

الحمد لله رب العالمين



دانشکده: مهندسی صنایع و مدیریت

گروه: اقتصاد

پایان نامه کارشناسی ارشد

بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی و اثرات ذخیره‌سازی بر رشد

اقتصادی ایران

علیرضا رسول نژاد

استاد راهنما:

دکتر مجتبی غیاثی

استاد مشاور

دکتر علی دهقانی

شهریور ۱۳۹۵

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: صنایع و مدیریت

گروه: اقتصاد

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای علیرضا رسول نژاد

تحت عنوان:

بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی و اثرات ذخیره‌سازی بر رشد اقتصادی ایران

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و

با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:
	نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:
			نام و نام خانوادگی:
			نام و نام خانوادگی:
			نام و نام خانوادگی:

این پایان نامه را ضمن تشکر و سپاس بیکران و در کمال افتخار و امتنان تقدیم
می‌نمایم به:

پدر فداکار

و

مادر مهربانم

پس از سپاس و ثنای بی حد بر آستان صفات بی همتای احدیت که در کمال رأفت و در نهایت عطوفت رخ صفت اتمام این پایان نامه را به نگارنده عطا فرموده است، بر خود لازم می دانم از زحمات و تلاش های تمامی کسانی که در انجام این پژوهش مرا یاری نمودند سپاس گذاری نمایم.

از پدر و مادر عزیزم به خاطر همه ی تلاش های محبت آمیزی که در دوران مختلف زندگی ام انجام داده اند و با مهربانی چگونه زیستن را به من آموخته اند.

از استادان فرزانه و فرهیخته ای که با نکته های دلاویز و گفته های بلند، صحیفه های سخن را علم پرور نمودند و همواره راهنما و راه گشای نگارنده در اتمام واکمال پایان نامه بوده اند علی الخصوص استاد بزرگوار و ارجمندم جناب آقای دکتر مجتبی غیاثی که در تمامی مراحل کار با صبر و حوصله زمینه انجام تحقیق اینجانب را فراهم نمودند. هم چنین از استاد بزرگوار دکتر علی دهقانی استاد مشاور پایان نامه که با یادآوری نکات ارزنده دقت مرا در طرح مطالب افزایش دادند.

از شرکت ملی گاز ایران که با حمایت این پایان نامه به شکل گیری این اثر کمک کرد.

از دوستانی که نفس خیرشان و دعای روح پرورشان بدرقه ی راهم بود به خصوص از کمک های جناب آقایان محمد ادبی و محمد خلجی سپاسگذارم.

تعهد نامه

اینجانب علیرضا رسول‌نژاد دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته برنامه‌ریزی سیستم‌های اقتصادی دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی و اثرات ذخیره‌سازی بر رشد اقتصادی ایران تحت راهنمایی دکتر مجتبی غیائی متعهد می‌شوم

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
 - در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
 - مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
 - کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of technology» به چاپ خواهد رسید.
 - حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
 - در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ:

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

چکیده

تولید گاز ایران در ۱۵ سال گذشته نزدیک به سه برابر شده و فعالیت‌های استخراج و تولید گاز در حوزه پارس جنوبی نقش اصلی را در این تحول عمده ایفا کرده‌اند. انتخاب‌های ایران در زمینه گاز عبارت از مصرف داخلی، صادرات به صورت گاز، تبدیل گاز به محصولات ارزش افزوده همانند پتروشیمی و فولاد، تزریق گاز به حوزه‌های نفتی با هدف ارتقاء بهره‌وری و بالابردن فشار حوزه‌های نفتی و ذخیره‌سازی گاز طبیعی است. کارشناسان اقتصادی انرژی بر این عقیده هستند که با برنامه‌ریزی صحیح و اصولی، ایران می‌تواند از گاز خود برای تمام مصارف فوق استفاده نماید.

مطالعه حاضر کوششی برای یافتن مقادیر بهینه ذخیره‌سازی گاز طبیعی در ایران است. پرسش اصلی مطرح شده در این تحقیق مقدار بهینه حجم ذخیره‌سازی و تاثیر این عامل بر روی رشد اقتصادی کشور در سایه مصرف و تجارت گاز طبیعی است؟ در راستای پاسخ دادن به این پرسش و تعیین مقدار حجم اولویت‌های مصرف داخلی، تزریق به مخازن نفت، صادرات و ذخیره‌سازی گاز طبیعی ایران، از روش برنامه‌ریزی خطی و برای دوره زمانی ۱۴۱۰-۱۳۹۲ الگوسازی و شبیه‌سازی استفاده شده است. چهار متغیر ذکر شده به عنوان متغیر تصمیم در مدل در نظر گرفته شده است. همچنین برای پاسخ به اثرات صنعت گاز روی رشد اقتصادی کشور، روش رگرسیون خودبرداری و برای دوره ۱۳۹۳-۱۳۳۹ مورد تخمین قرار گرفته است که به علت تأسیس شرکت ذخیره‌سازی از سال ۱۳۸۸، متغیر حجم ذخیره‌سازی در مدل سنجی به صورت متغیر مجازی به کار رفته است.

نتیجه شبیه‌سازی و تحلیل‌های این تحقیق نشان می‌دهد که بر اساس اولویت وزارت نفت، مقدار تخصیص به مصرف خانگی، تزریق به مخازن نفت، صادرات و ذخیره‌سازی مشخص شد. مقدار حجم ذخیره‌سازی گاز طبیعی بر اساس مخازن کشف شده و در حال ارزیابی، در سه سناریو بررسی شد. در حالت سناریو پایه مقدار حجم ذخیره‌سازی ۸ درصد کل مصرف داخلی شد که بهبود مناسبی در وضعیت ذخیره‌سازی کشور است ولی با ۳۰ درصد جهانی همچنان اختلاف دارد. نتایج حاصل از

تخمین مدل اقتصاد سنجی نشان می‌دهد که متغیر ذخیره سازی گاز طبیعی تأثیر مثبت و معناداری بر تولید ناخالص داخلی کشور دارد که ذخیره سازی به تعادل در عرضه پایدار گاز نیز منجر می‌شود. همچنین متغیرهای مصرف و مبادلات گاز، نیروی انسانی و سرمایه بر تولید ناخالص داخلی کشور مثبت و معنادار است. این امر اهمیت روزافزون ذخیره سازی گاز در کشور ایران را روشن می‌کند، پس باید با سرمایه‌گذاری و افزایش توان فنی به فرآیند ذخیره سازی در ایران کمک شود.

واژگان کلیدی:

ذخیره سازی گاز طبیعی، بهینه سازی، رشد اقتصادی، رگسیون خودبرداری، کشور ایران

مقاله استخراج شده از پایان نامه:

فهرست مطالب

فصل اول- کلیات تحقیق.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ طرح تحقیق و بیان مسأله.....	۲
۳-۱ ضرورت تحقیق.....	۳
۴-۱ اهداف و فرضیات اساسی از انجام تحقیق.....	۶
۵-۱ نوآوری، ارزش و اهمیت تحقیق.....	۷
۶-۱ روش تحقیق.....	۷
۷-۱ خلاصه فصلها.....	۸
فصل دوم – اقتصاد انرژی، ذخیره‌سازی و رشد اقتصادی.....	۹
۱-۲ اقتصاد انرژی.....	۱۰
۱-۱-۲ عرضه انرژی.....	۱۰
۲-۱-۲ تقاضای انرژی.....	۱۱
۳-۱-۲ انرژی و رشد اقتصادی.....	۱۲
۴-۱-۲ سیاست‌گذاری انرژی.....	۱۲
۲-۲ مفهوم پایان‌پذیری یا تجدید ناپذیری.....	۱۳
۳-۲ دیدگاه‌های اقتصادی در مورد نفرین منابع طبیعی پایان پذیر مثل گاز.....	۱۳
۱-۳-۲ دیدگاه بیماری هلندی.....	۱۴
۲-۳-۲ دیدگاه رانت‌جویی.....	۱۴

- ۳-۳-۲ دیدگاه بی ثباتی..... ۱۵
- ۴-۲ مبانی و جایگاه گاز طبیعی در اقتصاد جهانی با تاکید بر نقش ایران..... ۱۵
- ۱-۴-۲ بازنگری در مبنای اول: "نفت یک منبع پایان پذیر است"..... ۱۶
- ۲-۴-۲ بازنگری در مبنای دوم: "شیب ملایم عرضه و تقاضای نفت"..... ۱۶
- ۳-۴-۲ بازنگری در مبنای سوم: "جریان انرژی از شرق به غرب می باشد"..... ۱۷
- ۴-۴-۲ بازنگری در مبنای چهارم: "اوپک ثبات بخش بازار نفت است"..... ۱۸
- ۵-۲ گاز طبیعی..... ۱۸
- ۶-۲ نیاز عرضه گاز طبیعی..... ۲۰
- ۷-۲ امنیت عرضه و نقش ذخیره سازی..... ۲۱
- ۸-۲ روش هایی در جهت بهبود زنجیره عرضه گاز طبیعی..... ۲۴
- ۹-۲ تعریف رشد اقتصادی..... ۲۵
- ۱-۹-۲ تفاوت رشد و توسعه اقتصادی..... ۲۵
- ۲-۹-۲ عوامل رشد اقتصادی..... ۲۶
- ۳-۹-۲ آثار رشد اقتصادی و مطلوبیت های آن..... ۲۷
- ۱۰-۲ رشد اقتصادی ایران..... ۲۸
- فصل سوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق..... ۳۱
- ۱-۳ مقدمه بهینه سازی..... ۳۲
- ۲-۳ بهینه سازی ذخیره سازی گاز طبیعی..... ۳۳
- ۱-۲-۳ بهینه سازی با روش حداکثر سازی جریان نقدی تاسیسات ذخیره سازی..... ۳۴

۳-۲-۲	بهبود سازی با روش حداکثر کردن سود ذخیره سازی گاز طبیعی.....	۳۵
۳-۲-۳	بهبود سازی با روش تخصیص منابع گازی.....	۳۷
۳-۳	مرور مطالعات پیشین مربوط به بهبود سازی.....	۳۹
۳-۳-۱	تحقیقات انجام شده خارجی.....	۳۹
۳-۳-۲	تحقیقات انجام شده داخلی.....	۴۲
۳-۴	مقدمه رشد اقتصادی.....	۴۲
۳-۴-۱	رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی.....	۴۳
۳-۴-۲	رابطه تجارت خارجی و رشد اقتصادی.....	۴۵
۳-۴-۳	رابطه ذخیره سازی و رشد اقتصادی.....	۴۷
۳-۵	مرور مطالعات پیشین در مورد رشد اقتصادی.....	۴۹
۳-۵-۱	تحقیقات انجام شده خارجی.....	۴۹
۳-۵-۲	تحقیقات انجام شده داخلی.....	۵۶
فصل چهارم: روش شناسی و آزمون ها.....		
۴-۱	تحقیق در عملیات.....	۶۲
۴-۲	روش های حل بهبود سازی.....	۶۳
۴-۲-۱	روش های شمارشی.....	۶۳
۴-۲-۲	روش های محاسباتی (جستجوی ریاضی).....	۶۳
۴-۲-۳	روش های ابتکاری و فرا ابتکاری (جستجوی تصادفی).....	۶۵
۴-۳	برنامه ریزی خطی.....	۶۵

- ۶۸.....۱-۳-۴ فرم عمومی مدل برنامه ریزی خطی
- ۶۹.....۲-۳-۴ روش های حل مدل برنامه ریزی خطی
- ۶۹.....۱-۲-۳-۴ روش سیمپلکس
- ۷۰.....۴-۴ مدل سری زمانی
- ۷۱.....۵-۴ فراگرد تصادفی و انواع آن
- ۷۲.....6-۴ تابع اتوکو واریانس
- ۷۲.....۷-۴ تابع خود همبستگی
- ۷۲.....۱-۷-۴ تابع خود همبستگی جزئی
- ۷۳.....White Noise ۸-۴
- ۷۳.....۹-۴ فراگرد نامانا و ریشه های واحد
- ۷۳.....۱-۹-۴ اهمیت ریشه های واحد
- ۷۴.....۲-۹-۴ مسأله آزمون فرضیه
- ۷۴.....۳-۹-۴ آزمون ریشه واحد
- ۷۷.....۴-۹-۴ قدرت آزمون ریشه واحد
- ۷۷.....۱۰-۴ مدل های خودرگرسیون برداری
- ۷۹.....۱۱-۴ آزمون روابط علی
- ۷۹.....۱۲-۴ توابع واکنش
- ۸۰.....۱۳-۴ تجزیه واریانس (روشی برای آزمون پویایی مدل VAR)
- ۸۱.....۱۴-۴ نامانایی و هم انباشتگی در مدل های VAR

۱۵-۴	مزایا و معایب مدل VAR	۸۱
۱۶-۴	هم انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری	۸۲
۱۷-۴	نرمال سازی بردارهای هم انباشتگی	۸۴
۱۸-۴	عرض از مبدا و روند در مدل VAR و VECM	۸۴
	فصل پنجم: مدل سازی، نتایج و تفسیر آن‌ها	۸۷
۱-۵	مدل سازی ذخیره سازی گاز طبیعی	۸۸
۱-۱-۵	تابع هدف	۸۸
۲-۱-۵	قیود تابع هدف	۸۹
۲-۵	تحلیل نتایج مدل بهینه سازی	۹۱
۱-۲-۵	سناریو پایه	۹۲
۲-۲-۵	سناریو خوش بینانه و بد بینانه	۹۳
۳-۵	رشد اقتصادی در صنعت گاز کشور ایران	۹۶
۴-۵	مدل مورد بررسی و تعیین متغیرها	۹۷
۱-۴-۵	آمار توصیفی متغیرهای تحقیق	۹۸
۲-۴-۵	آزمون مانایی	۹۹
۳-۴-۵	آزمون هم جمع	۱۰۰
۲-۴-۵	آزمون وقفه بهینه	۱۰۰
۵-۵	برآورد الگو	۱۰۱
۶-۵	تجزیه های واریانس	۱۰۲

۷-۵	توابع واکنش آنی.....	۱۰۹
۱۸-۵	آزمون علیت - گرنجر VAR.....	۱۱۰
۹-۵	نتایج و پیشنهادات.....	۱۱۱
	پیوستها.....	۱۱۵
	مراجع.....	۱۱۹
	مراجع داخلی:.....	۱۲۰
	مراجع خارجی.....	۱۲۲

فهرست اشکال

شکل ۱-۲	روش های گوناگون ذخیره سازی گاز طبیعی.....	۱۹
شکل ۲-۲	مصارف سالیانه گاز طبیعی در ایران (میلیون متر مکعب).....	۲۱
شکل ۱-۴	روش های حل مدل های بهینه.....	۶۳
شکل ۱-۵	مقایسه حجم ذخیره سازی گاز در سه سناریو مورد بحث.....	۹۵
شکل ۲-۵	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و سرمایه گذاری.....	۱۰۳
شکل ۳-۵	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و نیروی انسانی.....	۱۰۴
شکل ۴-۵	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مصرف گاز.....	۱۰۶
شکل ۵-۵	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مبادلات گاز.....	۱۰۷
شکل ۶-۵	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و ذخیره سازی گاز.....	۱۰۸
شکل ۷-۵	نمودار توابع واکنش آنی.....	۱۰۹

شکل ۵-۸ نمودار تابع واکنش آنی متغیر ذخیره سازی گاز طبیعی..... ۱۱۰

فهرست جداول

جدول ۲-۱	مصرف، صادرات، واردات، ذخیره سازی و ظرفیت ذخیره سازی.....	۲۲
جدول ۵-۱	سناریوهای طراحی شده برای مدل.....	۹۲
جدول ۵-۲	مقدار مصرف گاز در مصارف مختلف در سناریو پایه.....	۹۲
جدول ۵-۳	میزان حجم ذخیره سازی در سناریو خوش بینانه و بدبینانه.....	۹۴
جدول ۵-۴	توضیح متغیرهای مدل.....	۹۸
جدول ۵-۵	آمار توصیفی متغیرهای مورد استفاده در مطالعه.....	۹۹
جدول ۵-۶	آزمون ریشه واحد ADF.....	۹۹
جدول ۵-۷	آزمون ریشه واحد پسماندها.....	۱۰۰
جدول ۵-۸	تعیین وقفه های بهینه.....	۱۰۰
جدول ۵-۹	نتایج برآورد مدل.....	۱۰۱
جدول ۵-۱۰	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و سرمایه گذاری.....	۱۰۲
جدول ۵-۱۱	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و نیروی انسانی.....	۱۰۴
جدول ۵-۱۲	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مصرف گاز.....	۱۰۵
جدول ۵-۱۳	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مبادلات گاز.....	۱۰۶
جدول ۵-۱۴	پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و ذخیره سازی گاز.....	۱۰۸
جدول ۵-۱۵	نتایج آزمون علیت گزینجری.....	۱۱۱

فصل اول – کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

اقتصاد انرژی، حوزه مطالعه استفاده بشری از منابع و محصولات انرژی و پیامدهای این استفاده است. منابع انرژی بصورت کلی می‌توانند بصورت تجدیدناپذیر (پایان پذیر) و تجدیدپذیر دسته بندی شوند. همچنان مهم‌ترین انرژی‌های مورد استفاده، انرژی‌های پایان پذیر مانند نفت خام، گاز طبیعی و ذغال سنگ می‌باشند (ملکی، ۱۳۹۰).

در این فصل به بررسی کلیات تحقیق خواهیم پرداخت. ابتدا به بیان صورت مسأله و تشریح ضرورت و اهمیت تحقیق و سپس به مطرح کردن اهداف و فرضیه‌های اساسی تحقیق می‌پردازیم. در ادامه روش-شناسی تحقیق مطرح شده و در پایان خلاصه‌ی فصل‌ها بیان می‌شود.

۲-۱ طرح تحقیق و بیان مسأله

برای اینکه کشور به صورت پایدار گاز خود را تأمین کند و در عین حال با نو سانات قیمت حامل‌های انرژی و تهدیدهای اقتصادی نیز مقابله کند ذخیره‌سازی گاز را به عنوان بهترین راهکار ممکن در دستور کار خود قرار می‌دهد. از این رو ذخیره‌سازی برای ایران یک ضرورت استراتژیک محسوب می‌شود و چند سالی است که بر اساس این ضرورت پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز در کشور ما نیز آغاز شده است. صنعت ذخیره سازی زیرزمینی گاز طبیعی را امروزه باید بخش مهمی از اقتصاد جهانی به ویژه در کشورهای توسعه یافته دانست. صنعت گاز، مجموعه‌ای از صنایع دارای ارزش افزوده بالا را در چرخه تولید تا مصرف نظیر حوزه های اکتشاف، تولید، پالایش، خطوط لوله، ذخیره سازی، بازاریابی و توزیع کنندگان منطقه ای کوچک را پدید آورده است.

امروزه انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید، نقش کلیدی در تولید کالاها و خدمات داشته و در کنار دو نهاد نیروی کار و سرمایه در رشد اقتصادی نقش مهمی ایفا کرده و مطالعات تجربی فراوانی را به خود اختصاص داده است. در بحث‌های کلان اقتصادی، علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز از نهاده‌های مهم تولید محسوب می‌شود. با توجه به این که انرژی به ویژه نفت و گاز، نیروی محرکه

هر فعالیت تولیدی است، لذا جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی دارند. وابستگی روزافزون زندگی بشر به منابع انرژی‌زا سبب شده است که این منابع عاملی مؤثر در رشد و توسعه اقتصادی تلقی شوند؛ بنابراین بررسی ارتباط میان مصرف، تجارت و ذخیره انرژی با رشد اقتصادی اهمیت خاصی دارد (ابریشمی و مصطفایی، ۱۳۸۰).

۱-۳ ضرورت تحقیق

کشور ایران به سبب دارا بودن بیش از ۱۸ درصد ذخیره گاز دنیا، مقام دوم را در بین دارندگان منابع گازی دارد.^۱ از این رو گرایش به مصرف گاز طبیعی در کشور رشد سریعی داشته است. این رشد و در برخی موارد الگوی مصرف نامناسب، موجب ایجاد اختلاف زیاد در میزان مصرف در فصول سال شده است. در نتیجه در بسیاری موارد، شبکه انتقال و توزیع گاز پاسخگوی نیاز مصرف‌کنندگان نیست (تهرانی، ۱۳۸۴).

با برنامه ریزی مناسب می‌توان فرصت مناسبی برای حضور ایران در بازارهای انرژی منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق صادرات گاز فراهم آورد. تلاش اصلی برنامه‌ریزان کشور، کاهش شدت انرژی، افزایش بهره‌وری در بخش‌های مختلف مصرف گاز، تنوع بخشی به سبد انرژی و افزایش پایداری و امنیت عرضه در شرایط اوج مصرف گاز است که در این میان، استراتژی‌های توسعه بخش ذخیره‌سازی، نقش تعیین‌کننده‌ای در پایداری شبکه و اوج‌سایی مصرف گاز ایفا می‌کند (دوراندیش، ۱۳۹۲).

ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی برای کشور دارای اهمیت فراوانی است و با استفاده از آن می‌توان به اهداف ارزشمندی به شرح زیر دست یافت:

- تأمین نیازهای فصلی گاز طبیعی و نیازهای زمان اوج مصرف در شبکه‌ی گاز شهری
- تداوم تأمین انرژی پاک برای بخش صنعتی و به خصوص نیروگاه‌ها و صنایع پتروشیمی
- لزوم انتقال گاز طبیعی از میدان‌های مشترک به مخازن مستقل داخلی

^۱ بر اساس داده‌های بانک جهانی انرژی در سال ۲۰۱۶، ایران به رتبه اول صعود کرده است.

- تأمین گاز مورد نیاز جهت تزریق به میادین نفتی با هدف افزایش فشار
 - تأمین پشتوانه‌ی مناسب جهت مقابله با هرگونه وقفه در صادرات
 - توان رویارویی با نوسانات قیمت در تعاملات بین‌المللی
 - تأمین پشتوانه‌ی کافی در برابر هرگونه رخداد پیش بینی نشده (جنگ یا حوادث طبیعی)
 - ضرورت تعمیر و بازسازی پالایشگاه‌ها، شبکه‌ی انتقال، ساختارها و تأسیسات موجود
 - توانایی افزایش ظرفیت تولید، ساخت پالایشگاه‌ها، خطوط انتقال و پایانه‌های جدید
 - آزادسازی (یا پیشگیری از) سطح اشغال شده توسط مخازن سطحی و مدفون
- با توجه به اینکه عمده منابع تولید گاز در کشور در مناطق جنوبی ایران متمرکز است و طول مسیر انتقال گاز از این منابع به مناطق شمالی و مبادی مصرفی و صادراتی آن، در هر خط انتقال متجاوز از ۱۰۰۰ کیلومتر است، در صورتی که به هر دلیل در سیستم خطوط انتقال، نقصی به وجود آید تأمین گاز مصرفی مناطق شمالی، تهران و مبادی صادراتی کشور دچار مشکل خواهد شد. همچنین در فصول گرم سال که میزان مصرف گاز کمتر از ایام سرد سال است، به دلیل عدم برخورداری از صنعت ذخیره‌سازی گاز طبیعی، از تمام ظرفیت تولید استفاده نمی‌شود و بالعکس، در فصل سرما (به ویژه در روزهای سرد) که مصرف گاز افزایش چشمگیر می‌یابد با وجود استفاده از حداکثر ظرفیت تولید گاز، کشور با حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد کمبود گاز مواجه می‌شود، لذا وزارت نفت می‌تواند با اجرای طرح ذخیره‌سازی گاز طبیعی در مخازن زیرزمینی و برداشت از آن در فصل سرما یا دیگر مواقع مورد لزوم، ضمن جبران بخشی از کمبود گاز مصرفی در ایام سرد سال از وقوع مشکلات دیگر نیز جلوگیری کند.
- لزوم ذخیره‌سازی گاز و نفت را می‌توان از دیدگاه‌های زیر مورد بررسی قرار داد:
- لزوم ذخیره‌سازی نفت و گاز از دیدگاه سیاسی
- افزایش توان رقابتی و حفظ استقلال سیاسی کشور در سطح منطقه و جهان و همچنین در اختیار داشتن قدرت ذخیره‌سازی انرژی به عنوان یک ابزار قدرت در اقتصاد سیاسی
 - برآوردن اهداف پدافندی و حفظ ذخیره‌های استراتژیک گاز کشور در زمان وقوع جنگ و خرابکاری

- اهمیت برداشت گاز از میادین مشترک و تزریق آن به چاه‌های ذخیره‌سازی گاز
- لزوم ذخیره‌سازی نفت و گاز از دیدگاه اقتصادی
- ایفای نقش بازدارنده در هنگام سقوط بهای انرژی در سطح بین‌المللی
- ایجاد توان لازم برای دخالت در بازارهای جهانی انرژی و افزایش اعتماد در سرمایه‌گذاری خارجی
- نقش ذخیره‌سازی در عرضه یکنواخت و نیاز دنیا به تأمین انرژی از گاز و لزوم عرضه متناسب با تقاضا
- افزایش تدریجی سهم گاز طبیعی در سبد انرژی‌های مصرفی و رشد روزافزون مصرف گاز طبیعی و جایگزینی آن به جای دیگر منابع انرژی در کشور
- جلب اعتماد مشتریان برای عقد قراردادهای بلند مدت صادرات گاز و نفت
- تجدید ناپذیر بودن منابع نفت و گاز و لزوم استفاده حداکثری از این منابع ملی
- جلوگیری از توقف و کاهش تولید در واحدهای صنعتی و پتروشیمی
- تأمین پایدار سوخت برای مصارف داخلی و اهمیت فراوان ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های نفتی به ویژه در مناطق پر مصرف و همچنین استفاده بهینه از تاسیسات پالایش و شبکه انتقال گاز
- تأمین پایدار سوخت برای مصارف داخلی و امکان مدیریت بهتر بحران در مواقع لزوم
- کاهش هزینه‌های صنعت با توجه به مزایای استفاده از گاز
- هزینه‌های پایین صورت گرفته از جانب کشورهای توسعه‌یافته و کشورهای دارای منابع عظیم نفتی
- در امر ذخیره‌سازی و در نتیجه کنترل قیمت‌ها در بازار فروش و کاهش خطرات ناشی از نوسان قیمت
- لزوم ذخیره‌سازی نفت و گاز از دیدگاه توان فنی بهره‌برداری بهینه نفت
- کاهش مخاطرات صادرات فرآورده‌های نفتی به دلیل بروز آسیب‌های بالقوه خارجی و داخلی
- احتمال بروز مشکلات در عملیات تولید و بهره‌برداری
- رفع خطراتی نظیر کاهش عرضه، مشکلات فنی پالایشگاه‌ها و مشکلات فنی خطوط لوله انتقال که تأمین و عرضه گاز را تهدید می‌کند.
- کاهش ظرفیت تولید مازاد نفت در دنیا و مدیریت و صیانت از مخازن

- افزایش توان مدیریت زمان در امر تولید و جلوگیری از تولید نفت خام در شرایط اضطراری همچون بدی هوا و طوفانی شدن دریا و تأخیر در ورود نفتکش ها
- جلوگیری از نوسانهای روزمره ناشی از مشکلات و تنگناهای عملیاتی- فنی مربوط به تولید نفت خام
- تثبیت استمرار تولید و تحویل نفت خام در سقف برنامه مصوب
- امکان افزایش میزان صدور نفت خام به هنگام ضرورت و اضطرار بدون نیاز به کاهش سهم نفت خام پالایشگاهها با توجه به محدودیت توان تولید نفت خام در شرایط نبود ذخیرهسازی
- ریسک بالا و تهدیدپذیر بودن خطوط لوله انتقال نفت و گاز به دلیل طولانی بودن مسیر
- کنترل و ایجاد توازن میان عرضه و تقاضا در فصلهای گرم و سرد به دلیل اختلاف تقاضا در مصرف گاز

- کاهش آب و نمک و مواد ناخالص موجود در نفت خام تحویلی به شبکههای صادرات و پالایشگاه
- ایجاد فرصت مناسب برای بازسازی زیرساختهای موجود و ساخت تاسیسات جدید
- لزوم ذخیرهسازی گاز از دیدگاه زیستی
- میل جهانی به گاز با توجه به آلاینده‌گی پایین زیست محیطی
- گاز به عنوان یکی از بهترین و در دسترس ترین سوختها در قرن ۲۱
- جایگزین شدن گاز به عنوان سوخت اتومبیل در جهت داشتن هوای پاک (ادهم هاشمی و دیگران، ۱۳۹۰).

۴-۱ اهداف و فرضیه‌های اساسی از انجام تحقیق

- با در نظر گرفتن بحث در ادبیات و نیاز به بررسی روش‌های بهینه سازی، هدف از این مطالعه بررسی بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی و اثرات ذخیره سازی بر رشد اقتصادی ایران است.
- به طور کلی اهداف این تحقیق عبارتند از:

- اهداف اصلی:

- بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی در ایران (حجم بهینه ذخیره‌سازی گاز در ایران)

- بررسی اثر ذخیره‌سازی گاز طبیعی بر روی رشد اقتصادی ایران

• اهداف فرعی:

- بررسی اثر مصرف گاز طبیعی بر روی رشد اقتصادی ایران

- بررسی اثر مبادلات گاز طبیعی بر روی رشد اقتصادی ایران

• فرضیات تحقیق:

- حجم ذخیره‌سازی روند صعودی طی می‌کند و با مصرف گاز رابطه مستقیم دارد.

- با افزایش نیروی کار بخش صنعت نفت و گاز، نرخ رشد اقتصادی ایران افزایش می‌یابد

- با افزایش موجودی سرمایه بخش نفت و گاز، نرخ رشد اقتصادی ایران افزایش می‌یابد.

۱-۵ نوآوری، ارزش و اهمیت تحقیق

ارائه یک مدل برای ذخیره‌سازی گاز طبیعی در ایران یک کار جدید و نو است که برای برنامه ریزی‌های آتی شرکت ملی گاز کمک شایانی می‌کند. همچنین شرکت ذخیره‌سازی گاز طبیعی در کشور جز شرکت‌های جدید التأسيس است ولی یک شرکت مهم در توازن مصرف گاز طبیعی در زمان اوج مصرف می‌باشد که می‌تواند تأثیر زیادی روی رشد اقتصادی کشور داشته باشد که برای اولین بار در ایران صورت می‌گیرد. یافته‌های این تحقیق به توسعه صنعت گاز و در نتیجه رشد کشور کمک کوچکی خواهد کرد.

۱-۶ روش تحقیق

این تحقیق از حیث روش جمع‌آوری داده‌ها دارای روش کتابخانه‌ای، از حیث مدل‌سازی دارای روش مدل‌سازی ریاضی و همچنین تحلیلی- آماری و از حیث تحلیل نتایج، توصیفی- آماری می‌باشد. در این مطالعه به منظور بررسی بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی در ایران و اثرات ذخیره‌سازی بر رشد اقتصادی از یک مدل برنامه ریزی خطی و همچنین اقتصاد سنجی استفاده شده است.

از اطلاعات معتبر آماری مثل سایت مرکز آمار، ترازنامه انرژی، سایت بانک مرکزی و ... استفاده و داده‌های مربوطه استخراج شد و مدل‌سازی با استفاده از تکنیک‌های بهینه یابی و نرم افزار Lingo مورد بررسی قرار گرفت. همچنین اثر ذخیره‌سازی بر رشد اقتصادی با استفاده از تکنیک‌های سری زمانی مورد بررسی قرار گرفت. جهت تخمین مدل و انجام آزمون‌ها از نرم افزار Stata استفاده شد.

۷-۱ خلاصه فصل‌ها

این پایان‌نامه از ۵ فصل تشکیل شده است که به شرح زیر می‌باشد.

فصل اول به کلیات تحقیق از جمله طرح تحقیق و بیان مسأله، ضرورت انجام آن و اهدافی که دنبال می‌کند، نوآوری که در تحقیق صورت گرفته است و همچنین روش و چگونگی انجام تحقیق می‌پردازد. فصل دوم به اقتصاد انرژی، گاز طبیعی و اقتصاد آن و ذخیره‌سازی گاز طبیعی در ایران می‌پردازد. همچنین کلیاتی در مورد رشد اقتصادی را بیان می‌کند.

فصل سوم به مرور ادبیات و پیشینه بهینه‌سازی گاز طبیعی پرداخته و در ادامه به مرور ادبیات و پیشینه تحقیق در زمینه تأثیر ذخیره‌سازی، مصرف و مبادلات انرژی بر رشد اقتصادی پرداخته است.

فصل چهارم به روش تحقیق و بیان مدل ریاضی و مدل سنجی و همچنین آزمون‌های استفاده شده برای رسیدن به هدف پایان‌نامه که بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی و اثرات آن بر رشد اقتصادی است، می‌پردازد. در این قسمت مدل‌های ریاضی و سنجی استفاده شده به روشنی توضیح داده شده است.

فصل پنجم به بیان مدل‌سازی، نتایج و تفسیر آن‌ها می‌پردازد. همچنین ارائه پیشنهادات برای مطالعات آتی در این حوزه را به محققان بیان می‌کند.

فصل دوم – اقتصاد انرژی، ذخیره سازی گاز و رشد اقتصادی

۲-۱ اقتصاد انرژی

امروزه، اهمیت انرژی و آثار آن بر کسی پوشیده نیست. واقعیت این است که انرژی توانسته است در همه ابعاد زندگی انسان‌ها، از نیازهای اولیه گرفته تا سیاست، توسعه و حتی فرهنگ به نوعی وارد شود. اقتصاد انرژی به عنوان یک حوزه علمی میان رشته‌ای شناخته می‌شود و اشتراکاتی با علوم پایه (زمین شناسی، مهندسی انرژی، فیزیک و ...) و با علوم اجتماعی (بیش از همه اقتصاد و پس از آن علوم سیاسی، جامعه‌شناسی، حقوق و ...) دارد. بنابراین وسیع‌تر از آن است که بتوان آن را به یک تعریف کوتاه محدود کرد. به همین دلیل است که تعاریفی چون «علم مطالعه منابع و مصارف انرژی» و امثال آن نمی‌توانند همه ابعاد این رشته را تبیین نمایند (اسلامی، ۱۳۹۳).

اقتصاد، علم تخصیص بهینه منابع کمیاب است.^۱ تخصیص بهینه بر اساس نظریه‌های مختلفی صورت می‌گیرد که در اقتصاد خرد، کلان، سیاسی، بین‌الملل، انرژی و بخصوص در اقتصاد منابع طبیعی وجود دارد. اقتصاد منابع طبیعی تخصیص بهینه منابع طبیعی برای برآورده ساختن احتیاجات انسان را پی گیری می‌کند (داسگوپتا^۲، ۱۹۹۳). انرژی بصورت عمیقی بر روی اقتصاد، جامعه و محیط‌زیست تاثیر دارد. انرژی همچنان یک کالا در چارچوب اقتصاد است. انرژی حداقل دارای گردش مالی بیشتر از ۷ تریلیون دلار در سال در تجارت جهانی است.^۳ بحث‌های مهم در اقتصاد انرژی به شرح ذیل است:

۲-۱-۱ عرضه انرژی

هم اکنون بخش عمده منابع انرژی علی‌رغم اینکه پتانسیل زیادی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نور خورشید، باد، امواج و گرمای زمین وجود دارد، همچنان از استخراج ذخایر پایان‌پذیر سوخت‌های فسیلی تامین می‌شوند. ماهیت پایان‌پذیری و کمیابی موجب شده است مبحث عرضه

^۱ Begg, David; Stanley Fischer; and Rudiger Dornbusch; *Economics*; 9th Edition; London: McGraw-Hill, 2008, Pp. 8-11

^۲ Dasgupta

^۳ Dukert, Joseph M.; *Energy*; London: Greenwood Press, 2009, p. XI.

انرژی (به ویژه سوخت‌های فسیلی) بر خلاف عرضه کالاها و خدمات (که عمدتاً متأثر از ساختار هزینه تولید است)، متأثر از یک عامل مهم دیگر به نام “رانت کمیابی” نیز باشد. به بیان دیگر، منابع پایان پذیر انرژی دارای ارزش ذاتی هستند، به گونه‌ای که حتی اگر به صورت ذخیره بمانند و استخراج نشوند، ارزش ذاتی دارند. این ارزش ذاتی در تعیین ساختار عرضه آنها، اثری مجزا از اثر هزینه استخراج، هزینه‌های حمل، بازاریابی و فروش دارد.

