دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دانشگاه تهران
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده مهندسی صنایع

بررسی عوامل مؤثر بر توسعه صنعت پتروشیمی ایران و آینده‌نگری این صنعت با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی گرایش برنامه‌ریزی سیستم‌های انرژی

وحید حاجی ابراهیمی فراشاه

استاد راهنما:

دکتر زینب سازور

اساتید مشاور:

دکتر سید فرید قادری

دکتر سید حسین حسینی

بهمن ماه ۱۳۹۷

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

باسمه تعالی

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

نام دانشکده : مهندسی صنایع **گروه آموزشی/دانشکده :**

۱- **هیأت داوران پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقا/خانم** وحید حاجی ابراهیمی فراشاه **به شماره دانشجویی** ۸۱۰۹۹۵۰۲۴ **در رشته** مهندسی صنایع-مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی **گرایش** برنامه ریزی **را در تاریخ** ۱۳۹۷/۱۱/۰۹ **با عنوان** بررسی عوامل مؤثر بر توسعه صنعت پتروشیمی ایران و آینده نگری این صنعت با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها **با:**

درجه : عالی **ارزیابی نمود.**

مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱-استاد راهنمای اول :	زینب سازور	استادیار	دانشگاه تهران	
۲-استاد راهنمای دوم : (حسب مورد)				
۳-استاد مشاور: (حسب مورد)	سید فرید قادری	استاد تمام	دانشگاه تهران	
۴-استاد مشاور دوم	سید حسین حسینی	استادیار	مؤسسه سیستم‌های مدیریتی الگو محور سمام	
۵-داور داخلی	کامران رضایی	دانشیار	دانشگاه تهران	
۶-داور خارجی	نسیم نهاوندی	دانشیار	دانشگاه تربیت مدرس	
۷-نماینده تحصیلات تکمیلی (عضو هیات علمی)	کامران رضایی	دانشیار	دانشگاه تهران	

پردیس دانشکده های فنی
تحصیلات تکمیلی و پژوهشی
دانشکده مهندسی صنایع

تذکر : این فرم پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.

معاونت تحصیلات تکمیلی
پردیس دانشکده های فنی
دانشگاه تهران

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تعهدنامه اصالت اثر

باسمه تعالی

اینجانب وحید حاجی ابراهیمی فراشاه تائید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو : وحید حاجی ابراهیمی فراشاه

امضای دانشجو :

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تقدیم به پدر عزیزم

که همواره چون کوهی استوار در تمامی سختی‌ها تکیه گاه من بوده و هست

و تقدیم به مادر مهربانم

که هرچه در زندگی دارم و خواهم داشت متعلق به اوست

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

-با تشکر و سپاس فراوان از استاد فرهیخته و فرزانه‌ام سرکار خانم دکتر زینب سازور که همواره راهنما و راه‌گشای من در نگارش این اثر بوده‌اند.

-با امتنان بی‌دریغ از الطاف بی پایان جناب آقای دکتر سید فرید قادری که با دلسوزی، تلاش و کوشش خود همواره حامی من و تمامی دانشجویان بوده و هستند.

-با تقدیر و تشکر صمیمانه از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر سید حسین حسینی که همچون برادری بزرگتر در تمامی مراحل نگارش این پایان نامه در کنار من بوده‌اند.

-با سپاس از زحمات بی شائبه سرکار خانم غلامرضایی کارشناس محترم بخش برنامه ریزی امور تلفیقی شرکت ملی صنایع پتروشیمی که در جمع‌آوری داده‌ها کمک‌های شایان خویش را نثار من کردند و در نهایت با تشکر خالصانه از سایر دوستانی که به نوعی مرا در اکمال و اتمام این مهم یاری رساندند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

چکیده

صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از مهمترین بخش‌های صنایع پایین دستی نفت و گاز، نقش غیرقابل انکاری در تکمیل زنجیره ارزش این منابع خدادای، ایفا می‌کند. ایران کشوری با ذخایر عظیم نفت و گاز بوده که تاکنون با توجه به این منابع، صنعت پتروشیمی در کشور آنچنان که باید، به جایگاه واقعی خود دست پیدا نکرده است. بر این اساس، این تحقیق در گام اول، با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها به بررسی عوامل مؤثر بر توسعه صنعت پتروشیمی و مدلسازی دینامیک شکل‌گیری بودجه توسعه ظرفیت پرداخته است. در گام بعدی ساختارهای تخصیص بودجه بین مجتمع‌های تولیدی پتروشیمی با قابلیت تولید محصولات مختلف، مدلسازی شده‌اند و موارد مهم دیگری نیز از قبیل میزان ظرفیت تولید، میزان تولید، درآمدهای حاصل از فروش داخلی و صادرات هریک از سبدهای محصولات مشخص، مدلسازی شده است. بر اساس نتایج مدلسازی در حالت پایه، صنعت پتروشیمی در سال ۱٤۰٤ شمسی (۲۰۲۵ میلادی) دارای ظرفیت تولید بالغ بر ۱۰٤ میلیون تن انواع فرآورده‌های پتروشیمی شامل ۱۰,۲ میلیون تن متانول، ۲۰,٦ میلیون تن آمونیاک و اوره، ۱۱ میلیون تن اتیلن و پروپیلن، ۲,۲ میلیون تن پلی پروپیلن و ۵۹,٦ میلیون تن سایر محصولات خواهد بود که به میزان محسوسی کمتر از هدف‌گذاری انجام شده در سند چشم انداز ۱٤۰٤ کشور، خواهد بود. همچنین درآمد ناشی از فروش داخلی و صادرات محصولات پتروشیمی در سال ۲۰۲۵ میلادی حدود ۳۰ میلیارد دلار (به قیمت دلار سال ۲۰۱۰) در سال خواهد رسید. بر طبق سیاست سوم که مؤثرترین سیاست پیشنهادی این تحقیق معرفی شده است، از یکسو می‌بایست افزایش سهم پتروشیمی از بودجه‌های توسعه صنعت نفت و گاز و صندوق توسعه ملی در دستور کار قرار گیرد و از سوی دیگر تخصیص سرمایه مورد نظر به منظور تولید سبد محصولات با ارزش بیشتر نسبت به وضع کنونی، انجام گیرد تا در نهایت با توسعه و پیشرفت صنعت پتروشیمی، کشور را برای همیشه، از بند خام فروشی رها کرد.

واژه‌های کلیدی: صنعت پتروشیمی، سرمایه‌گذاری، پویایی شناسی سیستم‌ها، تحلیل سناریو، ایران

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- عنوان تحقیق ۵

۱-۳- مسئله تحقیق ۶

۱-٤- دامنه و مرز تحقیق ۱۱

۱-۵- ضرورت انجام تحقیق ۱۲

۱-٦- هدف یا هدف‌های کلی و آرمانی تحقیق ۱۳

۱-۷- روش انجام تحقیق ۱۴

۱-۸- نوآوری، اهمیت و ارزش تحقیق ۱۶

۱-۹- تعریف واژه ها ۱۷

۱-۱۰- خلاصه فصل‌ها ۱۹

فصل ۲: مروری بر مطالعات انجام شده ۲۰

۲-۱- مقدمه ۲۰

۲-۲- مروری بر ادبیات موضوع ۲۰

۲-۳- نتیجه‌گیری ۳۰

فصل ۳: روش تحقیق ۳۱

۳-۱- مقدمه ۳۱

۳-۲- علت انتخاب روش ۳۱

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۳-۳- تشریح کامل روش تحقیق ۳۲
٤-۳- ابزارهای مورد استفاده در روند انجام تحقیق ۳۳
۱-٤-۳- پویایی شناسی سیستم‌ها ۳۴
۲-٤-۳- روش‌های اعتبارسنجی ۳۷
۳-٤-۳- نظرات خبرگان ۳۹
فصل ٤: ارائه مدل و بررسی نتایج ۴۰
۱-٤- مقدمه ۴۰
۲-٤- فرضیه پویا ۴۱
۳-٤- مجتمع‌های تولیدی محصولات پتروشیمی ۴۳
۱-۳-٤- متانول ۴۳
۲-۳-٤- آمونیاک و اوره ۴۶
۳-۳-٤- اتیلن و پروپیلن ۴۹
٤-۳-٤- پلی‌پروپیلن ۵۳
۵-۳-۴- سایر محصولات ۵۶
٤-٤- مدل کیفی ۵۶
۱-٤-٤- نمودار زیر سیستم‌ها ۵۶
۲-٤-٤- نمودارهای علی و معلولی ۵۸
۵-٤- مدل ریاضی (نمودار انباشت-جریان) ۶۱
٦-٤- کالیبراسیون و اعتبار سنجی ۷۲
۱-٦-٤- کالیبراسیون ۷۲
۲-٦-٤- اعتبارسنجی ۷۲

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۳-٦-٤- نتایج شبیه سازی ۷۹
٤-٦-٤- تحلیل سناریو و ارائه سیاست‌های پیشنهادی ۸۵
٥-٦-٤- تحلیل سناریو ۸۵
٦-٦-٤- سیاست‌های پیشنهادی ۸۷
۷-٦-٤- تحلیل کمی نتایج شبیه‌سازی سیاست‌های پیشنهادی بر بستر سناریوها ۸۹
۸-٦-٤- تحلیل منافع صنعت پتروشیمی حاصل از اجرای سیاست سوم ۹۵
۹-٦-٤- نتایج اجرای همزمان تمام سناریوها و سیاست ها ۹۶
فصل ٥: بحث و نتیجه گیری ۹۹
۱-٥- مقدمه ۹۹
۲-٥- جمع‌بندی ۱۰۰
۳-٥- توصیه‌های اجرایی تحقیق ۱۰۱
٤-٥- نوآوری ۱۰۲
٥-٥- پیشنهادها ۱۰۳
٦-٥- کاربردهای مورد انتظار از تحقیق ۱۰۳
فصل ٦: مراجع ۱۰۵

