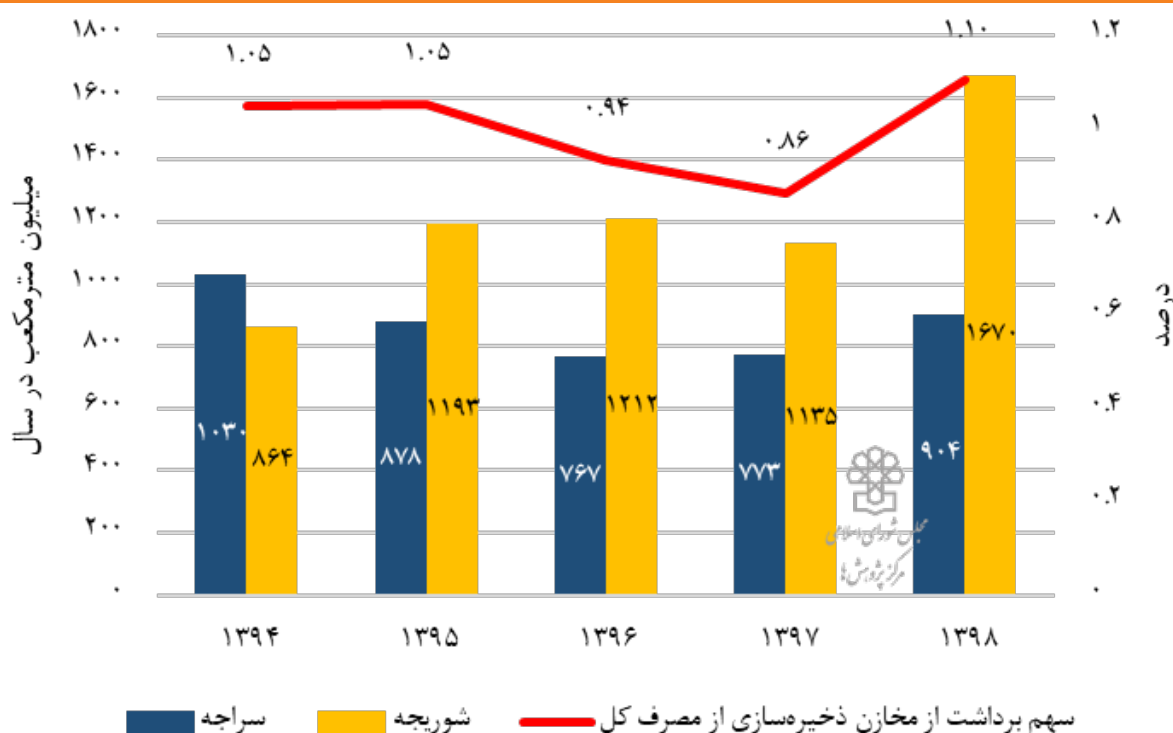
از آنجاکه کشور ایران در جایگاه دومین دارنده منابع گاز طبیعی، سومین تولیدکننده و چهارمین مصرف کننده گاز طبیعی در دنیاست و یکی از طولانی ترین خطوط توزیع گاز را در اختیار دارد، ذخیره سازی گاز در کشور از جهت افزایش پایداری تولید و امنیت عرضه در شبکه انتقال، دارای اهمیت بسیار بالایی است. همچنین همان طور که ذکر شد، به دلیل سهم بالای بخش خانگی و تجاری در مصرف گاز طبیعی در

کشور، در فصول سرد سال مصرف این بخش به دلیل نوع کاربرد گاز برای گرمایش افزایش چشمگیری می یابد که برای تأمین گاز آن، کشور مجبور به کاهش عرضه گاز به بخش های دیگر از جمله نیروگاهی و صنعتی شده است. تمامی این مسائل لزوم افزایش ظرفیت ذخیره سازی در کشور را نشان می دهد. علاوه بر مسئله ناترازی فصلی، مشکل تأمین گاز در استان های شمالی و شمال شرقی کشور در فصول سرد، لزوم توسعه ذخیره سازی با اولویت استان های مذکور را توجیه می کند.