در بحث عرضه انرژی مسایل دیگری نیز بررسی می‌شوند، مسائلی از قبیل ترکیب عرضه انرژی در مقیاس‌های مختلف منطقه‌ای، کشوری و بین‌المللی، دورنمای ذخایر باقی مانده، نقش و اهمیت عرضه‌کنندگان در بازار عرضه انرژی، سرمایه‌گذاری در منابع انرژی و پیامدهای آن، حساسیت و کشش‌پذیری عرضه در قبال شرایط مختلف اقتصادی و سیاسی از جمله آن‌هاست (داله نسبیت^۱، ۲۰۱۴).

۲-۱-۲ تقاضای انرژی

مصارف حیاتی انرژی در جریان تولید ملی و جهانی کالاها و خدمات موجب شده است بر خلاف عرضه انرژی که مختص مناطق خاص یا کشورهای خاصی است، تقاضای انرژی کمابیش در تمام کشورهای جهان عمومیت داشته باشد. به همین دلیل است که اقتصاد جهان به سرعت در مقابل نوسانات بازار انرژی عکس‌العمل نشان می‌دهد. امروزه کمتر مدل رشد اقتصادی را می‌توان یافت که در آن انرژی به عنوان یک نهاد کلیدی ایفای نقش نکند.

در مبحث تقاضای انرژی مسائل متنوعی مطرح می‌شوند: تفکیک مصارف انرژی و ارتباط آن با سطح توسعه‌یافتگی، عوامل موثر بر تقاضای انرژی، سیاست‌های مدیریت تقاضای انرژی، کشش‌های تقاضای

¹ Dale M. Nesbitt

انرژی و ارتباط آن با توسعه یافتگی، ارتباط میان الگوی رشد اقتصادی و تقاضای انرژی (کریچن^۱، ۲۰۰۲).

۳-۱-۲ انرژی و رشد اقتصادی

شاخص‌های مختلفی برای تبیین ارتباط میان انرژی و رشد اقتصادی تدوین شده است. بررسی رابطه علت و معلولی میان انرژی و رشد اقتصادی نیز از مباحث جالب این حوزه است. اثر نوسانات بازار نفت بر رشد اقتصادی جهان طی چند سال اخیر کاملاً مشهود است. حتی عده‌ای این بحث را با انگیزه‌های سیاسی قدرت‌های بزرگ نیز ارتباط می‌دهند. یک مثال ملموس رشد اقتصادی سریع دو کشور چین و هند طی سال‌های اخیر است. بسیاری از کارشناسان معتقدند بخش بزرگی از افزایش صد دلاری بهای نفت طی دو سال اخیر ناشی از افزایش تقاضای این دو اقتصاد نوظهور است. به عبارت دیگر، دو کشور چین و هند به خاطر سنگین بودن وزن تقاضایشان توانسته‌اند تراز نفت جهان را نامتعادل کنند و موجب افزایش بهای نفت شوند؛ این نمایانگر اثر رشد اقتصادی بر بهای انرژی است (استرن^۲، ۲۰۰۳).

۴-۱-۲ سیاست‌گذاری انرژی

به دلیل نقش حیاتی انرژی در اقتصاد هر کشور، چه تولیدکننده انرژی باشد و چه مصرف‌کننده آن، هر کشور برای حرکت صحیح در مسیر رشد و توسعه نیازمند سیاست‌گذاری انرژی و تدوین مجموعه سیاست‌های انرژی است.

سیاست انرژی سندی است که دولت هر کشور برای تعیین الزامات بخش انرژی در مسیر از پیش تعیین شده رشد و توسعه اقتصادی تدوین می‌کند. سیاست انرژی حاوی دستورات و دلالت‌های سیاستی در حوزه‌های تولید، توزیع و مصرف انرژی است (پاندی^۳، ۲۰۰۲).

¹ Noureddine Krichene

² David I. Stern

³ Pandey R

۲-۲ مفهوم پایان پذیری یا تجدیدناپذیری

ذخایر انرژی‌های پایان‌پذیر در صورت مصرف کاهش پیدا می‌نمایند. هر چه مصرف بیشتر باشد، سرعت کاهش آنها نیز افزایش می‌یابد. تاکنون برای افزایش ذخایر در زمانی که از آنها استفاده می‌شود، پروسه‌ای کشف نشده است، اما می‌توان تعداد ذخایر را با کشف ذخایری که تاکنون برای بشر نامکشف بوده است، افزایش داد. زمانی که یک حوزه و یا منبع به صفر می‌رسد، دیگر امکان بهره‌برداری از آن وجود ندارد. ممکن است که حتی ذخایر منبع به صفر نرسد، اما استفاده از آن منبع دیگر اقتصادی نباشد.

یک ذخیره طبیعی زمانی پایان‌پذیر است که منبع در طول زمان و با مصرف آن کاهش یابد. مقدار منبع با گذشت زمان افزایش نیابد. نرخ کاهش منبع تابع افزایشی یکنواختی از نرخ مصرف منبع است. هیچگونه استفاده‌ای بدون داشتن یک منبع با مقدار مثبت ذخیره متصور نباشد (ملکی، ۱۳۹۰).

گاز طبیعی یک انرژی پایان‌پذیر محسوب می‌شود که باید در تولید، مصرف و حتی ذخیره‌سازی بهینه باشد تا ثبات سیاسی و اقتصادی و نقش استراتژیک جمهوری اسلامی ایران در منطقه و جهان حفظ شود.

۲-۳ دیدگاه‌های اقتصادی در مورد نفرین منابع طبیعی پایان پذیر مثل گاز

چندین دیدگاه در ادبیات اقتصادی برای توضیح نفرین منابع وجود دارد. اولین دیدگاه به وسیله بیماری هلندی قابل توضیح است. دیدگاه دوم به فعالیت‌های رانت‌جویانه ناشی از درآمدهای مالیاتی وابسته به منابع طبیعی مربوط می‌شود. نظریه سوم هم مربوط به اثرات تخریبی بی‌ثباتی است که هر یک از نظریه‌ها به اختصار توضیح داده می‌شود (رونالدو اوزاسکی و دیگران^۱، ۲۰۰۳).

¹ Rolando Ossowski & Others

۲-۳-۱ دیدگاه بیماری هلندی

افزایش درآمدهای حاصل از منابع طبیعی مانند نفت و گاز، ظرفیت بیشتری برای واردات کالاهای قابل تجارت ایجاد می کند، اما معمولاً موجب تقاضای بیشتر برای همه کالاها شامل کالاهای غیر قابل تجارت می شود، کالاهایی که نمی توان وارد کرد و باید در داخل تولید کرد. اقتصاد باید به منظور گسترش تولید کالاهای غیر قابل تجارت مانند خدمات، منابع را از بخش کالاهای قابل تجارت غیر منابع طبیعی مانند تولیدات صنعتی بیرون آورد. بنابراین رونق نفت و گاز منجر به رکود تولیدات صنعتی می شود و تقویت واقعی پول ساز و کاری است که این کار را انجام می دهد (کوردن و نیری^۱، ۱۹۸۲) که این بیماری هلندی است. رونق در درآمد منابع طبیعی با کاهش تولیدات صنعتی و نه کاهش در رشد کل اقتصاد همراه خواهد بود (جوادی، ۱۳۸۹).

۲-۳-۲ دیدگاه رانت جویی

ثروت منابع طبیعی مانند نفت و گاز به نحوی کارآفرینی جامعه را کاهش می دهد. از آنجا که ثروت زیادی در دست و بال دولت وجود دارد، اشخاص کارآفرین درگیر شدن در فعالیت های رانت جویانه غیرتولیدی را برای به دست آوردن آن ثروت به جای ایجاد ثروت بیشتر را مفید می یابند.

مساله عدم اطمینان در مورد حقوق مالکیت درآمد منابع طبیعی در شرایطی ایجاد می شود که هزینه ها بین عوامل زیادی تقسیم می شود اما منافع خصوصی هستند. از آنجا که افراد هزینه کامل خواسته های هزینه بردار خود را نمی پردازند، بلکه فقط بخش کوچکی از بار مالیاتی اضافی را می پردازند، مخارج بیش از اندازه ای صرف می شود (ون هاگن و هاردن^۲، ۱۹۹۷). با نگاه پویا، این منطق به استقراض بیش از حد و اثر سیری ناپذیری منجر می شود (لانه و تورنل^۳، ۱۹۹۹).

¹ Corden and Neary

² Von Hagen and Harden

³ Lane and Tornell

۲-۳-۳ دیدگاه بی‌ثباتی

اثبات شده که بی‌ثباتی برای رشد، سرمایه‌گذاری، توزیع درآمد و فقر مضر است.^۱ رانت‌های منابع طبیعی معمولاً بسیار بی‌ثبات اند زیرا عرضه منابع طبیعی دارای کُشش قیمتی پایین هستند. رفاه از دست رفته ناشی از ریسک مصرف جریان درآمدی به تنهایی بزرگ نیست. آثار بزرگتر وقتی ایجاد می‌شوند که بقیه اقتصاد به نحوی از بی‌ثباتی در نفت و گاز آسیب ببینند (رونالدو اوزارسکی و دیگران، ۲۰۰۳).

بعد اقتصادی نظریه نفرین منابع بیشتر بر نظریه بیماری هلندی (که اقتصاد ما نیز علائمی از آن را نشان می‌دهد) مبتنی است. بعد فرهنگی این نظریه بر این دلالت دارد که در کشورهای غنی از منابع طبیعی بازده سرمایه‌گذاری روی آموزش، نیروی انسانی و فرهنگ طی یک دوره بلند مدت محقق می‌شود و بازدهی هنگفت سرمایه‌گذاری روی منابع طبیعی (به ویژه نفت و گاز) به سرعت عاید حکومت می‌شود؛ بنابراین سرمایه‌گذاری روی آموزش و فرهنگ ظاهراً سودآور نیست و توسعه فرهنگی به کندی محقق می‌شود. در بعد توسعه سیاسی نیز نظریه "نفرین منابع" آشکار می‌دارد حکومت‌های کشورهای غنی از منابع طبیعی، بر عواید حاصل از فروش این منابع متکی‌اند و نه بر مالیات‌های جمع‌آوری شده از مردم. بنابراین عنصر پاسخگویی دولت در قبال جامعه، که سنگ زیربنای حقوق سیاسی جامعه و توسعه‌یافتگی سیاسی است، وجود ندارد یا کم اثر است.

۲-۴ مبانی و جایگاه گاز طبیعی در اقتصاد جهانی^۲ با تاکید بر نقش ایران

روندهای بر خاسته از تحولات فنی، اقتصادی و ژئوپلیتیکی جهانی، بیانگر تغییرات در مبانی اقتصادی مرسوم به انرژی جهان است. گاز طبیعی باعث "اقتصاد جدید انرژی جهانی" شده است. در ذیل مبانی اقتصاد انرژی که با پر رنگ شدن نقش گاز طبیعی، تغییر کرده اند، توضیح داده می‌شود.

^۱ See Inter-american Development Bank (1995); Ramey and Ramey (1995); Gavin and Hausmann (1996); Aizenman and Marion (1996); Caballero (2000).

^۲ این عنوان برگرفته از گزارش اقتصاد جدید نفت از سوی موسسه انرژی آکسفورد می باشد که به تحلیل محمد صادق جوکار در آمده است.

۲-۴-۱ بازنگری در مبنای اول: "نفت یک منبع پایان پذیر است"

در ۳۵ سال گذشته، جهان حدود ۱ تریلیون بشکه نفت مصرف کرده است اما در همین دوره بیش از ۱ تریلیون بشکه نفت اثبات شده جدید، کشف شده و میزان ذخایر نفتی که از نظر فنی می‌تواند استخراج گردد، در سال ۲۰۱۴ معادل ۲,۵ برابر سال ۱۹۸۰ می‌باشد ولی مولفه مهمی ظاهر شده که بر روند مصرف انرژی‌های فسیلی تاثیر گذاشته، میزان انتشار ۲,۸ تریلیارد تن گاز CO₂ که خیلی بیشتر از حد نهایی لازم برای جلوگیری از گرم شدن کره زمین می‌باشد. دو نکته قابل اهمیت این که تقاضای کل سوخت‌های فسیلی باید کاهش یابد و منبعی بیشتر مورد استفاده قرار بگیرد که نرخ انتشار گاز گلخانه‌ای کمتری را داشته باشد. این امر سبب شد که با توجه به چشم‌انداز افزایش سهم گاز طبیعی در ترکیب انرژی جهان از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۴۰، برای کشورهایی که دارای ظرفیت صادرات گاز هستند، فرصت مناسبی فراهم گردد. مطابق آمارهای آژانس بین‌المللی انرژی، بین سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۴۰، با وجود این که تقاضای کل انرژی‌های فسیلی از مجموع تقاضای انرژی اولیه جهان از ۸۱ درصد به ۷۵ درصد کاهش می‌یابد (مربوط به نفت و زغال سنگ) ولی سهم گاز طبیعی از ۲۱ درصد به ۲۳,۶ درصد افزایش می‌یابد. ایران به دلیل موقعیت استراتژیک و همچنین ذخایر عظیم گاز، نقش پر رنگی در معادلات بین‌المللی خواهد داشت.

۲-۴-۲ بازنگری در مبنای دوم: "شیب ملایم عرضه و تقاضای نفت و بی‌کشتی"

آن نسبت به قیمت

بر خلاف تولید نفت‌های متعارف که بعد از سرمایه‌گذاری‌های گسترده اولیه، جریان تولید نسبت به نوسانات کوتاه مدت قیمت حساس نیست، تولید از منابع نفت شیل^۱ به شدت به قیمت حساس بوده و کشتش دارد. دلیل امر این است که ۷۵ درصد از تولید یک چاه (در منابع نامتعارف) در سال اول رخ می‌دهد و تداوم تولید نیازمند سرمایه‌گذاری منظم و جدید است که به سطح قیمت حساس می‌باشد.

^۱ نفت شیل نفت نامتعارفی است که از گرماکافت، هیدروژنه کردن، و انحلال گرمایی خرده‌های سنگ نفتزا (شیل نفتی) به دست می‌آید.

نتیجه اینکه افزایش قیمت موجب اقتصادی شدن و سرمایه‌گذاری زودبازده در نفت شیل می‌شود که می‌تواند منجر به افزایش عرضه و کاهش قیمت نفت گردد. البته در کشورهایی که دارای تنوع صادرات منابع انرژی می‌باشند، آسیب‌پذیری کمتری از نوسانات قیمتی متحمل خواهند شد. در کشورهایی که تولید گاز طبیعی آنها مرتبط با تولید نفت نیست، این اطمینان بیشتر است.

کشورهای عربستان و امارات دارای ذخایر گازی هستند اما عمده این ذخایر از نوع گازهای همراه با نفت است که تولید آنها منوط به تولید نفت است و لذا محدودیت دارند اما ایران به دلیل دارا بودن حجم عظیمی از ذخایر مستقل گازی، فرصت مناسبی برای متنوع‌سازی صادرات انرژی خود از نفت به گاز طبیعی دارد تا از این رهگذر بتواند از منافع اقتصادی و امنیتی عرضه گسترده انرژی به جهان برخوردار شود.

۲-۴-۳ بازنگری در مبنای سوم: "جریان انرژی از شرق به غرب می‌باشد"

تقاضای نفت در غرب به دلیل افزایش کارایی رو به کاهش است. مصرف نفتی اروپا در سال ۲۰۳۵ به اندازه مصرف آن در دهه ۱۹۶۰ خواهد بود در حالی که تولید ناخالص داخلی آن ۴ برابر نسبت به دهه ۱۹۶۰ رشد خواهد کرد. بر خلاف نفت، روند وابستگی به واردات گازی در اتحادیه اروپا به دلیل کاهش تولید داخلی و سیاست‌های انرژی این اتحادیه افزایشی بوده است. بر خلاف اقتصاد نفت که عرضه‌کنندگان سنتی مجبور به رقابت بر سر تصاحب بازار در مهم‌ترین منطقه دارای رشد تقاضا (آسیا-پاسفیک) می‌باشند، اقتصاد گازی با مناطق چندگانه افزایش تقاضا روبرو است. این امر برای کشورهایی که به دلیل وضعیت جغرافیایی، توانایی دسترسی به مناطق مختلف تقاضای گاز را دارند، فرصت مناسبی فراهم آورده است.

ایران یکی از کشورهای دارای مزیت می‌باشد که هم می‌تواند از طریق خط لوله به سه بازار مهم (جنوب آسیا، خاور میانه و اروپا) دسترسی داشته باشد و هم از پتانسیل هزینه کم تولید گاز به عنوان

یکی از مهم‌ترین مولفه‌های سه گانه اقتصاد مایع سازی^۱ استفاده کند. به ویژه این که ایران در منطقه‌ای واقع شده است که در مجموع در حوزه گاز طبیعی بر خلاف نفت، دارای تراز منفی است. یعنی به جز ایزان و قطر، دیگر کشورهای منطقه خاور میانه به واردات گسترده گاز نیازمند هستند و این روند رو به افزایش است.

۴-۴-۲ بازنگری در مبنای چهارم: "اوپک ثبات بخش بازار نفت است"

تحولات بازار نفت نشان داده است که در حوزه نفت، سازمان اوپک تنها می‌تواند ثبات نسبی در نوسانات بازار عرضه و تقاضای نفت را در کوتاه مدت حفظ کند و نمی‌تواند تحولات ساختاری و فنی مربوط به تجاری شدن منابع نامتعارف و افزایش عرضه را مدیریت نماید. این امر سبب می‌شود که دخالت اوپک در بازار برای افزایش قیمت نفت منجر به کاهش سهم بازار این سازمان گردد.

برای کشورهای دارای تنوع صادرات منابع انرژی مثل ایران ضروری است که بدانند، اوپک توان گذشته خود را در تعیین قیمت را نداشته و دخالت این سازمان در کاهش عرضه منجر به تجاری شدن فزاینده نفت‌های متعارف و پرهزینه و کاهش دوباره قیمت نفت و در نتیجه تضعیف بیشتر سهم بازار اوپک خواهد بود. ایران باید به دنبال متنوع سازی اقتصاد و صادرات گاز باشد. هر چند راه حل بلند مدت، گریز از اقتصاد رانتهی است (جوکار^۲، ۱۳۹۴).

۵-۲ گاز طبیعی

در حال حاضر گاز طبیعی نزدیک به ۲۵٪ انرژی جهان را تأمین می‌کند و با توجه به مسأله زیست محیطی و کاهش ذخایر نفتی جهان، سهم این سوخت در سبد مصرف انرژی در حال افزایش است و در سالیان اخیر مهم‌ترین گزینه به عنوان سوخت جایگزین نفت مطرح است. ایران یکی از بزرگ‌ترین کشورهای گازخیز دنیا است که توان تولید آن از نیاز تزریق به مخازن نفتی و مصرف داخلی بیشتر

^۱ LNG

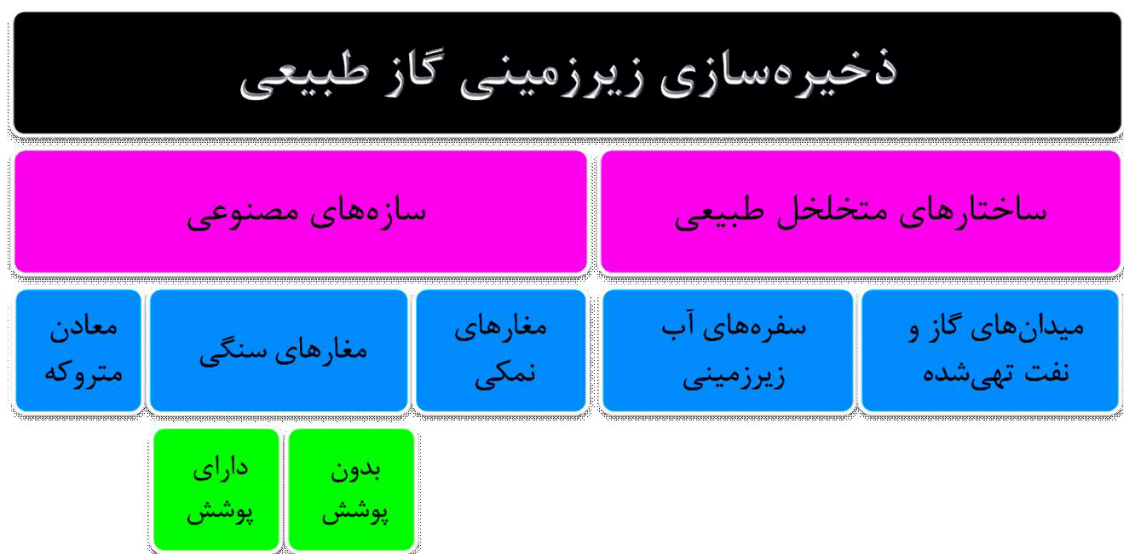
^۲ موسسه مطالعات بین المللی انرژی (<http://www.iies.ac.ir>)

است. گاز می‌تواند ماده اولیه تولید مواد پتروشیمیایی و پالایشی باشد و یا به صورت مایع شده یا با خطوط لوله صادر شود.

تزریق گاز^۱ به مخازن نفتی، می‌تواند با افزایش ضریب بازیافت^۲ از مخازن نفتی، علاوه بر افزایش ظرفیت تولید نفت در کشور، گاز مخازن مشترک را ذخیره و نگهداری کند (بون^۳، ۱۹۹۷).

گاز طبیعی را می‌توان در ساختارهای طبیعی و متخلخل زیرزمینی میدان‌های تهی شده و سفره‌های آب زیرزمینی یا سازه‌های مصنوعی مانند مغارهای سنگی و نمکی و معادن متروکه معدنی ذخیره نمود (داود آبادی و دیگران، ۱۳۹۰).

در حال حاضر بیشترین حجم گاز عملیاتی جهان در میدان‌های تهی شده ۵۰ درصد، مغارهای نمکی ۳۴ درصد و سفره‌های آب زیرزمینی ۱۶ درصد ذخیره شده است (اطلاعات گاز طبیعی^۴، ۲۰۱۵).



شکل ۱-۲ روش‌های گوناگون ذخیره‌سازی گاز طبیعی

¹ Gas injection

² Increase of oil recovery (IOR)

³ Bunn

⁴ Natural Gas Information

۲-۶ نیاز عرضه گاز طبیعی

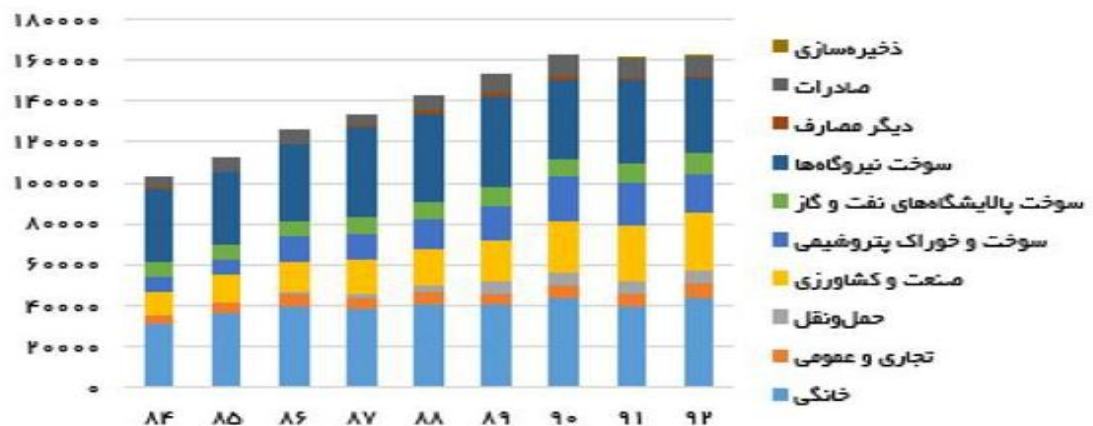
گاز طبیعی از جمله منابع تأمین انرژی تجدیدناپذیر است که تولید و عرضه آن به صورت پیوسته انجام می‌گیرد. این منبع مهم تأمین انرژی به عنوان یک کالای استراتژیک برای بسیاری از صنایع در کارخانجات محسوب می‌شود و متقاضیان آن با ایجاد تسهیلات و امکانات ذخیره‌سازی تلاش می‌کنند خود را در مقابل نوسانات و بحران‌های ناشی از کمبود عرضه گاز طبیعی مصون نگه دارند برخلاف سایر هیدروکربورها قابلیت تبدیل به مواد با ارزش افزوده را ندارد. بنابراین جایگزینی آن به جای مصرف فرآورده‌های نفتی می‌تواند صیانت از منابع با ارزش نفتی را تسریع بخشد. همچنین به منظور کاهش آلاینده‌های محیط زیست، گسترش استفاده از گاز طبیعی بعنوان سوخت پاک در دستور کار اکثر کشورهای جهان من جمله ایران قرار گرفته است (مختاری و دیگران، ۱۳۹۳). ایران به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده و مصرف‌کننده گاز در منطقه خاورمیانه، تمایل قابل ملاحظه‌ای برای بهره‌گیری از مزیت نسبی گاز طبیعی در اقتصاد ملی دارد (بررسی آمار انرژی جهان، ۲۰۱۴).

تخصیص تولید محدود گاز طبیعی در دوره‌های زمانی مشخص، باید با در نظر گرفتن اولویت‌های مصرف (اعم از مصارف بخشی، تزریق و صادرات) انجام شود؛ به عبارتی منافع اقتصادی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت کشور را باید در چارچوب سیاست‌های کلان اقتصادی کشور و به طور همزمان مورد توجه قرار داد (دیوید جی، ۱۳۸۶).

¹ Statistical Review of World Energy

سیاست جایگزینی گاز با سایر حامل‌های انرژی متعارف و ارتقای جایگاه کشور در بازارهای بین‌المللی گاز به عنوان اهداف بلند مدت سیاست انرژی کشور، همواره مدنظر بوده است. استفاده از گاز در سال‌های آینده به قدری رو به فزونی خواهد گذاشت که قرن ۲۱ را قرن گاز نامگذاری کرده‌اند. سهم گاز به تدریج از ۲۰ درصد کل سوخت کشور در ۱۰ سال گذشته به ۵۰ درصد سوخت کشور در حال حاضر رسیده است و تا پایان چشم‌انداز کشور باید به ۷۱ درصد برسد (راهبرد، ۱۳۸۰).

در شکل زیر، مصارف سالیانه گاز طبیعی از سال ۸۴ تا ۹۲ نشان داده شده است که مقدار ذخیره‌سازی گاز طبیعی رو به افزایش است.



شکل ۲-۲ مصارف سالیانه گاز طبیعی در ایران (میلیون متر مکعب)

۲-۷ امنیت عرضه و نقش ذخیره‌سازی

امنیت عرضه به معنی احتمال در دسترس بودن گاز برای تأمین نیاز مصرف است. کمبود گاز را از طریق افزایش عرضه، برای مثال از گاز ذخیره‌شده یا از طریق کاهش نیاز بعضی مصرف‌کنندگان می‌توان حل کرد. اگر بین عرضه و تقاضا تطابق وجود نداشته باشد، تقاضا باید براساس میزان عرضه کاهش یابد که این به معنای کاهش نیاز مشتریان صنعتی بزرگ و نیروگاه‌های تولید برق است. کاهش امنیت عرضه به معنی افزایش احتمال قطع نیاز مشتریان است. به منظور تأمین امنیت عرضه گاز طبیعی از ذخیره‌سازی زیرزمینی استفاده می‌شود.

ذخیره‌سازی گاز طبیعی برای ایران به عنوان کشوری که اولین ذخایر گازی دنیا را در اختیار دارد، موضوعی مهم و حیاتی است؛ با توجه به این احساس نیاز خوشبختانه گام‌های قابل قبولی به ویژه در چند سال گذشته در این زمینه برداشته شده است. با افزایش واردات گاز در کشور و کاهش محسوس مصرف آن در فصل‌های گرم سال در تمام بخش‌ها، فرصت طلایی برای ذخیره‌سازی گاز برای صنعت نفت ایران پیش آمده است (اصغری، ۱۳۹۳).

در برخی از کشورها مجموع ۲۰-۳۰٪ از مصرف گاز سالیانه از طریق ذخیره‌سازی زیر زمینی گاز تأمین می‌شود (پلات، ۲۰۰۹). ولی این عدد در ایران کمتر از ۱ درصد است که با تلاش مسئولین باید افزایش یابد.

جدول ۱-۲ مصرف، صادرات، واردات، ذخیره سازی و ظرفیت ذخیره سازی کشورهای ذخیره کننده گاز طبیعی

کشور Country	مصرف گاز (bcm/year)	صادرات گاز (bcm/year)	واردات گاز (bcm/year)	ذخیره‌سازی گاز (bcm)	ظرفیت ذخیره‌سازی (٪ مصرف)
آلمان	۸۵,۸۴۸	۱۷,۶	۸۹,۶	۲۰,۶۹۳	٪۲۴,۱
آمریکا	۶۹۲,۹۷۴	۴۲,۸	۸۸,۷	۱۲۴,۸۷۸	٪۱۸,۰۲
اتریش	۹,۴۸۵	۴,۸۵	۱۳,۶	۷,۴۵۱	٪۷۸,۵
اسپانیا	۳۳,۲۵	۱,۶۹۸	۳۵,۶	۲,۳۶۶	٪۷,۱۱
استرالیا	۳۶,۲۹۶	۲۷,۱۴۱	۶,۵	۱,۳۰۹	٪۳,۶
انگلستان	۸۲,۷۲۴	۱۶,۵۵	۵۳,۱	۴,۵۳	٪۵,۴۷
ایتالیا	۷۷,۹۱۷	۰,۱۲۴	۷۰,۴	۱۵,۱۵	٪۱۹,۴۴
ایران	۱۵۲,۱۷۸	۹,۴۷۵۴	۱۱,۸۱۱۴	۰,۴۸۸	٪۳,۲
ایرلند	۴,۸۳	۰	۴,۴۸۹	۰,۲۳	٪۴,۷

٪۳,۹۴	۰,۷	۲۲,۲۶۳	۴,۳۸۵	۱۷,۷۲۸	بلژیک
٪۱۵,۹	۰,۵۰۹	۲,۸۲۴	۰	۳,۱۸۸	بلغارستان
٪۵۱	۲,۸۷۵	۵,۹۰۷	۰,۰۰۳	۵,۶۳	اسلواکی
٪۱۷,۳۷	۰,۵۵	۰,۸۹۹	۰,۲۲۸	۳,۱۶۵	کرواسی
٪۱۰,۶	۵,۰۷۸	۲۳,۰۰۹	۵۵,۸۵۲	۴۷,۸۸۱	هلند
٪۲۹,۹	۱۲,۵۹۵	۴۸	۴,۸۷	۴۲,۰۵۳	فرانسه
٪۲۹,۷	۲,۵۰۱	۹,۳	۰,۲	۸,۴۱۳	چک
٪۲۴	۱,۰۱۳	۰,۸	۳,۱۲۵	۴,۲۰۵	دانمارک
٪۰,۶۸	۰,۰۰۹	۱,۲۹۶	۰	۱,۳۱۵	سوئد
٪۵۳	۶,۱۳	۸	۰,۵۷۶	۱۱,۵۵۷	مجارستان
٪۳,۴۹	۰,۱۸۱	۵,۱۸۵	۰	۵,۱۸۴	پرتغال
٪۲۱,۸۸	۳,۰۴۸	۳,۱۴۵	۰	۱۳,۹۲۷	رومانی
٪۱۱,۲۸	۱,۹۳۹	۱۱,۸	۰,۰۲۹	۱۷,۱۷۸	لهستان
٪۱۸,۶	۱۹,۶۹۳	۳۱,۵	۹۳,۲	۱۰۵,۶۴۱	کانادا
٪۱۰,۰۳	۰,۴۳۴	۰	۰	۴,۳۲۵	نیوزلند
٪۱۹,۸۸	۰,۴۷۵	۲	۰	۲,۳۸۹	صربستان
٪۱۴	۶۶,۷	۸,۰۱۲	۲۰۱,۲	۴۷۶,۱۸۲	روسیه
٪۵,۹۵	۲,۶۶۱	۴۳,۹۰۸	۰,۷۱۳	۴۴,۶۸۶	ترکیه

Refrence: EAI (2012).

۲-۸ روش‌هایی در جهت بهبود زنجیره عرضه گاز طبیعی

- برخی از روش‌های بهبود زنجیره عرضه گاز طبیعی در ایران را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:
- آگاه کردن عموم از خطرات ذاتی زنجیره تأمین گاز پیش نیاز هرگونه بهبود است.
 - می‌توان محدودیت‌های منابع و دیگر کمبودهای زنجیره تأمین را با افزایش قابلیت گزینش، کاهش داد. یکی از این روش‌ها استفاده از محموله‌های گاز مایع است.
 - نوسانات تولید از میادین گازی درون ساحلی و برون ساحلی، یعنی عرضه گاز اضافی علاوه بر مقدار روزانه تولید میادین گازی.
 - بسیاری از مخازن نفت و گاز کشف شده، ممکن است ارزش تولید اقتصادی را نداشته باشند. این مخازن می‌توانند گزینه‌های بسیار مناسبی برای ذخیره‌سازی گاز طبیعی باشند. البته این پیشنهاد توسط شرکت ذخیره‌سازی گاز ایران به مدیریت اکتشاف ارائه شده که با انجام این طرح در مرکز کشور میادین بسیار مناسبی شناسایی شده است که حجم ذخیره‌سازی گاز در مرکز کشور را به شدت گسترش خواهد داد.
 - ایجاد مرکز منطقه‌ای عرضه گاز در ایران با استفاده از شبکه گسترده شمال - جنوب گاز در کشور و تکیه بر نقش مخازن ذخیره‌سازی گاز جهت پاسخگویی مناسب به بازار داخلی، مشتریان بین‌المللی و تقویت جایگاه ایران در تأمین انرژی جهان.
 - توسعه میادین نفتی و گازی که هنوز به مرحله تخلیه کامل نرسیده‌اند با برنامه‌ریزی دقیق و استفاده از مشاورین مجرب می‌تواند به پروژه همزمان تخلیه و ذخیره‌سازی تبدیل شود تا زمان لازم جهت تبدیل میدان به مخزن ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز کوتاه‌تر شده و منابع ارزشمند هیدروکربوری نیز به طور صیانتی برداشت شود (سونیل^۱، ۲۰۰۴)، (آذین و فراوش، ۱۳۹۰).

^۱ Sunil

۲-۹ تعریف رشد اقتصادی

به تغییر کمی هر متغیر طی یک دوره معین زمانی، رشد گفته می‌شود (متوسلی، ۱۳۸۲). رشد، افزایش بلندمدت ظرفیت تولید به منظور افزایش عرضه کل جهت تأمین نیازهای جمعیت است (مایکل^۱، ۱۳۷۸). در واقع رشد اقتصادی هر کشور، بیان‌گر رشد مداوم تولید است؛ که در اغلب موارد، با افزایش جمعیت و یا معمولاً با تغییرات زیربنایی همراه است (کوزنتس، ۱۳۷۲). به یقین می‌توان اظهار داشت که هیچ نظام اقتصادی در طول تاریخ سامان نیافته، مگر آن‌که رشد اقتصادی و آبادانی تمام بخش‌های اقتصادی آن برای تولیدات بیشتر، از اهداف آن باشد (یوسفی، ۱۳۸۶).

۲-۹-۱ تفاوت رشد و توسعه اقتصادی

توسعه اقتصادی مفهوم گسترده‌تری نسبت به رشد اقتصادی دارد. توسعه اقتصادی، حاوی تغییرات کیفی در خواسته‌های اقتصادی، نوع تولید، انگیزه‌ها و سازمان تولید است. اغلب عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی (مثل تکنولوژی و تغییرات زیربنایی)، در توسعه اقتصادی می‌گنجد. لذا در حقیقت توسعه اقتصادی شامل رشد و عدم رشد اقتصادی است.

به‌طور خلاصه تفاوت رشد و توسعه اقتصادی را می‌توان این‌گونه بیان کرد:

- توسعه اقتصادی عام‌تر از رشد اقتصادی است.

- رشد اقتصادی صرفاً پدیده کمی است؛ ولی توسعه اقتصادی پدیده‌ای مرکب از جنبه‌های کمی و کیفی (مثل تغییرات بنیان‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، علمی و فرهنگی) است.

- رشد اقتصادی بدون توسعه اقتصادی کاملاً میسر، ولی تصور توسعه اقتصادی بدون رشد اقتصادی دشوار است.