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست اشکال

شکل (۱-۱) زنجیره محصولات تولیدی صنعت پتروشیمی..... ۲
شکل(۲-۱) برآورد میزان ذخایر اثبات شده نفت خام ایران..... ٦
شکل(۳-۱) برآورد ذخایر قابل استحصال گاز طبیعی ایران..... ۷
شکل (٤-۱) سهم هریک از محصولات در سبد تولیدات صنعت پتروشیمی..... ۹
شکل (۵-۱) اختلاف ظرفیت تولید صنعت پتروشیمی با هدف گذاری برنامه ششم توسعه..... ۱۰
شکل (٦-۱) گام های اجرایی تحقیق..... ۱۵
شکل (۱-۲) نمودار علی و معلولی دینامیک‌های نرخ تولید نفت..... ۲۳
شکل (۲-۲) نمودار علی و معلولی بررسی عوامل مؤثر بر قیمت نفت..... ۲٤
شکل (۳-۲) نمودار علی و معلولی مطالعه بررسی تأخیر در پروژه‌های صنعت پتروشیمی..... ۲٦
شکل (۱-۳) شمایی از ابزارهای استفاده شده در این تحقیق..... ۳۳
شکل (۲-۳) (الف): ارتباط علی مثبت بین دو متغیر در نمودار علی معلولی، (ب): ارتباط علی منفی و تأخیر بین دو متغیر در نمودار علی معلولی و (ج): تشکیل حلقه در نمودار علی معلولی..... ۳٦
شکل (۳-۳) نمونه‌ای از یک نمودار جریان انباشت..... ۳۷
شکل (۱-٤) ظرفیت تولید و میزان تولید صنعت پتروشیمی در سال‌های اخیر..... ٤۲
شکل (۲-٤) ارزش فروش محصولات پتروشیمی به تفکیک فروش داخلی و صادرات..... ٤۲
شکل (۳-٤) فرآیند تولید متانول..... ٤٤
شکل (٤-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی متانول..... ٤۵
شکل (۵-٤) فروش متانول به تفکیک صادرات و فروش داخلی..... ٤٦
شکل (٦-٤) فرآیند تولید آمونیاک و اوره..... ٤۷
شکل (۷-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی آمونیاک..... ٤۸
شکل (۸-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی اوره..... ٤۸
شکل (۹-٤) مجموع فروش آمونیاک و اوره به تفکیک صادرات و فروش داخلی..... ٤۹
شکل (۱۰-٤) فرآیند تولید اتیلن و پروپیلن در یک مجتمع الفین..... ۵۲
شکل (۱۱-٤) سهم مجتمع‌های تولید اتیلن..... ۵۲
شکل (۱۲-٤) سهم مجتمع‌های تولید پروپیلن..... ۵۳
شکل (۱۳-٤) فروش سال های اخیر اتیلن و پروپیلن به تفکیک فروش داخلی و صادرات..... ۵۳
شکل (۱٤-٤) فرآیند تولید پلی پروپیلن..... ۵٤
شکل (۱۵-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی پلی پروپیلن..... ۵۵
شکل (۱٦-٤) فروش پلی پروپیلن به تفکیک صادرات و فروش داخلی..... ۵۵

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل (۱۷-٤) نمودار زیرسیستم‌ها ۵۷
شکل (۱۸-٤) حلقه افزایشی توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی ۵۹
شکل (۱۹-٤) حلقه افزایشی توسعه درآمد و تولید گاز طبیعی و حلقه تعادلی تأثیر افزایش ظرفیت پتروشیمی بر صادرات گاز طبیعی ٦۰
شکل (۲۰-٤) نحوه تخصیص سهم درآمدی صنعت نفت و گاز بین بخش‌های مختلف ٦۱
شکل (۲۱-٤) نمودار انباشت-جریان بخش درآمد- هزینه صنعت نفت و گاز ٦۲
شکل (۲۲-٤) نمودار انباشت-جریان مربوط به درآمد-هزینه صندوق توسعه ملی ٦٤
شکل (۲۳-٤) نمودار انباشت-جریان توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی به تفکیک محصول ٦۵
شکل (۲٤-٤) نمودار انباشت-جریان شکل گیری درآمد محصولات پتروشیمی ٦۷
شکل(۲۵-٤) نمودار انباشت-جریان نحوه شکل گیری درآمد کل صنعت نفت و گاز ٦۹
شکل (۲٦-٤) شمای کلی نمودار انباشت-جریان ۷۱
شکل (۲۷-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- ظرفیت تولید محصولات پتروشیمی ۷٤
شکل (۲۸-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- تولید محصولات پتروشیمی ۷۵
شکل (۲۹-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- فروش داخلی و صادرات محصولات پتروشیمی ۷۷
شکل (۳۰-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- ظرفیت تولید کل ۷۸
شکل (۳۱-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- درآمد کل ۷۸
شکل (۳۲-٤) نتایج شبیه سازی سناریوها- ظرفیت تولید کل ۸۰
شکل (۳۳-٤) نتایج شبیه سازی سیاست ها- درآمد کل ۸۰
شکل (۳٤-٤) سهم ظرفیت تولید هریک از دسته‌های محصولات نسبت به ظرفیت کل ۸۱
شکل (۳۵-٤) نتایج شبیه سازی- تولید محصولات پتروشیمی ۸۲
شکل (۳٦-٤) ظرفیت تولید و تولید محصولات پتروشیمی بر اساس نتایج شبیه سازی ۸۳
شکل (۳۷-٤) نتایج شبیه سازی- فروش داخلی و صادرات محصولات پتروشیمی ۸۳
شکل (۳۸-٤) نتایج شبیه سازی سناریوها ۸٦
شکل (۳۹-٤) نتایج شبیه سازی افت ناگهانی میزان تولید و اثر آن بر درآمد ۸۷
شکل (٤۰-٤) نتایج شبیه سازی سیاست ها ۸۹
شکل (٤۱-٤) اجرای سیاست‌ها در بستر سناریوی اول ۹۰
شکل (٤۲-٤) اجرای سیاست‌ها در بستر سناریوی دوم ۹۱
شکل (٤۳-٤) اجرای سیاست‌ها در بستر سناریوی سوم ۹۱
شکل (٤٤-٤) اجرای سیاست اول تحت سناریوهای مختلف ۹۲
شکل (٤۵-٤) اجرای سیاست دوم تحت سناریوهای مختلف ۹۳

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل (٤٦-٤) اجرای سیاست سوم تحت سناریوهای مختلف ٩٤
شکل (٤٧-٤) نحوه محاسبه منافع صنعت پتروشیمی در صورت اجرای سیاست سوم..... ٩٥
شکل (٤٨-٤) اجرای تمام سیاست ها و سناریوها بر ظرفیت تولید..... ٩٦
شکل (٤٩-٤) اجرای تمام سیاست ها و سناریوها بر درآمد کل..... ٩٧
شکل (٥٠-٤) نتایج اجرای هر سیاست/سناریو..... ٩٨

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ١٩٥٩٢٩/و تاریخ ١٣٩٥/٩/٦) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (١٣٤٨) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست جداول

جدول (۱-۱) خلاصه اطلاعات صنعت پتروشیمی در سال های اخیر..... ۸

جدول (۱-۲) خلاصه مرور ادبیات بخش اول..... ۲۵

جدول (۲-۲) خلاصه مرور ادبیات بخش دوم..... ۲۹

جدول (۱-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادلات (۱-٤) و (۲-٤)..... ٦۳

جدول (۲-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادله (۳-٤)..... ٦٦

جدول (۳-٤) اندیس‌های محصولات در معادلات..... ٦٦

جدول (٤-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادلات (٤-٤)، (٥-٤) و (٦-٤)..... ٦۸

جدول (٥-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادلات (۷-٤)، (۸-٤) ٦۹

جدول (٦-٤) نتایج محاسبه میزان خطای روش تولید رفتار مجدد..... ۷۹

جدول (۷-٤) نحوه شکل گیری سناریوها..... ۸٥

جدول (۸-٤) نتایج محاسبه مجموع منافع حاصل از اجرای سیاست سوم..... ۹٦

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹٥۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹٥/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست علائم اختصاری

روش پویایی شناسی سیستم‌ها	(SD)
شرکت ملی صنایع پتروشیمی	(NPC)
صندوق توسعه ملی	(NDF)
سازمان کشورهای صادر کننده نفت	(OPEC)
وینیل استات	(VAM)
پلی متیل متاکریلیت	(PMAA)
دی متیل اتر	(DME)
تخته فیبر با چگالی متوسط	(MDF)
گاز مایع	(LPG)
تبدیل پروپان به پروپیلن	(PDH)
تبدیل متانول به الفین های سبک	(MTO/P)
تبدیل پروپیلن به پلی‌پروپیلن	(PP)
نمودار علی و معلولی	(CLD)
نمودار انباشت- جریان	(SFD)

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ۱: مقدمه

۱-۱- مقدمه

پتروشیمی به صنایعی اطلاق می‌شود که در آن هیدروکربن[۱]های موجود در نفت خام و یا گاز طبیعی پس از فرآوری، طی یک سلسله فرآیندهای شیمیایی به فرآورده‌های جدید شیمیایی، تبدیل می‌شوند. محصولات پتروشیمی بر اساس تنوع تکنولوژی، پیچیدگی فرآوری تولید و بازار مصرفی، به دو دسته مواد پایه‌ای بالا دستی که مواد حد واسط و خوراک پایین دستی را تشکیل می دهند و محصولات پایین دستی تقسیم می شوند. صنایع زیر مجموعه بخش پایین دستی پتروشیمی عبارتند از: پلاستیک، لاستیک، رنگ و رزین، کود و سموم، مواد شیمیایی و حلال‌ها، الیاف و نساجی، داروهای شیمیایی، محصولات آرایشی و بهداشتی، کامپوزیت‌ها و شوینده‌ها [۱].

با توجه به نوع فرآیندهای موجود در پتروشیمی، خوراک‌های مصرفی محصولات این صنعت عمدتاً عبارتند است از: گاز شیرین[۲]، نفتا[۳]ی سبک و سنگین، گاز مایع و خاک فسفات[٤]. هزاران محصول