توسعه گاز ایران در حال پیگیری است. با توجه به توضیحات ارائه شده، میزان ذخیره‌سازی کشور از طریق دو مخزن سراج (استان قم) با ظرفیت ۱/۲ و شور یجه (استان خراسان رضوی) با ظرفیت ۲/۲ میلیارد مترمکعب در سال صورت می‌پذیرد. به رغم رشد ناترازی فصلی در سال‌های اخیر، میزان ذخیره‌سازی در کشور تغییر چندانی نداشته است. در سال ۱۳۹۸، میزان گاز تحویلی به خط از طریق این دو مخزن حدود ۲/۵۷ میلیارد مترمکعب بوده است^۱ که این عدد برابر با ۱/۱ درصد از کل مصرف داخلی است و تمامی وظایف مرتبط با آن با شرکت مهندسی و توسعه گاز است.

موضوع ذخیره‌سازی گاز در ایران تا پیش از سال ۱۳۸۶ به صورت جدی مطرح نبوده و پس از آن سال با کاهش دمای و نیاز به تأمین گاز، بحث ذخیره‌سازی گاز مطرح شد که با تأسیس شرکت ذخیره‌سازی گاز طبیعی منتهی به دو طرح ذخیره‌سازی گاز در میدان شور یجه و سراج شد. پس از آن در سال ۱۳۹۶ این شرکت منحل شد و مسئله ذخیره‌سازی پس از آن پیشرفت خاصی نداشت. این در حالی است که ذخیره‌سازی گاز طبیعی فارغ از نگاه اقتصادی، می‌توانست به امنیت تأمین انرژی در کشور کمک کند. در حال حاضر ذخیره‌سازی گاز طبیعی، در شرکت مهندسی و

نمودار ۱۸. عملکرد مخازن ذخیره‌سازی به همراه سهم برداشت از مخازن ذخیره‌سازی به مصرف کل کشور

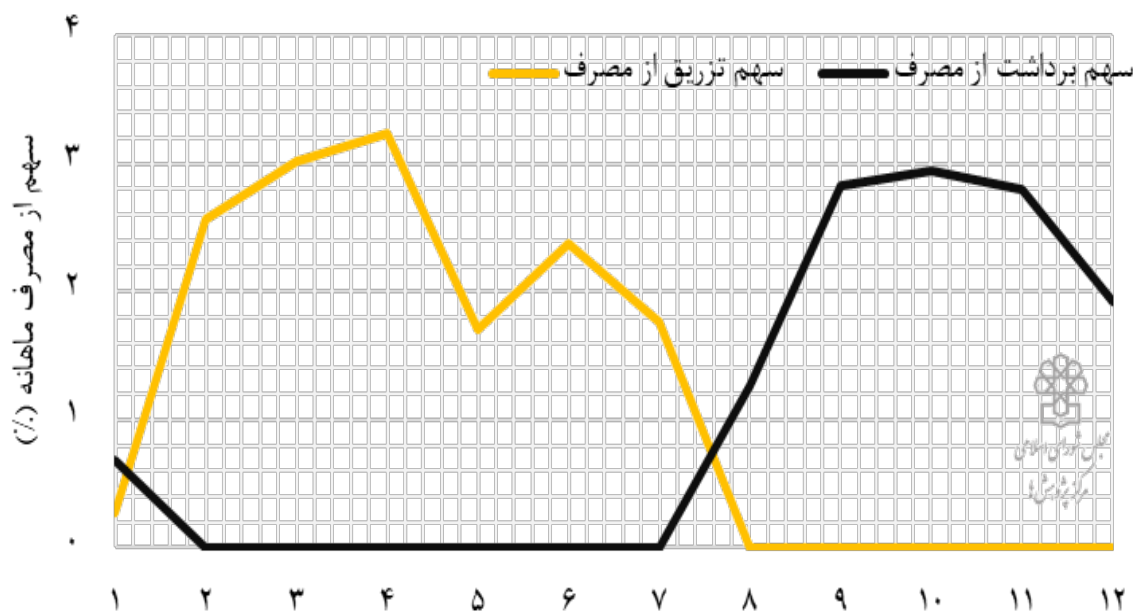


مأخذ: تحلیل نگارنده براساس آمار شرکت ملی گاز و ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۸.