¹ Mikel

- وجود رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه واقعی جامعه، شرط اساسی توسعه اقتصادی است.
- توسعه اقتصادی مرحله پیشرفته‌تری از رشد اقتصادی است؛ که معرف دگرگونی‌های پیگیر و همه‌جانبه در ترکیب تولید و تخصیص منابع در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور است.
- توسعه اقتصادی، صرفاً یک تحول اقتصادی نیست؛ بلکه همراه و هماهنگ با سایر تحولات سیاسی، فرهنگی و اجتماعی است (سعیدی، ۱۳۸۶).

۲-۹-۲ عوامل رشد اقتصادی

روند رشد اقتصادی به کمک دو نوع عامل مشخص می‌شود:

۱. عوامل اقتصادی؛ عوامل اقتصادی رشد عبارتند از:

منابع طبیعی؛ وجود منابع طبیعی فراوان، امری ضروری است. البته برای رشد اقتصادی باید در کنار منابع سرشار، استفاده مطلوب و صحیح از این منابع نیز مد نظر قرار گیرد؛ تا میزان اتلاف منابع به حداقل رسیده و دوره استفاده از منابع، طولانی شود.

تمرکز سرمایه؛ سرمایه، به معنی ذخیره عوامل فیزیکی قابل تولید مجدد در روند تولید است. تمرکز سرمایه، یک عامل کلیدی در روند رشد اقتصادی است. از یک سو، تمرکز سرمایه بر تقاضا اثر می‌گذارد و از سوی دیگر، برای تولید آتی، کارایی تولید ایجاد خواهد کرد. به همین دلیل، تمرکز سرمایه و شتابان کردن روند آن برای افزایش تولید ملی، به نحوی که بتواند با افزایش جمعیت مقابله کند، لازم است.

پیشرفت‌های تکنولوژیک؛ تغییرات تکنولوژیک در پیوند با تحول روش‌های تولید و منبعث از نوآوری و استفاده از روش‌های نوین در تولید است. تغییرات تکنولوژی سبب افزایش بهره‌وری کار، بازدهی سرمایه و سایر عوامل تولید می‌شود.

سازمان تولید؛ سازمان‌دهی تولید، نقش مهمی در جریان رشد اقتصادی دارد. سازمان‌دهی تولید به معنی حداکثر استفاده از عوامل تولید در فعالیتهای اقتصادی است؛ که به کمک عوامل تولید (سرمایه و کار)، می‌آید و بازدهی آن‌ها را افزایش می‌دهد.

تقسیم کار و مقیاس تولید؛ تخصیص و تقسیم کار، سبب افزایش بازدهی نیروی کار می‌شود. این مسأله، سبب تولید در مقیاس زیاد شده و به توسعه صنعتی کشور می‌انجامد.

تغییرات زیربنایی؛ تغییرات زیربنایی نمایان‌گر انتقال از جامعه سنتی کشاورزی به بخش مدرن صنعت است؛ که شامل انتقال رو به رشد از نهادهای اجتماعی موجود، طرز تفکر اجتماعی موجود و ایجاد انگیزه است. چنین تغییراتی سبب افزایش فرصت‌های اشتغال، بازدهی زیاد نیروی کار، افزایش تمرکز سرمایه، استفاده بیشتر از منابع طبیعی جدید و بالأخره بهبود در نحوه تولید می‌شود.

۲. عوامل غیر اقتصادی رشد؛ این عوامل عبارتند از:

عوامل اجتماعی؛ شیوه تفکر اجتماعی، ارزش‌ها، نهاد، عرف و فرهنگ بر رشد اقتصادی بی‌تأثیر نیستند. عامل انسانی؛ نیروی انسانی، یک عامل مهم در رشد اقتصادی مدرن است. البته رشد اقتصادی تنها بستگی به اندازه‌ها و میزان نیروهای انسانی ندارد؛ بلکه به کارایی آن نیز بستگی دارد.

عوامل سیاسی و تشکیلاتی؛ عوامل سیاسی و تشکیلاتی نیز نقش مهمی در رشد نوین اقتصادی دارند. رشد اقتصادی بریتانیا، آلمان غربی، آمریکا، ژاپن، فرانسه و هلند، تا حدی به دلیل ثبات سیاسی، بوروکراسی و تشکیلات اداری قوی این کشورها از قرن نوزدهم به بعد است (نخعی آغمیونی و دیگران، ۱۳۸۲).

۲-۹-۳ آثار رشد اقتصادی و مطلوبیت‌های آن

امروزه رشد اقتصادی به دلایل زیر مطلوب جوامع است:

- بهبود آشکاری در وضعیت معاش، آسایش و مصرف شمار زیادی از مردم پدیدآورده؛ به نحوی که اکنون در مقایسه با گذشته، مردم از تغذیه، وسایل زندگی، پوشاک، وسایل آموزشی و کالاهای مادی بیشتری برخوردارند.

- رشد، باعث افزایش محدوده انتخاب انسان به ویژه برای زنان و کودکان برای انتخاب شغل و نوع زندگی و پذیرش ارزش‌ها می‌شود.

- پیشرفت فناوری سبب می‌شود میلیون‌ها نفر از انجام کارهای طاقت‌فرسای جسمی بی‌نیاز و در وقت انسان‌ها صرفه‌جویی شده و طبیعت در تسلط نسبی بشر قرار گیرد.

- رشد موجب شکوفایی استعدادها و به کارگیری قوه ابتکار و خلاقیت در زمینه علوم مختلف از جمله در سازماندهی روابط اجتماعی، سیاسی و اقتصادی و تشکیل نهادهای مربوطه شده و سبب حاکمیت قانون، همراه با مشارکت عمومی در صحنه‌های سیاسی می‌گردد.

- وابستگی متقابل مثبت و فزاینده جهانی؛ به نحوی که جهان به منزله دهکده کوچکی شده که هرچه در یک نقطه کوچک و دورافتاده اتفاق بیفتد، تمام دنیا از آن مطلع می‌شوند، از رشد اقتصادی بلندمدت ناشی می‌شود.

- قدرت سیاسی-نظامی کشور در داخل و در عرصه بین‌الملل افزایش می‌یابد (جهانیان، ۱۳۸۸).

۲-۱۰ رشد اقتصادی ایران

در ایران نیز رشد درآمد سرانه واقعی به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های رفاه، چه قبل از انقلاب و چه بعد از انقلاب از دو در صد تجاوز نکرد. بنابه گزارش صندوق بین‌المللی پول (۲۰۰۴) نرخ رشد سرانه (GDP) در دوره چهل ساله ۲٪ محاسبه شده است. دو دهه پس از انقلاب (یعنی ۱۳۸۰ — ۱۳۶۰) هم میانگین رشد درآمد سرانه ۱/۴٪ بود. در سال ۱۳۶۰ درآمد سرانه به قیمت ثابت ۱۳۶۱ حدود ۲۰۰/۴ هزار ریال بوده و با رشد متوسط سالانه یک و چهار صدم درصد (۱/۰۴٪) به حدود ۲۴۶/۵ هزار ریال

در سال ۱۳۸۰ بالغ گردیده است که این روند مبین بهبود نسبی ولی اندک رفاه اقتصادی جامعه است (جهانیان، ۱۳۸۸).

افزایش رشد اقتصادی ایران البته هدف گذاری درستی است مشروط به اینکه این رشد مستمر و پایدار باشد و مهم تر اینکه قد کشیدن اقتصاد موزون و در همه بخش ها بوده و تحولات بیرونی و خارجی اثر مستقیم بر شاخص رشد اقتصادی را نداشته باشد.

در اقتصاد ایران، درآمدهای حاصل از صادرات نفت و گاز همواره سهم عمده ای از درآمدهای دولت را به خود اختصاص داده است به طوریکه میانگین سهم درآمدهای حاصل از نفت و گاز از کل درآمدهای دولت طی پنج دهه گذشته در حدود ۵۶ درصد بوده است. هرچند که درآمدهای حاصل از صادرات نفت و سایر منابع طبیعی می تواند منابع لازم برای توسعه زیر ساخت های اقتصادی و ارتقای فناوری را فراهم نماید و موجب ارتقای بهره وری گردد، ولی تجربه نشان می دهد که وفور منابع طبیعی در برخی کشورها، در صورت عدم استفاده بهینه از منابع درآمدی حاصل از آن، می تواند رابطه ای عکس با رشد بهره وری داشته باشد. در اقتصاد ایران، سهم بالای درآمدهای حاصل از نفت و گاز در عمل منجر به اتکای شدید مخارج دولت، حتی مخارج جاری، به این منابع شده است. از جمله عواقب عدم مدیریت مناسب منابع حاصل از صادرات نفت و گاز، بروز بیماری هلندی، رانت جوئی، انتقال بی ثباتی قیمت های جهانی نفت به اقتصاد ملی، ناکارآمدی سیاست های مالیاتی و بی ثباتی و ناپایداری مخارج عمرانی دولت می باشد که همگی از عوامل اثرگذار بر کاهش بهره وری می باشند (آذرمند، ۱۳۹۳).

فصل سوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۳-۱ مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی

هدف از بهینه‌سازی یافتن بهترین جواب قابل قبول، با توجه به محدودیت‌ها و نیازهای مسأله است. برای یک مسأله، ممکن است جواب‌های مختلفی موجود باشد که برای مقایسه آن‌ها و انتخاب جواب بهینه، تابعی به نام تابع هدف تعریف می‌شود. انتخاب این تابع به طبیعت مسأله وابسته است. به هر حال، انتخاب تابع هدف مناسب یکی از مهم‌ترین گام‌های بهینه‌سازی است. گاهی در بهینه‌سازی چند هدف به طور همزمان مد نظر قرار می‌گیرد؛ این گونه مسائل بهینه‌سازی را که دربرگیرنده چند تابع هدف هستند، مسائل چند هدفی می‌نامند. ساده‌ترین راه در برخورد با این گونه مسائل، تشکیل یک تابع هدف جدید به صورت ترکیب خطی توابع هدف اصلی است که در این ترکیب میزان اثرگذاری هر تابع با وزن اختصاص یافته به آن مشخص می‌شود (مهرگان، ۱۳۹۱).

مسائل مختلف بهینه‌سازی به دو دسته زیر تقسیم می‌شود:

الف) مسائل بهینه‌سازی بی‌محدودیت: در این مسائل هدف، بیشینه یا کمینه کردن تابع هدف بدون هر گونه محدودیتی بر روی متغیرهای طراحی می‌باشد.

ب) مسائل بهینه‌سازی با محدودیت: بهینه‌سازی در اغلب مسائل کاربردی، با توجه به محدودیت‌هایی صورت می‌گیرد؛ محدودیت‌هایی که در زمینه رفتار و عملکرد یک سیستم می‌باشد و محدودیت‌های رفتاری و محدودیت‌هایی که در فیزیک و هندسه مسأله وجود دارد، محدودیت‌های هندسی یا جانبی نامیده می‌شوند.

معادلات معرف محدودیت‌ها ممکن است به صورت مساوی یا نامساوی باشند که در هر مورد، روش بهینه‌سازی متفاوت می‌باشد. به هر حال محدودیت‌ها، ناحیه قابل قبول در طراحی را معین می‌کنند (بازارا^۱، ۲۰۰۶).

^۱ Bazaraa

به طور کلی مسائل بهینه‌سازی با محدودیت را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$\text{Minimize or Maximize: } F(X) \quad ۱-۳$$

$$\text{Subject to: } g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, p \quad ۲-۳$$

$$h_j(x) = 0 \quad j = 1, 2, 3, \dots, q \quad ۳-۳$$

$$X_k^{\min} < X_k < X_k^{\max} \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad ۴-۳$$

روش حل مورد استفاده در پایان نامه حاضر، برنامه‌ریزی خطی است که در فصل ۴ به طور کامل توضیح داده می‌شود. در ادامه مبحث بهینه‌سازی در ذخیره‌سازی توضیح داده می‌شود.

۳-۲ بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی

یکی از اولین و موفق‌ترین، نمونه‌هایی از سیاست‌های اقتصادی به نقل از تورات، تفسیر یوسف از خواب فرعون است. یوسف پیشگویی کرد که هفت سال از برداشت فراوان محصول به هفت سال خشکسالی می‌رسد و توصیه می‌شود که فرعون دانه‌ها را در طول هفت سال فراوانی جمع‌آوری کند. از آن زمان نقش مرکزی ذخیره‌سازی در ایجاد ثبات در اقتصاد در مواجهه با اختلالات برون را آشکار شده‌است.

برای دستیابی به یک توسعه لازم است تا مجموع منافع نسل‌های حاضر و آینده بیشینه گردد. عملکرد نسل حاضر خواه ناخواه بر میزان دارایی‌ها و منابع نسل‌های آینده اثر خواهد گذاشت. رشد بی‌رویه اقتصادی اگر چه ممکن است دارایی‌های اقتصادی بیشتری را برای فرزندان ما به ارث بگذارد، اما شدیداً منابع طبیعی و زیست محیطی را در معرض نابودی قرار می‌دهد.

در این بخش بهینه‌سازی در مورد ذخیره‌سازی گاز طبیعی بیان می‌گردد. در این زمینه کارهای تحقیقاتی کمتری صورت گرفته است ولی سه نوع مدل بهینه‌سازی به اختصار توضیح داده می‌شود.

۳-۲-۱ بهینه‌سازی با روش حداکثرسازی جریان نقدی تاسیسات ذخیره‌سازی

با استفاده از این مدل، هدف ما به حداکثر رساندن جریان‌های نقدی مورد انتظار از تاسیسات ذخیره‌سازی گاز تحت اندازه‌گیری ریسک تنظیم شده‌است. نیاز به سرمایه‌گذاری اضافی در تاسیسات ذخیره‌سازی گاز و بهره‌برداری بهینه از این زیرساخت‌ها بسیار مهم است. چهار عامل تاثیر گذار وجود دارد که ظرفیت گاز پایه و درگیر، دهش^۱، ظرفیت تزریق، و سیکل این مراحل می‌باشد.

گاز پایه مقدار گاز مورد نیاز برای حفظ فشار مخزن است و به طور کلی هرگز حذف نمی‌شود، در حالی که ظرفیت گاز درگیر مقدار گاز موجود برای تولید و فروش است. دهش اشاره به سرعتی که در آن مخزن می‌تواند گاز را از ذخایر خود آزاد کند. بالاترین دهش زمانی است که مخزن نزدیک به حداکثر ظرفیت خود و کمترین زمانی است که مخزن تقریباً خالی است. ظرفیت تزریق به سرعتی که در آن گاز طبیعی را می‌توان به تاسیسات ذخیره‌سازی فرستاد. برعکس دهش، دبی تزریق در پایین‌ترین حالت آن زمانی است که مخزن در حداکثر ظرفیت و در بالاترین حد خود زمانی که مخزن خالی است. سیکل تعداد دفعاتی که حجم گاز کار را می‌توان در یک سال تزریق و خارج کرد (تامسون^۲ و دیگران، ۲۰۰۹).

$$\max_{c(P,I,t)} E[\int_0^T e^{-\rho T} (c - a(I, c)) P dt] \quad ۵-۳$$

$$\text{Subject to: } c_{\min}(I) \leq c \leq c_{\max}(I) \quad ۶-۳$$

P قیمت فعلی در هر واحد از گاز طبیعی، I مقدار فعلی موجودی گاز درگیر، c متغیر کنترل است که نشان‌دهنده مقدار گاز منتشر شده ($c > 0$) یا تزریق ($c < 0$) برای ذخیره‌سازی است. $I_{\max}$ حداکثر ظرفیت ذخیره‌سازی می‌باشد. $c_{\max}(I)$ حداکثر نرخ دهش، حداکثر سرعت که در آن گاز را می‌توان از تاسیسات ذخیره‌سازی به سطح زمین منتشر کرد. $c_{\min}(I)$ نرخ حداکثر تزریق، یعنی حداکثر سرعت

¹ Deliverability

² Thompson

که در آن گاز را می‌توان به تاسیسات ذخیره‌سازی تزریق کرد. $a(I, c)$ مقدار گاز واحد c که منتشر یا تزریق شده است (آلن^۱، ۲۰۰۷).

۳-۲-۲ بهینه‌سازی با روش حداکثر کردن سود ذخیره‌سازی گاز طبیعی

ذخیره‌سازی گاز دارای دو مولفه با ارزش قابل بحث است که به ارزش درونی و بیرونی تقسیم می‌شود. این ارزش‌گذاری بیشتر در نمونه کارهای انجام شده با روش مونت کارلو است. روش مونت کارلو تکرار مجموعه‌ای از گزینه‌های روزانه تعبیه شده در گزینه ذخیره‌سازی است. این ارزیابی دو مرحله می‌شود که بهینه‌سازی خطی در مرحله اول، مورد استفاده برای تعیین خرید و فروش کالای فیزیکی با محدودیت حجم است که به اصطلاح معاملات بازار و ایجاد تعادل جدید نامیده می‌شود. بهینه‌سازی خطی صورت گرفته در این مدل حداکثرسازی سود است. چرخه مرحله دوم بر سر نتایج مرحله اول و محاسبه سهم حاشیه‌ای از تغییرات در نمونه کارهاست. از ویژگی‌های مهم در مورد ذخیره‌سازی این است که راه‌حلی خطی یا غیر خطی همیشه برای محدودیت‌های مرزی بالا یا پایین خواهد بود. مدل حداکثرسازی سود به شرح زیر است:

$$\text{Max profit} = \sum_{s=1}^N (P_s^{\text{Bid}} \times w_s + P_s^{\text{Ask}} \times i_s - \text{cost}_{s,i}^i - \text{cost}_s^w) \times e^{-r \times (s-T_l)} \quad 7-3$$

$$\text{Subject to: Master: } LHS_1 = \sum_{s=1}^N w_s + i_s \quad 8-3$$

$$\text{Sales: } LHS_1 \leq \sum_{s=1}^N (\sum_{j=1}^s -w_j - i_j) \quad 9-3$$

$$\text{Purchases: } LHS_2 \leq \sum_{s=1}^N (\sum_{j=1}^s w_j + i_j) \quad 10-3$$

$$\text{Last Period Injection: } i_N = 0 \quad 11-3$$

$$\text{Withdrawal Boundary: } 0 \leq w_s \leq V_{s(\max)} \quad \forall s = 1, \dots, N \quad 12-3$$

¹ Alan

$$\text{Injection Boundary: } V_{s(\min)} - V_s \leq i_s \leq 0 \quad \forall s = 1, \dots, N \quad 13-3$$

$$\text{Withdrawal capacity: } LSH_1 = GIG + GAD_{Current} + GAD_{From Expired} \quad 14-3$$

$$\text{Injection capacity: } LHS_2 = MSQ - LSH_1 \quad 15-3$$

N تعداد دوره قرارداد برای تمام طول عمر امکانات ذخیره سازی است، T_L شاخص زمانی از تاریخ علامت (ارزش فعلی) به تاریخ موعد قرارداد ذخیره سازی است. پارامتر برآورد حجم خروج، w_s و حجم تزریق i_s که بر سر هر یک دوره قرارداد به جلو برآورد شده است. متغیرهای $cost_s^j$ تزریق و برداشت هزینه برای مدت زمان s مرتبط با تزریق و یا حجم خروج می باشد. محدودیت اصلی^۱ تضمین تسهیلات ذخیره سازی است که همیشه در موقعیت مطلوب باید قرار داشته باشد. محدودیت فروش تضمین می کند هر کالایی که فروخته شده است با خریداری کردن جایگزین شده است. محدودیت خرید تضمین می کند که خرید کالا هرگز بیشتر از حداکثر ظرفیت نیست. در نهایت، آخرین دوره محدودیت تزریق به تزریق در دوره نهایی از تسهیلات اجازه نمی دهد. متغیرهای سمت چپ، LHS_i ، کالای خریداری شده و MSQ حداکثر ظرفیت ذخیره سازی است. در داخل متغیر کالای خریداری شده، سطح کالای در حال حاضر برای ذخیره سازی با GIG نام گذاری شده است. مقدار کالای فعلی که به ذخیره سازی تحویل داده خواهد شد با $GAD_{current}$ مشخص شده و مقدار کالای انتظاری برای ذخیره سازی در دوره بعد با $GAD_{From Expired}$ مشخص شده است. محدودیت های مرزی در برداشت و تزریق تضمین می کند که مقدار برداشت همیشه بزرگتر از صفر و کمتر از حداکثر مقدار برداشت است، در مقابل تضمین می کند که تزریق همیشه بیشتر از حداقل مقدار تزریق برای دوره مورد بحث و کمتر از صفر است. تزریق مقادیر منفی و برداشت مثبت است زیرا تزریق جریان نقدی خرید کالا و یا خروج پول و همچنین برداشت جریان فروش کالا و دریافت پول است. حداکثر مقدار برداشت و حداقل مقدار تزریق در طول زمان با مقیاس گذاری محاسبه شده اند و مقادیر شان موجود

¹ Master

است. نرخ بهره r ، یک منحنی نرخ بهره برای محاسبه ارزش فعلی جریان کالا و پول نقد است. متغیرهای قیمت پیشنهاد شده^۱ و قیمت تمام شده^۲ که این قیمت ها از یک منحنی قیمت به جلو و یک منحنی محاسبه می شود. این منحنی تعیین برونزا بر اساس پیچیدگی مدل های اقتصادی و قیمت نهایی است. در بازار گاز طبیعی برای ایالات متحده، منحنی قیمت از قیمت نقطه ای تشکیل شده است که از تعادل قیمت ماهیانه و قرارداد به دست می آید. هر کدام از این قراردادها با تاریخ انقضا، تاریخ جریان اولیه، و تاریخ پایان دادن جریان گاز مشخص می شوند. این سه تاریخ در طول دوره جریان تعیین محدودیت حجم را بر عهده دارند (جو و این^۳، ۲۰۰۶).

۳-۲-۳ بهینه سازی با روش تخصیص منابع گازی

سال های اخیر استفاده از تکنیک های پژوهش عملیاتی در مدل سازی مسائل منابع انرژی تجدیدناپذیر متعارف شده است. در پایداری منابع گاز طبیعی، مشکل تخصیص شامل ایجاد یک مدل موثر و کارآمد برای تخصیص منابع گاز با توجه به هر بخش است که در تضاد با بخش های دیگر است.

توابع هدف

حداکثر امنیت ملی، به عنوان افزایش در تزریق گاز و صادرات گاز و همچنین کاهش واردات در نظر گرفته می شود. تزریق گاز نه تنها به تولید پایدار نفت کمک می کند بلکه موجب صرفه جویی در گاز طبیعی برای نسل های بعدی نیز می شود. وابستگی کشور با کاهش واردات گاز کمتر خواهد شد.

$$f(x_1) = \text{Max} \sum_{i=2}^4 x_i - x_1 \quad ۱۶-۳$$

حداکثر ارزش افزوده به ارزش واقعی ایجاد شده توسط استفاده از گاز طبیعی در هر یک از زیر بخش ها

$$f(x_2) = \text{Max} \sum_{i=1}^{10} v_i x_i \quad ۱۷-۳$$

¹ Bid price

² Ask price

³ Joe Wayne Byers

حداکثر درآمد حاصل از هزینه فرصت و هدفمند کردن یارانه‌ها چون به علت ارزانی گاز طبیعی، بهره‌وری در مصرف آن کم است. به عبارت دیگر، سهم قیمت گاز طبیعی، که از دولت سوبسید داده می‌شود، بسیار بالا است. بنابراین، تفاوت بین قیمت داخلی و قیمت منطقه‌ای از گاز به عنوان هزینه فرصت در نظر گرفته می‌شود.

$$f(x_3) = \text{Max} \sum_{i=5}^{10} p x_i + p(x_2 - x_1) - \sum_{i=5}^{10} h_i x_i \quad 18-3$$

به حداقل رساندن هزینه امنیت انرژی کشور که کشورهای واردکننده انرژی امنیت انرژی را به عنوان یک منبع مستمر و کشورهای صادرکننده انرژی آن را تصور به عنوان یک تقاضا به اندازه کافی در اختیار دارند. هزینه امنیت انرژی به عنوان یک هزینه به دست آمده از خطرات احتمالی مانند ریسک سرمایه‌گذاری، ریسک فنی، رشد مصرف و خطر ابتلا به تقاضا، خطر فیزیکی (زلزله، انفجار در خطوط لوله، تعمیر و نگهداری بی‌دقتی و حملات تروریستی) و ریسک‌های سیاسی تعریف شده است.

$$f(x_4) = \text{Min} \sum_{i=1}^{10} s_i x_i \quad 19-3$$

به حداقل رساندن هزینه انرژی که به هزینه‌های تولید، انتقال و توزیع گاز به بخش‌های مختلف بیان می‌شود.

$$f(x_5) = \text{Min} \sum_{i=1}^{10} c_i x_i \quad 20-3$$

به حداقل رساندن شدت انرژی شدتی است که توسط مقدار انرژی مورد نیاز برای تولید یک واحد از محصول و یا فعالیت، اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین با استفاده از انرژی کمتر برای تولید یک واحد محصول شدت انرژی را کاهش داد. مفهوم شدت انرژی و بهره‌وری انرژی تفاوت معنی‌داری ندارند یعنی به سادگی معکوسی سوی دیگر هستند.

$$f(x_6) = \text{Min} \sum_{i=1}^{10} n_i x_i \quad 22-3$$

تاکنون مدل‌های ریاضی زیادی برای تخصیص بهینه منابع و ذخیره‌سازی انرژی ارائه شده است. اکثر این مدل‌ها دارای فرضیاتی هستند که استفاده از آنها را برای ایران با مشکل مواجه می‌کند. به عنوان مثال، در مدل جو واین در تابع هدف داده‌های هزینه‌ای مثل هزینه تزریق و هزینه برداشت اشاره شده است که به دست آوردن این مقادیر کار سختی است. در مدل دی یانگ که قیمت ذخیره‌سازی گاز بهینه می‌شود که این روش نیز کاربردی در کشور ندارد چون در ایران قیمت ذخیره‌سازی وجود ندارد و فقط یک قیمت گاز وجود دارد که آن هم توسط دولت قیمت‌گذاری می‌شود. در مدل تایمز در رابطه با همه کالاها فرض بازار رقابتی کامل در نظر گرفته شده است و قیمت، محصول ایجاد تعادل در بازارهای جزئی است. البته در مدل تایمز اشاره شده است در شرایطی که فرض فوق صدق نمی‌کند، با استفاده از محدودیت‌های اضافی می‌توان این مشکل را مرتفع نمود. با توجه به اینکه تقریباً تمام حامل‌های انرژی در ایران را دولت عرضه می‌کند و فرض بازار تعادلی در مورد آنها صدق نمی‌کند. از جمله موارد دیگری که استفاده از این مدل‌ها را در ایران با مشکل مواجه خواهد ساخت، نیاز به ورودی‌های متنوع و فراوان است که متأسفانه داده‌هایی با این جزئیات در ایران وجود ندارد. از این رو، در اغلب موارد به ناچار باید از داده‌های تخمینی استفاده کرد. با توجه به اینکه که تعداد این گونه داده‌ها به قدری زیاد است که نهایتاً اعتبار داده‌های ورودی دچار مشکل می‌شود و نمی‌توان به نتایج مدل اطمینان کافی داشت. بنابراین، استفاده از مدل‌های انرژی، مستلزم داشتن زیرساخت‌هایی نظیر داده‌های آماری است.

۳-۳ مرور مطالعات پیشین مربوط به بهینه‌سازی

۳-۳-۱ تحقیقات انجام شده خارجی

دی یانگ^۱ (۲۰۱۵) که قیمت‌گذاری و بهینه‌سازی ذخیره‌سازی گاز طبیعی در بازارهای رقابتی را بررسی کرده است. نشان می‌دهد که تاثیر پارامتر عدم اطمینان بر ارزش ذخیره‌سازی نسبتاً محدود

^۱ Cyriel de Jong

است. مصون سازی پویایی ذاتی^۱ در مواجهه نقطه بهینه نسبتاً از مصون سازی دلتا^۲ به خوبی کار می کند. ذخیره سازی باید تزریق گاز روزانه باشد تا قیمت تعادلی تنظیم شود.

چن^۳ (۲۰۱۲) به بهینه سازی ازدیاد برداشت نفت و ذخیره سازی گاز پرداخت. نتایج نشان داد با افزایش نرخ مالیات بر انتشار گاز دی اکسید کربن، ذخیره سازی اهمیت بیشتری خواهد داشت. همچنین تزریق متناوب آب و گاز دارای عملکرد بهتری از تزریق پیوسته گاز دارد و ذخیره سازی به طور محسوسی کاهش می یابد.

بوژان و استوجان^۴ (۲۰۱۱) که بهینه سازی هزینه یک ذخیره سازی گاز زیرزمینی توسط روش برنامه ریزی غیر خطی است. مدل شامل تابع هدف هزینه ای است که دارای محدودیت های ژئومکانیکی و طراحی است. بهینه سازی ثبات قدرت کافی و ایمنی توده سنگ را بر اساس حداقل هزینه قادر می سازد. بهینه سازی ارائه شده برای فاز طراحی اولیه است.

لی و دیگران^۵ (۲۰۱۰) که نتایج حاصل از تحقیق ایشان تطابق بین الگوهای تخصیص منابع انرژی و خدمات، فرموله کردن سیاست های محلی با توجه به مصرف انرژی و تحلیل توازن بین هزینه های سیستمی، درجه رضایت و ملزومات زیست- محیطی تحت شرایط چندگانه عدم اطمینان می باشد.

ژولیانگ چن و پتر^۶ (۲۰۰۷) که موضوع آن ریسک تنظیم گاز طبیعی از نقطه نظر قیمت پیشنهادی و مطالعه مفاهیم مدل در ارزیابی و بهره برداری بهینه از امکانات ذخیره سازی گاز طبیعی است. یک تابع بهینه سازی قیمت ذخیره سازی گاز را حل کردند. نتایج عددی نشان می دهد که مدل رژیم سوئیچینگ می تواند استراتژی های عملیاتی برای امکانات ذخیره سازی گاز را به خوبی نشان دهد.

¹ Dynamic intrinsic hedging

² Delta hedging

³ Shengnan Chen

⁴ Bojan Žlender, Stojan Kravanja

⁵ Li et al

⁶ Zhulian Chen and Peter A. Forsyth

جو واین^۱ (۲۰۰۶) که تابع سود ذخیره سازی گاز طبیعی را کیمنه سازی کرد. یک روش ارزیابی برای تجهیزات ذخیره سازی ارائه کرده است. این مدل با بهره گیری معامله ابزار از اجزای اساسی امکانات ذخیره سازی کالا می پردازد. علاوه بر این تزریق و خروج گاز طبیعی عوامل بسیار موثر در ذخیره سازی است.

دی یونگ و والت^۲ (۲۰۰۳) بیان کردند که تغییرات در نوسانات و متوسط برگشت تأثیر زیادی بر ارزش ذخیره سازی دارد.

مژر و همکاران^۳ (۱۹۹۸) مدل تخصیص منابع انرژی به مصرف کنندگان نهایی در بخش خانگی لبنان را با استفاده از برنامه ریزی آرمانی چند هدفه توسعه دادند.

ویلیامز و رایت^۴ (۱۹۹۱) یک چهارچوب کلی و عمومی برای مدل ناپیوسته ذخیره سازی و مبادله کالا در یک بازار رقابتی خالص ارائه کردند. آن ها در این مدل با استفاده از تکنیک برنامه ریزی پویای تصادفی ناپیوسته، مدیریت انبار و تأثیر آن بر نوسانات قیمت را ارزیابی کردند. در این الگو، مقدار کالای در دسترس و قابل عرضه، که شامل کالاهای ذخیره شده قبلی و تولید شده است. در این مقاله، با استفاده از همان الگو و تعدیل آن در جهت امکان استفاده از بهینه سازی پیوسته، و استفاده از فرآیند تصادفی برگشت به میانگین، برای متغیر برونزای عرضه، الگویی جدید برای مدیریت بر مخازن ذخیره سازی گاز طبیعی و اتخاذ سیاست بهینه ارائه می شود.

¹ Joe Wayne Byers
² De Jong and Walet
³ Mezher et al
⁴ Williams & Wright

۳-۲-۲ تحقیقات انجام شده داخلی

حسینی و یونس آرا (۱۳۹۲) که موضوع چالش ها و راهکارهای پیدایش ذخیره سازی گاز طبیعی در ایران را انجام دادند و انجام ندادن ذخیره سازی گاز طبیعی را یک چالش بزرگ دانستند یعنی تنها موجودی گاز اگر در لوله ها باشد در زمان های پیک مصرف گاز با کمبود مواجه خواهیم شد.

محقر و همکاران (۱۳۸۹) با شناسایی شاخص های مهم اولویت بندی مصرف گاز و تعیین وزن نسبی آنها و با استفاده از روش تصمیم گیری چند شاخصه تاپسیس^۱ به اولویت بندی تخصیص گاز به بخش های مختلف مصرف پرداختند و سپس با بهره گیری از روش برنامه ریزی آرمانی، سهم بهینه بخش های مختلف مصرف را مشخص کردند.

شاه حسینی (۱۳۸۸) تخصیص گاز طبیعی به حوزه های مختلف مصرف شامل خانگی- تجاری و عمومی، صنعتی، نیروگاهی، صادرات و تزریق گاز به مخازن نفتی را مورد مطالعه قرار داد.

صادقی و حسینی (۲۰۰۶) مدل برنامه ریزی عرضه انرژی در ایران را با استفاده از برنامه ریزی خطی فازی توسعه دادند.

۳-۴ مقدمه رشد اقتصادی

امروزه انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم، نقش کلیدی در تولید کالا و خدمات داشته و در کنار دو نهاده نیروی کار و سرمایه در رشد اقتصادی نقش مهمی را ایفا می کند. در فصول گرم سال که میزان مصرف گاز کمتر از ایام سرد سال است، به دلیل عدم برخورداری از صنعت ذخیره سازی گاز طبیعی، از تمام ظرفیت تولید استفاده نمی شود و بالعکس، در فصل سرما (به ویژه در روزهای سرد) که مصرف گاز افزایش چشمگیر می یابد با وجود استفاده از حداکثر ظرفیت تولید گاز با کمبود گاز مواجه می شود. با اجرای طرح های ذخیره سازی گاز می توان مازاد تولید را در مخازن ذخیره سازی نمود تا در شرایط

¹ Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution

بحرانی زمستان و در زمانی که کشورها به واردات گاز وابسته می شود، برای ایجاد تعادل در عرضه و تقاضا از آن ها استفاده نمود. ذخیره سازی زیر زمینی گاز مقرون به صرفه ترین راه برای تأمین نوسانات تقاضای گاز شناخته شده است.

از دیدگاه مکاتب مختلف اقتصادی، عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی که در توابع رشد در نظر گرفته می شوند، عبارت اند از سرمایه و نیروی کار، اعم از متخصص یا غیرمتخصص باشد. در الگوهای جدید رشد، عامل انرژی نیز وارد شده است ولی اهمیت آن در مدل های مختلف یکسان نیست.