[۱] Hydrocarbon

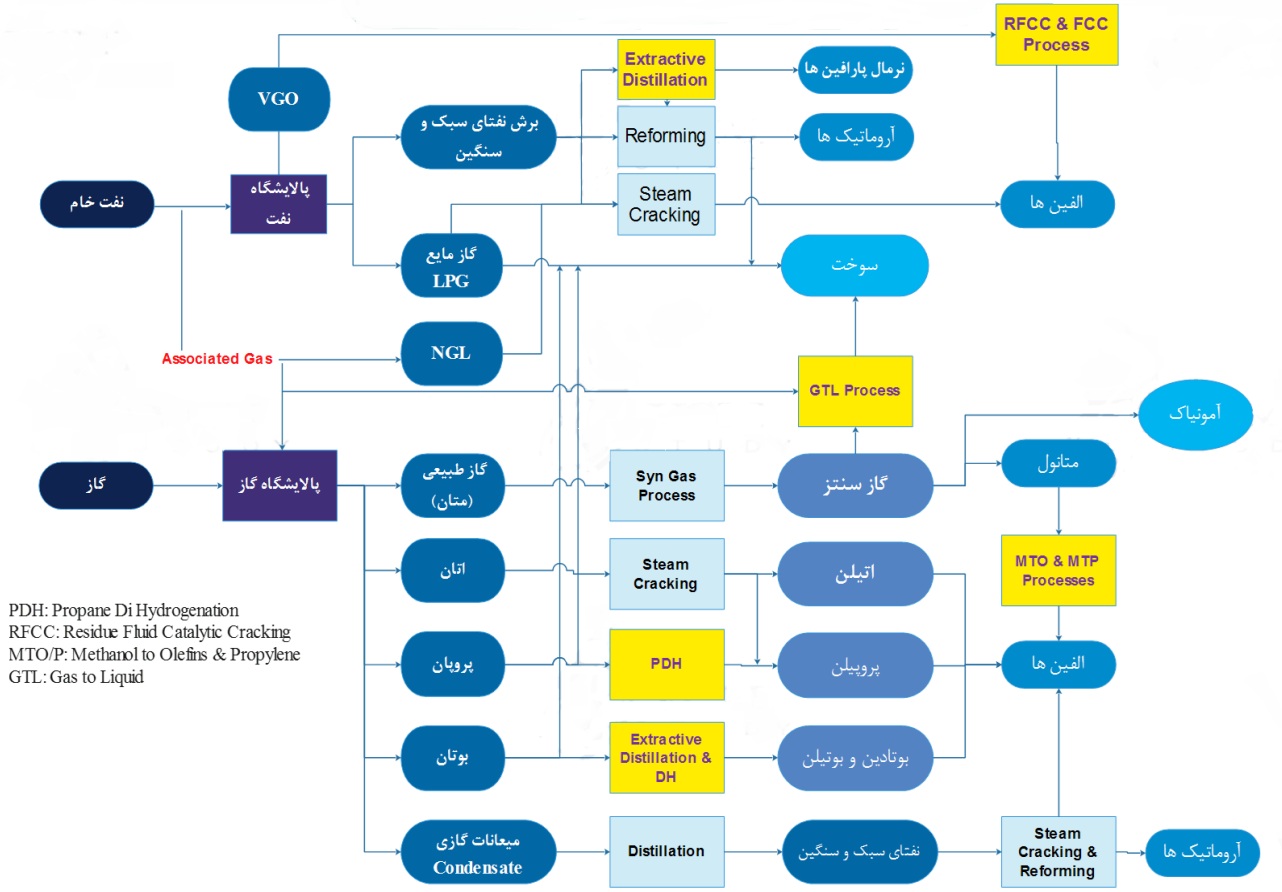
[۲] Sweet Gas

[۳] Naphtha

[٤] Phosphate rock

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

متنوع مشتق شده از نفت خام و گاز طبیعی با استفاده از فناوری‌های پتروشیمیایی در مجتمع‌های پتروشیمی[1] تولید می‌شوند. خلاصه‌ای از زنجیره محصولات تولیدی این صنعت، در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل (۱-۱) زنجیره محصولات تولیدی صنعت پتروشیمی [۲]

ایجاد صنعت پتروشیمی در ایران قدمتی ۵۰ ساله دارد و به دهه ۱۳۳۰ هجری شمسی باز می‌گردد. این صنعت از زمان پیدایش خود در کشور، مراحل مختلفی را پشت سر گذاشته است و به رغم تحریم‌های گاه و بیگاه صنعت نفت و گاز در ۳۰ سال گذشته، از رشد قابل توجهی برخوردار بوده است. فراهم کردن بسترهای لازم برای سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی، کاهش وابستگی به دولت،

[1] Petrochemical plants

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

توسعه سیستم‌های جامع اطلاعاتی، گسترش و تعمیق تحقیق و توسعه دانش‌بنیان، تأمین خوراک صنعت پتروشیمی از طریق یکپارچگی با صنعت نفت، ارتقای سهم صنعت پتروشیمی از تولیدات ناخالص داخلی، استفاده از مزیت‌های نسبی مناطق کمتر توسعه یافته و مناطق ویژه اقتصادی و آزاد تجاری (چابهار، کیش، قشم، لاوان و ...)، بومی‌سازی لوازم و تجهیزات صنعت پتروشیمی، افزایش رشد ساخت داخل اقلام و تجهیزات، بومی‌سازی فرآیند تولید انواع مواد شیمیایی و کاتالیست و بسیاری موارد دیگر از دستاوردهای تلاشگران این صنعت، در دهه‌های اخیر است [۳].

صنایع پایین دستی و به خصوص صنعت پتروشیمی مزایای فراوانی دارد که در صورت توسعه آن، این صنعت تبدیل به یکی از چرخ دنده‌های اصلی موتور محرکه رشد اقتصادی خواهد شد. از جمله این مزایا می‌توان به مواردی همچون سرمایه‌بری کمتر، اشتغال‌زایی بیشتر، ارزش افزوده بیشتر، تنوع بیشتر محصولات تولیدی و صادراتی و مخاطرات کمتر نسبت به صنایع بالادستی اشاره کرد. اما نسبت رشد این دسته از صنایع، نسبت به بخش صنایع بالادستی نفت و گاز بسیار کم و غیر قابل مقایسه است. دلایل بسیاری در مسئله عدم پیشرفت و عدم توسعه یافتگی صنایع پایین دستی دخیل هستند که برخی از آنها به شرح زیر است[٤]:

- عدم توجه کافی به توسعه صنایع پایین دستی با هدف تکمیل زنجیره ارزش
- عدم شناخت دقیق و کافی از زنجیره ارزش و تکمیل آن در ایران
- فقدان استراتژی مدون برای توسعه صنایع پایین دستی به طور کلی و صنعت پتروشیمی به طور خاص
- فقدان دانش فنی و نیروی انسانی متخصص و مسلط به دانش روز
- تنگناهای مالی و عدم جذب سرمایه لازم
- عدم شفافیت گردش اطلاعات در صنایع بالادستی، میان دستی و پایین دستی
- فقدان شبکه بازاریابی مدرن برای محصولات پتروشیمی
- عدم قیمت‌گذاری مناسب خوراک

مجموعه مشکلاتی که در صنعت پتروشیمی ایران وجود دارد باعث شده است که صنعت نفت و گاز

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

کشور به خام فروشی روی آورد که کمترین ارزش افزوده را در کشور ایجاد می‌کند. در این راستا بر طبق سیاست‌های کلان کشور و همچنین بر اساس یکی از بندهای سیاست‌های ابلاغی اقتصاد مقاومتی [۵]، به لزوم تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت وگاز پرداخته شده است که می‌بایست منجر به بهبود درآمدهای حاصله شود.

صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از بخش‌های صنایع پایین دستی، دارای پیچیدگی‌های بسیاری می‌باشد که باید با استفاده از ابزاری مناسب به تجزیه و تحلیل این روابط پیچیده پرداخت تا بتوان پیش‌بینی درستی از رفتار متغیرها ارائه کرد.

دراین تحقیق با مدلسازی سرمایه گذاری به عنوان مهمترین عامل رشد و توسعه صنعت پتروشیمی و سایر عوامل موثر بر این مهم، پیش بینی از آینده این صنعت در ایران صورت گرفته است و ساختارهای تخصیص بودجه این صنعت به منظور بررسی پیشرفت و رشد فروش محصولات و به ویژه صادرات فرآورده‌های با ارزش افزوده بیشتر، مورد بررسی قرار گرفته اند. در برنامه ششم توسعه پیش بینی شده است که تا انتهای اجرای این برنامه، میزان تولید محصولات پتروشیمی به بیش از ۱۲۰ میلیون تن در سال برسد [٦] و همچنین بر طبق هدف‌گذاری صورت گرفته در سند چشم انداز سال ۱٤۰٤، ایران می‌بایست جایگاه نخست منطقه را به لحاظ تولید محصولات پتروشیمی کسب کند [۷]. با آینده پژوهی که در این تحقیق صورت خواهد پذیرفت مشخص خواهد شد دستیابی به این اهداف تا چه حد ممکن خواهد بود.

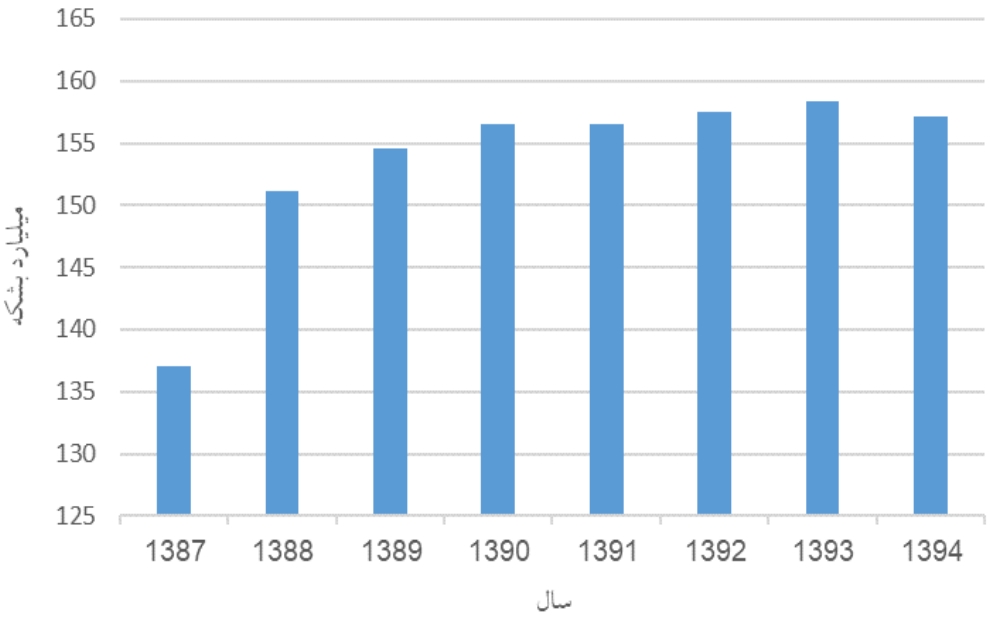
۲-۱- عنوان تحقیق

بررسی عوامل مؤثر در توسعه صنعت پتروشیمی ایران و آینده نگری این صنعت با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

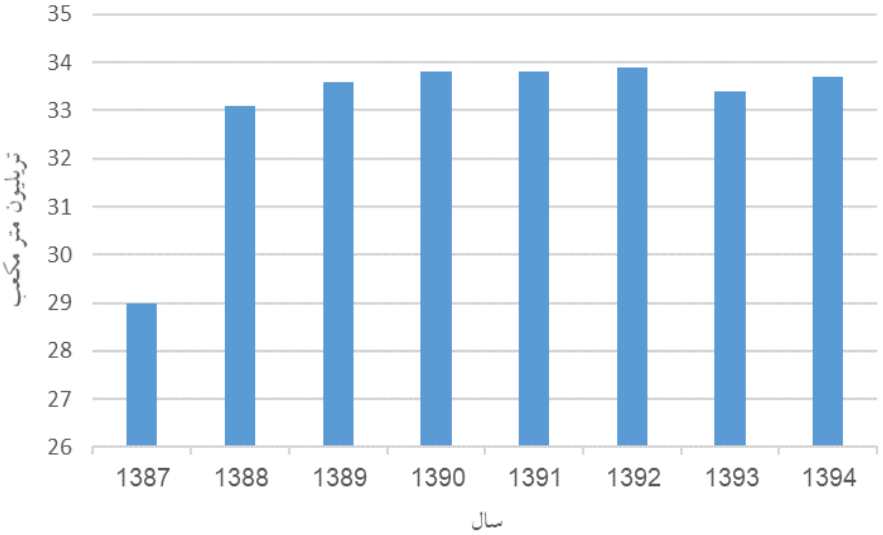
۳-۱- مسئله تحقیق

ایران یکی از کشورهایی است که با برخورداری از ذخایر عظیم نفت و گاز، از منابع انرژی طبیعی ارزشمند و استراتژیک بهره می‌برد و با در اختیار داشتن حدود ۱۵۷,۲ میلیارد بشکه ذخایر نفت اثبات شده (۱۰٪ از کل ذخایر اثبات شده نفت خام جهان) و همچنین ۳۳,۲ تریلیون متر مکعب ذخایر گاز طبیعی (۱۷٪ از کل ذخایر اثبات شده گاز طبیعی جهان) در مجموع از لحاظ مجموع ذخایر هیدروکربوری در جایگاه نخست جهان قرار گیرد [۸]. روند تخمین حجم این ذخایر به تفکیک نفت خام و گاز طبیعی در شکل‌های زیر مشخص شده است.