بررسی وضعیت تزریق و برداشت به دو مخزن ذخیره‌سازی ذکر شده نشان می‌دهد در بیشترین حالت ۳ درصد از مصرف از طریق ذخیره‌سازی در ماه‌های سرد سال تأمین می‌شود که همان میزان در فصول گرم سال به مخازن تزریق شده‌اند. با توجه به اینکه حداکثر تولید گاز دارای اختلاف با حداکثر مصرف در فصول گرم سال است، مازاد آن در صورت وجود ظرفیت ذخیره‌سازی می‌تواند به این مخازن تزریق شود تا میزان تولید در فصول سرد افزایش یابد. با توجه به اختلاف قیمت گاز در فصول گرم و سرد سال، این مسئله با واردات گاز و ذخیره‌سازی آن نیز امکان‌پذیر است.

۱. ترازنامه هیدروکربوری، سال ۱۳۹۸.

نمودار ۱۹. سهم تزریق و برداشت از میادین ذخیره سازی کشور سال ۱۴۰۰



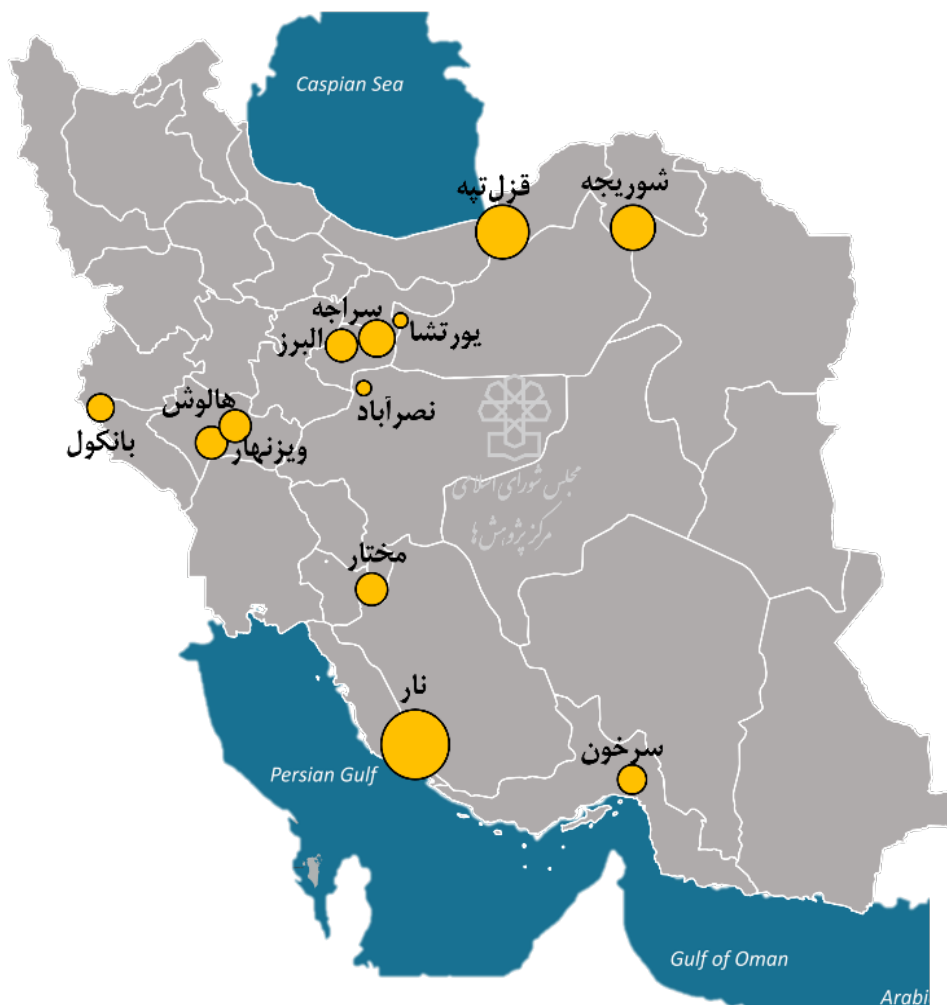
مأخذ: شرکت ملی گاز.