۳-۴-۱ رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی

شاخص های مختلفی برای تبیین ارتباط انرژی و رشد اقتصادی تدوین شده است. بررسی ارتباط علت و معلولی میان این دو نیز از مباحث مهم این حوزه است. اوزترک (۲۰۱۰) و اوزترک و آکاراوسی^۱ (۲۰۱۰) در خصوص رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی چهار فرضیه ممکن را بیان می کنند: اولاً، طبق فرضیه اول هیچ رابطه علی بین این متغیرها وجود ندارد که از آن تحت عنوان "فرضیه خنثایی"^۲ نام برده می شود. به عبارت دیگر، انرژی در رشد اقتصادی یک عامل خنثی در نظر گرفته می شود. در صورتی که چنین نباشد، سیاست های انقباضی یا انبساطی مصرف انرژی می تواند رشد اقتصادی را بطور معکوس تحت تأثیر قرار دهند. طرفداران این دیدگاه بر نقش جانشینی و پیشرفت فنی تأکید می کنند. به عقیده بلومی^۳ (۲۰۰۹) دلیل عمده خنثی بودن اثر انرژی بر رشد اقتصادی این است که هزینه انرژی قابل اغماض بوده و به نظر نمی رسد که تأثیر معناداری بر روی رشد اقتصادی داشته باشد. همچنین، استدلال شده است که اثر احتمالی مصرف انرژی بر روی رشد اقتصادی به ساختار اقتصاد و سطح رشد اقتصادی کشور مورد نظر بستگی دارد. هنگامی که اقتصاد رشد می یابد، ساختار تولید آن به بخش های خدمات متمایل می شود که به انرژی وابستگی زیادی ندارند. ثانیاً، علیت

¹ Ozturk and Ozturk & Acaravci

² Neutrality Hypothesis

³ Belloumi

یک طرفه از رشد اقتصادی به سمت مصرف انرژی "فرضیه بقای^۱ انرژی" را حمایت می‌کند. این مطلب بیانگر این است که کشور بایستی سیاست تحدید مصرف انرژی را به کار بگیرد بدون اینکه بر رشد اقتصادی تأثیر منفی داشته باشد. ثالثاً، علّیت یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی به طور معمول تحت عنوان "فرضیه انرژی منتهی به رشد"^۲ در نظر گرفته می‌شود. در این حالت، سیاستگذاران بایستی در استفاده از سیاست تحدید مصرف انرژی احتیاط کنند؛ زیرا این عمل می‌تواند رشد اقتصادی را کاهش دهد. طرفداران این نظریه معتقدند که انرژی یک نهاده مهم تولید بوده و نقش مکمل نهاده‌های زمین، کار و سرمایه را ایفا می‌کند. در این حالت، انرژی یک عامل محدود کننده رشد اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. در نهایت، علّیت دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی تحت عنوان "فرضیه بازخورد"^۳ شناخته شده است. براساس این دیدگاه مصرف انرژی و رشد اقتصادی همدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

به طور کلی، رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی از طریق دو رویکرد متفاوت بررسی شده است. در مدل‌های رشد نئوکلاسیکی، انرژی تحت عنوان یک عامل تولید واسطه‌ای نگریسته می‌شود و رشد اقتصادی علیرغم وجود محدودیت منابع انرژی می‌تواند از طریق یک سری مکانیزم‌هایی حفظ شود. طرفداران این دیدگاه در بیان این رویکرد به مکانیزم‌هایی نظیر امکان تغییر فنی، جایگزینی سایر نهاده‌های فیزیکی به منظور استفاده کاراتر از منابع انرژی موجود و ایجاد انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره می‌کنند. از این رو، انرژی یک عامل غیر اصلی در فرآیند تولید محسوب می‌شود. به عبارت دیگر، طرفداران این نظریه از "فرضیه خنثایی" و "فرضیه بقای انرژی" حمایت می‌کنند. این فرضیه‌ها بیانگر این هستند که محدودیت‌های مصرف انرژی اثر منفی بر رشد اقتصادی ندارند. لذا دولت می‌تواند سیاست‌های تحدید مصرف و بقای انرژی و رشد اقتصادی را به طور همزمان اجرا نماید. از طرف دیگر، نظریه اقتصادی بوم‌شناختی اظهار می‌دارد که مصرف انرژی یکی از عوامل محدود کننده رشد

¹ Conservation Hypothesis

² Energy-led Growth Hypothesis

³ Feedback Hypothesis

اقتصادی می‌باشد. از نظر اقتصاددانان بوم‌شناختی، پیشرفت فنی و سایر نهاده‌های فیزیکی نمی‌توانند جایگزین نقش اساسی انرژی در فرآیند تولید باشند. آنها انرژی را به عنوان اولین منبع ارزش در نظر می‌گیرند، زیرا سایر عوامل تولید نظیر کار و سرمایه بدون انرژی عملکردی نخواهند داشت. طرفداران این بینش از "فرضیه انرژی منتهی به رشد" حمایت می‌کنند و از این رو، خاطرنشان می‌سازند که هرگونه شوک عرضه انرژی اثر منفی بر رشد اقتصادی خواهد داشت. در نتیجه آنها مخالف سیاست های تحدید کننده مصرف انرژی هستند (بینج، ۲۰۱۱).

۳-۴-۲ رابطه تجارت خارجی و رشد اقتصادی

با وجود اختلاف نظرهای متعددی که در مورد ماهیت تأثیرگذاری تجارت خارجی بر اقتصاد کشورها وجود دارد، اکثر اقتصاددانان تأکید فراوانی بر اهمیت تجارت خارجی در اقتصاد کشورها داشته‌اند. نظریه های زیادی از این دیدگاه حمایت می‌نمایند که می‌توان به نظریه رشد سوداگری اشاره کرد. مرکانتیلیسم^۱ معتقد بودند که مهم‌ترین راه برای آنکه کشوری ثروتمند و قدرتمند شود آن است که صادراتش بیش از وارداتش باشد، به این معنا که منافع ناشی از تجارت خارجی برای کشور به معنای ضرر شریک‌های تجاری آن بوده‌است.

از نظریه‌پردازان کلاسیک اقتصاددان مشهور آدام اسمیت^۲ است. وی با طرح اصل مزیت مطلق استدلال نمود که هر کشور می‌تواند از طریق تجارت آزاد در تولید کالایی تخصص پیدا کند که در آن دارای مزیت مطلق است، اما چنانچه کشوری در تولید هیچ کالایی مزیت مطلق نداشته باشد امکان انجام تجارت خارجی و کسب منافع مثبت از آن را نخواهد داشت. بنابراین با پیروی از اصل مزیت مطلق فقط کشورهای بزرگ می‌بایست به تجارت بپردازند (تقوی، ۱۳۸۹).

^۱ Mercantilism

^۲ Adam Smith

دیوید ریکاردو^۱ توانست با طرح قانون مزیت نسبی برای مسأله‌ای که آدام اسمیت نتوانست حل کند، پاسخی یابد. ریکاردو اظهار داشت حتی اگر کشوری در تولید هر دو کالا دارای مزیت مطلق در مقایسه با کشور دیگر نباشد باز هیچ داد و ستدی که حاوی منافع متقابل است، می‌تواند بین هر دو طرف صورت بگیرد و کشوری که دارای کارایی کمتری است می‌بایست در صدور و تولید کالایی تخصص پیدا کند که در آن مزیت مطلق کمتری ندارد (تقوی، ۱۳۸۹).

جان استوارت میل^۲ از دیگر اقتصاددانان به نام کلاسیک اثرهای تجارت را به اثر غیرمستقیم و مستقیم تقسیم نمود. به عقیده وی تجارت خارجی به کارایی بیشتر مستقیم عوامل تولید در سطح بین‌المللی منجر می‌گردد که میل آن را مزیت اقتصادی مستقیم تجارت خارجی می‌داند، اما به عقیده میل اثر غیر مستقیم تجارت از اهمیت بیشتری برخوردار است. در نهایت می‌توان به این نکته اشاره نمود که کلاسیک‌ها به بررسی مسائل رشد اقتصادی جدای از مسایل تجارت خارجی نمی‌پرداختند و همین مسأله به پیدایش مدل‌های اصلی نئوکلاسیک در خصوص تجارت خارجی گردید (مهدوی، ۱۳۸۴).

در مبانی نظریه‌های نئوکلاسیک، میان نظریه‌های رشد اقتصادی و تجارت خارجی جدایی مشاهده می‌گردد. نظریه‌های نئوکلاسیک مانند نظریه‌های کلاسیک بر منافع حاصل از تجارت خارجی تاکید می‌کند.

هکشر و اوهلین^۳ بیان می‌نمایند که هر کشوری کالایی را صادر می‌کند که در تولید آن نیاز به عوامل نسبتاً ارزان و فراوان دارد و به طور متقابل کالایی را وارد می‌نماید که در تولید آن نیاز به استفاده از عامل نسبتاً کمیاب و گران است، لذا فراوانی نسبی عوامل به صورت قیمت‌های عوامل داخلی نشان

^۱ David Ricardo

^۲ John Stuart Mill

^۳ Hecsher and Ohlin

داده می شود و در تعیین مزیت نسبی یک کشور در تولید یک کالا وفور نسبی عوامل تولید نقش دارند (تقوی، ۱۳۸۹).

از دیدگاه سایر اقتصاددانان نئوکلاسیک، آلفرد مارشال^۱ (۱۳۸۹) عامل تعیین کننده پیشرفت اقتصادی کشورها و تجارت خارجی محسوب می شد. گسترش ابعاد بازار را با خود همراه داشت که به افزایش تولید جهانی و همچنین افزایش صرفه های داخلی و خارجی منجر می شود. صرفه های داخلی نتیجه افزایش مقیاس تولید به دلیل بهبود بازدهی تولید و تخصیص بهینه عوامل تولید در یک بنگاه اقتصادی است. در مقابل صرفه های خارجی به گسترش دانش و مهارت ها در سطح کلان اقتصادی وابسته است.

محور تفکر اقتصاددانان کلاسیک و نئوکلاسیک جنبه های پویایی تجارت نبود، اما تا حدی آثار تجارت را بر رشد و توسعه اقتصادی مدنظر قرار دادند و هیچ تعارضی بین تطابق یک کشور با مزیت نسبی اش و تسریع رشد آن مشاهده نکردند. هابرلر^۲ در خصوص ابعاد پویای تجارت، یکی از منافع غیرمستقیم یا به تعبیر وی منافع دینامیکی تجارت خارجی را در فراهم آوردن ابزار مادی لازم کالاهای سرمایه ای، ماشین آلات، مواد خام و کالاهای واسطه ای و در پی آن انتقال فناوری می داند (شون، ۱۳۷۱). انتقال فناوری از خارج موجب تقلیل نسبت اضافی سرمایه به محصول می شود تا آنجا که رشد اقتصادی به نرخ تراکم سرمایه و بهره وری سرمایه گذاری بستگی داشته باشد. مقدار کم نسبت اضافی سرمایه به محصول موجب شتاب در نرخ رشد کلی اقتصاد می شود (فرهادی، ۱۳۸۳).

۳-۴-۳ رابطه ذخیره سازی و رشد اقتصادی

ذخیره سازی گاز طبیعی برای ایران به عنوان کشوری که دومین ذخایرگازی دنیا را در اختیار دارد، موضوعی مهم و حیاتی است؛ با توجه به این احساس نیاز خوشبختانه گام های قابل قبولی به ویژه در چند سال گذشته در این زمینه برداشته شده است. با افزایش واردات گاز در کشور و کاهش محسوس

^۱ Alferd Marshal

^۲ Habarter

مصرف آن در فصل‌های گرم سال در تمام بخش‌ها، فرصت طلایی برای ذخیره‌سازی گاز برای صنعت نفت ایران پیش آمده‌است (اصغری، ۱۳۹۳).

در عصر حاضر وابستگی شدید و نیاز فزاینده به منابع انرژی که به عنوان عامل اساسی رشد و توسعه فعالیت‌های اقتصادی کشور محسوب می‌شود باعث شده ذخیره‌سازی نیز به امری ضروری و حیاتی تبدیل شود.

اگرچه تحریم‌ها روند پیشرفت کشور در راستای ذخیره‌سازی منابع نفتی و گازی را کند می‌کند اما ذخیره‌سازی در زمان تحریم و صادرات آن در زمان مساعد پادزهر همین تحریم‌ها محسوب می‌شود. البته ناگفته نماند که اکنون اگر تحریم‌ها هم لغو شود ما باید خود را برای هر فشار خارجی دیگری آماده کنیم چرا که توسعه و سرمایه‌گذاری در مخازن زیرزمینی ذخیره‌سازی گاز طبیعی به عنوان بخشی از ذخایر استراتژی که می‌تواند در تأمین بار مازاد انرژی مورد نیاز کشور در فصول پر مصرف، عمل به تعهدات بین‌المللی مطابق برنامه و تأثیر گذاری بیشتر ایران در بازارهای جهانی انرژی نقش مهمی ایفا کند.

رشد اقتصادی با مقدار تولید، مصرف و ذخایر نفت و گاز رابطه مستقیم دارد و همچنین باید با پیشرفت تکنولوژی تولید افزایش یافته تا با صادرات یا مصرف گاز به بهبود رشد اقتصادی کمک شود (ملکی، ۱۳۹۰).

با توجه به نظریه‌های فوق ذخیره‌سازی، مصرف و صادرات گاز در کشورهای مورد نظر به عنوان عوامل تولید در رشد اقتصادی ایفای نقش می‌کنند. به این ترتیب براساس مطالب ذکر شده شواهدی مبنی بر اینکه رشد اقتصادی متأثر از ذخیره‌سازی گاز طبیعی می‌باشد، وجود دارد. بنابراین، از دیدگاه نظری این رابطه قابل توجیه بوده و قابلیت بررسی را داراست.

۳-۵ مرور مطالعات پیشین در مورد رشد اقتصادی

۳-۵-۱ تحقیقات انجام شده خارجی

اوزترک و اوساما^۱ (۲۰۱۵) رابطه مصرف و ذخیره سازی گاز طبیعی و رشد اقتصادی: تجزیه و تحلیل داده پنل برای کشورهای شورای همکاری خلیج ۲۰۱۲-۱۹۸۰ را مورد بررسی قرار داد و مشاهده کرد بین مصرف و ذخیره سازی گاز طبیعی و رشد تولید ناخالص داخلی در کشورهای مورد بررسی رابطه بلند مدت وجود دارد.

تسانی^۲ (۲۰۱۰) رابطه علی بین سطوح مصرف انرژی به طور کلی و جزئی و رشد اقتصادی را طی دوره ۲۰۰۶-۱۹۶۰ با استفاده از روش تودا و یاماموتو در کشور یونان بررسی نموده است. در سطوح کلی مصرف انرژی نتایج نشان می دهد که یک رابطه علی دو طرفه بین مصرف انرژی خانگی و صنعتی و تولید ناخالص داخلی وجود دارد ولی بین مصرف انرژی در بخش حمل و نقل و رشد اقتصادی رابطه علی وجود ندارد.

اپرجیس و پاین^۳ (۲۰۱۰) رابطه بین مصرف انرژی های تجدید پذیر و رشد اقتصادی را در ۲۰ کشور عضو OECD طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۸۵ بررسی نموده اند. آزمون همجمعی پانلی ناهمگن نشان می دهد که یک رابطه تعادلی بلند مدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی تجدید پذیر، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص واقعی و نیروی کار وجود دارد که در آن ضرایب متغیرها مثبت و معنادار می باشند. نتایج علیت گرنجری وجود رابطه علیت دو طرفه را هم در کوتاه مدت و هم در بلندمدت نشان می دهد.

¹ Ozturk, Usama

² Tsani

³ Apergis, Payne

نارایان، نارایان و پاپ^۱ (۲۰۱۰) رابطه علیت پانلی بین مصرف برق و رشد اقتصادی را در هفت پانل شامل ۹۳ کشور بررسی می‌کنند. نتایج حاکی از آن است که به غیر از خاورمیانه در بلندمدت یک رابطه علیت گرنجری دو طرفه بین مصرف برق و تولید ناخالص داخلی وجود دارد ولی در خاورمیانه رابطه علیت از تولید ناخالص داخلی به مصرف برق می‌باشد. نهایتاً برای پانل کشورهای ۶G برآوردها اثر علامت منفی را آشکار می‌سازند، که بیانگر این است که افزایش مصرف برق در کشورهای پیشرفته صنعتی GDP را کاهش می‌دهد.

یو و کو (۲۰۰۹) رابطه بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمون علیت نشان می‌دهد که رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی در کشور سوئیس، علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی هسته‌ای در کشورهای فرانسه و پاکستان و علیت یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی در کشور کره وجود دارد. در نهایت نتایج نشان داد که در آرژانتین و آلمان هیچ رابطه علی بین دو متغیر وجود ندارد.

آلتین آی و کاراگول^۲ (۲۰۰۵) با استفاده از داده‌های مربوط به مصرف برق و رشد اقتصادی رابطه بین این دو متغیر را بررسی کردند. نتایج بدست آمده بیانگر این است که رابطه علی یک طرفه از مصرف برق به رشد اقتصادی وجود دارد.

لی و چانگ^۳ (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای رابطه بین مصرف انرژی و تک تک حامل‌های انرژی و تولید ناخالص داخلی را برای تایوان طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۵۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با ملحوظ نمودن شکست ساختاری، رابطه علی یک طرفه از مصرف نفت به تولید ناخالص داخلی وجود دارد.

¹ Narayan, Narayan, Popp

² Altinay & Karagol

³ Lee and Chun

نارایان و اسمیت (۲۰۰۵) رابطه میان مصرف برق، اشتغال و درآمد واقعی را برای کشور استرالیا طی دوره ۱۹۹۹-۱۹۶۶ با به کارگیری الگوی تصحیح خطای برداری مورد بررسی قرار داده‌اند که نتایج حاصله یک ارتباط بلندمدت یک طرفه از اشتغال و درآمد به مصرف برق را بیان می‌کند.

لی و چانگ (۲۰۰۵) به بررسی رابطه بین تولید ناخالص داخلی با مصرف کل انرژی و انواع مختلف انرژی شامل نفت، برق، گاز و زغال سنگ برای کشور تایوان در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۵۴ پرداختند. در این بررسی آنها آزمون همجمعی را با لحاظ نمودن شکست ساختاری مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها بیانگر وجود یک رابطه علی یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی می‌باشد.

فاتای^۱ و همکاران (۲۰۰۴) با به کارگیری تکنیک یوهانسن-یوسیلیوس و آزمون علیت گرنجری به بررسی رابطه میان مصرف انواع حامل‌های انرژی، اشتغال و رشد اقتصادی طی دوره ۱۹۹۰-۱۹۶۰ برای کشورهای نیوزیلند و استرالیا پرداختند. نتایج آزمون استاندارد علیت گرنجر در مورد کشور نیوزیلند نشان می‌دهد که بین مصرف نفت، گاز و زغال سنگ با تولید ناخالص داخلی واقعی رابطه علیت گرنجری وجود ندارد. از طرف دیگر، نتایج آزمون استاندارد علیت گرنجر و مدل‌های تصحیح خطا در مورد کشور استرالیا بیانگر این است که فقط در کوتاه‌مدت روابط علیت گرنجری یک طرفه از تولید ناخالص داخلی واقعی به مصرف برق و کل مصرف نهایی انرژی وجود دارد.

اوه و لی^۲ (۲۰۰۴) بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور کره با استفاده از داده‌های سالهای ۱۹۷۰-۱۹۹۹ پرداختند. آن‌ها از یک الگوی تصحیح خطای برداری چهار متغیره، شامل تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، اشتغال و سرمایه استفاده کردند. آن‌ها بیان می‌کنند که رشد مصرف انرژی با جایگزینی نیروی کار و سرمایه همراه است. بنابراین بیان می‌دارند رشد مصرف انرژی با جایگزینی نیروی کار و سرمایه همراه است. از این رو متغیرهای سرمایه و نیروی کار را به صورت برون‌زا در نظر می‌گیرند. نتایج حاصل از آزمون علیت در کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان داد که

¹ Fatai

² Oh & Lee

رابطه علی دوطرفه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در بلندمدت برقرار است. در کوتاه مدت ارتباط از طرف انرژی به تولید ناخالص داخلی است.

سویتاس و ساری^۱ (۲۰۰۳) بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کشورهای G7 پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد در آرژانتین، رابطه علیت دوطرفه، در ایتالیا و کره رابطه علیت از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی و در ترکیه، فرانسه، آلمان و ژاپن رابطه علیت از مصرف انرژی به تولید ناخالص وجود دارد. بنابراین، محدود کردن بلندمدت انرژی در ۴ کشور اخیر می‌تواند رشد اقتصادی آنها را تهدید کند.

گلاشر^۲ (۲۰۰۱) به بررسی ارتباط بین مصرف انرژی و درآمد واقعی در اقتصاد کشور کره با توجه به داده‌های سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۶۱ پرداخت. گلاشر، بیان می‌کند که عدم وجود ارتباط بین درآمد ملی و مصرف انرژی در مطالعات قبلی، به علت عدم حضور متغیرهای تاثیرگذار بر درآمد ملی بر می‌گردد. بنابراین وی متغیر حجم پول، مخارج دولتی، قیمت واقعی نفت و شوک‌های نفتی را به عنوان متغیرهای تاثیرگذار بر مدل در الگوی خود در نظر گرفته و یک الگوی تصحیح خطای برداری متشکل از پنج متغیر را برای بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و درآمد ملی برآورد کرد. نتایج حاصل از مطالعه او، یک ارتباط دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را برای کشور کره نشان داد. استفاده از روش تجزیه واریانس نشان داد که سیاست‌های پولی و مالی انبساطی بر درآمد ملی و مصرف انرژی، اثر مثبت دارد، اما بیشترین تاثیر بر آمد ملی و مصرف انرژی در کره از سوی قیمت‌های نفت است.

عقیل و بوت^۳ (۲۰۰۱) استفاده از آزمون علیت گرنجری هشیاو، به بررسی رابطه علیت گرنجری میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور پاکستان طی دوره ۱۹۹۶-۱۹۵۵ پرداختند. آنها رابطه علیت گرنجری بین مصرف اجزای انرژی و رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمون حاکی از آن

¹ Soytaş & Sari

² Glasure

³ Aqeel & Butt

است که رشد اقتصادی، علت مصرف انرژی است. بررسی‌های بیش‌تر نشان داده‌است که رشد اقتصادی منجر به رشد مصرف فرآورده‌های نفتی خواهد شد. در بخش گاز، رابطه علیت گرنجری میان مصرف گاز و رشد اقتصادی وجود ندارد. در بخش نیرو، مصرف الکتریسیته منجر به رشد اقتصادی خواهد شد. اما اثر بازگشتی از رشد اقتصادی به مصرف الکتریسیته وجود ندارد.

آسافو^۱ (۲۰۰۰) رابطه بین مصرف انرژی و درآمد را برای کشورهای هند، اندونزی، فیلیپین و تایلند، با استفاده از روش هم‌انباشتگی و الگوی تصحیح خطا، برآورد کرد. نتایج بررسی وی نشان داد در کوتاه مدت، رابطه یک طرفه‌ای از انرژی به درآمد برای هند و اندونزی وجود دارد، در حالی که این رابطه برای تایلند و فیلیپین، دو طرفه است.

یانگ^۲ (۲۰۰۰) علیت گرنجری بین مصرف انرژی و تولید ناخالص ملی در تایوان را با استفاده از آزمون استاندارد علیت گرنجری و داده‌های سری زمانی ۱۹۹۷-۱۹۵۴ مورد آزمون مجدد قرار داد. او همچنین رابطه علیت گرنجری بین تولید ناخالص داخلی و مصرف حامل‌های انرژی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و الکتریسیته را نیز آزمون کرد. بر این اساس، وی نتیجه گرفت که یک رابطه علیت گرنجری دو طرفه بین مصرف نهایی انرژی و تولید ناخالص داخلی و یک رابطه علیت گرنجری دو طرفه بین تولید ناخالص داخلی، مصرف الکتریسیته و زغال سنگ وجود دارد، اما از تولید ناخالص داخلی به مصرف نفت و همچنین از مصرف گاز به تولید ناخالص داخلی، رابطه علیت گرنجری یک طرف وجود دارد.

استرن^۳ (۲۰۰۰) در مقاله خود که ادامه و بسط مقاله سال ۱۹۹۳ وی است، به این نتیجه دست یافت که انرژی به طور معناداری، رشد اقتصادی را توضیح می‌دهد. وی نشان داد اگر در الگو تولید ناخالص داخلی، سرمایه، نیروی کار و انرژی وارد شود، بین متغیرها، هم‌انباشتگی وجود خواهد داشت.

^۱ Asafu

^۲ Yang

^۳ Stern

چنگ و لای^۱ (۱۹۹۷) با استفاده از آزمون علیت گرنجری هشیائو، به یک، رابطه علیت یک طرفه از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی و رابطه علیت یک طرفه از انرژی به اشتغال، در دوره زمانی ۱۹۵۵-۱۹۹۳ برای کشور تایوان دست یافتند.

مسیح و مسیح^۲ (۱۹۹۷) با استفاده از الگوهای تصحیح خطای برداری، به بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی، قیمت ها و درآمد واقعی در دو کشور کره و تایوان پرداختند. قیمت به این دلیل وارد مدل شده است که تاثیر مهمی بر درآمد و مصرف انرژی در این دو کشور دارد. نتایج حاصل از تحقیق نشان می دهد نرخ تغییر قیمت ها سبب تغییر در مصرف انرژی و منجر به تغییر در رشد اقتصادی می گردد.

کرافت و کرافت^۳ (۱۹۷۸) مطالعات به سمت آزمون روابط علی بین مصرف انرژی و درآمد واقعی یا اشتغال معطوف گردید. در این مطالعه روابط علی بین مصرف انرژی و درآمد واقعی برای کشور آمریکا مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل، علیتی یک طرفه از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی را نشان داد.

نظریه های بسیار و متفاوتی در رابطه با ارتباط تجارت خارجی و رشد توسعه اقتصادی از سوی اقتصاددانان مطرح شده است. گروهی از اقتصاددانان توسعه معتقدند که تجارت آزاد خارجی نقش مثبتی در رشد توسعه کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه دارد و گروه دیگر معتقدند که تجارت بین الملل نمی تواند محرک قوی برای رسیدن به رشد توسعه کشورهای در حال توسعه باشد. مجادله در خصوص تاثیر سیاست تجاری بر رشد اقتصادی از پیشینه طولانی برخوردار است. در ادبیات اقتصادی تأکید شده که ارتباط بین تجارت بین الملل و رشد اقتصادی متقابل است. درباره اثر رشد اقتصادی بر تجارت بین الملل، دو مسأله اساسی وجود دارد: الف- اثر رشد بر شرایط مبادله ب- اثر رشد

¹ Cheng & Lai

² Masih & Masih

³ Kraft and kraft

(از طریق اثر بر تجارت بین‌الملل روی رفاه اقتصاد) غالباً برای بررسی نظری آثار رشد اقتصادی بر تجارت بین‌الملل فرض می‌شود که هر کشور دارای قابلیت‌های عوامل تولید و تکنولوژی مشخص و تغییرناپذیری است (دارای منحنی امکانات تولید معین است) و همچنین سلیقه‌های مردم مشخص و غیر قابل تغییر است (لذا، نقشه بی تفاوتی مشخصی دارند)، حال اگر قابلیت‌های یک کشور از ناحیه عوامل تولید تغییر کند و یا تکنولوژی بهبود یابد، این تغییرات سبب می‌شود که منحنی امکانات تولید کشور تغییر مکان پیدا کند. تغییر در سلايق مردم یک کشور هم نقشه بی تفاوتی جدیدی را به دست می‌دهد. تمامی این تغییرات روی رابطه مبادله و حجم تجارت اثر می‌گذارد، اما اینکه تا چه حد رابطه مبادله و حجم تجارت تحت تأثیر واقع می‌شود، به مقدار و نوع تغییری بستگی دارد که رخ می‌دهد. متقابلاً رشد اقتصاد نیز از تجارت تأثیر می‌پذیرد. با این حال، جنبه نظری آثار تجارت بر رشد اقتصادی، در مقایسه با جنبه نظری اثر رشد بر تجارت، کمتر توسعه یافته و مباحث غالباً ناکافی و کلی است.

با وجود اختلاف نظرهای متعددی که در مورد ماهیت تأثیرگذاری تجارت خارجی بر اقتصاد کشورها وجود دارد، اکثر اقتصاددانان تأکید فراوانی بر اهمیت تجارت خارجی در اقتصاد کشورها داشته‌اند. در اقتصاد آزاد، تجارت بین‌الملل به صورت موتور قدرتمند رشد عمل می‌کند و در همه جا تمامی درآمدها را افزایش می‌دهد. به طور کلی هر کشوری با مشارکت در تجارت جهانی وضع بهتری خواهند داشت. خلاصه‌ای از مطالعات انجام گرفته در مورد اثر تجارت روی رشد اقتصادی بیان گردیده است.

چن و دانگ^۱ (۲۰۱۲) بر اساس داده‌های پانلی ۳۱ استان خود مختار چین در دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۹۷ به بررسی تأثیر واردات و صادرات بر رشد اقتصادی با استفاده از تخمین ناپارامتریک پرداختند. یافته‌ها نشانگر تأثیر مثبت واردات و صادرات بر رشد اقتصادی است.

سادورسکی^۲ (۲۰۱۱) به مطالعه رابطه تجارت و مصرف انرژی در کشورهای خاورمیانه پرداختند و رابطه قوی بین این دو عامل دریافتند و مصرف انرژی را عامل اساسی تجارت در کشورهای خاورمیانه

^۱ Chen, J. & B. Dong

^۲ Sadorsky

دانستند. دریافت که برای دسته ای از اقصادهای خاورمیانه نظیر بحرین، ایران، اردن، عمان، قطر، عربستان، سوریه و امارات، دینامیک‌های کوتاه مدت رابطه علیت معکوس از صادرات با مصرف انرژی نشان دادند در حالیکه رابطه دو طرفی بین واردات و مصرف انرژی وجود داشت.

قاضی (۲۰۰۸) که هدف از مطالعه‌اش بررسی رابطه رشد صادرات، رشد واردات و فرضیه پایداری بدهی خارجی تونس با استفاده از داده‌های سالانه دوره ۱۹۶۰-۲۰۰۸ بود. روش کار برای تعیین رابطه درازمدت و یا جهت علیت در درازمدت بین صادرات، واردات و تولید ناخالص داخلی، روش است برای تعیین قوت روابط علی از روش تجزیه واریانس استفاده شده است. که نتایج نشان دهنده علیت یک سویه از صادرات به رشد (ARDL) اقتصادی و ارتباط دو طرفه میان واردات و رشد اقتصادی را می‌باشد. از سوی دیگر، ارتباط دو طرفه بین صادرات و واردات وجود دارد. یافته‌های تجربی این مطالعه برای سیاست‌گذاران تونس در تدوین سیاست‌های تجاری مهم هستند.

۳-۵-۲ تحقیقات انجام شده داخلی

تقوی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی و تحلیل مدل هکشر - اهلین - وانک^۱ (HOV) در اقتصاد ایران پرداختند و دریافتند که محتوای عاملی تجارت در ۶۷ درصد از فعالیت‌ها ۲۸ بخش منفی بوده و در ۳۳ درصد فعالیت‌ها ۱۳ بخش که وفور نسبی عوامل داشته، مثبت است.

اصغرپور و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی رابطه بین کل مصرف برق و رشد اقتصادی با تاکید بر شکست ساختاری طی دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۴۶ پرداختند. آن‌ها از آزمون هم جمعی گریگوری- هانسن و همچنین آزمون ریشه‌ی واحد زیوت و اندریوز (۱۹۹۳) برای تعیین تغییرات ساختاری به شکل درون‌زا

^۱ فرض اساسی در الگوی ریکاردو این بود که توابع تولید دو کشور برای کالاهای مشابه یکسان است ولی هکشر و اوهلین توابع تولید را در تمام کشورها مشابه می‌داند. این نظریه بر تفاوت بین کشورها در برخورداری از عوامل تولید و تفاوت بین کالاها در میزان استفاده از این عوامل تولید تأکید دارد و با توجه به فروض بالا بیان می‌نماید که هر کشوری کالایی را صادر می‌کند که در تولید آن نیاز به عوامل نسبتاً ارزان و فراوان دارد و متقابلاً کالایی را وارد می‌کند که در تولید آن نیاز به استفاده از عوامل نسبتاً کمیاب و گران است؛ لذا فراوانی نسبی عوامل به صورت قیمت‌های عوامل داخلی نشان داده می‌شود و در تعیین مزیت نسبی یک کشور در تولید یک کالا وفور نسبی عوامل تولید نقش دارد (وانک در نظریه چند کشور را به جای دو کشور استفاده کرد)

استفاده نموده‌اند. نتایج نشان دهنده رابطه بلندمدت مثبت بین مصرف کل گاز طبیعی و رشد اقتصادی می‌باشد. همچنین در مطالعه دیگری اصغریپور و همکاران در سال ۱۳۸۷ رابطه بین مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی را در ایرن طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۵ مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از آزمون ریشه واحد زیوت و اندریوز و هم انباشستگی گریگوری- هانسن به رابطه مثبت و معنادار میان مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی کشور دست یافتند.

هادیان و مقدم (۱۳۸۸) با استفاده از روش خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی، تأثیر کل واردات و واردات کالاهای سرمایه‌ای، واسطه‌ای و مصرفی بر رشد اقتصادی در ایران را در ۴ الگوی مجزا طی دوره ۱۳۴۹-۱۳۸۶ مورد بررسی قرار دادند. بر اساس یافته‌های به دست آمده، تأثیر سهم واردات واسطه‌ای و سرمایه‌ای بر تولید ناخالص داخلی در کوتاه مدت و بلندمدت مثبت و معنادار می‌باشد، اما سهم واردات مصرفی تأثیر معناداری بر تولید ناخالص داخلی ندارد.

نوروزی (۱۳۸۷) اثر مصرف انرژی بر هر یک از بخش‌های نفت و گاز، خدمات، کشاورزی و صنعت در ایران را مبتنی بر داده‌های تلفیقی مورد مطالعه قرار می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد افزایش مصرف انواع مختلف انرژی سهم کمی در رشد بخش‌های مختلف اقتصادی کشور دارد. این‌طور بحث می‌شود که استفاده بخش‌های مختلف کشور از شیوه‌های سنتی موجب شده است، تکنولوژی‌های انرژی‌بر، نقش کمی در تولید بخش‌های مختلف اقتصادی کشور داشته باشند. به‌طور خلاصه این پژوهش نشان می‌دهد افزایش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف تأثیر مثبتی ندارد.

زمانی (۱۳۸۶) با به کارگیری الگوی تصحیح خطای برداری، رابطه میان تولید ناخالص داخلی و همچنین ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی و صنعت با انواع حامل‌های انرژی برای ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۶۷ را بررسی کرده است. یافته‌های وی رابطه یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف کل انرژی، گاز و فراورده‌های نفتی، همچنین رابطه یک طرفه دیگری از مصرف کل انرژی،

برق، گاز و فراورده های نفتی به ارزش افزوده صنعت را گزارش می دهند. بخش کشاورزی نیز رابطه دو طرفه ای با مصرف کل انرژی، فراورده های نفتی و برق دارد.

قاضی، آماده و عباسی فر (۱۳۸۶) با استفاده از الگوی خودبازگشتی با وقفه های توزیعی وجود رابطه بلندمدت و کوتاه مدت، (ECM) و هم چنین الگوی تصحیح خطا (ARDL) بین مصرف نهایی انرژی و حامل های مختلف آن (شامل فراورده های نفتی، برق و گاز) با تولید و اشتغال را در بخش های مختلف اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۲ مورد بررسی قرار می دهند. نتایج حاصل نشان داد که یک رابطه علیت کوتاه مدت و بلندمدت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی و مصرف نهایی انرژی برق به رشد اقتصادی وجود دارد. به علاوه رشد اقتصادی نیز، علت کوتاه مدت برای مصرف نهایی گاز طبیعی شناخته می شود. در بخش صنعت، یک رابطه علیت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی به رشد ارزش افزوده این بخش وجود دارد. در بخش کشاورزی، رابطه علیت کوتاه مدت و بلندمدت به صورت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی برق به سمت رشد ارزش افزوده این بخش می باشد.

بهبودی، اصغرپور و قزوینیان (۱۳۸۶) رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را با استفاده از داده های سری زمانی سالانه اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۴۶ با تاکید بر شکست ساختاری مورد بررسی قرار داده اند. نتایج تجربی حاصل از این تحقیق نشان می دهد میان مصرف انرژی و تولید در ایران با در نظر گرفتن شکست ساختاری، یک رابطه بلندمدت مثبت وجود دارد.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۵) به بررسی رابطه بین مصرف انرژی در بخش های خانگی و تجاری تحت عنوان تقاضای نهایی انرژی و همچنین صنعت، کشاورزی و حمل و نقل تحت عنوان تقاضای واسطه ای انرژی با رشد اقتصادی پرداختند. آنها از روش علیتی گرنجری و الگوی تصحیح خطا استفاده کردند. نتایج حاکی از وجود رابطه علی یک طرفه از تقاضای نهایی انرژی به رشد اقتصادی و رابطه علی دوطرفه میان تقاضای واسطه ای انرژی و رشد اقتصادی می باشند.

ح سنی، عماد الا سلام و کا شمري (۱۳۸۵) ارتباط علی بین مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی در ایران را طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۵۰ با استفاده از روش تحلیل‌های هم‌انباشتگی و آزمون علیت هسیائو^۱ مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج حاصله از علیت هسیائو بیان‌کننده‌ی علیت یک طرفه از مصرف انرژی و اشتغال به تولید ناخالص داخلی و از اشتغال به مصرف انرژی است. از این رو، اعمال سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف حامل‌های انرژی در شرایط تعقیب برنامه‌های ایجاد اشتغال باید با احتیاط کامل صورت بگیرد تا مانع رشد تولید نگردد.