شکل(۲-۱) برآورد میزان ذخایر اثبات شده نفت خام ایران [۹]

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل(۳-۱) برآورد ذخایر قابل استحصال گاز طبیعی ایران [۹]

بهره‌مندی از این میزان ذخایر طبیعی انرژی علاوه بر مزایای بی شمار و فراهم نمودن امکان رشد با سرعت بیشتر، باعث وابستگی اقتصاد کشور به این منابع شده و در طی سال‌های طولانی، با توجه به ضعف ساختاری بازارهای سرمایه و همچنین عدم پیشرفت صنایع پایین دستی، اقتصاد کشور نتوانسته است استقلال خود را از این منابع به دست آورد [۱۰]. خام فروشی و عدم استفاده از درآمدهای ناشی از صنعت نفت و گاز در جهت توسعه، از جمله مشکلاتی بوده است که برای سال‌های طولانی گریبانگیر دولت‌ها بوده‌اند و تا کنون علیرغم توصیه‌های بسیار در برنامه‌های توسعه کشور، دولت‌ها تنها برای رفع نیازهای عموما بودجه‌ای کشور، به رفع اساسی مشکل خام فروشی منابع نفت و گاز کشور نپرداخته‌اند. توسعه صنایع پایین دستی به عنوان یکی از راه حل‌های معضل خام فروشی، علیرغم حصول پیشرفت‌های قابل توجه، همچنان در مسیر توسعه دراز مدت، قرار نگرفته است و نواقص فروانی بر سر راه توسعه این صنعت وجود دارد.

صنعت پتروشیمی با تبدیل منابع فسیلی (نفت و گاز) به فرآورده‌های با ارزش افزوده بالاتر، از خام فروشی این منابع با ارزش جلوگیری کرده و همچنین نقش قابل توجهی در اشتغال زایی و رسیدن به توسعه صنعتی ایفا می‌کند. تحقق ارزش‌های مورد نظر در صنعت پتروشیمی (کسب ارزش افزوده،

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ایجاد اشتغال و توسعه صنعتی) در کنار نیاز به توسعه متوازن این صنعت، ارتباط مستقیم با توسعه مطلوب صنایع میان دستی و پایین دستی پتروشیمی و در نهایت تکمیل زنجیره ارزش این صنعت دارد، اما نسبت رشد این دسته از صنایع به بخش بالادستی نفت و گاز بسیار کم و غیر قابل مقایسه است. توسعه صنعت پتروشیمی از دو منظر، قابل بررسی خواهد بود:

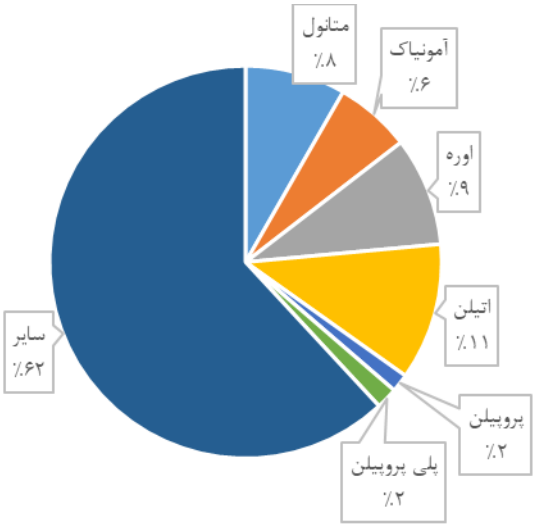
۱- میزان تولید محصولات از نظر کمیت که بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و به عنوان شاخصی برای سنجش توسعه در نظر گرفته شده است. تلاش بر آنست تا بر طبق برنامه ششم توسعه کشور در انتهای این برنامه (۱٤۰۰ هجری شمسی)، ظرفیت تولید بیش از ۱۲۰ میلیون تن فرآورده‌های پتروشیمی در کشور، ایجاد شود و همچنین بر طبق سند چشم انداز کشور در سال ۱٤۰٤ می‌بایست جایگاه نخست منطقه از نظر تولید محصولات پتروشیمی، در اختیار ایران قرار گیرد [۷]. برای مقایسه بهتر وضعیت حاضر و اهداف ترسیم شده، خلاصه اطلاعات مربوط به صنعت پتروشیمی طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ در جدول (۱-۱) ارائه شده است.

جدول (۱-۱) خلاصه اطلاعات صنعت پتروشیمی در سال های اخیر [۱۱]

سال	ظرفیت تولید (هزار تن)	تولید (هزار تن)	صادرات (هزار تن)	ارزش صادرات (میلیون دلار)	فروش داخلی (هزار تن)	ارزش فروش داخلی (میلیون دلار)
۱۳۸۸	۴۳۴۵۱.۴۲	۳۰۴۱۶	۱۴۰۳۸.۵	۹۱۴۶.۶	۷۸۶۵	۴۷۴۷.۸
۱۳۸۹	۵۰۸۵۳	۳۸۸۳۹	۱۷۸۶۱	۱۱۵۵۹	۱۰۵۳۲	۶۸۷۲
۱۳۹۰	۵۲۹۴۴	۴۰۵۹۰	۱۸۱۹۳	۱۴۶۶۲	۱۱۸۵۸	۱۰۶۹۶.۵
۱۳۹۱	۵۵۷۲۹	۳۹۶۹۴	۱۵۷۵۷	۱۲۰۶۱	۱۳۲۷۳	۹۳۳۹
۱۳۹۲	۵۶۷۲۰	۴۰۴۲۶.۰۰۵	۱۲۸۲۶.۶	۹۸۶۹.۱	۱۴۵۲۴.۷	۱۲۶۰۰
۱۳۹۳	۵۷۱۰۴	۴۴۳۶۵.۶	۱۵۸۸۶	۱۰۲۷۳	۱۶۳۳۲.۵	۱۲۵۰۰
۱۳۹٤	۵۷۹۰۹.۳۸۵	۴۶۴۱۱.۰۲۷	۱۸۸۰۹	۹۵۸۶	۱۳۹۶۸	۸۴۷۴
۱۳۹۵	۶۱۹۰۸.۳۷	۵۰۶۱۴.۱۹	۲۰۸۵۰.۶	۹۸۰۳	۱۶۲۰۴.۴	۸۷۷۹.۵

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۲- باید مشخص شود آیا تولید صرفا کمی محصولات منجر به تکمیل زنجیره ارزش در صنایع نفت و گاز و در نهایت رشد صنعت پتروشیمی خواهد شد یا باید محصولات به لحاظ زنجیره ارزش نیز مورد بررسی قرار گیرند؟ سهم هریک از انواع محصولات پتروشیمی ایران در شکل (٤-١) قابل مشاهده است. آیا با ادامه این روند، کسب حداکثری منافع اقتصادی، ممکن خواهد بود؟

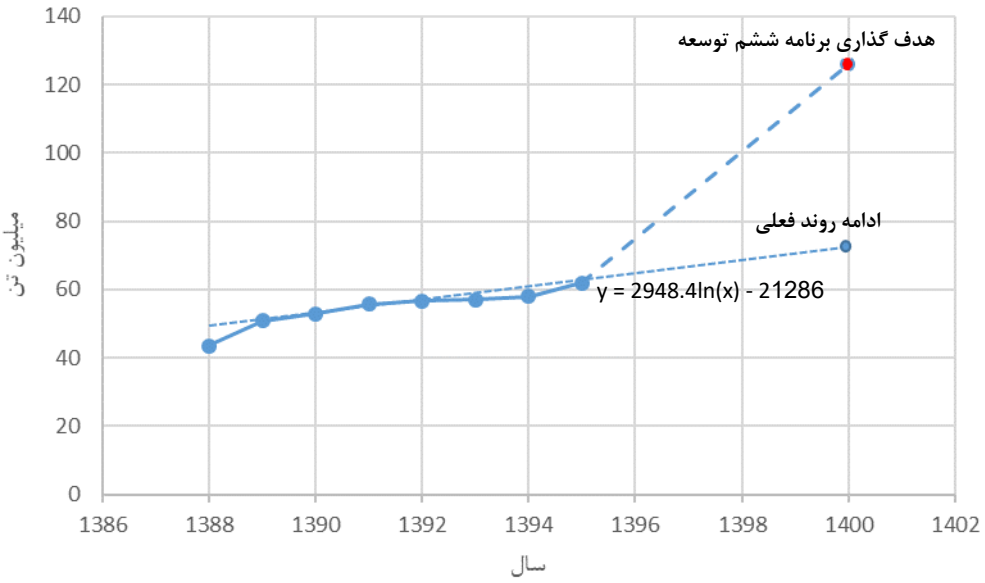


شکل (٤-١) سهم هریک از محصولات در سبد تولیدات صنعت پتروشیمی [۱۱]

سرمایه گذاری به عنوان یکی از مهمترین عوامل رسیدن به توسعه در تمامی سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی شناخته می‌شود و در صورت جذب سرمایه لازم و اختصاص بهینه آن در بخش‌های مختلف، راه رسیدن به توسعه پایدار هموار خواهد شد [۱۲]. این نکته از آنجا اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند که بر طبق سیاست‌های کلی اصل ٤٤ قانون اساسی [۱۳]، صنعت پتروشیمی تا حد قابل توجهی به بخش خصوصی واگذار شده و دولت بر طبق قانون، حق ورود مستقیم به حوزه سرمایه‌گذاری و احداث مجتمع‌های پتروشیمی را ندارد بلکه می‌بایست با اجرای سیاست‌های مناسب و ایجاد زیرساخت‌های لازم، شرایط حضور و جذب سرمایه بخش خصوصی و سرمایه گذاری خارجی را مهیا کند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مسئله‌ای که لزوم انجام این تحقیق را امری ضروری می‌نماید شامل دو بعد خواهد بود: اول اینکه بـه لحاظ کمی و همینطور ارزش افزوده محصولات تولیدی، اختلاف معناداری به رغم داشتن منابع عظیم نفت و گاز میان توسعه پایدار صنعت پتروشیمی وسطح فعلی وجود دارد بنابراین بایـد بـا مدلسـازی این صنعت و تشخیص عوامل تاثیرگذار، نواقص برطرف شده و راهکارهای موثر، شناسایی شوند تـا بتوان با برنامه‌ریزی مناسب، اختلاف موجود را از بین برد. این اختلاف در شکل (۵-۱) با اسـتفاده از خط‌چین مشخص شده است.