ارزیابی و توصیف مخزن می تواند به حل مسئله ناترازی فصلی و همچنین تأمین گاز در بخش های شمالی کشور کمک شایانی کند. در بین انواع مخازن ذخیره سازی، در حال حاضر صرفاً مخازن هیدروکربوری در کشور در حال بهره برداری هستند، این در حالی است که مخازن آبخوان و نمکی نیز می تواند به ظرفیت کشور افزوده شود. نمودار ۲۰ موقعیت تقریبی مخازن، آبخوان و گنبد نمکی با پتانسیل ذخیره سازی را در کشور نشان می دهد. در ادامه برنامه های توسعه دو مخزن موجود و ایجاد ظرفیت ذخیره سازی جدید براساس دسته بندی مشخص بررسی می شود.

با توجه به توضیحات ارائه شده، در حال حاضر ظرفیت ذخیره سازی در دنیا به صورت متوسط ۱۱ درصد، در کشورهای اروپایی حدود ۲۳ درصد و در ایران این عدد حدود ۱/۴ درصد است که نشان از رتبه پایین در ذخیره سازی گاز دارد. با توجه به افزایش میزان مصرف در سالیان گذشته و تخمین رشد آن در سال های آتی، تأمین کسری فصلی گاز صرفاً با استفاده از میدان های شور یجه و سراجیه امکان پذیر نخواهد بود. بررسی زمین شناسی نشان می دهد که ۴۰ ساختار با پتانسیل ذخیره سازی گاز طبیعی در کشور وجود دارد^۱ که در صورت سرمایه گذاری و انجام مراحل

۱. شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران، ۱۴۰۱.

نمودار ۲۰. موقعیت تقریبی مخازن، آبخوان و گنبد نمکی با پتانسیل ذخیره‌سازی گاز طبیعی



■ موقعیت مخازن تقریبی است.
■ اندازه دایره‌ها ظرفیت مخازن را به نسبت یکدیگر نمایش می‌دهد.

الف) طرح‌های مرتبط با مخازن هیدروکربوری تخلیه شده

وزارت نفت است، بهره‌برداری از برخی میادین مانند میدان البرز در استان قم، میدان نار در استان بوشهر و میدان سرخون در استان هرمزگان با مجموع ظرفیت ۹/۲ میلیارد مترمکعبی نیازمند هماهنگی لازم بین دستگاهی در زیرمجموعه وزارت نفت است. با اضافه شدن این سه میدان به ظرفیت ذخیره‌سازی کشور، تا پایان سال ۱۴۰۴، حدود ۷۵ میلیون مترمکعب به ظرفیت برداشت روزانه از این محل افزوده می‌شود (جدول ۳).

در طرح‌های مرتبط با توسعه و ایجاد ظرفیت جدید ذخیره‌سازی در مخازن هیدروکربوری تخلیه شده در کشور، پنج طرح قابل اجرا وجود دارد که از آن بین، دو طرح مرتبط با توسعه میادین سراجیه و شوربجه است که ظرفیت ذخیره‌سازی فعلی در کشور را به میزان ۲/۷۵ میلیارد مترمکعب افزایش می‌دهد و به رسیدن افزایش برداشت ۵۵ میلیون مترمکعبی در روز منجر خواهد شد. با توجه به اینکه متولی اجرای ذخیره‌سازی در کشور مجموعه