آرمن و زارع (۱۳۸۴) با به کارگیری روش تودا- یاماموتو و الگوی تصحیح خطای برداری به بررسی رابطه علیت بین مصرف کل انرژی و حامل‌های انرژی با رشد اقتصادی طی دوره ۱۳۸۱-۱۳۴۶ پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهنده یک رابطه علیت گرنجری یک طرفه از کل مصرف نهایی انرژی، مصرف فرآورده‌های نفتی و مصرف برق به رشد اقتصادی و یک رابطه علیت گرنجری یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف گاز طبیعی و سوخت‌های جامد می‌باشند. نتایج حاصل از برآورد مدل‌های تصحیح خطا نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت یک رابطه علیت گرنجری دو طرفه بین مصرف برق و رشد اقتصادی و یک رابطه علیت گرنجری یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف گاز طبیعی فقط در بلندمدت وجود دارد.

نजारزاده و عباس محسنی (۱۳۸۳) با استفاده از آزمون علیت هسیائو به بررسی رابطه علیت میان حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۰ پرداختند. نتایج حاکی از آن است که یک رابطه علیتی دوطرفه بین مصرف کل فرآورده‌های نفتی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران وجود دارد.

ابریشمی و مصطفایی (۱۳۸۰) به بررسی رابطه بین مصرف فرآورده‌های عمده نفتی و رشد اقتصادی طی دوره ۱۳۷۸-۱۳۳۸ پرداخته‌اند. آن‌ها به منظور بررسی تأثیر متقابل بین تولید ناخالص داخلی و

¹ Hsiao

مصرف فرآورده‌های عمده‌ی نفتی، از مدل‌های تصحیح خطای برداری استفاده کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که در کوتاه‌مدت رابطه‌ی علّیت گرنجری از مصرف فرآورده‌های نفتی به تولید ناخالص داخلی وجود ندارد، ولی در بلندمدت رابطه‌ی علّیت گرنجری از مصرف فرآورده‌ها به تولید ناخالص داخلی است. همچنین در کوتاه‌مدت رابطه‌ی علّیت ضعیفی از تولید به مصرف فرآورده‌ها وجود دارد و در بلندمدت نیز رابطه‌ی علّیت از تولید ناخالص داخلی به مصرف فرآورده‌هاست.

کریمی (۱۳۷۴) که با استفاده از داده‌های مقطع زمانی کشور ۱۳۷۰-۱۳۳۸ به بررسی تأثیر صادرات و واردات بر رشد اقتصادی پرداخته است. یافته‌های به دست آمده بیان‌کننده آن است که صادرات و واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای تأثیر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی دارد.

فصل چهارم: روش شناسی و آزمون ها

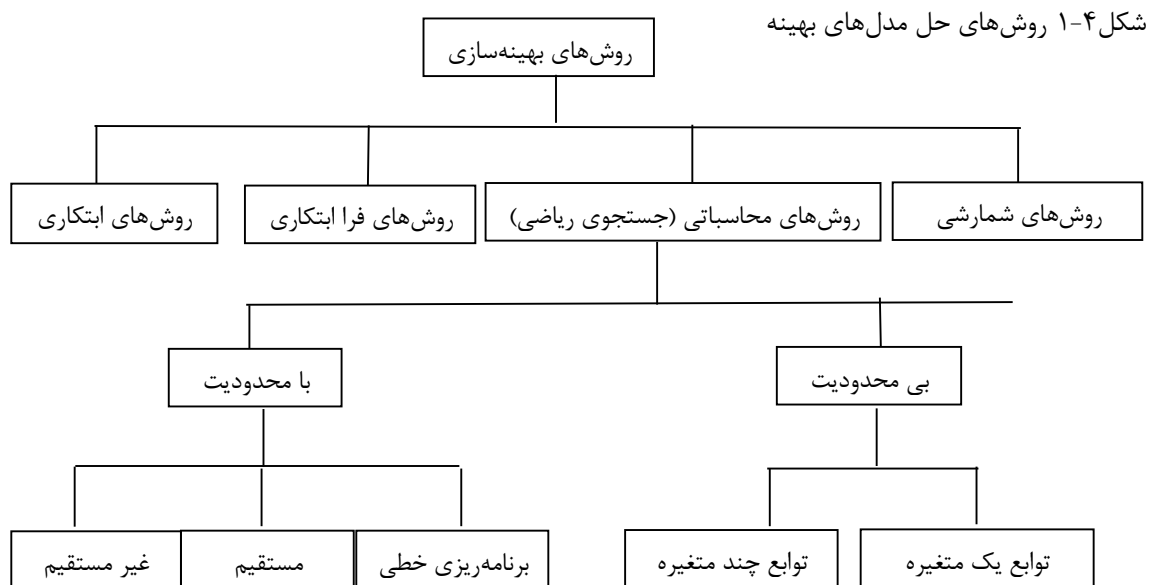
۴-۱ تحقیق در عملیات

تحقیق در عملیات در جریان جنگ جهانی دوم توسط دانشمندان انگلیسی توسعه و گسترش پیدا کرد. در آن زمان انگلیسی‌ها گروهی از دانشمندان را که با مسائل تاکتیکی و نظامی آشنا بودند مامور کردند در این زمینه تحقیقاتی را انجام دهند و مهم‌ترین دلیل این امر هم محدودیت بودجه‌ی نظامی انگلستان بود و بدین منظور این دانشمندان مجبور شدند چگونگی استفاده‌ی حداکثر از منابع محدود را مورد بررسی قرار دهند. این دانشمندان مسائل مختلفی را مورد بررسی قرار دادند و با بررسی‌های کمی شیوه‌های مختلفی را پیشنهاد دادند. باید گفت نتایج حاصل از تحقیقات این دانشمندان بسیار ارزشمند بود و به همین دلیل مدیریت نظامی ایالات متحده را به فعالیت‌هایی در این زمینه ترغیب نمود. آمریکایی‌ها موفقیت‌های چشمگیری در این زمینه کسب کردند و توانستند الگوهای جدیدی از عملیات نظامی را به کمک این روش‌ها بهینه نمایند. جالب اینجاست که این روش‌ها به قدری موفق بودند که بعد از جنگ توجه مدیران صنعتی را نیز به خود جلب نمود و گروه‌های تحقیق در عملیات دریافتند که مسائل نظامی تفاوتی با مسائل صنعتی و اقتصادی ندارند و می‌توان از این علم در صنعت هم استفاده نمود (عطایی، ۱۳۹۳).

پژوهش در عملیات عبارت از کاربرد روش‌های علمی در مسائل پیچیده پدید آمده برای هدایت و مدیریت سیستم‌های بزرگ شامل انسان، ماشین، مواد و پول، در صنعت، تجارت، دولت و دفاع است. رویکرد متمایز پژوهش در عملیات، توسعه مدلی علمی از سیستم به همراه اندازه‌گیری عواملی مانند شانس و خطر برای پیشگویی و مقایسه پیامدهای تصمیمات، استراتژی‌ها یا کنترل‌های جانشین می‌باشد. هدف، کمک به مدیریت در تعیین سیاست‌ها و اقدامات به صورت علمی است (صادقی و صفری، ۱۳۹۲).

۲-۴ روش‌های حل بهینه‌سازی

روش‌های بهینه‌سازی را در چهار دسته وسیع دسته‌بندی می‌کنند. روش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.



۱-۲-۴ روش‌های شمارشی^۱

در روش‌های شمارشی در هر تکرار فقط یک نقطه متعلق به فضای دامنه تابع هدف بررسی می‌شود. این روش‌ها برای پیاده‌سازی، ساده‌تر از روش‌های دیگر می‌باشند؛ اما به محاسبات قابل توجهی نیاز دارند. در این روش‌ها ساز و کاری برای کاستن دامنه جستجو وجود ندارد و دامنه فضای جستجو شده با این روش خیلی بزرگ است. برنامه‌ریزی پویا^۲ مثال خوبی از روش‌های شمارشی می‌باشد. این روش کاملاً غیرهوشمند است و به همین دلیل امروزه بندرت به تنهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۲-۴ روش‌های محاسباتی (جستجوی ریاضی)^۳

^۱ Enumerative Method

^۲ Dynamic Programming

^۳ Calculus - Based Method

این روش‌ها از مجموعه شرایط لازم و کافی که در جواب مسئله بهینه‌سازی صدق می‌کند، استفاده می‌کنند. وجود یا عدم وجود محدودیت‌های بهینه‌سازی در این روش‌ها نقش اساسی دارد. به همین علت، این روش‌ها به دو دسته روش‌های با محدودیت و بی‌محدودیت تقسیم می‌شوند.

روش‌های بهینه‌سازی بی‌محدودیت با توجه به تعداد متغیرها شامل بهینه‌سازی توابع یک متغیره و چند متغیره می‌باشند.

روش‌های بهینه‌سازی توابع یک متغیره، به سه دسته روش‌های مرتبه صفر، مرتبه اول و مرتبه دوم تقسیم می‌شوند. روش‌های مرتبه صفر فقط به محاسبه تابع هدف در نقاط مختلف نیاز دارد؛ اما روش‌های مرتبه اول از تابع هدف و مشتق آن و روش‌های مرتبه دوم از تابع هدف و مشتق اول و دوم آن استفاده می‌کنند. در بهینه‌سازی توابع چند متغیره که کاربرد بسیار زیادی در مسائل مهندسی دارد، کمینه‌سازی یا بیشینه‌سازی یک کمیت با مقدار زیادی متغیر طراحی صورت می‌گیرد.

یک تقسیم‌بندی، روش‌های بهینه‌سازی با محدودیت را به سه دسته برنامه‌ریزی خطی، روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌کند. مسائل با محدودیت که توابع هدف و محدودیت‌های آنها خطی باشند، جزو مسائل برنامه‌ریزی خطی قرار می‌گیرند. برنامه‌ریزی خطی شاخه‌ای از برنامه‌ریزی ریاضی است و کاربردهای فیزیکی، صنعتی و تجاری بسیاری دارد.

در روش‌های مستقیم، نقطه بهینه به طور مستقیم جستجو شده و از روش‌های بهینه‌یابی بی‌محدودیت استفاده نمی‌شود. هدف اصلی روش‌های غیرمستقیم استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی بی‌محدودیت برای حل عمومی مسائل بهینه‌سازی با محدودیت می‌باشد.

در اکثر روش‌های محاسباتی بهینه‌یابی، از گرادینت تابع هدف برای هدایت جستجو استفاده می‌شود. اگر مثلاً به علت ناپیوستگی تابع هدف، مشتق آن قابل محاسبه نباشد، این روش‌ها اغلب با مشکل روبه‌رو می‌شوند.

۴-۲-۳ روش‌های ابتکاری^۱ و فرا ابتکاری^۲ (جستجوی تصادفی^۳)

یک روش ناشیانه برای حل مسائل بهینه‌سازی ترکیبی این است که تمامی جواب‌های امکان‌پذیر در نظر گرفته شود و توابع هدف مربوط به آن محاسبه شود و در نهایت، بهترین جواب انتخاب گردد. روشن است که شیوه شمارش کامل، نهایتاً به جواب دقیق مسأله منتهی می‌شود؛ اما در عمل به دلیل زیاد بودن تعداد جواب‌های امکان‌پذیر، استفاده از آن غیرممکن است. با توجه به مشکلات مربوط به روش شمارش کامل، همواره بر ایجاد روش‌های مؤثرتر و کاراتر تأکید شده است. در این زمینه، الگوریتم‌های مختلفی به وجود آمده است که مشهورترین نمونه آن‌ها، روش سیمپلکس برای حل برنامه‌های خطی و روش شاخه و کرانه برای حل برنامه‌های خطی با متغیرهای صحیح است. برای مسائلی با ابعاد بزرگ، روش سیمپلکس از کارایی بسیار خوبی برخوردار است، ولی روش شاخه و کرانه کارایی خود را از دست می‌دهد و عملکرد بهتری از شمارش کامل نخواهد داشت. به دلایل فوق، اخیراً تمرکز بیشتری بر روش‌های ابتکاری یا فرا ابتکاری یا جستجوی تصادفی صورت گرفته است. روش‌های جستجوی ابتکاری، روش‌هایی هستند که می‌توانند جوابی خوب (نزدیک به بهینه) در زمانی محدود برای یک مسأله ارائه کنند. روش‌های جستجوی ابتکاری عمدتاً بر مبنای روش‌های شمارشی می‌باشند، با این تفاوت که از اطلاعات اضافی برای هدایت جستجو استفاده می‌کنند. این روش‌ها از نظر حوزه کاربرد، کاملاً عمومی هستند و می‌توانند مسائل خیلی پیچیده را حل کنند. عمده این روش‌ها، تصادفی بوده و از طبیعت الهام گرفته شده‌اند (لیون برگر^۴، ۲۰۰۸)، (صادقی و صفری، ۱۳۹۲)، (عطایی، ۱۳۹۳).

۴-۳ برنامه ریزی خطی

پیچیدگی روابط در بعضی سیستم‌ها باعث می‌شود نتوان آن‌ها را به مدل‌های پیچیده در آورد. از این رو ساده‌سازی و انتزاع بیشتری را باید در مورد این سیستم‌ها در نظر بگیریم و آن‌ها را با روابط ریاضی

¹ Heuristic

² Metaheuristic

³ Random Method

⁴ Luenberger

بیان کنیم. با توجه به پیچیدگی روابط در تحقیق در عملیات در خیلی از موارد از روش مدل ریاضی استفاده می‌شود (مهرگان، ۱۳۹۱) و (بازار، ۲۰۰۶).

دلایل عمده‌ای که باعث شده در تحقیق در عملیات از مدل‌های ریاضی استفاده کنیم این که با کمک مدل‌های ریاضی می‌توان موقعیت‌های خیلی پیچیده را تعریف و تعیین کرد.

برنامه ریزی خطی، از جمله نیرومندترین تکنیک‌هایی است که مدیران می‌توانند در حل مسائل مختلف خود با توجه به شرایط مسأله بکار گیرند. برنامه‌ریزی خطی، مدلی ریاضی برای جست و جو و انتخاب بهترین روش کار از میان مجموعه راه‌های پیش‌روست. برنامه‌ریزی خطی با بهینه (کمینه یا بیشینه) کردن متغیر وابسته‌ای که به صورت خطی با مجموعه‌ای از متغیرهای ناوابسته مرتبط می‌شود و با در نظر گرفتن شماری محدودیت خطی از متغیرهای ناوابسته در ارتباط است. متغیرهای ناوابسته، متغیرهایی هستند که مقدار آنها را تصمیم گیرنده تعیین می‌کند و مقدار متغیرهای وابسته را که به عنوان ستاده مدل ارائه می‌شوند تعیین می‌کنند. متغیرهای ناوابسته، درون‌زا و متغیرهای وابسته برون‌زا، نیز نامیده می‌شوند. متغیرهای وابسته معمولاً در تابع هدف که اغلب بیانگر مفاهیم اقتصادی مانند سود، هزینه، درآمد، تولید و فروش است ارائه می‌گردند. متغیرهای ناوابسته در برنامه‌ریزی خطی به عنوان متغیرهای تصمیم شناخته می‌شود که مقدارشان نامشخص است و تصمیم گیرنده باید مقدار این متغیرها را بعد از حل مدل بدست آورد. هر مدل برنامه‌ریزی خطی سه بخش دارد: ۱- تابع هدف ۲- محدودیت ۳- متغیرهای تصمیم.

مشکل کلیدی که مدیران معمولاً در برنامه‌ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری با آن روبرو هستند، چگونگی اختصاص منابع محدود و کمیاب بین پروژه‌ها و فعالیت‌های مختلف سازمان، اداره یا کارخانه تحت سرپرستی است. برنامه‌ریزی خطی (LP) روشی برای اختصاص منابع و بودجه‌ها بطور بهینه است. این روش یکی از پرکاربردترین ابزارهای پژوهش عملیاتی (OR) است. این روش، به عنوان راهبردی کمکی برای تصمیم‌سازی، تقریباً در همه صنایع کاربرد موفقی داشته است. منظور از

برنامه‌ریزی، برنامه‌ریزی خطی است که اشاره به فرآیند برنامه‌ریزی دارد که طی آن منابع، نیروی کار، مصالح (فرآورده‌ها)، ماشین‌آلات و سرمایه (بودجه) به بهترین نحو (بهینه) اختصاص داده می‌شوند. منظور از بهینه، بیشینه کردن سود یا کمینه کردن هزینه‌ها است. در LP، این منابع متغیرهای تصمیم هستند. معیار انتخاب بهترین مقادیر برای متغیرهای تصمیم (بیشینه کردن سودها یا کمینه کردن هزینه‌ها)، به عنوان تابع هدف شناخته می‌شود. محدودیت‌هایی که در منابع در دسترس داریم نیز به عنوان مجموعه محدودیت‌ها شناخته می‌شوند. بخش خطی LP شامل موارد زیر است:

۱- تابع هدف را می‌توان به صورت تابعی خطی از متغیرهای تصمیم بیان نمود که تابعی ریاضی با متغیرهای با توان یک بدون حاصل ضرب است. تمام مسئله را می‌توان به صورت خط‌های راست، صفحات یا دیگر فضا‌های هندسی مشابه بیان نمود.

۲- مجموعه محدودیت‌ها را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از معادلات خطی بیان کرد.

علاوه بر خطی بودن، شرط نامنفی بودن متغیرها هم مطرح است، یعنی منابع نمی‌تواند منفی باشد. بدون در نظر گرفتن این محدودیت‌ها، از نظر ریاضی ممکن است منابع بیش از میزان در دسترس استفاده شود که موجه نیست (لیونبرگ^۱، ۲۰۰۸).

تصمیم‌گیری اقتصادی اصولی و بهینه، تعیین عملی است که به بهترین نحو به مطلوب یا هدف بینجامد. این به معنای یافتن راهکاری است که مقدار تابع هدف را بهینه (بیشینه یا کمینه) می‌کند. چندین عامل می‌تواند مسائل بهینه‌سازی را نسبتاً پیچیده و حل آن‌ها را با دشواری روبرو سازد. یکی از این عوامل پیچیده‌کننده، وجود چندین متغیر تصمیم در یک مسئله است. روش‌های نسبتاً ساده‌ای برای تعیین میزان تولیدی که سود را بیشینه می‌کند، در یک کارخانه کوچک با یک محصول تولیدی وجود دارد. اما وقتی یا یک کارخانه بزرگ با انواع زیاد محصول سر و کار داریم، مسئله پیچیده‌تر می‌شود و در نتیجه تعیین میزان تولید هر یک از محصولات برای بیشینه کردن سود، مسئله بفرنجی

¹ David G. Luenberger

است. عامل پیچیده کننده دیگر، ماهیت بغرنج روابط بین متغیرهای تصمیم و خروجی مدل است. برای نمونه در تصمیمات مربوط به سیاست‌گذاری‌های همگانی، تعیین بودجه‌ای که دولت باید برای آیتم‌هایی مانند آموزش در نظر بگیرد، با توجه به ارتباط آموزش با مؤلفه‌هایی چون میزان درآمد، اشتغال و بهره‌وری، می‌تواند پیچیده باشد زیرا قطعاً ارتباط ساده و قابل برآوردی بین متغیرهای تصمیم و خروجی مدل وجود ندارد. عامل پیچیده کننده سوم، امکان وجود یک یا چندین محدودیت پیچیده در متغیرهای تصمیم است. تقریباً در همه سازمان‌ها و سامانه‌ها، با توجه به محدودیت منابع مانند سرمایه، کارکنان و دیگر امکانات و تسهیلات، محدودیت‌هایی روی متغیرهای تصمیم گذاشته می‌شود. این محدودیت‌ها را باید در تصمیم‌گیری برای تعیین میزان تولید هر محصول وارد مسأله بهینه‌سازی نمود. در دیگر صورت، تکنیک‌های بهینه‌سازی استفاده شده برای حل مسأله، منجر به خروجی می‌شود که در عمل و شرایط موجود قابل تأمین نیست. عامل پیچیده کننده دیگر، وجود ریسک یا عدم قطعیت است. هر چند در حل مسائل برنامه‌ریزی ریاضی و بهینه‌سازی، اغلب این عامل بطور مستقیم در حل مسأله وارد نمی‌شود. یعنی فرض غالب این است که در تعیین متغیرهای تصمیم، قطعیت وجود دارد.

۴-۳-۱ فرم عمومی مدل برنامه‌ریزی خطی

یک مدل برنامه‌ریزی را که در آن تابع هدف و توابع قیدها همه توابع خطی باشند و دامنه تغییرات متغیرهای تصمیم یک مجموعه پیوسته باشد را یک مدل برنامه‌ریزی خطی گویند. هر مدل برنامه‌ریزی خطی را می‌توان به مدلی مانند مدل زیر تبدیل کرد.

$$\text{Max/min } Z = f(x) \quad ۱-۴$$

$$g_1(x) \leq b_1 \quad ۲-۴$$

$$g_2(x) \leq b_2 \quad ۳-۴$$

به جزء استفاده از این روش برای حل مسائل کوچک تقریباً همه نرم افزارهای پیچیده و سیستم های کامپیوتری به طور گسترده ای از آن استفاده می کنند. همچنین انواع بسط یافته و اصلاح شده روش simplex برای تحلیل های پس از بهینگی مانند تحلیل حساسیت مورد استفاده قرار می گیرد. تابلوی simplex مدل را به گونه ای سازماندهی می کند که بکارگیری مراحل ریاضی آسان تر شود. شکل کلی یک تابلوی simplex بصورت زیر می باشد:

				مقادیر سمت راست
				کمکی
				ستون متغیرهای
				ستون ضرایب فنی
				ستون متغیرهای اساسی
ستون ضرایب حاشیه ای				سطر ضرایب
				حاشیه ای
	X_B	X_i	S_j	RHS
	Z_0			
	S_j یا X_i			
	S_j یا X_i			

۴-۴ مدل سریهای زمانی

اقتصاددانان مشاهده کرده اند و معتقدند که مدل های معادلات همزمان کلان که در سال های ۱۹۶۰ ساخته شده اند، قدرت پیش بینی ضعیف تری از مدل های ساده یک متغیره دارند، مدلهایی که صرفاً دارای چند پارامتر و بصورت یک متغیر سری زمانی است.

در روش های اقتصادسنجی با اسناد کردن متغیرها با یکدیگر، آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهند. اسناد کردن متغیرها منبعت از نظریه های اقتصادی است. پس از تخمین پارامتر مدل ها، متغیرهای وابسته بر اساس پیش بینی و حرکت متغیرهای مستقل، قابل پیش بینی می باشند. اما هدف

پیش‌بینی را می‌توانیم با یک مدل ساده که رفتار متغیر را بر اساس رفتار آن در گذشته شرح می‌دهد، برآورده نمائیم. به همین دلیل کارهای (Box-Jenkins, 1984)، برجستگی خاصی در پیش‌بینی روند متغیرها پیدا کرد. برای رسیدن به تجزیه و تحلیل ماهیت متغیرهای اقتصادی لازم است تعاریف و ابزارهای را در اینجا معرفی نمائیم.

۴-۵ فراگرد تصادفی^۱

مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی که در یک فضای احتمالی تعریف می‌شوند را فراگرد تصادفی گویند.

$$\{X_t : t \in T\}; T = N \quad ۷-۴$$

فضای احتمال (Ω, A, P) بطوریکه P مقدار احتمال، A واریانس و Ω فضای نمونه است.

فراگرد تصادفی مانای ضعیف^۲، به یک جریان تصادفی مانای ضعیف گفته می‌شود که میانگین آن وجود دارد و به t بستگی ندارد.

$$i) E(X_t) = \mu \quad ۸-۴$$

کوواریانس آن وجود دارد و تابعی از $t-s$ است.

$$ii) \text{var}(X_t - \mu)(X_s - \mu) = \text{Cov}(X_t, X_s) \quad ۹-۴$$

در نتیجه واریانس X_t ثابت است و به t بستگی ندارد.

$$iii) \text{var}(X_t) = E[X_t - \mu][X_t - \mu] = \sigma^2 \quad ۱۰-۴$$

¹ Stochastic Process

² Weakly Stationary Stochastic Process

از سه شرط فوق نمی‌توان نتیجه گرفت که گشتاورهای سوم و چهارم هم ثابت هستند. لذا اگر X_t دارای میانگین μ باشد و X_t ها با یکدیگر رابطه نداشته باشند، و واریانس X_t ثابت باشد، در آن صورت X_t مانای ضعیف است. به ویژه چنانچه اگر X_t ، با واریانس محدود باشد، X_t مانای ضعیف است.

فراگرد تصادفی مانای قوی^۱، به یک جریان تصادفی $\{x_t : t \in Z\}$ قویاً مانا گویند، اگر تابع چگالی مشترک (cdf) $X_{t_1}, X_{t_2}, X_{t_k}$ برای همه $t_1, t_2, \dots, t_k$ هم مانند تابع چگالی مشترک $x_{t_1+h}, x_{t_2+h}, x_{t_k+h}$ برای مقادیر مختلف h باشد.

هر جریان مانای ضعیف، نمی‌تواند مانای قوی باشد، ولی اگر x_t مانای قوی باشد و دارای واریانس محدود، حتماً مانای ضعیف خواهد بود.

۴-۶ تابع اتوکو واریانس^۲

$E(X_t - \mu)(X_{t+h} - \mu) = \gamma_h$ ، بطوریکه $\gamma_{-h} = \gamma_{+h}$ لذا، اگر $h = 0$ باشد داریم:

$$\text{var}(X_t) = \gamma_0 \quad ۱۱-۴$$

۴-۷ تابع خود همبستگی

چنانچه γ_h را بر γ_0 تقسیم نمائیم تابع ACF داریم:

$$\rho_h = \frac{\gamma_h}{\gamma_0} \quad ; \quad \rho_h = \rho_{-h} \quad -1 \leq \rho_h \leq 1 \quad ۱۲-۴$$

لذا اگر $h = 0$ باشد $\rho_0 = 1$ خواهد بود.

^۱ Strictly Stationary Stochastic Process

^۲ Auto Correlation Function (ACF)

۴-۷-۱ تابع خود همبستگی جزئی^۱

تابع $ACF(k)$ از مرتبه k رابطه ناخالص بین X_t و X_{t-k} را نشان می‌دهد. رابطه ناخالص بین این دو دوره که همبستگی جزئی نام دارد، عبارتست از همبستگی ساده بین X_t و X_{t-k} منهای آن بخش که با رابطه خطی بین X_t و X_t های گذشته، توضیح داده نشده است، یعنی:

$$\rho_h^* = \text{corr}[X_t - \beta_1 X_{t-1} - \beta_2 X_{t-2} - \dots - \beta_k X_{t-k+1}, X_{t-k}] \quad ۴-۱۳$$

۴-۸ White Noise

اگر فراگرد تصادفی دارای میانگین صفر و واریانس σ^2 باشد و با یکدیگر وابستگی نداشته باشند آنرا White noise گویند و معمولاً آنرا با ε_t یا u_t نشان می‌دهند.

۴-۹-۱ فراگرد نامانا و ریشه‌های واحد^۲

بطور کلی اگر یک فراگرد تصادفی دارای ریشه واحد باشد، یعنی فراگرد اتورگر سیوی است که مقدار جاری یک متغیر از مقدار گذشته آن تبعیت می‌کند.

۴-۹-۱ اهمیت ریشه‌های واحد

اهمیت داشتن ریشه واحد برای یک فراگرد تصادفی آنست که اگر شوکی به آن وارد شود اثر دائمی دارد. یعنی اگر متغیر اقتصادی نامانا باشد، دارای ریشه واحد است و شوک‌هایی که به آن وارد می‌شود دائمی خواهند بود و اگر شوکی دائمی باشد نمی‌تواند ناشی از طرف تقاضا باشد. مثلاً اقتصاددانان معتقدند اگر دولت عرضه پول را ۵ درصد افزایش دهد، قادر نخواهد بود بیکاری را برای همیشه کاهش دهد، در نتیجه پول در بلندمدت مهم نیست. ممکن است دولت قادر باشد در کوتاه‌مدت نوسانات در برخی فعالیت‌های اقتصادی را کاهش دهد، اما در این مدت میزان محصول تغییری نخواهد کرد.

¹ Partial Autocorrelation Function

² Non- Stationary Process and Unit Roots

اما نلسون و پلوسر^۱ نشان دادند، چون فراگرد تصادفی GNP نامانا است، لذا تغییرات در GNP یا شوک‌هایی که بر روی GNP اثر می‌گذارند، شوک‌های ناشی از عرضه است.

۴-۹-۲ مسأله آزمون فرضیه

فرضیه $\alpha=1$ و یا فرضیه مقابل $\alpha<1$ ، در دو دهه اخیر در اقتصاد کلان اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است که بیش از ۱۰۰ ها مقاله در این زمینه تهیه شده است و همچنان مورد اختلاف مکاتب نئوکلاسیک، نئوکینزین و پول‌گراها می‌باشد.

برای بررسی این فرضیه دو مشکل آماری وجود دارد:

اول- چگونه روند را حذف کنیم یعنی با تفاضل‌گیری یا با انجام رگرسیون و قراردادن T بعنوان متغیر توضیح دهنده؟

دوم - $\hat{\alpha}_{ols}$ در مدل‌های AR چنانچه $\alpha=1$ باشد دارای توزیع استاندارد t و F معمولی نخواهد بود و این توزیع باید مورد به مورد محاسبه شود و بستگی دارد به اینکه سایر متغیرهایی که در مدل وجود دارند کدام هستند، (آیا جمله ثابت، روند، متغیرهای تاخیری تا چند مرتبه وجود دارند)، لذا نیاز داریم جدول خاصی برای آزمون ریشه واحد تهیه کنیم.

۴-۹-۳ آزمون ریشه واحد^۲

موضوعی که سالهای ۱۹۸۰ همه انرژی اقتصاددانان را بخود جذب کرد این موضوع بود که آیا α در مدل‌های $X_t = \alpha X_{t-1} + \varepsilon_t$ برابر یک است یا کوچکتر از یک. می‌دانیم که اگر $\alpha=1$ باشد، X_t گام تصادفی است و یک حالت خاص از سری نامانا است. همانطور که گفته شد تخمین α به روش OLS دارای توزیع مجانبی نرمال بصورت زیر است.

^۱ Nelson- Plosser

^۲ Unit Root Test

$$\sqrt{T}(\hat{\alpha} - \alpha) \rightarrow N(0, 1 - \alpha^2) \quad ۱۴-۴$$

$$P \lim \frac{1}{T} \sum_{t=2}^T X_{t-1}^2 = \frac{\sigma^2}{1 - \alpha^2} \quad ۱۵-۴$$

$$P \lim \frac{1}{T} \sum_{t=2}^T X_{t-1} \varepsilon_t = 0 \quad ۱۶-۴$$

$$P \lim \hat{\alpha} = \alpha + P \lim \left(\frac{1}{T} \sum_{t=2}^T X_{t-1}^2 \right)^{-1} \cdot P \lim \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=2}^T X_{t-1} \varepsilon_t \cdot P \lim \frac{1}{\sqrt{T}} \quad ۱۷-۴$$

$$P \lim \hat{\alpha} = \alpha \quad ۱۸-۴$$

اگر سری گام تصادفی باشد، تخمین OLS برای α دارای تورش به سمت صفر است. حتی اگر α کوچکتر از یک یا نزدیک به یک باشد باز هم تخمین آن به سمت صفر دارای تورش است.

Evans – Said (1981, 1984) با استفاده از روش Monte-Carlo شواهدی نشان دادند که $\hat{\alpha}_{ols}$ دارای تورش است. آزمون $H: \alpha = 1$ با استفاده از جدول معمولی t و F همواره به نفع فرضیه مقابل رد خواهد شد. Dickey- Fuller (1976) روش آزمونی برای این مسأله ارائه کردند. برای آشنا شدن با این روش مدل:

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t \quad ۱۹-۴$$

را در نظر بگیریم. بطوریکه ε_t دارای میانگین صفر و واریانس σ^2 باشد. فرم خلاصه شده مدل فوق با استفاده از تبدیل Koick بصورت زیر است.

$$X_t = \gamma + \delta t + \alpha X_{t-1} + \varepsilon_t \quad ۲۰-۴$$

مدل فوق دارای ریشه واحد است اگر $\alpha = 1$ باشد. (در آن صورت $\delta = 0$ است). آزمون DF براساس آزمون مدل فوق در رابطه (۲۰-۴) می باشد تحت این فرض که ε_t ، White noise باشد. سه نوع تابع نمونه یا آماره برای این آزمون وجود دارد.

$$k(1)=T(\hat{\alpha}-1) \quad 21-4$$

$$\tau(1)=\frac{\hat{\alpha}-1}{SE(\hat{\alpha})} \quad 22-4$$

$$F(0,1) \quad 23-4$$

$\hat{\alpha}$ تخمین ols است و $SE(\hat{\alpha})$ انحراف معیار $\hat{\alpha}$ می‌باشد. $F(0,1)$ معمولی است برای آزمون مشترک

$$\begin{cases} \delta=0 \\ \alpha=1 \end{cases}$$

این آماره‌ها دارای توزیع استاندارد نرمال t و T نیستند. مقادیر بحرانی $k(1)$ و $\tau(1)$ برای $\delta=0$ در مقاله Fuller (1978) جدول بندی شدند و مقادیر بحرانی $F(0,1)$ در مقاله Dickey-Fulle (1981) آمده است.

اما در مدل فوق اولاً ε_t , White noise فرض شده است و ثانیاً ممکن است متغیر با تاخیر از مراتب بالا نیز در سمت راست مدل وجود داشته باشند. بدین منظور، Philips- Perron(1988), Dickey- Fuller(1984), Philips(1987), آزمون DF را برای مدلهایی که ضرورتاً ε_t وایت نویز نباشد توسعه دادند و آزمون (Augmented D.F) را ارائه دادند که مدل‌های زیر را آزمون می‌کند.

$$X_t = \gamma + \delta t + \alpha X_{t-1} + \sum_{j=1}^k \theta_j \Delta X_{t-j} + e_t \quad 24-4$$

هدف از اضافه نمودن جمله ΔX_{t-j} آن است که جریان‌های ARMA را مورد بررسی قرار دهیم. اما اگر پارامترهای MA بزرگ باشد، تعریف نمودن AR مدل ضعیفی را ارائه می‌دهد مگر آنکه k باندازه کافی بزرگ باشد. علیرغم اشکالاتی که به قدرت آزمون ریشه واحد وارد است، آزمونهای DF و ADF مقبولیت زیادی در بین اقتصاددانان یافته است.

۴-۹-۴ قدرت آزمون ریشه واحد

در قالب سری‌های زمانی متغیرهای اقتصادی، اقتصاددانان نتوانسته‌اند فرضیه $\alpha = 1$ را رد کنند و لذا نتیجه گرفته‌اند که تقریباً همه متغیرهای اقتصادی DS می‌باشند. یعنی در سطح، نامانا و با اولین تفاضل‌گیری مانا می‌شوند.

اما برخی همین نتایج را مربوط نموده‌اند به ضعف آزمون ریشه واحد برای آزمون فرضیه مقابل یعنی TS بودن متغیرها. چون درست است که نمی‌توانند $H_0: \alpha = 1$ را رد کنند ولی $\alpha = 0.95$ را هم نمی‌توانند رد کنند.

مسئله دیگری که توسط Choi به آن اشاره شده این است که اگر جملات اخلال دارای اجزای MA باشند، یک AR با مراتب بالا تخمین‌های $\hat{\alpha}_{ols}$ به سمت یک تورش داشته باشد و نشانگر وجود ریشه واحد است حتی اگر $|\alpha| < 1$ باشد. (Nelson – Plosser (1982) با مدل

$$X_t = \gamma + \delta t + \alpha X_{t-1} + \varepsilon_t \quad ۲۵-۴$$

شروع نمودند و $H_0: \alpha = 1, \delta = 0$ را تحت شرایط زیر آزمون کردند.

آنها فرض کردند ε_t i.i.d. با میانگین صفر و واریانس σ^2 باشد و ε_t بصورت:

$$\varepsilon_t = e_t + \phi e_{t-1} \quad |\phi| < 1. \quad ۲۶-۴$$

۴-۱۰ مدل‌های خودرگرسیون برداری^۱ (VAR)

در مدل خود رگرسیون برداری در تعیین متغیرهای درون‌زا و برون‌زا، از اعمال سلیقه‌های فردی پرهیز می‌شود و لذا همه متغیرها را درون‌زا در نظر می‌گیرد. در روش خود رگرسیون برداری، ابتدا یک مدل معادلات همزمان طراحی می‌شود که در آن همه متغیرها تابعی از مقادیر جاری و گذشته یکدیگر

^۱ Vector auto-regressive

می‌باشند. این مدل معروف به خود رگرسیون برداری ساختاری^۱ (SVAR) می‌باشد. با حل مدل SVAR برای متغیرهای مورد نظر، فرم حل شده VAR به دست می‌آید که معروف به خودرگرسیون برداری استاندارد است. در این مدل، هر یک از متغیرها تابعی از مقادیر گذشته خودشان هستند. این مدل با روش OLS قابل تخمین است، اما برای SVAR چنین شرایطی برقرار نیست.