شکل (۵-۱) اختلاف ظرفیت تولید صنعت پتروشیمی با هدف گذاری برنامه ششم توسعه [۶،۱۱]

دوم آنکه سرمایه گذاری به عنوان مهمترین عامل ایجاد توسعه، علاوه بر نیاز به تامین به میزان مـورد نظر، فارغ از آنکه هر مقدار باشد باید به نحوی بهینه در جهت توسعه ظرفیت مجتمع های پتروشیمی به منظور تولید سبد محصولات با ارزش به کار گرفته شود تا بیشترین عایدی و سـود نصـیب کشـور شده تا بدین ترتیب جریان مالی بیشتری نیز وارد سیستم اقتصادی کشور شود و توسعه دراز مدت، به وقوع بپیوندد. در این تحقیق، سعی بر آنست تا موارد فوق بررسی شـده و عـلاوه بـر آن بـا رویکـرد

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

آینده‌پژوهی و طراحی سیاست‌های مناسب تحت سناریوهای مختلف، راه رسیدن به پیشرفت و توسعه با پاسخ به موارد زیر که سوالات اساسی این تحقیق هستند هموار شود:

- عوامل موثر بر پیشرفت و توسعه صنعت پتروشیمی کدامند؟
- سرمایه‌گذاری به عنوان مهمترین عامل توسعه چگونه شکل می‌گیرد و با توجه به عدم دخالت دولت در سرمایه‌گذاری مستقیم در صنعت پتروشیمی، چگونه می‌توان شرایط را تغییر داد؟
- آیا با ادامه روند فعلی، دستیابی به اهداف تعیین شده برای صنعت پتروشیمی، امکان‌پذیر خواهد بود؟
- تحت سناریوهای مختلف، تولید و درآمد کل صنعت پتروشیمی چگونه تغییر می‌کنند؟
- چگونه می توان منافع اقتصادی ملی حاصل از صنعت پتروشیمی را با استفاده از توسعه ظرفیت محصولات متنوع، بیشینه کرد؟

٤-١- دامنه و مرز تحقیق

قبل از شروع فرآیند تحقیق با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها، تعیین مرز سیستم امری ضروری است زیرا که عدم وجود مرزی مشخص برای سیستم مورد بررسی، منجر به بزرگ شدن بیش از حد دامنه مطالعه و تعداد متغیرهای درگیر در مدلسازی و همچنین چشم پوشی از برخی زیر سیستم‌های اصلی و لحاظ کردن زیر سیستم‌های کم تاثیر می‌شود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در این تحقیق، تلاش شده است تا زیر سیستم‌هایی از قبیل زیر سیستم منابع نفت وگاز، زیر سیستم درآمد و بودجه ، زیر سیستم سرمایه‌گذاری کشور و زیر سیستم زیر ساخت‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی مورد بررسی قرار گیرند[1].

دامنه تحقیق از منظر زمانی برای شبیه سازی و تجزیه و تحلیل سناریوهای مختلف، از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ میلادی و همچنین برای اعتبارسنجی مدل، از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱٦ میلادی در نظر گرفته شده است. گام‌های شبیه سازی مدل سالانه و تمامی متغیرهای مالی مانند قیمت‌ها و هزینه‌ها با انتخاب سال ۲۰۱۰ به عنوان سال پایه، تورم زدایی شده اند.

۵-۱- ضرورت انجام تحقیق

سیستم‌های انرژی دربرگیرنده ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، سیاسی و فناوری هستند و از این نظر یکی از پیچیده‌ترین سیستم‌ها را در جهان تشکیل می‌دهند. صنعت پتروشیمی با سهم نزدیک به چهار درصد از تولید ناخالص داخلی [۱۵] و همچنین سهم بیش از ۳۰ درصد از صادرات غیرنفتی ایران در سال ۱۳۹۵ [۱٦]، نقش مهمی را در اقتصاد کشور بر عهده دارد که با توجه به وضعیت فعلی و شرایط اقتصادی و سیاسی کشور، روز به روز بر پیچیدگی‌های این سیستم، افزوده می‌شود. علاوه بر مشکلات ساختاری نظام برنامه‌ریزی و تامین مالی در کشور، با تغییرات مدیریتی نیز یکپارچگی و انسجام سیاست گذاری‌ها از بین می‌رود. در قوانین و اسناد بالادستی کشور، صنعت پتروشیمی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است که باید تلاش شود اهداف این اسناد و قوانین از طریق توسعه صنایع پایین دستی تکمیلی تحقق یابد [۱۷]. از سوی دیگر در سال‌های اخیر، کشور عربستان به عنوان مهمترین رقیب منطقه‌ای در تولید محصولات پتروشیمی، با حمایت سرمایه‌گذاران خارجی که بیشتر آنها شرکت‌های آمریکایی بودند بیش از۳٤ میلیارد دلار در بخش‌های زیربنایی صنایع پتروشیمی

[1] نمودار زیر سیستم‌ها در فصل چهارم ارائه می‌شود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سرمایه‌گذاری کرده است. ایجاد دو شهر صنعتی جبیل و ینبوع با سرمایه‌ای بالغ بـر ۲۲ میلیـارد دلار، توسعه سیستم‌های تولید، فرآورش، توزیع و ذخیره سازی گاز طبیعی با سرمایه‌ای بالغ بر ۱۲ میلیـارد دلار در این دوران صورت گرفته است. در شـرایط فعلـی ظرفیـت تولیـد محصـولات پتروشـیمی و فرآورده‌های پلیمری ایران به حدود ٦٢ میلیون تن در سال رسـیده اسـت و ایـن درحـالی اسـت کـه ظرفیت کنونی تولید پتروشیمی در عربستان سعودی، حدود ۷۵ میلیون تن در سال اسـت و فاصـله‌ای حدود ۱۳ میلیون تن بین ظرفیت تولید محصولات دو کشور وجود دارد [۱۸]. همـانطور کـه پیش‌تـر اشاره شد، بر طبق سند چشم انداز، ایران در سال ١٤٠٤ می‌بایست جایگاه اول منطقه را از نظر تولیـد محصولات پتروشیمی کسب کند که با توجه به این میزان اختلاف، صنعت پتروشیمی نیازمنـد توجـه بیشتر است. با توجه به این موارد و به طور کلی حل اساسی مسئله خام فروشی در کشور، مدلسـازی و تحلیل ساختارهای صنعت پتروشیمی و سـرمایه‌گذاری در ایـن صـنعت بـه منظـور توسـعه امـری ضروری است. از طرف دیگر برنامه ریزی مستلزم در دسترس بودن مدل‌هایی مطمئن با قابلیت پـیش بینی برای آینده خواهد بود. در این تحقیـق پویایی‌هـای صـنعت پتروشـیمی و شـکل گیـری جریـان سرمایه، مدل شده است و با استفاده از رویکرد پویـایی شناسـی سیسـتم‌ها، مسـئله بهبـود تخصـیص بودجه توسعه نسبت به وضعیت کنونی انجام این فرآیند، که امری ضـروری بـه منظـور دسـتیابی بـه توسعه است، بررسی شده است.

٦-١- هدف یا هدف‌های کلی و آرمانی تحقیق

اهداف این تحقیق را می توان در موارد زیر برشمرد:

- مدل سازی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری بودجه توسعه صنعت پتروشیمی
- مدل سازی و پیش بینی تولید و درآمد صنعت پتروشیمی ایران
- شبیه سازی سناریوهای مختلف پیش روی صنعت پتروشیمی با توجه به وجـود عـدم قطعیت‌های فراوان در صنایع پایین دستی نفت و گـاز و همچنـین ارائـه گزینـه هـای

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سیاستی در جهت نیل به توسعه صنایع پایین دستی و به خصوص صنعت پتروشیمی

- پیشنهاد تخصیص بهبود یافته بودجه توسعه ظرفیت نسبت به وضع کنونی، بین مجتمع‌های مختلف پتروشیمی به منظور تولید بهینه محصولات.

۷-۱- روش انجام تحقیق

با توجه به وجود پیچیدگی‌های فراوان در ساختار صنایع پایین دستی نفت و گاز و به خصوص صنعت پتروشیمی و نظر به اینکه مساله شرح داده شده در یک افق بلند مدت، رخ داده است و عوامل متعدد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه و غیره بر آن اثر گذار بوده‌اند، نیاز به ابزاری است که ضمن توانایی تحلیل پیچیدگی‌ها، بتواند ساختار فوق را تا سطح قابل قبولی از جزئیات، مدل سازی کند و روابط غیر خطی و بازخوردهای بین متغیرها را در بر گیرد تا با استفاده از مدل ساخته شده، راهکارهای مؤثری را طراحی کرده و در اختیار ذینفعان مختلف و سیاست گذاران قرار دهد.

بدین منظور، در این تحقیق از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها استفاده شده است زیرا که تمام ویژگی‌های فوق را دارا بوده و رویکردی است که برای بررسی، تحلیل و پیش بینی رفتار سیستم‌های پیچیده استفاده می‌شود. تاکید اصلی این رویکرد، بر اهمیت شناسایی ساختار سیستم و اثر آن بر رفتار عوامل مختلف تأثیرگذار بر سیستم و همچنین تأکید دیگر آن بر تأثیر فرآیندها و مکانیزم‌هایی است که سیستم مورد نظر تحت آن عمل می کند. این روش از تکنیک‌های مدل سازی کمی و کیفی بهره می‌برد تا در آخر بتواند رفتار متغیرهای سیستم را در گذر زمان و تحت سناریوهای مختلف، تحلیل و برای پیش بینی به کار گیرد.

در این تحقیق با استفاده از ابزار پویایی شناسی سیستم‌ها به مدلسازی صنعت پتروشیمی ایران و ساختار این صنعت، نحوه شکل گیری بودجه توسعه و تخصیص این بودجه بین مجتمع های تولیدی متنوع، پرداخته می‌شود. در حقیقت هدف اصلی این تحقیق بررسی وضعیت فعلی و آینده این صنعت در ایران با توجه به اهمیت بالای آن و ارائه راهکارهایی به منظور نیل به توسعه بلندمدت خواهد بود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

استرمن [١٤] گام های استفاده از ابزار پویایی شناسی سیستم‌ها را طی مراحل زیر بیان کرده است:

- شناخت دقیق مسئله و بررسی رفتار داده‌های تاریخی
- تدوین فرضیه پویا
- ایجاد مدل کیفی با استفاده از نمودارهای علی و معلولی[١]
- ایجاد نمودار جریان-انباشت[٢] و شکل گیری مدل کمی
- تعیین روابط ریاضی
- شبیه‌سازی و اعتبارسنجی مدل
- نگارش سناریوهای مختلف و ارائه راهکارها

بر طبق موارد فوق و بررسی اصول استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها، گام های اجرایی این تحقیق مطابق با شکل (٦-١) به اجرا درآمدند.