جدول ۳. طرح های مرتبط با افزایش ظرفیت ذخیره سازی در مخازن هیدروکربوری تخلیه شده

طرح	استان	ظرفیت میلیارد مترمکعب	میزان برداشت میلیون مترمکعب در روز	وضعیت	پیش بینی زمان بهره برداری
توسعه سرآچه	قم	۱/۵	۱۰	شروع به کار پیمانکار	زمستان ۱۴۰۳
توسعه شور یجه	خراسان رضوی	۴/۵	۴۰	۱۰ درصد پیشرفت	زمستان ۱۴۰۳
البرز	قم	۲/۵	۱۵	عدم واگذاری	* ۱۴۰۶
نار	بوشهر	۴/۵	۴۰	عدم واگذاری	* ۱۴۰۶
سرخون	هرمزگان	۲/۲	۲۰	عدم واگذاری	* ۱۴۰۶
مجموع هیدروکربوری تخلیه شده		۱۵/۲	۱۲۵	-	-

* پیش بینی بهره برداری این طرح ها در صورتی است که واگذاری به شرکت ملی گاز تا پایان سال ۱۴۰۱ اتفاق افتد.

ب) طرح های مرتبط با مخازن هیدروکربوری تخلیه نشده

با توجه به توضیحات ذکر شده در مورد مزایا و معایب مرتبط با انواع مخازن ذخیره سازی، اولویت باید با مخازن گازی قرار گیرد. از جمله مخازن هیدروکربوری تخلیه نشده می توان به میادین بانکول، مختار، قزل تپه، هالوش و ویزنهار اشاره کرد. تمامی این میادین از نوع گازی بوده و پیشنهاد می شود در اولویت طرح های ایجاد ظرفیت قرار گیرند. همچنین میدان قزل تپه با قرارگیری در استان گلستان که در شمال کشور واقع شده است، به دلیل مشکل تأمین گاز در فصول سرد سال در این نواحی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. براساس مطالعات انجام شده، این میدان می تواند پیک سه استان شمالی کشور را تأمین کند.

جدول ۴. طرح های مرتبط با افزایش ظرفیت ذخیره سازی در مخازن هیدروکربوری تخلیه نشده

طرح	استان	ظرفیت میلیارد مترمکعب	میزان برداشت میلیون مترمکعب در روز	وضعیت	پیش بینی زمان بهره برداری
مختار	کهگیلویه و بویر احمد	۱/۵	۱۵	مرحله ارزیابی	۱۴۰۵
قزل تپه	گلستان	۳/۵	۲۸	مرحله ارزیابی	۱۴۰۵
بانکول	ایلام	۱/۲	۱۱	مرحله ارزیابی	۱۴۰۵
هالوش	لرستان	۱/۵	۱۴	عدم واگذاری	* ۱۴۰۶
ویزنهار	لرستان	۲/۵	۲۰	عدم واگذاری	* ۱۴۰۶
مجموع هیدروکربوری تخلیه نشده		۱۰/۲	۸۸	-	-

* پیش بینی بهره برداری این طرح ها در صورتی است که واگذاری به شرکت ملی گاز تا پایان سال ۱۴۰۱ اتفاق افتد.

ج) طرح های مرتبط با مخازن آبخوان و گنبد نمکی

در حال حاضر دو ساختار با نوع آبخوان و گنبد نمکی در کشور مورد بررسی قرار گرفته و امکان ایجاد ظرفیت ذخیره سازی گاز در آن وجود دارد.

آبخوان بورتشا در ورامین (استان تهران) با عمق ۱۴۰۰ متری، ظرفیت ۰/۲۳ میلیارد مترمکعب دارد که در صورت اجرایی شدن می تواند ظرفیت ۲ میلیون مترمکعبی در روز را به شبکه اضافه

کند. همچنین گنبد نمکی نصرآباد در استان اصفهان (کاشان) نیز با ظرفیت ۰/۵ میلیارد مترمکعبی، امکان افزایش برداشت ۴ میلیون مترمکعبی را در روز می دهد.

در مجموع در صورت پیاده سازی طرح های فوق، ظرفیت مخازن ذخیره سازی گاز کشور به ۲۶ میلیارد مترمکعب در سال افزایش می یابد که انتظار برداشت روزانه ۲۲۴ میلیون مترمکعب گاز در حدود چهار ماه سرد سال قابل دستیابی است.