در تحلیل مدل‌های VAR و استفاده از نتایج آن، معمولاً از تجزیه واریانس و توابع واکنش استفاده می‌شود و توجه کمتری به معیارهایی مانند معنی‌دار بودن ضرایب با استفاده از آماره t می‌شود. زیرا در مدل‌های VAR، متغیرهای توضیحی معمولاً همخطی شدید دارند و لذا آماره t نمی‌تواند معیار مطمئنی برای مناسب بودن یا نبودن متغیرها باشد. همچنین گفته می‌شود که اگر متغیرها نامانا باشد، نباید از تفاضل آنها استفاده نمود، زیرا در مدل VAR، هدف تعیین روابط متقابل بین متغیرهاست نه برآورد پارامترها. از طرف دیگر، تفاضل‌گیری موجب از بین رفتن اطلاعات مربوط به هم انباشتگی (روابط تعادلی) بین متغیرها می‌شود. علاوه بر این، استدلال می‌شود که نیازی به روندزدایی از متغیرهای موجود در مدل VAR نیست، زیرا یک مدل VAR که دارای ریشه واحد (نامانا) بوده و در آن جز ثابت (عرض از مبدا) را وارد کرده باشیم، می‌تواند تقریب خوبی از متغیرهایی باشد که دارای روند هستند (اندرز^۲، ۲۰۱۴).

فرم ساختاری VAR مشابه معادلات همزمان است که در آن علاوه بر مقادیر زمان‌های گذشته (y_{t-j}) ، مقادیر جاری متغیرها (y_t) نیز در هر یک از معادلات وارد می‌شود:

$$\theta y_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 y_{t-1} + \Gamma_2 y_{t-2} + \dots + \Gamma_p y_{t-p} + u_t \quad ۲۷-۴$$

^۱ Structural VAR

^۲ Enders

اگر روی ضرایب مدل VAR هیچ محدودیتی اعمال نشده باشد، آن را VAR نامقید می‌گویند. همچنین اگر ضرایب برخی از وقفه‌ها در برخی از معادلات برابر صفر قرار داده شود، تبدیل به VAR مقید می‌شود.

یکی از راه‌های تعیین طول وقفه در مدل‌های VAR استفاده از نسبت درست‌نمایی است. در این روش می‌توان دو مدل VAR با وقفه‌های متفاوت را مقایسه نمود، در اینجا مدلی که وقفه‌های بیشتری دارد، مدل نامقید و مدلی که وقفه‌های کمتری دارد مدل مقید می‌باشد.

۴-۱۱ آزمون روابط علی

تعیین طول وقفه‌ها و تعیین اینکه کدام متغیر (ها) بر متغیر (های) دیگر اثر می‌گذارد یا اثر می‌پذیرد دشوار است لذا از آزمون‌های فرض استفاده می‌کنیم که تأثیر یک متغیر را بر سایر متغیرها یکجا نشان می‌دهند و نه بر حسب وقفه‌های مختلف که این روش شبیه آزمون گرانجر است. مشکل علیت گرانجر آن است که رابطه علیت را بر اساس رابطه‌ی بین مقادیر جاری یک متغیر با مقادیر گذشته متغیر دیگر بررسی می‌کند. چنین رابطه‌ای نشان نمی‌دهد که تغییرات یک متغیر دلیل تغییرات سایر متغیرها است.

۴-۱۲ توابع واکنش

توابع واکنش، چگونگی عکس‌العمل متغیرهای مدل به شوک‌ها را نشان می‌دهد. شوک‌ها شامل تغییرات تصادفی است که وارد مدل می‌شوند.

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad t < 0 \rightarrow y_t = 0 \quad \varepsilon_t = 0 \rightarrow \Delta y_0 = y_0 = \Delta \varepsilon_0 = \varepsilon_0 \quad ۲۸-۴$$

$$t \geq 1 \rightarrow \Delta y_t = A \Delta y_{t-1} + \Delta \varepsilon_t \quad \Delta \varepsilon_t = 0 \rightarrow \Delta y_t = A \Delta y_{t-1}$$

$$\text{اگر } t = n \rightarrow A^n \Delta y_0 \quad \Delta y_n = A \Delta y_{n-1} = A(A \Delta y_{n-2}) = \dots =$$

اثر شوک وارده در زمان $t = 0$ در هر زمان دلخواهی مانند t از رابطه $\Delta y_t = A^t \Delta y_0$ بدست می‌آید

و چون $\Delta y_0 = \Delta \varepsilon_0$ است، بنابراین $\Delta y_t = A^t \Delta \varepsilon_0$ است.

بدست آوردن Δy_t با استفاده از ریشه‌های معادله مشخصه:

$$\Delta Y_{1t} = \frac{2\lambda_1^t + \lambda_2^t}{3} \Delta \varepsilon_{10} + \frac{\lambda_1^t + \lambda_2^t}{3} \Delta \varepsilon_{20} \quad 29-4$$

$$\Delta Y_{2t} = \frac{2\lambda_1^t + 2\lambda_2^t}{3} \Delta \varepsilon_{10} + \frac{\lambda_1^t - 2\lambda_2^t}{3} \Delta \varepsilon_{20} \quad 30-4$$

اگر $|\lambda_i| < 1$ باشد، اثر شوک‌ها در طول زمان کاهش یافته و به صفر می‌رسد. در این صورت با گذشت

زمان $\Delta Y_{1t} = \Delta Y_{2t} = 0$ می‌شود بنابراین Y_{1t} و Y_{2t} به سمت میانگین خود (یا مقادیر تعادلی) حرکت خواهند کرد.

۴-۱۳ تجزیه واریانس (روشی برای آزمون پویایی مدل VAR)

این روش، تغییرات متغیرهای وابسته را به علت شوک‌های وارد بر آن متغیر در مقابل شوک‌های وارده به سایر متغیرها بررسی می‌کند. تجزیه واریانس تعیین می‌کند که چه مقدار از واریانس خطای پیش‌بینی یا اثر شوک‌ها، ناشی از عوامل مختلف است.

ابتدا زمان صفر را در نظر می‌گیریم. کل تغییرات Y_{1t} در زمان صفر:

$$\sigma_{y_1}^2 \phi_{11,0}^2 + \sigma_{y_2}^2 \phi_{12,0}^2 \quad 31-4$$

درصد تغییرات Y_1 در زمان صفر که ناشی از شوک‌های وارده به Y_1 است:

$$\frac{\sigma_{y_1}^2 \phi_{11,0}^2}{\sigma_{y_1}^2 \phi_{11,0}^2 + \sigma_{y_2}^2 \phi_{12,0}^2} \quad 32-4$$

Y_1 درصد تغییرات در زمان صفر که ناشی از شوک‌های وارده به Y_2 است:

$$\frac{\sigma_{y_2}^2 \phi_{12,0}^2}{\sigma_{y_1}^2 \phi_{11,0}^2 + \sigma_{y_2}^2 \phi_{12,0}^2}$$

۳۳-۴

۴-۱۴ نامانایی و هم‌انباشتگی در مدل های VAR

وقتی متغیرها نامانا باشند ممکن است که بین آنها یک رابطه‌ی تعادلی یا بلند مدت وجود داشته باشد که موسوم به رابطه هم‌انباشتگی است. هم‌انباشتگی راه‌حلی برای مشکل نامانایی است که رابطه‌ی بلندمدت را بین متغیرها توصیف می‌کند. بدین منظور دو فرآیند X و Y را در نظر بگیرید که دارای ریشه واحد هستند که به آنها $I(1)$ می‌گوییم. حال اگر $Y_t - \beta X_t = \varepsilon_t$ مانا باشد، X و Y را انباشته می‌گویند. اگر دو متغیر X و Y نامانا باشند، در این صورت توسط فرآیندهای مستقل u_t و v_t ایجاد می‌شود که به صورت گام تصادفی می‌باشند:

$$X_t = X_{t-1} + u_t \quad Y_t = Y_{t-1} + v_t \quad cov(u_t, v_t) = 0 \quad ۳۴-۴$$

از آنجاکه X و Y هیچ رابطه‌ای ندارند لذا بایستی رگرسیون زیر معنادار نباشد:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t \quad ۳۵-۴$$

۴-۱۵ مزایا و معایب مدل VAR

مزایای روش خودرگرسیون برداری را می‌توان به صورت زیر برشمرد:

الف: روش کار بسیار ساده است و در عین حال محقق را درگیر شناسایی متغیرهای درون‌زا و برون‌زای الگو نمی‌کند، زیرا به استثناء عرض از مبدا، متغیر روند و متغیرهای مجازی که گاهی اوقات وارد الگو می‌شوند، همه متغیرها درون‌زا هستند.

ب: برآورد ضرایب الگو را می‌توان به سادگی به کمک روش OLS انجام داد. اگر هر معادله الگو دارای تعداد متغیرهای با وقفه‌ی مساوی باشد، برآوردهای روش OLS به خوبی برآوردهای سیستمی نظیر روش OLS دو مرحله‌ای و روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط (SUR) است.

ج: معمولاً مشاهده شده است که پیش‌بینی‌های ارائه‌شده بر اساس الگوهای VAR بهتر از پیش‌بینی‌های ارائه‌شده توسط الگوهای معادلات همزمان پیچیده‌تر بوده است.

در مقابل اشکالاتی نیز برای الگوهای VAR به شرح زیر بر می‌شمارند:

الف: الگوهای VAR برخلاف الگوهای معادلات همزمان که دارای معادلات ساختاری بر اساس نظریه‌های اقتصادی است، فاقد مبانی نظری اقتصادی است. در نتیجه چندان برای تحلیل‌های سیاست‌گذاری مناسب نیستند.

ب: یکی از مشکلات اساسی در الگوهای VAR تعیین تعداد وقفه‌های متغیرهای الگو است. اگر تعداد مشاهدات زیاد نباشد برآورد این تعداد پارامتر، درجه آزادی را به صورت نگران‌کننده‌ای کاهش می‌دهد.

ج: اگر متغیرهای الگوی VAR پایا نباشند لازم است به متغیرهای پایا تبدیل شوند (به عنوان مثال با تفاضل‌گیری) که در این صورت بسیاری از اطلاعات مهم که از سطح متغیرها حاصل می‌شد از دست خواهد رفت.

د: معمولاً مشکل می‌توان ضرایب برآورد شده الگوی VAR را تفسیر کرد، بویژه وقتی که ضرایب با وقفه یک متغیر تغییر علامت می‌دهند. به همین خاطر است که تابع عکس‌العمل آنی را برآورد می‌کنند تا به کمک آن رفتار متغیرها را در طول زمان مورد بررسی قرار دهند (اندرز، ۲۰۱۴).

۴-۱۶ هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری (VECM)^۱

در دهه ۱۹۷۰ که مفهوم نامانایی برای اولین بار مطرح شد، اولین واکنش‌ها این بود که برای مانا کردن سری‌های زمانی، از تفاضل مرتبه اول استفاده شود. اما در مواقعی که رابطه بین خود متغیرها، مورد

^۱ Vector error correction model

نظر باشد، چنین روشی نمی تواند مناسب باشد. هر چند که ممکن است این روش از نظر آماری معتبر باشد ولی چنین مدل هایی که بر مبنای تفاضل مرتبه اول هستند نمی توانند بیانگر راه حل های بلندمدت باشند. در واقع ایراد اساسی این روش این است که با تفاضل گیری اطلاعات بلندمدت از بین می رود. وجود همجمعی بین مجموعه ای از متغیرهای اقتصادی مبنای آماری استفاده از الگوهای تصحیح خطای را فراهم می آورد. این الگوها در کارهای تجربی از کاربردهای فزاینده ای برخوردار شده اند. عمده ترین دلیل گسترش کاربرد الگوهای تصحیح خطا (ECM) آن است که نوسانات کوتاه مدت متغیرها را به مقادیر بلندمدت آنها ارتباط می دهند (نوفرستی، ۱۳۷۸).

با توجه به اینکه مدل VAR همان خود رگرسیون اما بصورت برداری و شامل n متغیر می باشد، در صورت وجود بردار همجمعی بین متغیرهای انباشته مدل، بجای الگوی VAR از الگوی تصحیح خطای برداری (VECM) استفاده می گردد. برای تخمین ضرایب الگوی VECM کافی است که هر یک از معادلات الگو را به روش OLS برآورد کنیم، زیرا از آنجا که مجموعه متغیرهای (با وقفه) توضیح دهنده در همه معادلات الگو یکسان است، برآورد کننده های OLS کارا خواهند بود. در عین حال با توجه به اینکه تمامی متغیرهای الگو $I(0)$ هستند، انجام آزمون های فرضیه با استفاده از آماره های t و F از اعتبار برخوردار هستند (نوفرستی، ۱۳۷۸).

مدل $VAR(p)$ را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$y_t = \sum_{j=1}^p A_j y_{t-j} + \varepsilon_t \quad ۳۶-۴$$

برای هر مدل VAR یک مدل تصحیح خطای برداری (VECM) وجود دارد که عبارت است از:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} A_j^* \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad ۳۷-۴$$

$$A_j^* = -\sum_{k=j+1}^p A_k \quad j = 1, 2, \dots, p-1 \quad ۳۸-۴$$

$$\Pi = (A_1 + A_2 + \dots + A_p) - I \quad ۳۹-۴$$

در هر مدل تصحیح خطا، A_j^* ها اثرات کوتاه مدت را نشان می‌دهد. در حالی که II بیانگر رابطه‌ی بلندمدت یا رابطه‌ی هم‌انباشستگی است.

۴-۱۷ نرمال سازی بردارهای هم‌انباشستگی

تفسیر رابطه‌ی هم‌انباشستگی برای یک متغیر اقتصادی خاص، نیاز به نرمال سازی ضریب آن متغیر دارد. بدین منظور ضریب آن را بایستگی برابر ۱ قرار دهیم. در نرمال سازی رابطه‌ی هم‌انباشستگی بایستگی به مفهوم اقتصادی و آماری آن توجه کنیم برای مثال نرمال سازی یک ضریب بی‌معنی و نامرتبط نمی‌تواند معنا و مفهوم داشته باشد با این وجود تفاوت مهمی بین مدل رگرسیون و رابطه‌ی هم‌انباشستگی وجود دارد. نرمال سازی بر اساس X_{1t} یا X_{2t} در یک مدل رگرسیون، تخمین ضرایب را تغییر می‌دهد در حالی که در یک رابطه‌ی هم‌انباشستگی، نسبت‌های بین ضرایب، مستقل از انتخاب متغیر انتخابی است.

۴-۱۸ عرض از مبدا و روند در مدل VAR و VECM

وقتی دو یا بیشتر از دو متغیر دارای روند قطعی یا تصادفی یکسان باشند، می‌توانیم یک ترکیب خطی بن بدون روند پیدا کنیم: حتی اگر متغیرها دارای روند باشند.

جمله‌ی ثابت در مدل VAR شامل دو جزء است: نرخ‌های رشد خطی داده‌ها و میانگین روابط هم‌انباشستگی (عرض از مبداها).

مدل زیر را در نظر بگیرید:

$$\Delta y_t = \alpha \beta y_{t-1} + A_0^* + \delta_t + u_t \quad 40-4$$

با تجزیه A_0^* و δ به دو بردار که یکی مربوط به میانگین رابطه‌ی هم‌انباشستگی (μ, ρ) و دیگری نرخ‌های رشد (γ, τ) خواهیم داشت:

$$A_0^* = \alpha \mu + \gamma \quad 41-4$$

$$\delta = \alpha\rho + \tau \quad 42-4$$

با جایگزینی در رابطه‌ی فوق داریم:

$$\Delta y_t = \alpha\beta y_{t-1} + \alpha\mu + \gamma + \alpha\rho t + \tau t + u_t \quad 43-4$$

$$= \alpha(\beta y_{t-1} + \mu + \rho t) + (\gamma + \tau t) \quad 44-4$$

برای مدل فوق پنج حالت وجود دارد:

$$\text{حالت اول: } \delta = \mu = 0$$

$$\Delta y_t = \alpha\beta y_{t-1} \quad 45-4$$

در این حالت، هیچ جزء غیر تصادفی در سطح داده وجود ندارد، تمام عرض از مبداها در روابط هم‌انباشتگی برابر صفر هستند.

$$\text{حالت دوم: } \delta = \gamma = 0$$

$$\Delta y_t = \alpha(\beta y_{t-1} + \mu) \quad 46-4$$

هیچ روند خطی در سطح داده‌ها و در روابط هم‌انباشتگی وجود ندارد. تنها جزء قطعی همان عرض از مبدا در روابط هم‌انباشتگی است.

$$\text{حالت سوم: } \delta = 0$$

$$\Delta y_t = \alpha(\beta y_{t-1} + \mu) + \gamma \quad 47-4$$

چون $\delta = 0$ است، لذا $\rho\alpha t = -\tau t$ است. روند خطی در داده‌ها وجود دارد اما هیچ روندی در رگرسیون هم‌انباشتگی وجود نخواهد داشت.

$$\text{حالت چهارم: } \tau = 0$$

$$\Delta y_t = (\alpha \beta y_{t-1} + \mu + \rho t) + \gamma \quad 48-4$$

هم روابط داده‌ها (y_t) و هم روابط هم‌انباشستگی دارای روندهای خطی هستند. این مدل شامل متغیرهایی است که دارای روند مانا هستند یا یک رابطه‌ی تعادلی شامل روند خطی وجود دارد.

حالت پنجم: هیچ محدودیتی روی ضرایب وجود ندارند:

$$\Delta y_t = \alpha(\beta y_{t-1} + \mu + \rho t) + (\gamma + \tau t) \quad 49-4$$

روندهای خطی در روابط هم‌انباشستگی و روندهای غیرخطی در سطح داده‌ها (y_t) که $I(1)$ هستند. روندهای خطی در تفاضل‌ها به معنای روندهای درجه ۲ در سطح داده‌ها است.

توابع واکنش در مدل VECM مشابه مدل VAR است.

فصل پنجم: مدل سازی، نتایج و تفسیر آنها

۵-۱ مدل سازی ذخیره سازی گاز طبیعی

انرژی یکی از مهم ترین موضوعات مطرح شده گذشته، حال و آینده بشر است. اما به گواهی اتفاقات تاریخی دهه های گذشته با محوریت انرژی و یا حامل های آن مانند گاز، پیچیدگی و اهمیت مباحث مربوط به آن در طول زمان، هیچ گاه به اندازه امروز نبوده است.

نظریات مختلفی که برای تشریح و توضیح رفتار یک پدیده بیان می شوند، با استفاده از علم ریاضی و آمار ساختاری منطقی و آزمایش پذیر پیدا می کنند. ترکیب این دو ابزار در روش های اقتصادسنجی ظهور می یابد. در واقع اقتصادسنجی دربرگیرنده تئوری اقتصاد و روش های آماری به منظور آزمون نمودن فرضیه های موجود در پدیده های اقتصادی است. از داده های تاریخی برای بررسی صحت نظریات و تصحیح آن ها استفاده می شود. این مسأله به خودی خود عاملی تعیین کننده است. چه آنکه در برخی موارد داده های معتبر در دسترس نیست. پس از تأیید و اعتبارسنجی نظریات از الگوهای توسعه داده شده بر مبنای آن ها برای پیش بینی و برنامه ریزی استفاده می شود. الگوهای بسیاری با اهداف گوناگون برای بررسی جنبه های مختلف انرژی توسعه داده شده اند، به نحوی که امروزه استفاده از این الگوها به منظور برنامه ریزی و پیش بینی آینده، امری ضروری و ساختاریافته تلقی می شود.

با توجه به ساختار متفاوت منابع گاز در ایران و وابستگی آن به منابع نفت، مدل ذیل برآورد گردیده است. برای این امر یک مسأله برنامه ریزی خطی ریاضی مدل سازی می شود. مفروضات مدل نظیر ظرفیت تولید که با نااطمینانی در سال های آینده مواجه اند بر اساس سناریوهای مختلف قابل تحلیل هستند. اولویت های تخصیص گاز به مصارف خانگی داخلی، تزریق گاز به مخازن نفت، صادرات و ذخیره کردن گاز طبیعی است.

۵-۱-۱ تابع هدف

تابع هدف، مجموع گاز طبیعی ذخیره شده در مخازن ذخیره سازی گاز طبیعی است. صنعت گاز طبیعی به واسطه وجود ذخیره سازی در قالب افزایش کارایی، افزایش اطمینان، میزان رضایتمندی و

در نتیجه رشد بازار سود قابل ملاحظه ای داشته است. همچنین ذخیره سازی کمک زیادی در جهت تثبیت تولید ماهیانه و کاهش نوسانات تولید می نماید.

$$Max Z = V_{sg}^t \quad 1-5$$

در الگوی فوق، V_{sg}^t کل حجم ذخیره سازی شده کشور در سال مورد نظر است که با اعمال اولویت مصرف خانگی، تزریق گاز به مخازن نفتی، صادرات و سپس ذخیره سازی باید بهینه شود.

۵-۱-۲ قیود تابع هدف

۱- موازنه همزمان تولید و مصرف گاز در هر دوره (محدودیت تعادل گاز)

$$V_{sg}^t \leq U_g^t - C_g^t - EX_g^t - INJ_g^t + IM_g^t \quad 2-5$$

صادرات EX_g^t مصرف کل گاز طبیعی، C_g^t تولید گاز طبیعی (عرضه گاز طبیعی)، U_g^t در معادله فوق، واردات گاز طبیعی است. در معادله، IM_g^t تزریق گاز طبیعی به مخازن نفت و INJ_g^t گاز طبیعی، عرضه گاز طبیعی و واردات گاز با تقاضای گاز در هر دوره زمانی موازنه است.

۲- محدودیت تزریق، برداشت و حجم مخازن ذخیره سازی گاز طبیعی

$$V_{sg}^t \leq V(\max)_T + V_{imax}^t - V_{wmax}^t \quad 3-5$$

$$V_{sg}^t \leq V_{imax}^t + V_{wmax}^t \quad 4-5$$

در معادله ها $V(\max)_T$ حداکثر ظرفیت ذخیره سازی مخازن، V_{imax}^t حجم گاز تزریقی به مخازن ذخیره سازی و V_{wmax}^t حجم گاز برداشتی از مخازن ذخیره سازی است.

۳- محدودیت مصرف گاز در داخل کشور

$$C_{gr}^t \leq C_g^t - C_{gi}^t - C_{gt}^t - C_{gp}^t - C_{gtd}^t - C_{ga}^t - C_{gk}^t - C_{gf}^t \quad 5-5$$

$C_{gk}^t, C_{gf}^t, C_{ga}^t, C_{gtd}^t, C_{gp}^t, C_{gt}^t, C_{gi}^t, C_g^t, C_{gr}^t$ که به ترتیب مصرف خانگی، مصرف کل، مصرف صنعت، حمل و نقل، نیروگاه و پالایشگاه، تجاری و عمومی، کشاورزی، سوخت پتروشیمی و مصرف خوراک بخش غیر انرژی است. مقدار مصرف گاز کشور به صورت برونزا داده شده (به جز مصرف خانگی و مصرف کل) و مقادیر اولیه متغیرها بر اساس مقادیر واقعی آنها در سال پایه ۱۳۹۲ انتخاب شده‌اند.

۴- محدودیت صادرات گاز طبیعی (محدودیت حد پایین صادرات)

$$EX_g^t \geq EX_g^{t-1} \quad ۶-۵$$

ایران در سال ۱۳۹۱ سهم یک درصدی از صادرات گاز جهان را داراست که بر اساس سند چشم انداز ۱۴۰۴ به سهم ۱۶-۱۰ درصدی برسد. برای تحقق این امر باید تقریباً هر سال یک درصد افزایش صادرات داشته باشد. پس صادرات سیر صعودی در پیش می‌گیرد. همچنین چون قراردادهای گاز برای دوره‌های بلندمدت بسته می‌شود و امکان قطع و کاهش یک طرفه صادرات وجود ندارد لذا فرض می‌شود که صادرات گاز از سال قبل آن، نمی‌تواند کمتر باشد.

۵- محدودیت تقاضا (اولویت‌بندی تخصیص منابع گاز)

$$C_{gr}^t \geq EX_g^t + INJ_g^t + V(\max)_T \quad ۷-۵$$

$$0.4 * INJ_g^t \geq EX_g^t \quad ۸-۵$$

$$EX_g^t \geq V_{sg}^t + IM_g^t \quad ۹-۵$$

محور اساسی توسعه صنعت گاز به ویژه پس از انقلاب، بر مصرف گاز در جهت تأمین نیاز انرژی داخل کشور استوار بوده و این روند هنوز ادامه دارد. مصرف گاز طبیعی به ویژه به صورت جایگزینی گاز به جای فرآورده‌های نفتی می‌تواند موجب امنیت اقتصادی شود. گاز در اقتصاد ایران همواره به عنوان

عامل تولید در کنار نیروی انسانی و سرمایه مطرح بوده است. در نتیجه اولویت اول، مصرف خانگی گاز طبیعی است.

امروزه روش های مختلفی برای افزایش بازیافت نفت در دنیا اعمال می شود ولی در کشور ما بنا بر شرایط موجود، تزریق گاز به مخازن نفتی برای بازیافت نفت، برای بیشتر مخازن کشور مناسب تشخیص داده شده است. در حوزه صنعت انرژی و اقتصاد کلان جامعه، حفظ و نگهداری از منابع و ذخایر نفت خام یکی از ضروریات مهم و استراتژیک است. در نتیجه اولویت بعدی، حجم تزریق گاز به مخازن نفتی برای ازدیاد برداشت است. بر اساس داده های ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۲ و نقل قول متخصین، باید تزریق ۲ برابر یا بیشتر از صادرات باشد که عدد ۰,۴ را که تعدیل یافته است را وارد مدل می کنیم.

کسب درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز طبیعی از همان ابتدای صنعت گاز، همواره مورد توجه تصمیم گیران کشور بوده است اما اقدامات محدودی برای افزایش این امر صورت گرفته است. مرتبه بعدی اولویت کشور صادرات گاز است که قطعاً به خاطر مسائل امنیتی باید از واردات بیشتر باشد.

مرکز پژوهش های مجلس (۱۳۸۵) در گزارش "استفاده بهینه از منابع گازی کشور" اولویت های مصارف گاز در کشور را ابتدا مصارف داخلی (که شامل تزریق نیز می شود) و سپس صادرات گاز دانسته است.

۶- محدودیت نامنفی بودن تمام متغیرها

$All\ Variables \geq 0$

۵-۲ تحلیل نتایج مدل بهینه سازی

با مدل سازی بهینه سازی گاز طبیعی در ایران در قالب یک مدل برنامه ریزی خطی با نرم افزار لینگو برآورد گردیده است. در تحلیل ها، سناریو پایه، خوش بینانه و بدبینانه به شرح زیر است:

جدول ۵-۱ سناریوهای طراحی شده برای مدل^۱

سناریو پایه	سناریو خوش بینانه	سناریو بدبینانه
رشد تولید سالیانه ۳,۹٪	رشد تولید سالیانه ۴,۵٪	رشد تولید سالیانه ۲,۱٪
رشد واردات ۵٪	رشد واردات ثابت	رشد واردات ۱۳,۳٪
تکمیل فازهای اول و دوم ذخیره سازی مخازن بر اساس برنامه پیش بینی شده	فاز دوم تکمیل شده باشد	فاز دوم تکمیل نشده باشد

۵-۲-۱ سناریو پایه

همان طور که در بالا اشاره شد، چهار اولویت اساسی کشور برای تخصیص گاز طبیعی، مصرف داخل، تزریق گاز به مخازن نفت، صادرات و ذخیره سازی گاز طبیعی است. در جدول زیر مقدار مصارف گاز در سناریو پایه نشان داده شده است:

جدول ۵-۲ مقدار حجم گاز در مصارف مختلف در سناریو پایه^۲

سال	ذخیره سازی گاز	صادرات گاز	تزریق گاز به مخازن	مصرف خانگی گاز
۱۳۹۲	۴۶۷۵,۸۷۹	۱۰۰۴۸,۵۸	۲۵۱۲۱,۴۵	۴۰۸۷۰,۰۳
۱۳۹۳	۵۳۶۸,۸۵۸	۱۱۰۱۰,۳۰	۲۷۵۲۵,۷۴	۴۴۲۳۶,۰۴
۱۳۹۴	۵۹۴۳,۳۰۰	۱۱۸۴۳,۳۰	۲۹۶۰۸,۲۵	۴۹۳۵۱,۵۵
۱۳۹۵	۶۶۹۲,۱۷۵	۱۲۸۸۷,۷	۳۲۲۱۷,۹۴	۵۳۰۰۵,۱۱
۱۳۹۶	۷۴۶۷,۸۶۳	۱۳۹۷۲,۶۱	۳۴۹۳۱,۵۳	۵۶۸۰۴,۱۴
۱۳۹۷	۸۲۷۱,۱۷۵	۱۵۱۰۱,۱۸	۳۷۷۵۲,۹۴	۶۰۷۵۴,۱۱
۱۳۹۸	۸۷۳۹,۶۷۵	۱۵۹۱۱,۱۸	۳۹۷۷۷,۹۴	۶۶۵۸۹,۱۱
۱۳۹۹	۹۶۰۱,۲۲۵	۱۷۱۳۱,۳۳	۴۲۸۲۸,۳۱	۷۰۸۵۹,۶۴
۱۴۰۰	۱۰۴۹۴,۳۵	۱۸۴۰۰,۴۵	۴۶۰۰۱,۱۳	۷۵۳۰۱,۵۷

^۱ اعداد برگرفته از برآورد وزارت نفت (۱۳۸۵) است. همچنین رشد سالیانه انواع مصارف گاز نیز از همین منبع گرفته شده است و برای هر سه سناریو مقدار برابری است.

^۲ تمام اعداد با واحد میلیون متر مکعب در جدول گنجانده شده اند.

۱۴۰۱	۱۱۴۱۸,۵۰	۱۹۷۱۹,۹۰	۴۹۲۹۹,۷۵	۷۹۹۱۹,۶۵
۱۴۰۲	۱۲۶۲۵,۷۰	۲۱۳۴۲,۱۷	۵۳۳۵۵,۴۲	۸۵۵۹۷,۵۹
۱۴۰۳	۱۳۶۹۸,۸۰	۲۲۷۵۴,۸۰	۵۶۸۸۷,۰۰	۹۰۵۴۱,۸۰
۱۴۰۴	۱۳۹۸۸,۵۵	۲۳۴۹۷,۵۵	۵۸۷۴۳,۸۸	۹۹۱۴۱,۴۳
۱۴۰۵	۱۵۰۶۵,۳۳	۲۵۰۴۹,۷۳	۶۲۶۲۴,۳۲	۱۰۴۷۵۴
۱۴۰۶	۱۶۱۸۰,۱۴	۲۶۶۶۳,۷۶	۶۶۶۵۹,۴۰	۱۱۰۲۲۳,۲
۱۴۰۷	۱۷۰۵۹,۸۴	۲۸۰۶۷,۰۳	۷۰۱۶۷,۵۶	۱۱۷۳۳۴,۶
۱۴۰۸	۱۸۲۵۴,۷۳	۲۹۸۱۲,۲۷	۷۴۵۳۰,۶۸	۱۲۳۴۴۲,۹
۱۴۰۹	۱۹۳۰۴,۲۲	۳۱۴۳۹,۶۳	۷۸۵۹۹,۰۹	۱۳۰۶۳۸,۷
۱۴۱۰	۲۰۵۸۴,۶۷	۳۳۳۲۶,۸۴	۸۳۳۱۷,۱۰	۱۳۷۲۴۳,۹

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج به دست آمده، حجم ذخیره‌سازی گاز طبیعی نسبت به مصرف کل در سال ۱۴۱۰ به بالای ۸ درصد می‌رسد که نسبت به کمتر از یک درصد سال ۱۳۹۲ پیشرفت قابل ملاحظه‌ای است ولی با استاندارد جهانی که عددی بین ۳۰-۲۰٪ است، فاصله دارد. در سال ۱۴۱۰ به نزدیکی حداکثر ظرفیت ذخیره‌سازی که بر اساس مخازن (سراج قه، شوريجه خانگيران، يورتشای ورامين و گنبد نمکی نصر آباد کاشان^۱) عدد ۲۰۶۰۰ میلیون متر مکعب برآورد شده، رسیده‌ایم.

۵-۲-۲ سناریو خوش‌بینانه و بد بینانه

در سناریوهای بررسی شده، به تاثیر منفی رشد واردات در ذخیره‌سازی گاز طبیعی پی برده می‌شود. در سناریو پایه روند حجم ذخیره‌سازی معقول بود ولی در حالت خوش‌بینانه از سال ۱۴۰۶ حجم بهینه ذخیره‌سازی در صورت حذف محدودیت حجم ذخیره‌سازی از عدد بیشینه بیان شده^۲ بزرگتر می‌شود. یعنی از سال ۱۴۰۶ به بعد باید مخازن جدیدی وارد فرآیند ذخیره‌سازی شود.

^۱ مخزن قزل تپه گرگان در مراحل اولیه ارزیابی قرار دارد و ذخیره‌سازی در آن مخزن قطعیت ندارد.

^۲ ۲۰۶۰۰ میلیون متر مکعب

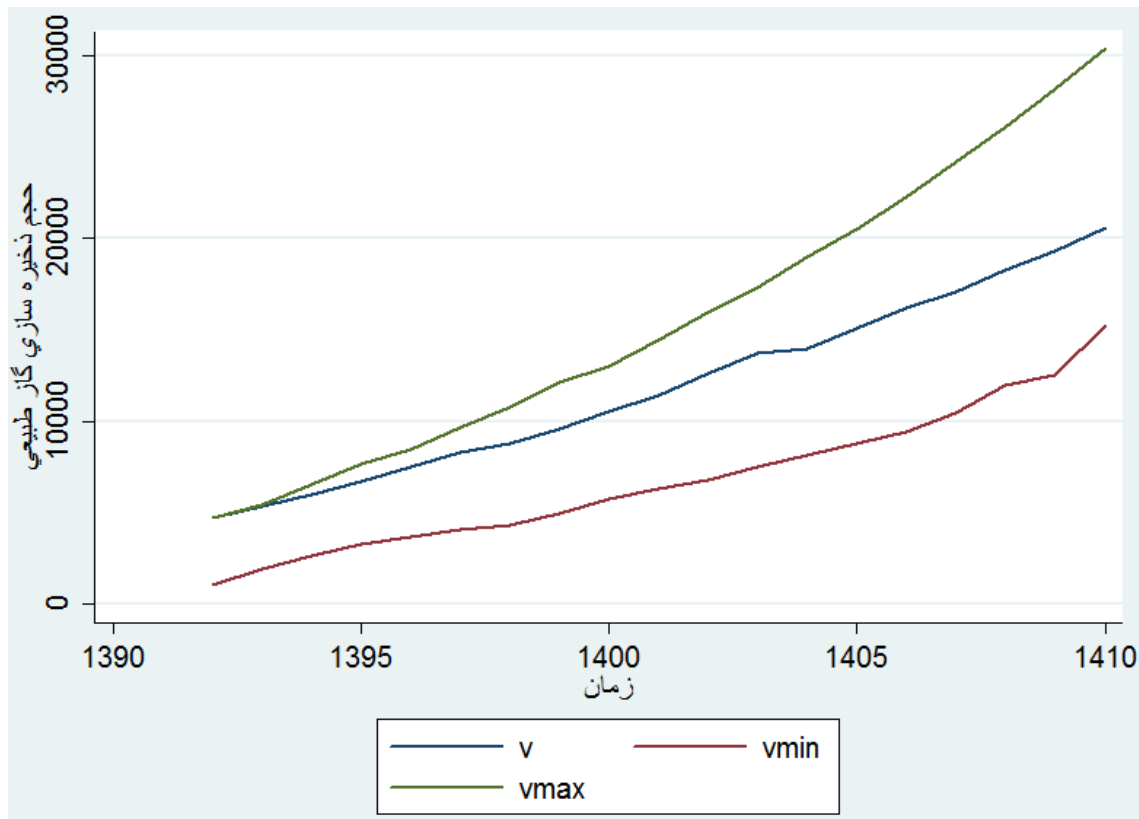
جدول ۵-۳ میزان حجم ذخیره سازی در سناریو خوش بینانه و بدبینانه

سال	حجم ذخیره سازی (بدبینانه)	حجم ذخیره سازی (خوش بینانه)
۱۳۹۲	۱۰۲۵,۶۳۶	۴۶۷۵,۸۷۹
۱۳۹۳	۱۹۱۲,۱۲۷	۵۴۳۳,۰۴۸
۱۳۹۴	۲۶۳۹,۵۱۳	۶۵۱۱,۶۵۴
۱۳۹۵	۳۲۲۷,۵۵۴	۷۶۳۸,۸۱۷
۱۳۹۶	۳۶۹۳,۷۳۶	۸۴۴۱,۶۹۳
۱۳۹۷	۴۰۵۳,۴۴۲	۹۶۷۲,۵۷۳
۱۳۹۸	۴۳۲۰,۲۴۹	۱۰۷۴۵,۰۹
۱۳۹۹	۴۹۰۶,۸۸	۱۲۰۸۹,۷۵
۱۴۰۰	۵۷۲۱,۰۸	۱۲۹۶۹,۹۶
۱۴۰۱	۶۲۶۲,۳۴	۱۴۴۳۸,۳۶
۱۴۰۲	۶۸۱۰,۲۳	۱۵۹۷۲,۸۴
۱۴۰۳	۷۴۸۶,۷۴	۱۷۳۰۱,۳۸
۱۴۰۴	۸۱۳۳,۲۰	۱۸۹۷۷,۱۰
۱۴۰۵	۸۷۴۱,۶۳	۲۰۵۴۰,۷۰
۱۴۰۶	۹۳۷۵,۵۰	۲۲۲۸۴,۵۵
۱۴۰۷	۱۰۴۲۰,۱۱	۲۴۱۹۲,۹۲
۱۴۰۸	۱۱۹۵۸,۶۱	۲۶۱۲۶,۲۹
۱۴۰۹	۱۲۵۵۲,۸۲	۲۸۲۰۷,۵۴
۱۴۱۰	۱۵۲۳۸,۶۳	۳۰۳۸۲,۴۴

منبع: یافته های تحقیق

مدل در نرم افزار لینگو حل شده است که نمودار مقایسه ای در ذیل آورده می شود:

شکل ۵-۱ مقایسه حجم ذخیره سازی گاز در سه سناریو مورد بحث



نتایج نشان می‌دهد که می‌توان با مصرف بهینه داخلی، رعایت اصول تزریق و ازدیاد برداشت و همچنین قواعد تجارت، ذخیره سازی گاز را در حد معقولی انجام داد. لزوم اولویت‌بندی سیاست‌های کلی ارائه شده برای بخش نفت و گاز در کشور با توجه به شرایط امروز و وجود تحریم‌ها علیه ایران بیش از پیش احساس می‌شود. از این میان سرمایه‌گذاری در حوزه صنعت گاز از طریق تخصیص بهینه منابع داخلی موجود به خصوص ذخیره‌سازی یکی از اولویت‌های اساسی محسوب می‌شود. همچنین توجه ویژه به مبحث فناوری در صنعت گاز و بومی‌سازی فناوری‌های مورد نیاز و در نهایت مدیریت همزمان عرضه و تقاضا در بخش گاز از طریق ذخیره‌سازی جز اولویت‌های راهبردی و به عنوان مبنایی برای سیاست‌گذاری‌های استراتژیک در این بخش خواهد بود.