شکل (٦-١) گام‌های اجرایی تحقیق

[١] Causal Loop Diagram

[٢] Stock-Flow Diagram

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ١٩٥٩٢٩/و تاریخ ١٣٩٥/٩/٦) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (١٣٤٨) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در قدم اول رفتار داده‌های تاریخی مورد بررسی قرار می‌گیرد و مسأله به صورت دقیق، تشریح می‌شود. در قدم بعدی، با استفاده از نظرات خبرگان[1]و مرور ادبیات موضوع، عوامل مؤثر شناسایی می‌شوند و فرضیه پویای مسئله بیان می‌شود. نمودارهای علی و معلولی در قدم سوم ترسیم می‌شوند و در قدم بعدی، مدل کمی شامل نمودار انباشت-جریان ارائه می‌شود و با استفاده از روابط ریاضی و جمع‌آوری داده‌ها از منابع مختلف، مدل به اجرا درآمده و کالیبراسیون مدل نیز صورت می‌گیرد. در بخش بعدی اعتبارسنجی مدل صورت گرفته و رفتار شبیه سازی شده با داده‌های واقعی مقایسه می‌شوند. در گام آخر، نگارش و تحلیل سناریوهای مختلف با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود در صنایع بالادستی و پایین دستی نفت و گاز کشور، به منظور ارائه راهکارهای پیشنهادی انجام می‌شود. در این تحقیق، رفتار مدل در بستر سه سناریو، شبیه سازی و بررسی می‌شود و در ادامه سیاست های پیشنهادی به منظور افزایش منافع اقتصادی، ارائه می‌شوند.

۸-۱- نوآوری، اهمیت و ارزش تحقیق

با مرور مطالعات گذشته[2] مشخص شده است که جنبه نوآوری این تحقیق بررسی صنعت پتروشیمی به عنوان یک بخش پایین دستی و تعیین فاکتورهای مؤثر بر رونق و بهبود آن با استفاده از ابزارهای تحلیل سیستم و آینده پژوهی خواهد بود. اکثر مطالعات پیشین در کشور صنایع بالادستی نفت و گاز را مورد بررسی قرار داده اند و به ندرت مطالعاتی در زمینه توسعه صنایع پایین دستی، صورت گرفته است که بیشتر این موارد محدود به بررسی موارد فنی بوده است. بررسی صنعت پتروشیمی با استفاده از ابزار تحلیل سیستم در چارچوب ارائه تصویری جامع از کل سیستم و نحوه تخصیص بهبودیافته جریان سرمایه به منظور افزایش منافع اقتصادی در صنعت پتروشیمی، مسئله‌ای است که تا کنون در

[1] خبرگان در فصل سوم معرفی می‌شوند.

[2] در فصل دوم، تحقیقات صورت گرفته در گذشته به تفصیل بررسی می‌شوند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

هیچ یک از مطالعات گذشته، مشاهده نشده است. نوآوری‌های این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- **استفاده از ابزار پویایی شناسی سیستم‌ها در بررسی مسئله مربوط به صنایع پایین دستی نفت و گاز و ارائه چارچوب مدیریتی از توسعه صنعت پتروشیمی**
- **لحاظ حداکثری فاکتورهایی که به صورت فراگیر در شکل‌دهی مسئله تأثیرگذار هستند**
- **تفکیک[1] محصولات پتروشیمی در پنج سبد محصول به منظور بررسی بهبود زنجیره ارزش**
- **ارائه سیاست‌های پیشنهادی تحت سناریوهای محتمل پیش روی صنعت پتروشیمی به منظور افزایش منافع ملی**

۹-۱- تعریف واژه ها

- **بازخورد:** هنر پویایی شناسی سیستم‌ها ترسیم رفتار سیستم با استفاده از مدلسازی فرایندهای بازخوردی داخل سیستم از طریق ساختارهای انباشت–جریان، تأخیرهای زمانی و روابط غیرخطی می‌باشد. اغلب رفتار های پیچیده سیستم به دلیل تعاملات (بازخوردها) بین اجزاء سیستم است و نه به دلیل پیچیدگی اجزاء آنها. رفتارهای سیستم متأثر از دو نوع بازخورد است: بازخوردهای مثبت و منفی. بازخوردهای مثبت منجر به تقویت هر آنچه در سیستم رخ می‌دهد می‌شوند ولی بازخوردهای منفی در جهت تعادل اتفاقات داخل سیستم رفتار می‌کنند.

[1] در فصل چهارم، چگونگی تفکیک محصولات به همراه مشخصات هر سبد محصول بررسی می‌شوند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **فرضیه پویا:** پس از تعریف صورت مسئله، مدلساز باید برای رفتار مسئله مورد نظر، تئوری و فرضیه هایی را ارائه کند. فرضیه پویا علت رفتار مسئله را تشریح می‌کند. در فرایند مدلسازی روشهای مختلفی برای بررسی صحت فرضیه ارائه شده وجود دارد. با استفاده از مدل شبیه‌سازی شده و داده‌های حاصل از جهان واقعی، می‌توان صحت آن را تست نمود.

- **نمودار زیر سیستم:** این نمودار معماری کلی مدل را نشان می‌دهد. در این نمودار، زیرسیستم‌ها می‌توانند نشان دهنده جریان مواد، پول، کالا و اطلاعات باشند که با یکدیگر در تعامل هستند. همچنین زیرسیستم‌ها می‌توانند به صورت بخش‌های تشکیل دهنده یک سازمان مانند فروش، تولید، طراحی و توسعه محصول و غیره باشند. نمودار زیر سیستم با ترسیم تعداد و نوع عوامل تأثیر گذار بر مسئله، نشان دهنده مرز مدل و میزان یکپارچگی آن است.

- **نمودارهای علی و معلولی:** نمودارهای علی و معلولی نحوه تأثیر علت بر معلول را نمایش می‌دهند و ابزاری مناسب جهت ترسیم ساختار بازخوردی سیستم‌ها می‌باشند.

- **نمودار انباشت–جریان:** نمودارهای علی و معلولی بر ساختار بازخوردی یک سیستم توجه دارند و نمودار انباشت–جریان به ساختارهای فیزیکی به وجود آورنده آن ساختار بازخوردی، تمرکز می‌نماید. در نمودار حالت–جریان متغیرهای حالت نشان دهنده وضعیت سیستم از قبیل تعداد جمعیت، موجودی مواد، بدهی‌ها و ارزش دفتری سرمایه می‌باشد درصورتی که متغیرهای نرخ نشان دهنده نرخ تغییرات سیستم همانند مرگ و میر، نرخ تولید، نرخ دریافت وام و بازپرداخت آن و نرخ سرمایه‌گذاری و استهلاک سرمایه.

- **اعتبارسنجی مدل:** یکی از دغدغه‌های اساسی مدلسازان ارزیابی میزان اعتبار مدل و تطابق آن با واقعیت می‌باشد. همانطورکه در تعریف مدل ذکر شد، مدل تصویر ساده شده‌ای از یک سیستم واقعی است، به همین دلیل ارزیابی یا اعتبارسنجی مطلق یک مدل ممکن نیست. لذا

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

اعتبارسنجی مدل به صورت نسبی انجام می‌شود و عملکرد مناسب یک مدل در رابطه با هدف آن، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱۰-۱- خلاصه فصل‌ها

در این قسمت به مروری خلاصه‌وار از فصل‌های آتی پرداخته شده است. در فصل دوم تحقیقات صورت گرفته در ادبیات موضوع مورد بررسی قرار می‌گیرند و با تعیین شکاف‌های تحقیقاتی، جایگاه پژوهش حاضر در بین آنها مشخص می‌شود. در فصل سوم روش تحقیق، تشریح شده است و ابزارهای مورد استفاده معرفی شده و نحوه استفاده از این ابزارها در مقاطع مختلف تحقیق، شرح داده می‌شود. در فصل چهارم که ارائه مدل نام دارد، در ابتدا نحوه تفکیک سبد محصولات و ویژگی‌های هریک از آنها شرح داده می شود. در ادامه، فرضیات پویا بیان می‌شوند و پس از ارائه شمای کلی سیستم در نمودار زیر سیستم‌ها[1] ، نمودارهای علی و معلولی ارائه می‌شوند. بخش بعدی به ارائه مدل ریاضی اختصاص دارد که شامل ارائه نمودار جریان-انباشت بر مبنای مدل علی و معلولی خواهد بود. در بخش آخر فصل چهارم، اعتبارسنجی مدل با چند روش مختلف صورت می‌گیرد و سپس تحلیل سناریو و پیشنهادهای سیاستی ارائه می‌شوند. در فصل پنجم نتیجه گیری از انجام تحقیق ارائه می‌شود و در فصل آخر نیز منابع تحقیق، معرفی می‌شوند.

[1] Subsystems Flow Chart

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ۲: مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱- مقدمه

در این فصل، به مرور تحقیقات صورت گرفته در ادبیات موضوع پرداخته شده است. عمده تحقیقاتی که صنعت پتروشیمی را مورد بررسی قرار داده‌اند، به صورت تک بعدی و نه به عنوان یک سیستم جامع یکپارچه صورت گرفته و بیشتر بر اساس یک یا چند متغیر مواردی همچون بهبود فناوری تولید، کاهش آلودگی ناشی از تولید و مسائل زیست محیطی، کاهش ضایعات و دیگر موارد از این دست را مورد بررسی قرار دادند. پژوهش‌هایی وجود دارند که از رویکرد سیستمی در حوزه‌های مختلف سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی استفاده کرده‌اند که از میان این تحقیق‌ها، تعدادی این رویکرد را در حل مسائل مربوط به حوزه‌های مرتبط با صنعت نفت و گاز، مورد استفاده قرار دادند. این فصل، شامل مرور ادبیات موضوع در دو بخش خواهد بود. ابتدا مطالعات مربوط به استفاده از رویکرد سیستمی در صنایع بالا دستی نفت و گاز بررسی می‌شوند و در بخش بعدی، تحقیقات مربوط به بررسی صنعت پتروشیمی در ایران و جهان مرور خواهند شد.

۲-۲- مروری بر ادبیات موضوع

تحقیقات صورت گرفته در ارتباط با ادبیات موضوع با توجه به تمرکز بر مسئله اصلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۲-۳-۱- مروری بر ادبیات موضوع در زمینه استفاده از رویکرد

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سیستمی در صنعت نفت و گاز

تا کنون رویکرد سیستمی به دفعات برای حل مسائل پیچیده در حوزه‌های مختلف سیستم‌های اقتصادی اجتماعی توسط محققان به کار گرفته شده است اما همانطور که اشاره شد اکثر مطالعات مرتبط انجام گرفته در حوزه نفت و گاز و انرژی، بیشتر به صنایع بالادستی پرداخته‌اند و صنایع میان دستی و پایین دستی به نسبت آنها، کمتر مورد بررسی قرار گرفته اند. در سال ۱۹۹۲ بر مبنای نظرات خبرگان صنعت نفت، یک مدل بر مبنای رویکرد سیستمی توسعه داده شد تا قدرت اوپک، پویایی‌های قیمت نفت و فرصت‌های سرمایه‌گذاری را برای تولیدکنندگانی که در عضویت اوپک نبودند، مورد بررسی قرار دهد. در این مدل بیشتر سمت عرضه در بازار نفت مورد بررسی قرار گرفته است [۱۹]. در مطالعه دیگری که توسط چادوری و ساهو[۱][۲۰] انجام شد، عوامل مؤثر بر اکتشاف و استخراج نفت و گاز طبیعی به وسیله رویکرد سیستمی در هند مورد بررسی قرار گرفتند و مدل سیستم دینامیک صنایع بالادستی نفت و گاز در این کشور ارائه شد. همچنین اعتبار مدل ارائه شده به وسیله آزمون های اعتبارسنجی مورد سنجش قرار گرفت. در تحقیق دیگری با توجه به رفتار نوسانی قیمت نفت، فرضیه پویایی مبتنی بر ساختارهای اساسی کشورهای صادرکننده و وارد کننده نفت تدوین شد و مدلی نیز بر مبنای این فرضیه پویا توسعه داده شد. ویژگی مثبت این تحقیق، ارائه ساختار مناسب برای بررسی متغیرهای اثرگذار بر سیستم است [۲۱].