جدول ۵. افزایش تولید روزانه در کشور از محل ذخیره‌سازی گاز

میدان	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۴	۱۴۰۵	۱۴۰۶
سراجیه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
توسعه سراجیه	-	-	۵	۵	۵	۵
شوریجه	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
توسعه شوریجه	۰	۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
اضطراری بانکول	-	-	۵	-	-	-
توسعه + بانکول	-	-	-	-	۱۱	۱۱
قزل‌تپه	-	-	-	-	۲۸	۲۸
سرخون	-	-	-	۱۰	۱۰	۲۰
البرز	-	-	-	۱۰	۱۰	۱۵
نار	-	-	-	۲۰	۲۰	۴۰
توسعه مختار	-	-	-	-	۱۵	۱۵
هالوش	-	-	-	-	-	۱۴
ویزنهار	-	-	-	-	-	۲۰
نصرآباد	-	-	-	-	۴	۴
یورتشا	-	-	-	-	۲	۲
جمع کل	۳۰	۳۰	۶۰	۹۵	۱۵۵	۲۲۴

مأخذ: شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران.

ذخیره‌سازی از کل مصرف را به‌ویژه از طریق شرکت ملی گاز ایران فراهم کند. همچنین پیشنهاد می‌شود وزارت نفت به‌دلیل دستیابی به تکنولوژی ذخیره‌سازی در آبخوان و گنبد نمکی، نسبت به افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی از این طریق نیز اقدام کند.

در همین راستا، با توجه به طرح‌های ذکر شده، پیشنهاد می‌شود که در قالب برنامه پنج‌ساله هفتم توسعه، وزارت نفت ضمن ایجاد هماهنگی بین شرکت‌های تابعه خود، زمینه سرمایه‌گذاری به‌منظور افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی جهت مدیریت اوج مصرف و رسیدن به سهم حداقل ۱۰ درصدی

جمع بندی



مصرف کننده گاز طبیعی نشان می دهد برای تأمین پایدار در عرضه و مصرف گاز و همچنین رفع ناترازی فصلی، ذخیره سازی یکی از اولویت های کشور هاست. هر چقدر میزان وابستگی گاز کشورها به واردات بیشتر باشد، ظرفیت ذخیره سازی این کشورها نیز بیشتر بوده است. کشورهای اروپایی که به صورت متوسط وابستگی ۴۰ درصدی به گاز طبیعی روسیه دارند و میزان ذخیره سازی آنها سهم ۲۳ درصدی از کل مصرف را نشان می دهد.

این مسئله برای روسیه که به عنوان صادر کننده گاز شناخته می شود نیز به دلیل ایجاد صادرات پایدار اهمیت دارد و دارای سهم ۱۸/۴ درصدی ذخیره سازی از کل مصرف است که نشان از اهمیت ذخیره سازی در رویکردهای مختلف سیاستگذاری انرژی دارد.

در این گزارش پتانسیل های تأمین گاز به میزان ۲۲۴ میلیون مترمکعب در روز در فصول سرد سال با استفاده از ذخیره سازی گاز طبیعی مورد بررسی قرار گرفت. طی برنامه هفتم توسعه باید این موضوع به عنوان یکی از راهبردهای اصلی برای حل ناترازی فصلی گاز پیگیری شود و وزارت نفت باید سهم ذخیره سازی از مصرف گاز کشور را به حداقل ۱۰ درصد برساند.

در این بین ضروری است وزارت نفت با ایجاد هماهنگی بین شرکت های تابعه خود، زمینه سرمایه گذاری به منظور دستیابی به این هدف را فراهم کند.