۵-۳ رشد اقتصادی در صنعت گاز کشور ایران

از دیدگاه مکاتب مختلف اقتصادی، عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی که در توابع رشد در نظر گرفته می‌شوند، عبارت‌اند از سرمایه و نیروی کار، اعم از متخصص یا غیرمتخصص باشد. در الگوهای جدید رشد، عامل انرژی نیز وارد شده است ولی اهمیت آن در مدل‌های مختلف یکسان نیست.

اگرچه تحریم‌ها روند پیشرفت کشور در راستای ذخیره‌سازی منابع نفتی و گازی را کند می‌کند اما ذخیره‌سازی در زمان تحریم و صادرات آن در زمان مساعد پادزهر همین تحریم‌ها محسوب می‌شود. البته ناگفته نماند که اکنون اگر تحریم‌ها هم لغو شود ما باید خود را برای هر فشار خارجی دیگری آماده کنیم چراکه توسعه و سرمایه‌گذاری در مخازن زیرزمینی ذخیره‌سازی گاز طبیعی به عنوان بخشی از ذخایر استراتژی که می‌تواند در تأمین بار مازاد انرژی مورد نیاز کشور در فصول پر مصرف، عمل به تعهدات بین‌المللی مطابق برنامه و تأثیرگذاری بیشتر ایران در بازارهای جهانی انرژی نقش مهمی ایفا کند.

رشد اقتصادی با مقدار تولید، مصرف و ذخایر نفت و گاز رابطه مستقیم دارد و همچنین باید با پیشرفت تکنولوژی تولید افزایش یافته تا با صادرات یا مصرف گاز به بهبود رشد اقتصادی کمک شود (ملکی، ۱۳۹۰).

این مطالعه برای دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۳۹ است ولی متغیر حجم ذخیره سازی گاز طبیعی به علت به تاسیس شرکت ذخیره‌سازی گاز طبیعی در سال ۱۳۸۷ از سال ۱۳۸۸ وارد مدل می‌شود. یعنی یک متغیر موهومی است. اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از ترازنامه انرژی کشور، بانک مرکزی و مرکز آمار، سایت بانک جهانی و سایت انرژی آمریکا جمع‌آوری شده است.

۵-۴ مدل مورد بررسی و تعیین متغیرها

ما در این مطالعه برای به دست آوردن عوامل موثر بر رشد اقتصادی در صنعت گاز کشور بر روی مدل داده‌های سری زمانی پیشرفته و از روش خود رگرسیون برداری استفاده کرده ایم. روش خود رگرسیون برداری پویای خطی، توسط سیمس^۱ (۱۹۸۰) ارائه شده است. برخی اوقات ممکن است که فرضیه اقتصادی از قدرت لازم برای تعیین رابطه مشخص میان متغیرها، برخوردار نباشد. در چنین مواردی استفاده از مدل VAR می تواند چاره ساز باشد. علاوه بر آن، مطابق نظریه‌های پندیک و رابینفیلد^۲ (۱۹۹۱)، در برخی مواقع، منطقی تر به نظر می رسد که پویایی داده ها در یک مدل تبیین شود. بنابراین، ضمن اینکه روش VAR نیاز فرضیه ای چندانی را برای ساختار روابط در یک مدل الزام نمی کند، به محققان کمک می کند تا به بررسی روابط میان متغیرهای اقتصادسنجی بپردازند (اندرز^۳، ۲۰۱۴).

در مدل خودرگرسیون برداری در تعیین متغیرهای درون‌زا و برون‌زا، از اعمال سلیقه‌های فردی پرهیز می‌شود و لذا همه متغیرها را درون‌زا در نظر می‌گیرد. در روش خودرگرسیون برداری، ابتدا یک مدل معادلات همزمان طراحی می‌شود که در آن همه متغیرها تابعی از مقادیر جاری و گذشته یکدیگر می‌باشند. این مدل معروف به خودرگرسیون برداری ساختاری^۴ (SVAR) می باشد. با حل مدل SVAR برای متغیرهای مورد نظر، فرم حل شده VAR به دست می آید که معروف به خودرگرسیون برداری استاندارد است. با آزمون های صورت گرفته مشخص شد که باید از روش خودرگرسیون برداری استفاده کرد.

با توجه به مطالعات قبلی انجام شده در این زمینه که از شاخص مصرف گاز بعنوان معیار سنجش رشد اقتصادی استفاده نموده‌اند، این تحقیق نیز ذخیره‌سازی گاز و همچنین مصرف گاز را نیز با همین

¹ Sims

² Pindyck & Rubinfeld

³ Enders

⁴ Structural VAR

معیار می‌سنگد. همچنین در این تحقیق از مدل ایهان اوزترک و اوساما^۱ (۲۰۱۵) استفاده می‌شود که بصورت زیر می‌باشد:

$$GDP = \beta_1 K_t + \beta_2 L_t + \beta_3 TD_t + \beta_4 NG_t + \beta_5 SG_t + U_t \quad ۱۰-۵$$

که متغیرها در آن به ترتیب زیر می‌باشند:

جدول ۵-۴ توضیح متغیرهای مدل

نام متغیر	توضیح در مورد متغیر
GDP_t	تولید ناخالص داخلی کشور برای سال t
K_t	موجودی سرمایه در سال t
L_t	تعداد نیروی کار یا معرف سرمایه انسانی در سال t
TD_t	مجموع صادرات و واردات گاز طبیعی در کشور در سال t
NG_t	میزان مصرف گاز طبیعی کشور در سال t
SG_t	میزان حجم ذخیره سازی گاز طبیعی کشور در سال t
u_t	جز اخلال

منبع: یافته های تحقیق

۵-۴-۱ آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

در جدول زیر آمار توصیفی مربوط به میانگین (Mean) انحراف استاندارد (Std. Deviation) ، ماکزیمم (Max) ، مینیمم (Min) و متغیرها به تفکیک تک تک متغیرها آورده شده است.

¹ Ilhan Ozturk, Usama Al-Mulali

جدول ۵-۵ آمار توصیفی متغیرهای مورد استفاده در مطالعه

متغیر	Mean	.Std. Dev	min	Max
GDP	1.09e+15	5.15e+14	2.46e+14	2.17e+15
K	3.00e+14	1.76e+14	4.21e+13	6.99e+14
L	4.94e+07	1.85e+07	219e+07.	7.81e+07
TD	9286.552	6598.181	133.6	22826
NG	37129.73	46162.79	1395.2	152722.3
SG	50.4849	176.0892	0	1000

منبع: نتایج تحقیق

۵-۴-۲ آزمون مانایی

برای بررسی ایستایی متغیرها در مطالعه حاضر از آزمون‌های ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته استفاده شده است که نتایج حاصل از این آزمون در جدول زیر نشان داده شده است. بعد از آزمون مانایی متغیرهای مدل، انجام آزمون هم‌جمعی لازم است.

جدول ۵-۶ آزمون ریشه واحد ADF

متغیر	آماره محاسبه شده	مقدار بحرانی ۱٪	مقدار بحرانی ۵٪	مقدار بحرانی ۱۰٪	مانایی و مرتبه تفاضل
GDP	-۰,۱۰۸	-۳,۵۷۴	-۲,۹۲۷	-۲,۵۹۸	مرتبه اول (-۴,۶۳۹)
K	-۱,۲۰۸	-۳,۵۷۴	-۲,۹۲۷	-۲,۵۹۸	مرتبه اول (-۵,۸۲۶)
L	۰,۶۰۱	-۳,۵۷۴	-۲,۹۲۷	-۲,۵۹۸	مرتبه چهارم (-۳,۵۹۰)
TD	-۱,۸۶۵	-۳,۵۷۴	-۲,۹۲۷	-۲,۵۹۸	مرتبه اول (-۷,۲۰۰)
NG	۷,۵۶۹	-۳,۵۷۷	-۲,۹۲۸	-۲,۵۹۹	در سطح مانا
SG	۱۱,۶۲۰	-۳,۵۷۴	-۲,۹۲۸	-۲,۵۹۸	در سطح مانا

منبع: یافته‌های تحقیق

۵-۴-۳ آزمون هم‌جمعی

اگر داده‌ها با هم حرکت کنند و روند مشخصی داشته باشند، در آن صورت داده‌ها هم‌جمع هستند. برای این آزمون، ابتدا یک رگرسیون ساده می‌گیریم. سپس پسماند را مشخص کرده و محاسبه می‌کنیم. در نهایت از پسماندها آزمون دیکی-فولر می‌گیریم. اگر داده‌ها مانا باشند پس هم‌جمع‌اند و از روش VCEM استفاده می‌کنیم ولی اگر نامانا و غیر هم‌جمع باشند از روش VAR استفاده می‌شود.

جدول ۵-۷ آزمون ریشه واحد پسماندها

متغیر	آماره محاسبه شده	مقدار بحرانی ۱٪	مقدار بحرانی ۵٪	مقدار بحرانی ۱۰٪
E	-۲,۷۸۶	-۳,۵۷۷	-۲,۹۲۸	-۲,۵۹۹

منبع: یافته‌های تحقیق

بنا بر آزمون صورت گرفته، پسماندها نامانا و غیر هم‌جمع‌اند پس از روش VAR تخمین انجام می‌شود.

۵-۴-۴ آزمون وقفه بهینه

همچنین بعد از آزمون وقفه‌های بهینه، مدل با یک وقفه تخمین زده شد.

جدول ۵-۸ تعیین وقفه‌های بهینه

تعداد وقفه	آماره شوارتز بیزین	آماره آکائیک	آماره حنان کوئین
۰	۲۱۰,۴۷۵	۲۱۰,۲۳۹	۲۱۰,۳۲۸
۱	۲۰۳,۵۰۹*	۲۰۱,۸۵۵*	۲۰۲,۴۷۷*
۲	۲۰۵,۴۹	۲۰۲,۴۱۹	۲۰۳,۵۷۴

منبع: یافته‌های تحقیق

۵-۵ برآورد الگو

اکنون این سوال پیش می آید که آیا باید سطح متغیرها و یا تفاضل شان را در مدل VAR مورد استفاده قرار داد؟ به طور کلی، چنانچه اکثر متغیرها در سیستم نامانا باشند، بهتر است مدل VAR را برای سطح متغیرها مورد استفاده قرار دهیم. دن و همکاران^۱ (۱۹۸۴) بیان می کند که تفاضل گیری از یک متغیر در حالت مدل سازی ARIMA (باکس- جنکینز^۲) مهم است ولی انجام چنین عملی در مدل های VAR مطلوب نیست. فولر^۳ (۱۹۷۶) همچنین نشان داده است که تفاضل گیری از داده ها، مزیت چندانی را در مورد کارایی مجانبی مدل VAR ایجاد نمی کند. علاوه بر آن، فولر بحث می کند که تفاضل گیری از متغیرها، برخی از اطلاعات مفید را بیرون می ریزد بدون اینکه هیچ فایده ای به بار آورد. بنابراین در این مطالعه از سطح متغیرها به جای تفاضل شان استفاده می کنیم. همان گونه که توضیح داده شد، برای برآورد مدل از روش خودرگرسیون برداری با عرض از مبدأ استفاده شده است. در جدول نتایج که برآورد نشان داده شده است.

جدول ۵-۹ نتایج برآورد مدل

متغیر	ضریب	آماره Z	$P > z $
GDP	۰,۵۸۹۶	۹,۱۴	۰,۰۰۰
K	۰,۰۷۷۷	۶,۱۸	۰,۰۰۰
L	۰,۰۴۵۴	۳,۶۶	۰,۰۰۱
TD	۰,۰۳۱۴	۲,۸۵	۰,۰۰۶
NG	۰,۰۹۸۴	۲,۰۸	۰,۰۴۳
SG	۰,۰۰۷۱	۰,۴۸	۰,۶۳۲
Cons	۰,۰۰۹۳	۰,۶۴	۰,۵۲۳

منبع: یافته های تحقیق

^۱ Doan & et al

^۲ Box-Jenkins

^۳ Fuller

ابزارهای اصلی به کار گرفته شده در تخمین مدل‌های VAR عبارت از توابع واکنش آنی (IRFs) و آنالیز تجزیه واریانس (VDC) است. IRF به ما این امکان را می‌دهد تا آثار پویای شوک‌های وارد شده بر یک متغیر خاص را بر روی متغیرهای اقتصاد کلان دیگر به دست آوریم. از طریق IRF ما می‌توانیم اندازه و معناداری آماری واکنش متغیرهای موجود در مدل را به افزایشی به اندازه یک انحراف معیار در متغیر دریافت کننده شوک، نشان دهیم (استوک و واتسون، ۲۰۰۱). ارزیابی کل سیستم با آنالیز تجزیه واریانس سیستم مورد بررسی قرار می‌گیرد. تجزیه واریانس، واریانس خطای پیش بینی یک متغیر مفروض را به شوک‌های خود آن متغیر و نیز دیگر متغیرها در سیستم VAR نسبت می‌دهد.

۵-۶ تجزیه‌های واریانس

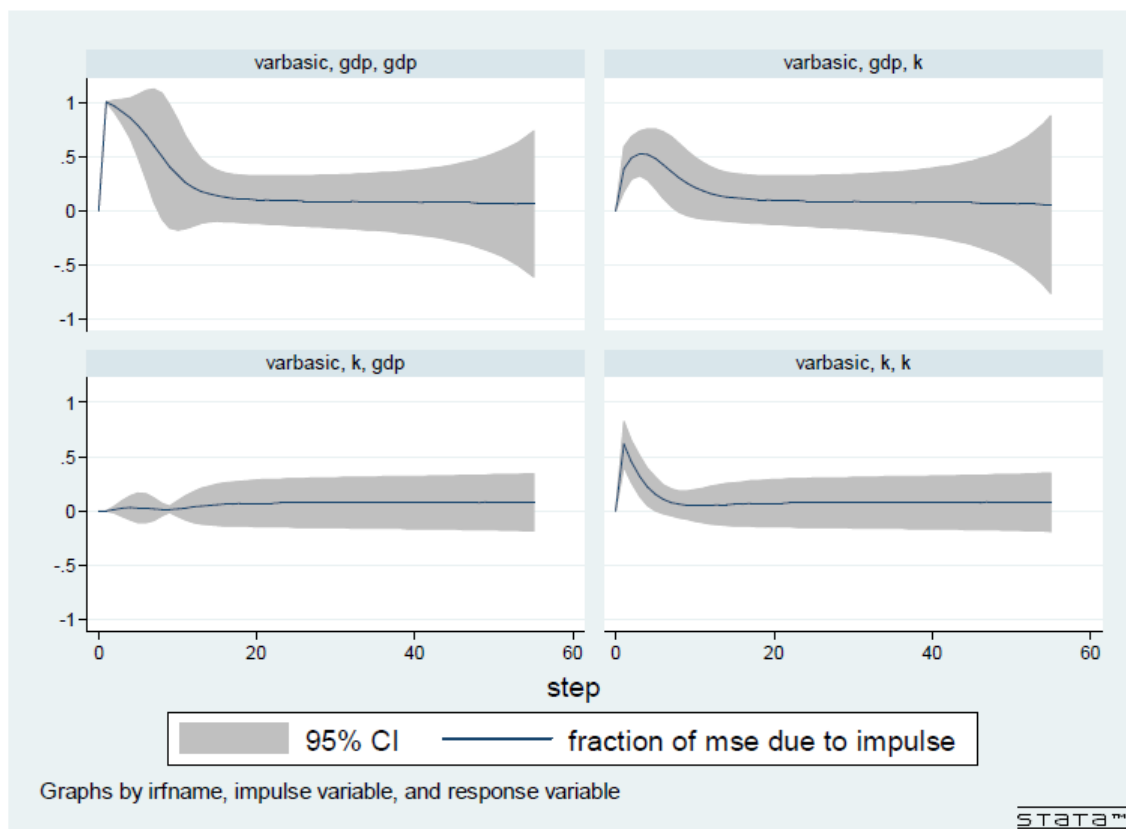
تجزیه واریانس این امکان را محقق می‌کند تا تغییرات متغیرهای اقتصاد کلان را به شوک‌های آغازین ارتباط دهد. بنابراین VD، اطلاعاتی را درباره اهمیت نسبی هر شوک در تحت تاثیر قرار دادن متغیر مورد نظر در مدل VAR را فراهم می‌کند. جدول‌ها و گراف‌های زیر نشان می‌دهد که برای همه متغیرها و در همه سال‌ها، بزرگترین بخش تغییرات در نمونه، توسط روند خود متغیر توضیح داده می‌شود. این دلالت بر این دارد که روند تاریخی هر متغیر، بخش بزرگی از تغییرات خود متغیر را توضیح می‌دهد.

جدول ۵-۱۰ پاسخ شوک‌های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و سرمایه گذاری

impulse k and response k	impulse k and response gdp	impulse gdp and response k	Impulse gdp and response gdp	Period (step)
۰,۶۱۵۴	۰	۰,۳۸۴۵	۱	۱
۰,۳۱۷۴	۰,۰۲۱۹	۰,۵۲۹۱	۰,۹۱۲۹	۳
۰,۱۵۲۷	۰,۰۲۶۶	۰,۴۸۰۴	۰,۷۸۴۲	۵
۰,۰۴۸۱	۰,۰۱۸۷	۰,۲۱۳۸	۰,۳۲۷۴	۱۰
۰,۰۷۰۱	۰,۰۶۹۳	۰,۰۹۸۱	۰,۱۰۲۶	۲۰
۰,۰۷۵۳	۰,۰۷۵۰	۰,۰۸۵۹	۰,۰۸۷۷	۳۰

۰,۰۷۷۰	۰,۰۷۶۸	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۹۵	۴۰
۰,۰۷۹۰	۰,۰۷۸۹	۰,۰۵۸۰	۰,۰۶۲۱	۵۵

منبع: یافته‌های تحقیق



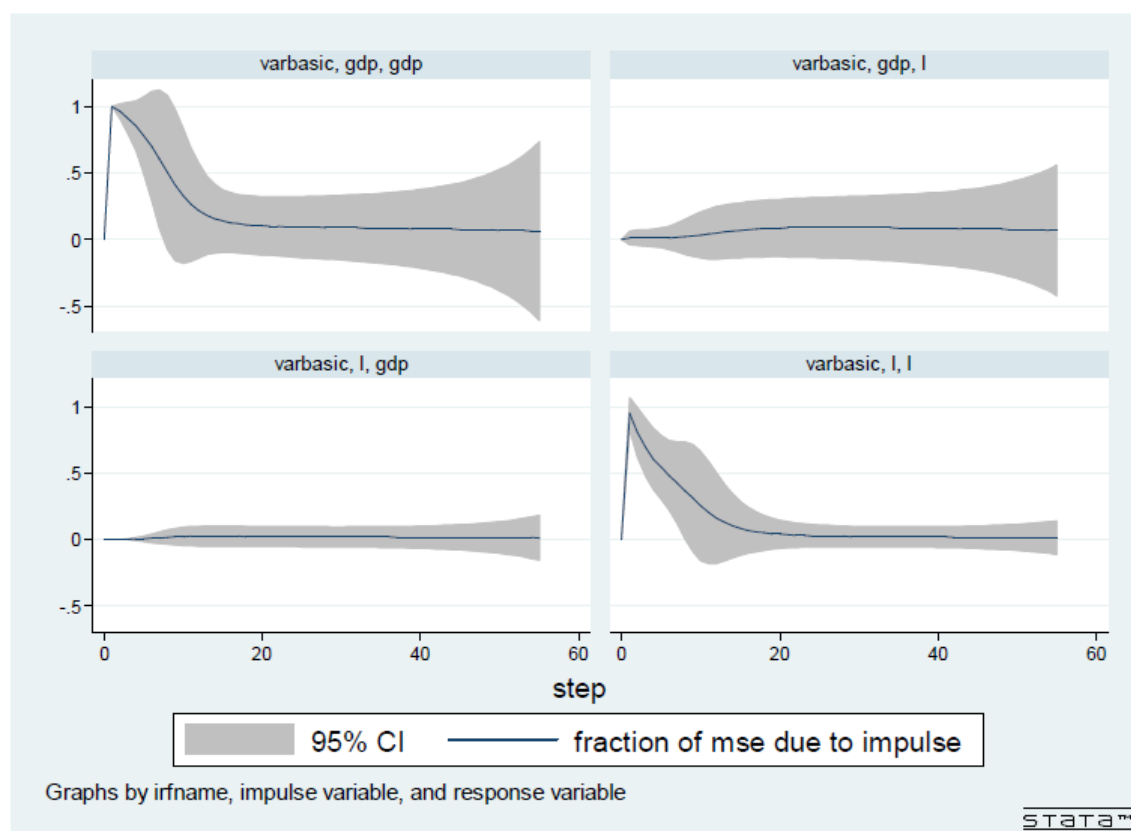
شکل ۵-۲ پاسخ شوک‌های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و سرمایه گذاری

با توجه به جدول بالا، بیشتر نوسان در نرخ رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت به دلیل تغییرات خود آن می‌باشد لیکن با توجه به اعداد جدول و همچنین نمودار، در بلندمدت و با یک شیب ملایم، خالص سرمایه‌گذاری بر رشد اقتصادی اثر می‌کند. با سرمایه‌گذاری علی‌الخصوص روی زیر ساخت‌های انرژی می‌توان به سطح قابل قبولی از رشد اقتصادی رسید و یک شیب صعودی در پیشرفت اقتصادی را مشاهده کرد.

جدول ۵-۱۱ پاسخ شوک‌های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و نیروی انسانی

impulse l and response l	impulse l and response gdp	impulse gdp and response l	Impulse gdp and response gdp	Period (step)
۰	۰	۰,۰۰۹۳	۱	۱
۰,۶۹۲۴	۰,۰۰۰۴	۰,۰۱۱۷	۰,۹۱۲۹	۳
۰,۵۴۱۰	۰,۰۰۴۰	۰,۰۱۱۲	۰,۷۸۴۲	۵
۰,۲۵۱۲	۰,۰۲۱۲	۰,۰۳۲۵	۰,۳۲۷۴	۱۰
۰,۰۳۸۲	۰,۰۲۱۴	۰,۰۸۵۳	۰,۱۰۲۶	۲۰
۰,۰۲۱۳	۰,۰۱۸۵	۰,۰۸۸۰	۰,۰۸۷۷	۳۰
۰,۰۱۷۴	۰,۰۱۶۲	۰,۰۸۲۰	۰,۰۷۹۵	۴۰
۰,۰۱۳۳	۰,۰۱۱۷	۰,۰۶۸۲	۰,۰۶۲۱	۵۵

منبع: یافته‌های تحقیق



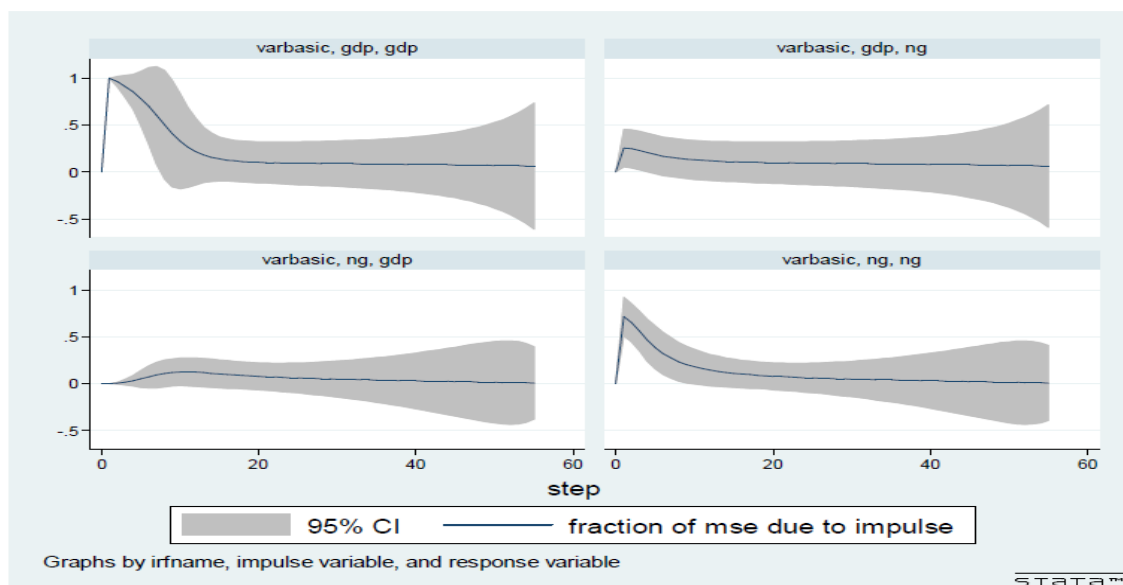
شکل ۵-۳ پاسخ دو متغیر تولید ناخالص داخلی و نیروی انسانی

با توجه به جدول و نمودار، بیشتر واریانس خطای پیش‌بینی در نیروی انسانی به دلیل تغییرات در نیروی انسانی است. تاثیر شوک‌های نیروی انسانی در کوتاه‌مدت قابل مشاهده است اما در بلندمدت به دلیل تاثیر پذیر نبودن صنعت نفت و گاز از نیروی انسانی و تکیه بیشتر این صنعت به تکنولوژی و سرمایه‌گذاری، شوک‌های نیروی انسانی کم‌تاثیر است. در کل این جز یکی از فروضات اساسی تولید است یعنی نیروی کار یک عامل محرک و تاثیرگذار در افزایش تولید و در نتیجه افزایش رشد اقتصادی است.

جدول ۵-۱۲ پاسخ شوک‌های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مصرف گاز

impulse ng and response ng	impulse ng and response gdp	impulse gdp and response ng	Impulse gdp and response gdp	Period (step)
۰	۰	۰,۲۵۳۹	۱	۱
۰,۵۵۷۴	۰,۰۱۵۱	۰,۲۲۷۸	۰,۹۱۲۹	۳
۰,۳۸۴۴	۰,۰۴۸۵	۰,۱۸۴۲	۰,۷۸۴۲	۵
۰,۱۷۸۲	۰,۱۲۳۷	۰,۱۲۷۵	۰,۳۲۷۴	۱۰
۰,۰۷۸۶	۰,۰۷۶۹	۰,۰۹۸۷	۰,۱۰۲۶	۲۰
۰,۰۴۸۰	۰,۰۴۷۳	۰,۰۸۷۹	۰,۰۸۷۷	۳۰
۰,۰۲۹۶	۰,۰۲۹۱	۰,۰۷۹۷	۰,۰۷۹۵	۴۰
۰,۰۰۶۲	۰,۰۰۵۸	۰,۰۶۲۷	۰,۰۶۲۱	۵۵

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۴-۵ پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مصرف گاز

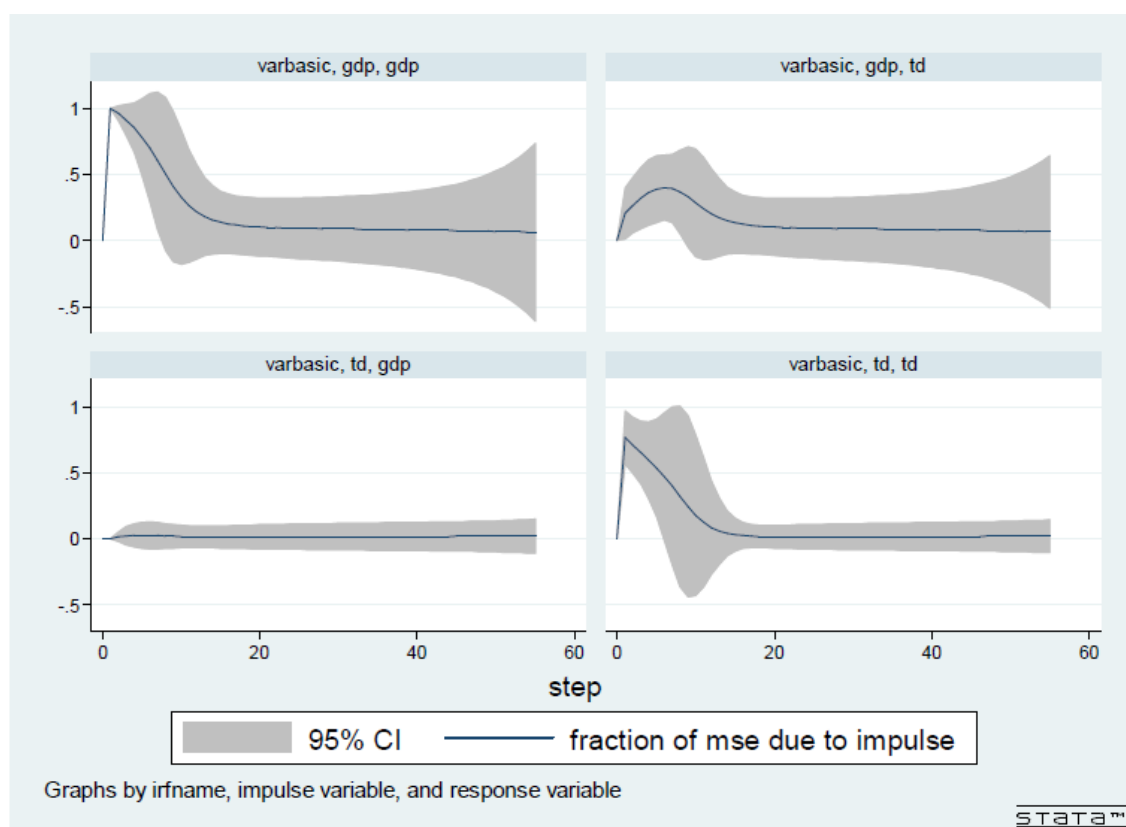
با توجه به جدول و نمودار، اثر شوک های مصرفی بر روی رشد اقتصادی در کوتاه مدت بسیار چشمگیر بوده و باعث افزایش رشد اقتصادی می شود. در بلند مدت به علت مصرف نکردن گاز به طور بهینه و از بین رفتن امکانات و سرمایه های کشور، اثر شوک های مصرفی روی رشد اقتصادی دارای روند نزولی است که با مصرف بهینه می توان جلوی این تاثیر منفی را گرفت. در کل متغیر مصرف گاز طبیعی اثر مثبت و معنی داری روی رشد اقتصادی دارد که افزایش فعالیت صنعت یک نمونه از تاثیر مصرف گاز روی رشد اقتصادی است.

جدول ۵-۱۳ پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مبادلات گاز

impulse td and response td	impulse td and response gdp	impulse gdp and response td	Impulse gdp and response gdp	Period (step)
۰	۰	۰,۲۰۵۰	۱	۱
۰,۶۵۱۲	۰,۰۲۱۵	۰,۳۱۹۳	۰,۹۱۲۹	۳
۰,۵۳۳۱	۰,۰۲۶۴	۰,۳۸۷۷	۰,۷۸۴۲	۵
۰,۱۷۷۴	۰,۰۱۵۹	۰,۲۸۵۰	۰,۳۲۷۴	۱۰
۰,۰۱۴۷	۰,۰۱۴۱	۰,۱۰۱۶	۰,۱۰۲۶	۲۰

۰,۰۱۵۲	۰,۰۱۵۶	۰,۰۸۸۶	۰,۰۸۷۷	۳۰
۰,۰۱۶۴	۰,۰۱۷۶	۰,۰۸۰۷	۰,۰۷۹۵	۴۰
۰,۰۱۸۲	۰,۰۱۸۵	۰,۰۶۵۰	۰,۰۶۲۱	۵۵

منبع: یافته های تحقیق



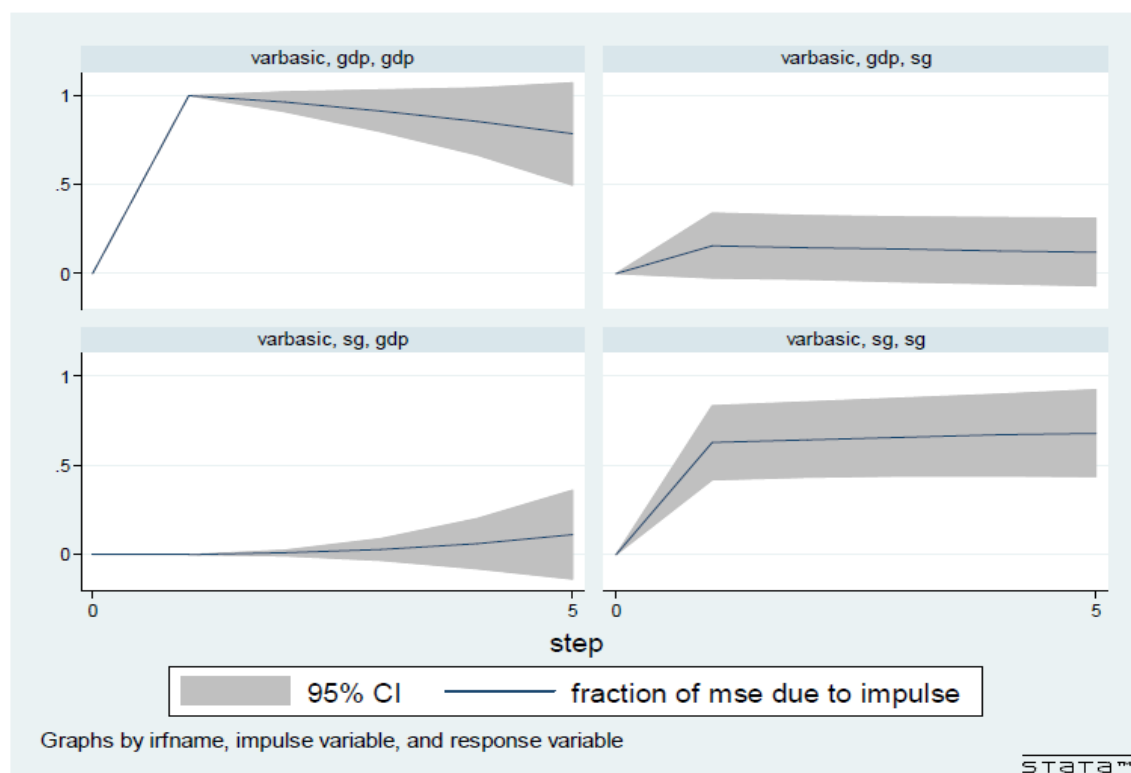
شکل ۵-۵ پاسخ شوک های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مبادلات گاز

با توجه به اطلاعات بالا، بیشترین نوسان مبادلات تجاری به علت تغییرات نرخ مبادلات تجاری است. یعنی مقدار تولید گاز طبیعی و همچنین واردات و صادرات آن در سال قبل تاثیرگذارتر از نرخ رشد اقتصادی سال قبل بر روی متغیر مبادلات تجاری صنعت گاز است. ولی شوک های مبادلات تجاری بر روی رشد اقتصادی با یک روند مشخص و صعودی پیش می رود. در کل هرچه اقتصاد یک کشور باز باشد و تجارت (واردات و صادرات) انجام گیرد. باعث رشد اقتصادی می شود.