مطالعه رفتار دینامیک صنعت گاز طبیعی در پژوهش دیگری به وسیله رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها مورد بررسی قرار گرفت و به وسیله سناریوهای برگرفته از این مدل، سیاست های بلند مدت انرژی مورد بحث قرار گرفت و تدوین شد [۲۲]. در این پژوهش عوامل مؤثر بر استخراج و بهره وری گاز طبیعی شناسایی و نحوه ارتباط این عوامل با میزان تولید مشخص شد. در مطالعه دیگری با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها جایگزینی نفت غیر متعارف به جای نفت متعارف مورد بررسی قرار گرفته است و برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی، از داده‌های واقعی تولید

[۱] Chowdhury, S. and K. C. Sahu

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نفت غیرمتعارف آمریکا استفاده شده است [۲۳].

آینده نگری و پیش بینی وضعیت آینده منابع نفت و گاز و صنایع مربوط به این منابع یکی دیگر از بحث‌هایی است که در بسیاری از مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است. آینده نگاری صنعت نفت ایران برای سال ۲۰۲۵ یکی از این موارد بوده است که با توجه به سند چشم انداز توسعه کشور و نیاز به سرمایه گذاری‌های مورد نیاز برای توسعه این صنعت در کشور مورد بررسی قرار گرفت [۲٤]. سناریوهای مختلفی بر اساس مقادیر مختلف سرمایه گذاری تدوین شدند که بر اساس آنها وضعیت آینده این صنعت و میزان توسعه آن مورد پیش بینی قرار گرفت. حسینی و همکاران[۱][۲۵] در مطالعه خود، نقطه پیک تولید نفت خام در ایران را بررسی کردند. در این مطالعه با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها، عوامل مؤثر بر تعیین نقطه پیک تولید تعیین و میزان تأثیر گذاری هر یک مشخص شد. در نهایت پیش بینی شد پیک تولید نفت خام ایران ما بین سال های ۲۰۳۵ تا ۲۰٤۲ اتفاق خواهد افتاد. پس از بررسی تأثیر متغیرها بر یکدیگر در این مطالعه، پنج حلقه اصلی شامل کاهش منابع و نرخ اکتشاف، فن‌آوری اکتشاف، حلقه کسر R/P و تقاضا برای اکتشاف، کاهش ذخایر و نرخ تولید و فن‌آوری تولید شناسایی شده و مورد بررسی قرار گرفتند.

مطالعه دیگری که با استفاده از رویکرد سیستمی، صورت گرفته است اثر سیاست، تکنولوژی و سرمایه گذاری بر بازار گاز غیر متعارف در کشور چین بوده است که مدلسازی خود را بر اساس رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها صورت داده است و سپس دست به نگارش سناریو های در ارتباط با آینده این بازار در چین زده است [۲٦].

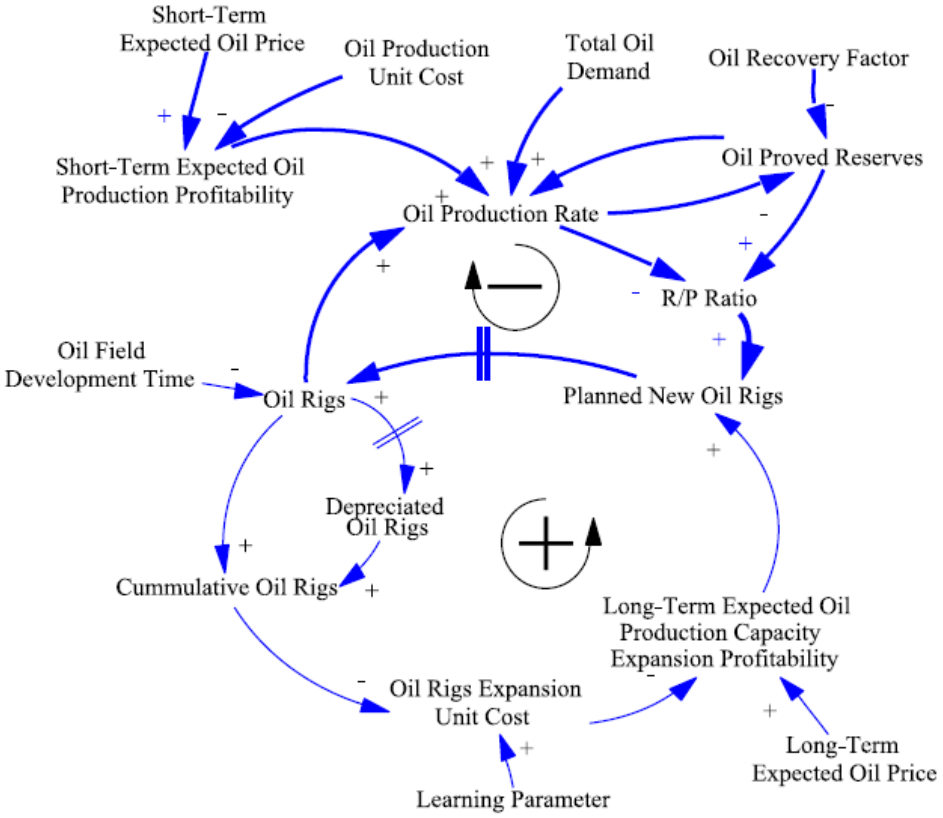
تولید و توسعه نفت غیر متعارف در آینده مطالعه دیگری بوده است که توسط حسینی و شکوری[۲] [۲۷] انجام شد. در این مطالعه آینده بازار نفت اعم از متعارف و غیر متعارف تحت سناریوهای قیمت‌های متفاوت نفت و با استفاده از مدل سیستم دینامیکی بررسی شد. یکی از مهمترین

[۱] Hosseini, Shakouri Ganjavi., Kiani., Mohammadi Pour & Ghanbari

[۲] Hosseini & Shakouri Ganjavi

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نمودارهای علی و معلولی ارائه شده در این مطالعه مربوط به دینامیک‌های نرخ تولید نفت است که در شکل (۱-۲) ارائه شده است.

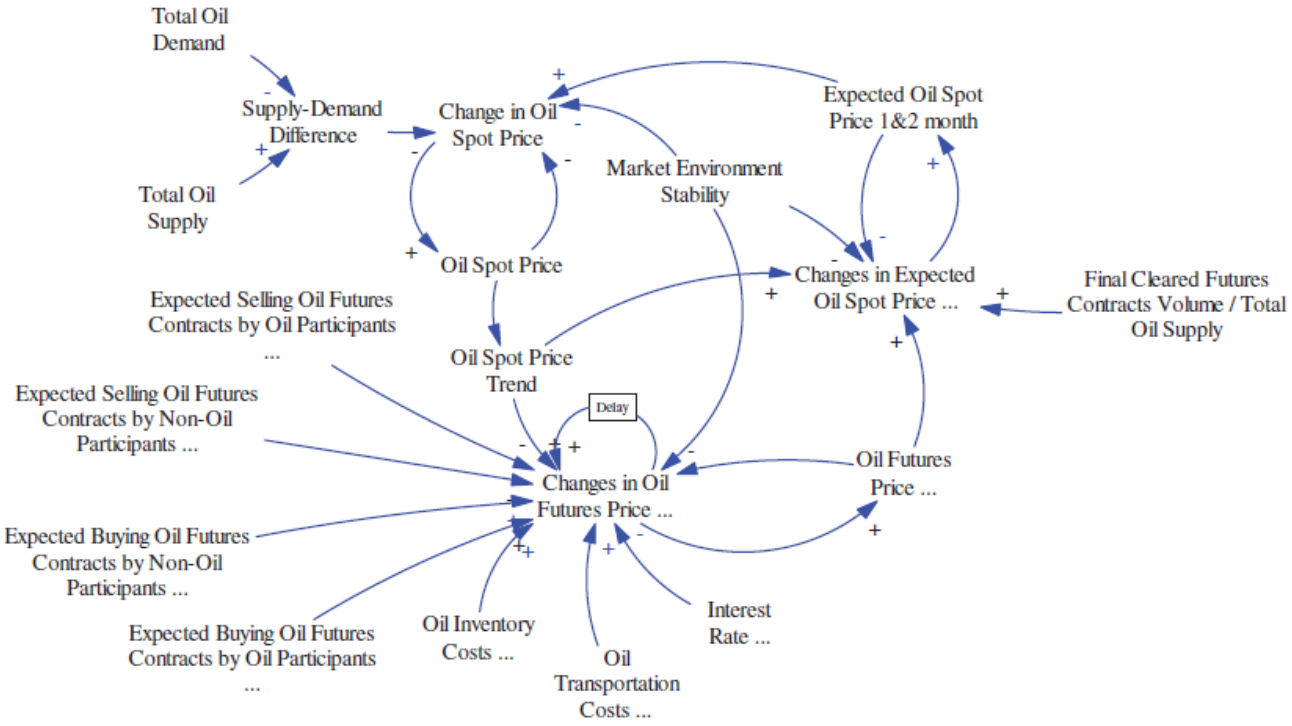


شکل (۱-۲) نمودار علی و معلولی دینامیک‌های نرخ تولید نفت[۲۷]

حسینی و همکاران[۱][۲۸] در مطالعه دیگر خود در حوزه بازار نفت با استفاده از رویکرد سیستمی، به ارائه یک مدل مفهومی از پویایی‌های قیمت نفت پرداخته‌اند. در این مطالعه اثر عوامل مختلف بر قیمت نفت با مرور ادبیاتی که صورت گرفته است، مشخص شده است و با استفاده از ابزارهای رویکرد سیستمی همچون نمودارهای علی و معلولی، نحوه تأثیر این عوامل مشخص شده است. نمودار علی و معلولی مربوط به اثرگذاری عوامل شناسایی شده در قالب شکل (۲-۲) ارائه شده است.

[۱] Hossini., Shakouri Ganjavi & Peighami

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۲-۲) نمودار علی و معلولی بررسی عوامل مؤثر بر قیمت نفت [۲۸]

در نهایت مدلی توسط این تحقیق ارائه شده است که می تواند برای فعالان حوزه بازار نفت و سیاست گذاران مورد استفاده قرار گیرد. عوامل مؤثر بر استخراج و بهره برداری گاز طبیعی در چین نیز از جمله مطالعاتی بوده است که در این زمینه با استفاده از ابزار پویایی شناسی سیستم‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه دیگری که توسط جیان ژونگ و همکاران[۱] [۲۹] انجام شد، تأثیر سرمایه گذاری، سیاست و تکنولوژی بر صنعت گاز طبیعی مدلسازی گردید و میزان حساسیت این عوامل نسبت به استفاده از گاز طبیعی با رویکرد نزدیک شدن به توسعه پایدار مورد بررسی قرار گرفته است. خلاصه مرور ادبیات صورت گرفته در این بخش به صورت خلاصه در جدول (۱-۲) ارائه شده است.