کشور ایران با وجود داشتن سهم بالایی از ذخایر گاز طبیعی دنیا، دچار ناترازی عرضه و تقاضای گاز طبیعی در فصول سرد سال شده است، به نحوی که در صورت ادامه فرایند موجود، کشور را در سال های آتی به وارد کننده گاز طبیعی تبدیل خواهد کرد. براساس سند تراز گاز مصوب شورای عالی انرژی، پیش بینی شده است تا سال ۱۴۲۰، کشور در چهار ماه سرد سال، دچار کسری ۶۱۶ میلیون مترمکعبی گاز طبیعی در روز باشد. این مسئله با وجود اینکه تأمین گاز کشور را با دشواری بسیاری روبه رو می کند، با توجه به وابستگی بالای بخش های مختلف کشور به گاز طبیعی، فارغ از مسائل اقتصادی، امنیت انرژی کشور را دچار مخاطره خواهد کرد. با توجه به اینکه میزان مصرف در فصول سرد و گرم سال بسیار متفاوت است، افزایش ظرفیت ذخیره سازی گاز طبیعی و تزریق گاز به این مخازن در فصول گرم سال، کمک شایانی به تأمین پایدار گاز در فصول سرد خواهد کرد. اختلاف مصرف گاز در گرم ترین و سرد ترین ماه سال به صورت متوسط روزانه، حدود ۲۲۰ میلیون مترمکعب است که علت عمده آن مصرف بخش خانگی و تجاری است که میزان مصرف آن در سرد ترین ماه سال ۶/۷ برابر گرم ترین ماه سال است.

در حال حاضر ظرفیت ذخیره سازی گاز طبیعی در کشور حدود ۳/۴ میلیارد مترمکعب است که تنها ۱/۴ درصد از کل مصرف گاز طبیعی در کشور است. بررسی کشورهای تولید کننده و

منابع و مآخذ



۱. ترازنامه هیدرو کربوری، ۱۳۹۸.
۲. آمار تفصیلی صنعت برق ایران، سال ۱۴۰۰، ویژه مدیریت راهبردی.
۳. بررسی راهکارهای پیشنهادی جهت کاهش آثار مصرف سوخت های مایع، مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱، سال ۱۴۰۰.
۴. شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران، ۱۴۰۱.
۵. گزارش فصلی بازار برق ایران، زمستان ۱۳۹۹.
۶. بررسی عملکرد وزارت نفت در دولت دوازدهم، مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، شماره ۱۵۵۱۱.
۷. گزارش عملکردی شرکت ملی گاز در سال ۱۴۰۰.
۸. آمار مصرف ماهانه بخش های مختلف گاز، شرکت ملی گاز.
۹. وزارت نیرو. ترازنامه انرژی ایران سال ۱۳۹۵ - ۱۳۴۶، ارائه شده در ترازنامه سال ۱۳۹۵.
۱۰. معاونت برنامه ریزی، وزارت نفت، سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی در کشور براساس گزینه های بهینه سازی تا افق ۱۴۲۰.
۱۱. نتایج طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوار شهری و روستایی سال ۱۴۰۰، مرکز آمار ایران، مرداد ۱۴۰۱.
۱۲. مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران سازمان هواشناسی.

13. Gas Infrastructure Europe - Aggregated Gas Storage Inventory
14. Statista, Russian Natural Gas Industry
15. IEA
16. Challenges to and Proposals for Underground Gas Storage (UGS) Business in China, 2017.
17. Cyran, Katarzyna (June 2020). "Insight into a Shape of Salt Storage Caverns
18. Handbook of Underground Gas Storages and Technology, 2021.
19. Underground Storage of Natural Gas, Springer, 1987.
20. Triennium Work Report, 2018.
21. Underdground Gas Storage in the World 2021.
22. www.cedigaz.org
23. D. Guosheng, Development Tendency and Driving Force of Underground Gas Storages in the World [J]. Nat. Gas Ind. 30(8), 2010.
24. P. Nan, Current status and Prospect of Underground Gas Storages in America, Europe, Russia and Ukraine [J]. Int. Petrol. Econ. 24(7), 2016.
25. A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas -IEA
26. Statistical Review of World Energy, 2021, Ed. 70.
27. BP Statistical Review of World Energy, 2022, Ed. 71.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۵۸۵۵-۱۵۸۷۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc@majles.ir