جدول ۵-۱۴ پاسخ شوک‌های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و ذخیره‌سازی گاز

impulse sg and response sg	impulse sg and response gdp	impulse gdp and response sg	Impulse gdp and response gdp	Period (step)
۰,۶۲۸۲	۰	۰,۱۵۷۰	۱	۱
۰,۶۴۴۶	۰,۰۰۸۳	۰,۱۴۵۶	۰,۹۶۳۳	۲
۰,۶۵۸۵	۰,۰۲۷۹	۰,۱۳۵۷	۰,۹۱۲۹	۳
۰,۶۷۰۵	۰,۰۶۰۸	۰,۱۲۷۴	۰,۸۵۴۳	۴
۰,۶۸۰۸	۰,۱۰۹۹	۰,۱۲۰۴	۰,۷۸۴۲	۵

منبع: یافته‌های تحقیق



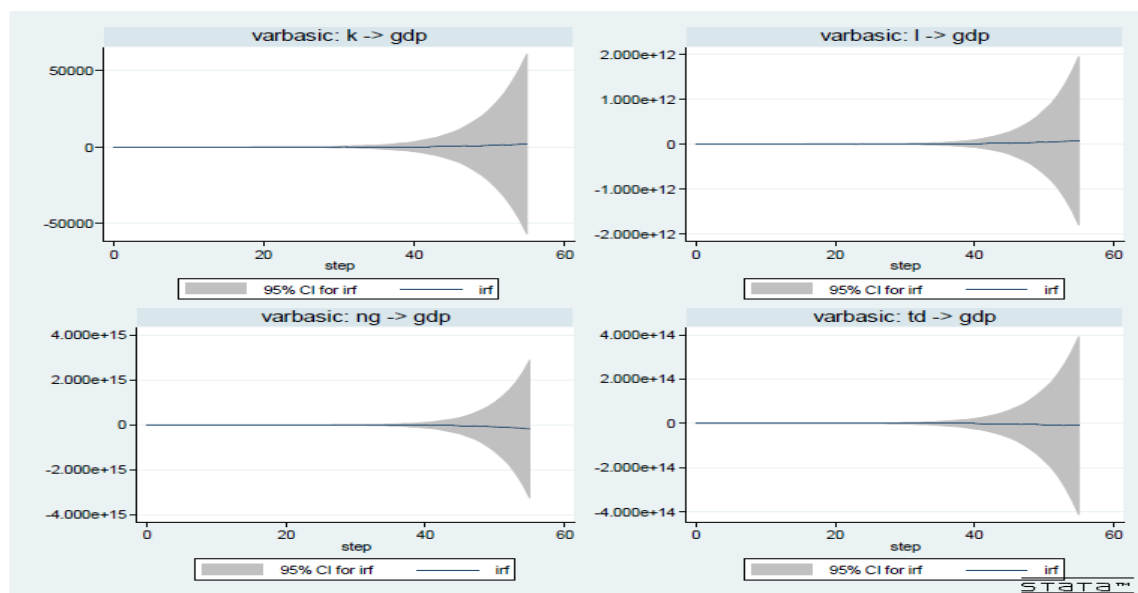
شکل ۵-۶ پاسخ شوک‌های دو متغیر تولید ناخالص داخلی و ذخیره‌سازی گاز

با توجه به جدول و نمودار، افزودن ذخیره‌سازی گاز طبیعی به رشد اقتصادی کمک می‌کند ولی باز هم باید صبر کرد و در بلندمدت و آینده این اثرات را بهتر ارزیابی کرد. هرچه کشورها ذخیره‌سازی گاز طبیعی داشته باشد دو اتفاق روی می‌دهد. اول باعث عرضه پایدار گاز طبیعی در کشور شده که این

عامل خود باعث برقراری امنیت سیاسی، اقتصادی و اجتماعی می‌شود. در مرحله دوم افزایش ذخیره‌سازی گاز طبیعی به رشد اقتصادی کشور کمک بسیار شایانی می‌کند.

۵-۷ توابع واکنش آنی

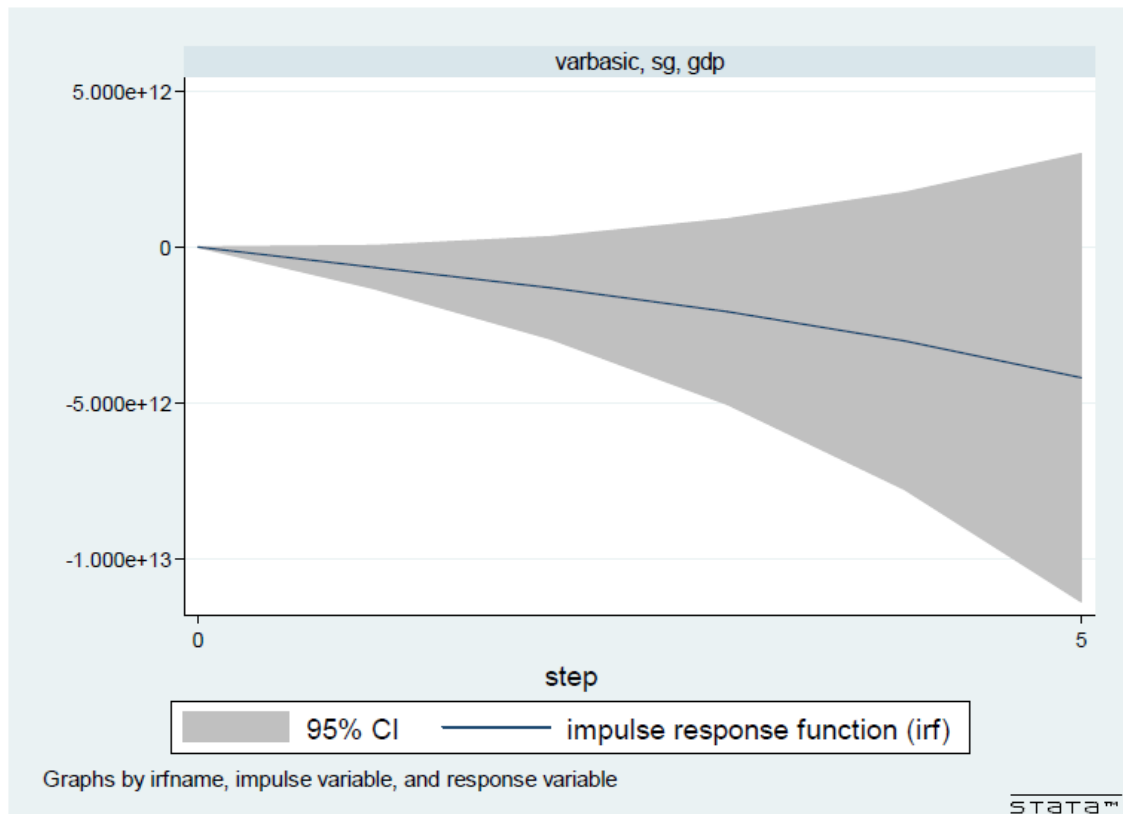
رونکل^۱ (۱۹۸۷) بر ایجاد و گزارش دادن مرزهای اطمینان در اطراف واکنش‌های آنی در مدل‌های VAR تاکید می‌کند. خط میانی در IRFs، واکنش هر متغیر به شوکی به اندازه یک انحراف معیار در متغیر برانگیخته شده را نشان می‌دهد. فضای تیره، مرزهای اطمینان را نشان می‌دهد. در شرایطی که خط توابع واکنش آنی میان مرزهای اطمینان قرار بگیرد، عدم وجود تاثیر شوک‌های متغیر برانگیخته شده بر روی یک متغیر معین، رد نخواهد شد. خط افقی در IRFs، دوره زمانی پس از شوک آغازین را نشان می‌دهد. خط عمودی در IRFs، اندازه واکنش به شوک‌ها را نشان می‌دهد (فرجی دیزجی، ۲۰۱۲). به طور کلی می‌توان گفت که نتایج توابع واکنش آنی، یافته‌های گفته شده در قسمت قبلی و در مورد تجزیه واریانس را مورد تایید قرار می‌دهد.



شکل ۵-۷ نمودار توابع واکنش آنی

¹ Runkle

چون تمام خط‌ها در بین فضای تیره قرار گرفتند پس تاثیر متغیرهای مستقل بر روی متغیر وابسته تایید می‌شود. در نتیجه همه بحث‌های صورت گرفته در توابع تجزیه واریانس مورد تایید بوده و صحت و سقم مدل قابل قبول است.



شکل ۵-۸ نمودار تابع واکنش آنی متغیر ذخیره‌سازی گاز طبیعی

متغیر حجم ذخیره‌سازی به علت اینکه از سال ۱۳۸۸ به بعد در مدل وارد شده است به همین دلیل محور افقی برای ۵ سال محاسبه شده و مثل بقیه متغیرها برای ۵۵ سال نیست. ولی برای همین پنج سال هم جواب قابل قبولی به دست آمده است.

۵-۸ آزمون علیت - گرنجر VAR

اساس کار آزمون علیت گرنجر که برای سری‌های زمانی طراحی شده است این است که آیا مقادیر با وقفه سری مذکور در توضیح دهی هریک از سری‌ها نقش دارند یا ندارند به عبارت دیگر هر دو حالت

امکان پذیر است در کلامی ساده کدامیک علت و معلول یکدیگر هستند ، یا رابطه علیتی وجود ندارد و یا اینکه علت دو طرفه می باشد.

جدول ۵-۱۵ نتایج آزمون علت گزنجر

Equation	Excluded	Chi2	Df	Prob>chi2
gdp	K	۴,۹۵۷۴	۱	۰,۰۵۰
gdp	L	۵,۲۱۶۴	۱	۰,۰۳۲
gdp	Ng	۷,۸۲۸	۱	۰,۰۰۵
gdp	Td	۵,۸۱۷۳	۱	۰,۰۲۵
gdp	Sg	۴,۷۴۵۲	۱	۰,۰۴۹
gdp	All	۱۴,۶۷۳	۵	۰,۰۱۲
L	Gdp	۹,۳۱۷۱	1	۰,۰۰۲

منبع: یافته های تحقیق

فرض صفر این آزمون عدم وجود علت است که در صورتی که آماره Prob>chi2 کمتر از پنج صدم باشد این فرضیه رد می شود که در جدول بالا متغیر رشد اقتصادی با تمام متغیرها رابطه علی دارد ولی رابطه علی بین نیروی انسانی و رشد اقتصادی دو سویه است.

۵-۹ نتایج و پیشنهادات

ذخیره سازی زیرزمینی گاز طبیعی یک بخش کلیدی از بازار گاز طبیعی است. گاز ذخیره شده قابلیت اطمینان عرضه گاز در طی دوره های تقاضای زیاد در روزهای اوج مصرف را تأمین می کند و فرصت هایی را برای مالکان گاز طبیعی ذخیره سازی شده برای همزمان سازی فعالیت های خرید و فروش به صورت مؤثر با نیازهای بازار و حداقل کردن هزینه های تجارت فراهم می کند. مقدار گازی که اپراتورهای ذخیره سازی نگهداری می کنند یکی از شاخص های تعیین کافی بودن عرضه براساس نیازهای آینده

- است. نداشتن اطمینان کافی از عدم قطع عرضه گاز می‌تواند پیامدهای اقتصادی و اجتماعی جدی را به دنبال داشته باشد که ذخیره‌سازی بهینه گاز طبیعی جلوی این مشکلات را می‌گیرد.
- بنا بر اثرات کمتر زیست محیطی و استفاده زیاد در کشورهای صنعتی، مصرف گاز سیر صعودی پیدا کرده که جهت حفظ این روند باید ذخیره‌سازی در اولویت قرار گیرد.
- چون اقتصاد کشور وابسته به نفت و مشتقات نفتی است پس می‌توان روی تجارت و مصرف گاز طبیعی برای رسیدن به رشد اقتصادی مد نظر سند چشم انداز حساب خاصی باز کرد که برای این امر نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر خارجی و کشف مخازن گازی جدید در کشور است.
- در زمان حاضر چون ذخایر قابل استحصال کشور تقریباً ثابت است، بهترین امر برای موازنه شاخص امنیت انرژی در بخش گاز، ایجاد مخازن جدید ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی برای جلوگیری از عدم تعادل عرضه به خصوص در فصول سرد سال است.
- پیشنهادهای آتی برای بهتر شدن نتایج تحقیق صورت گرفته، به قسم زیر ارائه می‌شود:
- توصیه می‌گردد که محققین حجم بهینه ذخیره‌سازی را برای تک تک مخازن ذخیره‌سازی به دست آورند و وارد جزیئات مخازن گردند.
- توصیه می‌گردد که برای دیده شدن متغیر دمای هوا، از مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی استفاده شود تا با پیش‌بینی دما بتوان حجم مناسب‌تری را ذخیره‌سازی کرد.
- بررسی مصارف استانی گاز طبیعی و نیازسنجی ذخیره‌سازی در استان‌های استراتژیک و با مصرف گاز طبیعی بالا جز اولویت‌های شرکت ملی گاز باید قرار گیرد تا در زمستان امنیت عرضه گاز در استان‌های مذکور حفظ شود.

- بسیاری از مخازن نفت و گاز کشف شده، ممکن است ارزش تولید اقتصادی را نداشته باشند. این مخازن می‌توانند گزینه‌های بسیار مناسبی برای ذخیره‌سازی گاز طبیعی باشند چون نیاز مبرم برای مخازن ذخیره‌سازی در کشور مشهود است.

- برای بهینه‌سازی هزینه‌ای توصیه می‌شود که از روش مدل میزان بهینه سفارش تولید استفاده کرد زیرا نرخ برداشت روزانه محاسبه می‌شود و برای ذخیره‌سازی این امر مهم است.

محدودیت‌ها

- عدم قطعیت در زمان بهره‌برداری فازهای اول و دوم مخازن ذخیره‌سازی گاز طبیعی، یعنی در بعضی مخازن فاز اول افتتاح شده ولی برای افتتاح فاز دوم اما و اگرهایی وجد دارد و عدم قطعیت در بعضی مخازن وجود دارد.

- عدم ارزیابی بعضی مخازن و قرار داشتن در فاز ارزیابی یکی از مهم‌ترین محدودیت تحقیق حاضر است. چون بعضی از مخازن در حال مطالعات ارزیابی قرار دارد و امکان دارد مورد تایید ذخیره‌سازی قرار نگیرد.

- ورود نکردن به مسائل فنی تاثیرگذار در ذخیره‌سازی گاز طبیعی مثل فشار مخزن که مربوط به مسائل فنی ذخیره‌سازی است که مربوط به جزئیات ذخیره‌سازی هر مخزن است و تحقیق را از مسائل استراتژیک و کلان دور می‌کرد.

- کم بودن سال‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی، در مدل اقتصاد سنجی که باعث استفاده از نوع متغیر موهومی برای این شاخص شد.

پیوست‌ها

پروژه‌های ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی در ایران

در اطراف تهران و قم، مرکز، شمال غرب ایران پتانسیل‌های مناسبی برای ذخیره‌سازی گاز موجود است.

۱- ایران مرکزی

مخزن ایران مرکزی که مطالعه آن از سال ۱۳۸۶ آغاز شده، جهت شناسایی مخازن دارای پتانسیل ذخیره‌سازی گاز طبیعی در منطقه ایران مرکزی به وسعت تقریبی ۱۷۰ هزار کیلومتر مربع از شمال به قزوین تا کویر سمنان و از غرب به قزوین، اراک و خمین از جنوب، محدوده ساوه تا استان یزد را در برمی‌گیرد، از پروژه‌های مطالعاتی و اکتشافی در دست اقدام بوده که تاکنون بالغ بر ۴۰ ساختار و ۵۰ تا گنبد نمکی بررسی و مطالعه گردیده است. مخازن البرز، آران بیدگل، فخره، قره و کاشان از مهم‌ترین مخازن هیدروکربوری مناسب ذخیره‌سازی در منطقه ایران مرکزی هستند که شناسایی شده‌اند.

۱-۱ گنبد نمکی نصرآباد کاشان

اکتشاف بزرگ‌ترین گنبد نمکی کشور در حوالی کیلومتر ۵۰ اتوبان قم - کاشان که بر اساس مطالعات اولیه و گراویمتری انجام، قابلیت ذخیره‌سازی گاز طبیعی در این مخزن تأیید شده و حداقل ظرفیت ۸ میلیارد متر مکعب را داراست.

۱-۲ سرخه

میدان سرخه در بین مخازن مطالعه شده ایران مرکزی گزینه‌ای مناسب جهت ذخیره‌سازی گاز مطرح گردیده که مطالعات امکان‌سنجی آن در حال انجام است. طاق‌دیس سرخه در ۳۰ کیلومتری جنوب سمنان واقع است.

۱-۳ سراج

تاق‌دیس سراج در حدود ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان قم و جنوب شرقی تاق‌دیس البرز واقع شده و ساختمانی تقریباً متقارن دارد که دارای ۲۸ کیلومتر طول و ۶ کیلومتر عرض می‌باشد. عمق متوسط سنگ مخزن ۲۵۰۰ متر و دارای گاز و میعانات گازی است. در فاز اول امکان ذخیره‌سازی یک و نیم میلیارد متر مکعبی گاز ایجاد شود؛ یعنی در ۸ ماه گرم سال، روزانه ۷ میلیون مترمکعب گاز تزریق شود تا در ۱۰۰ روز سرما روزانه ۹ میلیون و ۸۰۰ هزار تا ۱۰ میلیون مترمکعب گاز به مدت ۴ ماه برداشت شود. همچنین در فاز دوم ۲۰ میلیون متر مکعب در روز گاز تزریق و روزانه ۳۰ میلیون متر مکعب در ماه‌های سرد سال برداشت می‌شود که در این مرحله باید ۹ حلقه چاه جدید حفر شود. مخزن سراج که پروژه فرآورش تاسیسات آن جهت ۲ میلیون مترمکعب گاز در روز آماده بهره‌برداری شده و با ۳,۳ میلیارد مترمکعب در سال، حداکثر قابلیت برداشت مقطعی ۴۹ میلیون مترمکعب گاز طبیعی در روز را دارد.

۲- یورتشای ورامین

طاق‌دیس آبدار یورتشا در حدود ۷۰ کیلومتری جنوب تهران و ۲۰ کیلومتری جنوب ورامین، در ورودی کویر واقع شده و از نظر نزدیک بودن آن به مراکز عمده مصرف و خطوط انتقال گاز، مزیتی ویژه دارد. اجرای این طرح در سال ۱۳۷۴ و با مشاوره یک شرکت آلمانی در دستور کار قرار گرفت. این طاق‌دیس در شهریور سال ۸۴ با انجام عملیات و مطالعات اکتشافی آغاز بکار نموده است. این مخزن از نوع سفره آب زیرزمینی با حجم ذخیره‌سازی ۱۷۰ میلیون مترمکعب در سال و قابلیت برداشت مقطعی ۳ میلیون متر مکعب گاز طبیعی در روز است. هزینه برآورد شده برای اجرای فازهای اول و دوم این طرح را حدود ۵۴۰ میلیون دلار است. این طرح دارای ظرفیتی بین ۲۷۰ تا ۵۴۰ میلیون مترمکعب است. ضمن اینکه در شرایط جدید در اجرای این طرح، اختلاف در نتیجه مطالعات دو مشاور خارجی

در خصوص تنزل ظرفیت مخزن از ۶۵۰ میلیون متر مکعب در روز به ۱۵۰ میلیون متر مکعب در روز، بیم خارج شدن طرح از توجیه اقتصادی را به وجود آورده است.

۳- پروژه مطالعاتی ذخیره سازی گاز طبیعی در تبریز و کرمان

۱۲ رخنمون نمکی در شهرستان تبریز و همچنین گنبدهای نمکی در کرمان یافت گردیده، بر اساس مطالعات صورت گرفته در سال ۸۷ که در حال انجام مطالعات تکمیلی است.

۴- شوريجه

منطقه خانگیان در استان خراسان که در ۲۵ کیلومتری شمال غربی شهر مرزی سرخس واقع شده است تاکنون ۳ مخزن گازی مجزا در ساختارهای طاقدیسی که بر روی هم قرار گرفته‌اند. مخزن شوريجه با دارا بودن حجمی معادل ۴,۸ میلیارد مترمکعب دارای قابلیت بسیار مناسبی جهت ذخیره سازی گاز طبیعی است. این مخازن دارای گاز شیرین هستند که به تصفیه نیاز ندارند و فشار مخزن به دلیل استخراج بیش از ۳۰ سال کاهش یافته است از این رو با تزریق گاز شیرین به آن می‌توان از این مخزن برای ذخیره سازی گاز استفاده کرد، اما انجام مطالعات مهندسی در مورد آن‌ها لازم و برای اطمینان از این موضوع ضروری است.

۵- مختار

میدان گازی مختار در سال ۸۷ شناسایی شد و در حوالی یا سوچ در منطقه سیسخت در مجاورت خطوط لوله سراسری واقع شده است در فازهای بعدی پس از مطالعات نسبت به ایجاد تاسیسات و تجهیزات مورد نیاز اقدام به عمل آورد که در این خصوص مطالعات اجمالی در دست اقدام است. حجم گاز قابل ذخیره در این میدان حدود ۶ میلیارد متر مکعب است و می‌تواند نیاز استان‌های فارس، کهگیلویه و بویراحمد و اصفهان را در فصل سرما تأمین کند. مطالعات انجام شده روی این مخزن نشان می‌دهد می‌توان از آن روزانه ۴۰ تا ۵۰ میلیون مترمکعب گاز برداشت کرد.

مراجع

مراجع داخلی:

- آرمن، سید عزیز، زارع، روح الله (۱۳۸۴)، رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۴۶ با استفاده از روش تودا و یاماماتو، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هفتم، شماره ۲۴: ۱۴۳-۱۱۷.
- ابریشمی، حمید و مصطفائی (۱۳۸۰)، بررسی رابطه مصرف فرآورده‌های نفتی با رشد اقتصادی ایران، مجله دانش و توسعه، شماره ۱۴: ۴۶-۱۱.
- آذین، رضا، فراش، داود (۱۳۹۰)، نقش ذخیره‌سازی زیر زمینی در تعدیل زنجیره عرضه گاز طبیعی، اولین کنفرانس مجازی ذخیره‌سازی زیرزمینی مواد هیدروکربوری.
- آذین، رضا، ملکوتی، رضا، فراوش، داود، زیرراهی، محسن (۱۳۹۲)، ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی، تهران، راه نوین، چاپ اول.
- ادهم‌هاشمی، سیدمحمد، نجفی، عبدالعزیز، کوچکی، احسان (۱۳۹۰)، لزوم ذخیره‌سازی استراتژیک نفت و گاز در ایران، اولین کنفرانس مجازی ذخیره‌سازی زیرزمینی مواد هیدروکربوری.
- اصغری، علیرضا (۱۳۹۳)، ذخیره‌سازی گاز طبیعی و فصلی نو در زمستان، ماهنامه عصر انرژی، سال هشتم، شماره بیست و یک.
- اصغری‌پور، حسین و بهبودی، داود و قزوینیان، محمد حسن (۱۳۸۷)، شکست ساختاری، مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی در ایران، مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۱۹: ۱۲۲-۱۰۵.
- جوان، افشین، زمانی، مهرزاد، قنبری، علیرضا (۱۳۹۱)، پیش‌بینی تقاضا و ذخیره‌سازی فصلی گاز طبیعی در طول برنامه پنجم توسعه با استفاده از شبکه‌های عصبی و ARIMA، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال نهم، شماره ۳۴: صفحات ۷۰-۴۹.
- حسینی، میراحمد، یونس آرا، عبدالله (۱۳۹۲)، چالش‌ها و راهکارهای پیشبرد پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی در کشور، ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۰۸.

داوودی، ملیحه، رمضان‌زاده، احمد، جلالی، سید محمد اسماعیل (۱۳۹۰)، مقایسه‌ی مفاهیم ذخیره-سازی گاز طبیعی در ساختارها و سازه‌های زیرزمینی، اولین کنفرانس مجازی ذخیره‌سازی زیرزمینی مواد هیدروکربوری.

درخشان، مسعود (۱۳۸۵)، طرح تحقیقاتی بررسی وضعیت ذخایر اولیه و ثانویه مخازن نفتی کشور و امکان‌سنجی تولید و ازدیاد برداشت از طریق گاز در افق چشم‌انداز (۱۴۰۴ هجری شمسی)، دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری، معاونت انرژی.

دوراندیش، محسن، چاکری، محمدحسین (۱۳۹۲)، استراتژی توسعه ذخیره‌سازی گاز طبیعی در ایران، ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۰۸.

شهبازی، کیومرث، اصغری‌پور، حسین، محرم‌زاده، کریم (۱۳۹۱)، تأثیر مصرف فرآورده‌های نفتی بر رشد اقتصادی در استان‌های کشور، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، سال ششم، شماره یک: ۴۴-۲۵. صادقی، حسین، عساری آرانی، عباس و جلیلی، ظریفه (۱۳۸۸)، بررسی رابطه رشد اقتصادی و فقر با رویکرد کششی فقر در ایران (طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۶۳)، فصلنامه پژوهش‌نامه بازرگانی، ۵۰(۵)، ۷۳-۱۰۰.

عباسی نژاد، حسین (۱۳۸۶)، اقتصاد سنجی پیشرفته، نشر برادران، تهران.

قره باغیان، مرتضی (۱۳۷۰)، اقتصاد رشد و توسعه، نشر نی، تهران.

ملکی، رضا (۱۳۸۹)، بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید داخلی در ایران، مجله برنامه و بودجه، شماره ۸۹.

ملکی، عباس (۱۳۹۰)، سیاست‌گذاری انرژی، انتشارات دانشگاه شریف، تهران.

مهرگان، محمدرضا (۱۳۹۱)، پژوهش عملیاتی برنامه‌ریزی خطی و کاربردهای آن، ویراست چهارم. هادیان، ابراهیم، مقدم، الهام (۱۳۸۸)، بررسی تأثیر واردات بر رشد اقتصادی در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی.

مراجع خارجی

- Aliyeh Kazemi, M. Reza Mehregan, Hamed Shakouri G., Mahnaz Hosseinzadeh (2012), Energy Resource Allocation in Iran: A Fuzzy Multi-Objective Analysis, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 41: 334 – 341.
- Altinay, G. & Karagol, E. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey, *Energy Economics*, 27(6): 849–856.
- Apergis N, Payne JE (2010), Natural gas consumption and economic growth: a panel investigation of 67 countries, *Appl Energy* 87: 2759 –2763.
- A.R. Borges, C.H. Antunes (2003), A fuzzy multiple objective decision support model for energy-economy planning, *European Journal of Operational Research*; 145: 304-316.
- Baltaghi Badi H. (1999), *Econometrics*, 2nd ed, Springer
- Box, George, Jenkins, Gwilym (1970), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day.
- Bazaraa M.S., Jarvis J.J. (2006), *Linear programming and network flows*.
- Belloumi, M. (2009), Energy consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and causality analysis. *Energy Policy*, 37(7):2745–2753.
- Bunn, Derek W, (1997), *Systems Modeling for Energy Policy*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Chen, J. & B. Dong (2012), A Nonparametric Estimation on the Effects of Import and Export trade to Economic Growth in China, Elsevier, *Procedia Engineering*, Vol. 29, PP. 952-956.
- Corinne Chaton and Anna Creti and Bertrand Villeneuve, (2008), *Some Economics of Seasonal Gas Storage*, MPRA Paper No. 11984, posted 7.
- Cyriel de Jong, " Gas storage valuation and optimization, (2015) *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 24: 365-378.
- Dahl C (2004), *International energy markets: understanding pricing, policies and profits*, Pennwell Books, Tulsa.
- Dasgupta, P. S. & C. M. Heal (1993), *Economic Theory and Exhaustible Resources*; Cambridge: Cambridge University Press, Pp. 4-6.
- David G. Luenberger (2009), *Linear and Nonlinear Programming*, third edition.
- David Ian Stern (2003), *Energy and economic growth*, Department of Economics, Australian National University.

Dedeo glu, D, Kaya H. (2013), Energy use, exports, imports and GDP: New evidence from the OECD countries. *Energy Policy* 57: 469–476.

De Jong and Walet (2003), Gas Storage Valuation Using a Monte Carlo Method.

Fatai, K. et al (2004), Modeling the causal relationship between energy consumption and gdp in new zealand, Australia, India, Indonesia, the Philippines and Thailand, *Mathematics and Computer in Simulation*, 64: 431-445.

Felix Hofflera, Madjid Kublerb (2007), Demand for storage of natural gas in northwestern Europe: Trends 2005–2030, *Energy Policy* 35: 5206–5219.

Ghazi, M. Amadeh, H. Abbasifard, Z. (2009), Causality Relation between Energy Consumption and Economic Growth and Employment in Iranian Economy, *Economic Research*, 86, pp.56-87.

Gillingham K, Newell R, Palmer K (2009), Energy efficiency economics and policy. RFF-DP-13, Resources for the Future, Washington.

Glasure, Y.U (2002), Energy and national income in Korea: further evidence on the role of omitted variables, *Energy Economics* 30: 271-289.

Ilhan Ozturk, Usama Al-Mulali (2015), Natural gas consumption and economic growth nexus: Panel data analysis for GCC countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 51: 998–1003.

J. de Joode, O. Ozdemir (2010), Demand for seasonal gas storage in northwest Europe until 2030: Simulation results with a dynamic model, *Energy Policy* 38: 5817–5829.

João Miguel Ejarque (2011), Evaluating the economic cost of natural gas strategic storage restrictions, *Energy Economics* 33: 44–55.

Joe Wayne Byers (2006), Commodity storage valuation: A linear optimization based on traded instruments, *Energy Economics* 28: 275–287.

Krichene, N. (2002), World crude oil and natural gas: A demand and supply model, *Energy Economics*, 24(6), 557-576.

Lee, Ch. & Chang Ch, Structural Breaks (2005), Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Evidence from Taiwan, *Energy Economics*, 27 (6): 857-872.

Masih, A.M. and Masih, R. (1996), Energy Consumption, Real Income and Temporal Causality: results from a multi- country study based on cointegration and error correction modeling techniques, *Energy economics*, 18, pp. 89-100.

Matt Thompson, Matt Davison, Henning Rasmussen (2009), Natural Gas Storage Valuation and Optimization: A Real Options Application, Department of Applied Mathematics, University of Western Ontario London, Ontario Canada, N6A 5B8.

Mehrara, M. (2007), Energy Consumption and Economic Growth: the case of oil exporting countries, *Energy Policy*, 35, pp. 2939-2954.

Mulder, M. and Zwart, G. (2006), Market failures and Government policies in gas markets. CPB Memoranda 143, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.

Narayan P. K., & Narayan S., & P. S. (2010), Does electricity consumption panel granger cause GDP? A new global evidence, *Applied Energy*, 87(10): 3294– 3298.

Nelson, C., and C. Plosser (1982, Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications, *Journal of Monetary Economics*, 10, pp.139-162.

Oh,W. and Lee,K (2004), Causal relationship between Energy Consumption and GDP: The case of Korea 1970-1999, *Energy Economics* 26 pp51-59.

Ozturk, Usama Al-Mulali (2015), Natural gas consumption and economic growth nexus: Panel data analysis for GCC countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11:448–1223.

Ozturk, I (2010), A literature survey on energy– growth nexus, *Energy Policy*, 38 (1): 340–349.

Ozturk, I., Acaravci, A (2010), The causal relationship between energy consumption and GDP in Albania, Bulgaria, Hungary and Romania: Evidence from ADRL bound testing approach, *Applied Energy*, 87 (6): 1938-1943.

Pandey R (2002), Energy Policy modeling: Agenda for developing countries, *Energy Policy* 30:97–106.

Philip R. Lane, Aaron Tornell (1999), Voracity and Growth, *American Economic Review* 89: 22-46.

Rolando Ossowski & Others (2003), Fiscal Policy Formulation and Implementation in Oil-Producing Countries, International Monetary Fund, Washington.

Sadeghi, Mehdi, Mirshojaeian Hosseini, Hossein (2006), Energy supply planning in Iran by using fuzzy linear programming approach (regarding uncertainties of investment costs), *Energy Policy* 34 993–1003.

Sadosky P (2011), Trade and energy consumption in the Middle East, *Energy Economics* 33: 739–749.

- Stern, D (2000), A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US Macroeconomy, *Energy Economics*, 22, pp. 267-283.
- Trimble, N (2008), The National Case for Additional Gas Storage, Energy Contract Company, Twickenham.
- Toufic Mezher, Riad Chedid, Wissam Zahabi (1998), Energy resource allocation using multi- objective goal programming: the case of Lebanon, *Applied Energy* 61: 175-192.
- Walter Enders (2014), *Applied Econometric Time Series*, 4th Edition.
- Wayne L. Winston (1995), *Introduction to Mathematical Programming: Application and Algorithms*.
- Zamani, M (2007), Energy consumption and economic activity in Iran. *Energy Economics*, 29(6): 1135-1140.
- Zhuliang Chen, Peter A. Forsyth (2007), Implications of a Regime-Switching Model on Natural Gas Storage Valuation and Optimal Operation.

Optimation of natural gas storage and storage effects on economic growth in Iran

ABSTRACT: Iran's gas production nearly tripled in the past 15 years and extraction and gas production activities in the South Pars field have played a major role in this transformation. Iran's choice in gas sphere is include domestic consumption, and exports in the form of gas, conversion of gas to value-added products such as petrochemicals and steel, gas injection into oil fields to enhance productivity and increase pressure oil fields and natural gas storage. Economic Energy experts are of the opinion that with proper planning and principles, Iran could use the extra gas for all consumers

The present study attempts to find the optimal storage of natural gas in Iran. The main question addressed in this study, the optimal amount of storage volumes and the impact of these factor on economic growth in the shadow of consumption and trade of natural gas? In order to answer this question and determine the amount priorities domestic consumption, injection into oil reservoirs, export and storage of natural gas in Iran, From the linear programming and for the period 1410-1392 modeling and simulation are used. Listed four variables in the model is considered as a decision variable. Also to respond to the effects of the gas industry on economic growth, vector auto regression method estimates for the period 1393-1388 due to the storage company was founded in 1388, variable volume storage therefore dummy variable econometric model used.

Simulation and Analysis of Results of this study show that Based on the priorities of the Ministry of Oil, the amount allocated to domestic consumption, injection into oil reservoirs, export and storage was found. Volume of natural gas storage reservoirs according to have been discovered and is being evaluated in three scenarios were investigated. In the base case scenario storage volume of domestic consumption was 8 percent improvement in storage conditions of the country but with 30 percent of the world there are still differences. The results of the econometric model show that variable natural gas storage has effect positive and significant on GDP country that storage to balance in the supply of natural gas leads. Also variables consumption and transactions gas, labor and capital on economic growth country has effect positive and significant. The results, the increasing importance of gas particularly explains, so you should help at investment and increase technical capacity to gas process.

Keywords: Natural gas storage, Optimization, economic growth, Iran



Shahrood University of Technology

**Faculty: Industrial Engineering &
Management Sciences**

**Optimation of natural gas storage and storage effects on
economic growth in Iran**

Alireza Rasoulnezhad

Supervisor:

Dr. Mojtaba Ghiyasi

Consultant:

Dr. Ali Dehghani

August 2016