[۱] Xiao, Cheng, Shen & Wang

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جدول (۱-۲) خلاصه مرور ادبیات بخش اول

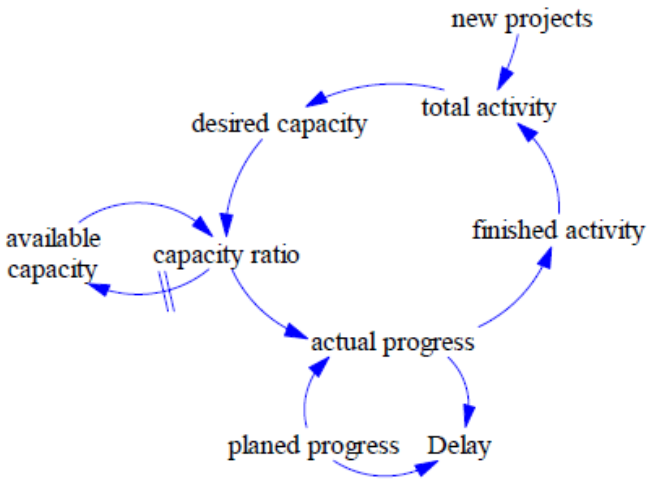
ردیف	نویسندگان	دامنه تحقیق	خلاصه تحقیق
۱	مورکرافت (۱۹۹۲)	قیمت نفت	بررسی پویایی‌های قیمت نفت، قدرت و پایداری اوپک
۲	چادوری و ساهو (۱۹۹۲)	تولید نفت و گاز طبیعی	مدلسازی عوامل موثر بر اکتشاف و استخراج نفت و گاز طبیعی در هند
۳	مشایخی (۲۰۰۱)	قیمت نفت	بررسی قیمت نفت با توجه به ساختار کشورهای صادرکننده و وارد کننده نفت
٤	چیانگ و همکاران (۲۰۰۹)	رفتار دینامیک صنعت گاز	شناسایی عوامل مؤثر بر استخراج و بهره‌وری گاز طبیعی و تعیین نحوه ارتباط این عوامل با میزان تولید
٥	کاسترو و همکاران (۲۰۰۹)	نفت و گاز غیر متعارف	بررسی جایگزینی نفت غیر متعارف با جای نفت متعارف
٦	عباسزاده و همکارن (۲۰۱۳)	آینده پژوهی صنعت نفت	بررسی وضعیت صنعت نفت ایران در سال ۲۰۲۵ میلادی
۷	حسینی و همکاران (۲۰۱٤)	تولید نفت	تخمین نقطه پیک تولید نفت ایران و بررسی عوامل مؤثر بر تعیین این نقطه
۸	یانا و همکاران (۲۰۱۵)	نفت و گاز غیر متعارف	بررسی اثر سیاست، تکنولوژی و سرمایه گذاری بر بازار گاز غیر متعارف در کشور چین

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۹	حسینی و همکاران (۲۰۱۶)	نفت و گاز غیر متعارف	بررسی آینده تولید و توسعه منابع نفت غیر متعارف
۱۰	حسینی و همکاران (۲۰۱۶)	قیمت نفت	بررسی عوامل موثر بر قیمت نفت از طریق ارائه یک مدل مفهومی در رابطه با بازار نفت
۱۱	جیان ژونگ و همکاران (۲۰۱۷)	رفتار دینامیک صنعت گاز	مدلسازی تأثیر سرمایه گذاری، سیاست و تکنولوژی بر صنعت گاز طبیعی چین

۲-۳-۲- مروری بر ادبیات موضوع در زمینه بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در ایران و جهان

در این بخش به مرور تحقیقات صورت گرفته مربوط به بررسی صنعت پتروشیمی در ایران و جهان پرداخته می‌شود. بررسی مسئله تأخیر در پروژه‌های صنعت پتروشیمی که از مهمترین عوامل عدم پیشرفت صنعت پتروشیمی در ایران است با استفاده از رویکرد سیستمی در مطالعه‌ای مدل شده است و با استفاده از این مدل، راه حل‌های مناسبی جهت کاهش این تأخیرها ارائه شده است [۳۰]. نمودار علی و معلولی پایه این مطالعه در شکل (۳-۲) ارائه شده است.



شکل (۳-۲) نمودار علی و معلولی مطالعه بررسی تأخیر در پروژه‌های صنعت پتروشیمی [۳۰]

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در این نمودار، تأثیر متغیرهای تعداد پروژه‌های جدید، ظرفیت مورد انتظار، ظرفیت در دسترس، پیشرفت پروژه‌ها و پروژه‌های اتمام یافته بر یکدیگر مشخص شده است و حلقه اساسی این مطالعه بر اساس این روابط شکل گرفته است.

ارزیابی عملکرد مالی و همچنین انتشار آلاینده‌ها از جمله بررسی‌های دیگری بوده است که در صنعت پتروشیمی ایران صورت گرفته است و راهکارهایی جهت بهبود وضعیت این بخش‌ها، ارائه شده است مانند محمدی و همکاران[۱][۳۱] که پتانسیل بهبود وضع بازده انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها را در صنعت پتروشیمی ایران بررسی کرده اند. شاوردی و حشمتی[۲][۳۲] در مطالعه دیگری در این حوزه، هفت شرکت بزرگ و فعال در صنعت پتروشیمی ایران را به لحاظ مالی و با استفاده متد تصمیم‌گیری چند معیاره مورد ارزیابی قرار داده‌اند و یا مدیری و همکاران[۳][۳۳] که صنعت پتروشیمی ایران از جهت انتشار آلاینده‌ها مورد مطالعه قرار داده است و بحث های مربوط به پایداری را دنبال کرده است. ولی زاده و همکاران[٤][۳٤] در تحقیق خود به بررسی رابطه قیمت انرژی و بازده مصرف انرژی در صنعت پتروشیمی ایران با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی پرداخته‌اند بدین ترتیب که در ابتدا با استفاده از تابع تولید کاپ داگلاس به اندازه‌گیری میانگین بازده مصرف انرژی در صنعت پتروشیمی پرداخته و سپس با استفاده از روش ARDL[۵]، اثر متغیرهای مستقل بر وابسته، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در انتها بر اساس یافته‌های این تحقیق مشخص شده است که قیمت انرژی اثر قابل ملاحظه‌ای بر بازده مصرف انرژی در صنعت پتروشیمی ایران دارد.

---

[۱] Mohammadia, Soltaniehb, Abbaspourc & Atabid

[۲] Shaverdi & Heshmati

[۳] Moridi , Atabi, Nouri & Yarahmadi

[٤] Valizadeh, Sadeh, Javanmard & Davodi

[۵] Autoregressive Distributed Lag Model

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

بخش دیگری از مطالعات نیز به بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در نقاط مختلف دنیا با استفاده از رویکردهای مختلف پرداخته‌اند. از جمله این مطالعات، بررسی توسعه صنعت پتروشیمی و در نهایت توسعه صنایع نفت و گاز در نروژ از طریق توسعه یک مدل یکپارچه بر مبنای فاکتورهای اقتصادی بوده است [۳۵]. این مدل مشخص کرده است که منابع نفت خام و گاز طبیعی به منظور نیل به توسعه چگونه باید مورد استفاده قرار گیرند و برای تولید چه محصولاتی در زمان حال و آینده استفاده شوند. تحقیق دیگری در این زمینه، بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در مکزیک با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی بوده است. این تحقیق با استفاده از برنامه ریزی عدد صحیح مختلط به مدلسازی روابط متعدد بین بخش های مختلف یک واحد پتروشیمی پرداخته است و در نهایت توسعه صنعت پتروشیمی را بررسی کرده است [۳۶]. گورکان و کارتال[1][۳۷] در مطالعه خود توسعه صنعت پتروشیمی در ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. یک مدل برنامه‌ریزی خطی با هدف کمینه کردن هزینه تولید محصولات پتروشیمی و با در نظر گرفتن روابط بین تقاضای خوراک‌ها و مواد واسط شیمیایی با تولید محصولات، در این تحقیق توسعه داده شد و تحت شرایط مختلف حل شد تا در نهایت ساختار بهینه صنعت پتروشیمی ارائه شود. اما در یکی از معدود مطالعات صورت گرفته در حوزه پتروشیمی با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها، لیو و همکاران [۳۸] در پژوهش خود، بر اساس ساختار نوسانی قیمت نفت خام و به تبع آن قیمت خوراک واحدهای پتروشیمی، ساختار تفاوت قیمتی بین نفت خام و خوراک را با استفاده از روش پویایی شناسی سیستم‌ها، مورد بررسی قرار دادند. در واقع هدف این پژوهش ارائه یک راهکار بهینه عرضه خوراک (نفتا) برای واحد های پتروشیمی است.

بررسی کاهش تولید آلاینده‌ها و تقاضای انرژی در مجتمع‌های پتروشیمی مالزی در مطالعه دیگری بررسی شده است. در این پژوهش، ۱۰ اقدام کلیدی به منظور کاهش انتشار آلاینده‌ها ارائه شده است و با استفاده از تکنیک‌های سناریو نگاری، مشخص شده است که تا سال ۲۰۳۰ با انجام این اقدامات،

[1] Gurkan & Kartal

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

انتشار آلاینده‌ها تا ۵۰ درصد کاهش یابد [۳۹]. در انتهای این بخش، جدول (۲-۲) خلاصه تحقیقات بررسی شده را ارائه می‌دهد.

جدول (۲-۲) خلاصه مرور ادبیات بخش دوم

ردیف	دامنه تحقیق	نویسندگان	متدولوژی تحقیق	خلاصه تحقیق
۱	بررسی صنعت پتروشیمی ایران	مشایخی و مظاهری (۲۰۱۰)	پویایی شناسی سیستم‌ها	بررسی تاخیر در پروژه‌های پتروشیمی ایران
۲	بررسی صنعت پتروشیمی ایران	محمدی و همکاران (۲۰۱۳)	سناریو پردازی بر اساس مدل کمی	بررسی پتانسیل بهبود بازده مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده ها در صنعت پتروشیمی ایران
۳	بررسی صنعت پتروشیمی ایران	شاوردی و همکاران (۲۰۱٤)	تصمیم گیری چند معیاره	ارزیابی مالی ۷ شرکت بزرگ و فعال صنعت پتروشیمی
٤	بررسی صنعت پتروشیمی ایران	مدیری و همکاران (۲۰۱۷)	ارزیابی اقتصادی	انتشار آلاینده‌ها در صنعت پتروشیمی
٥	بررسی صنعت پتروشیمی ایران	ولی زاده و همکاران (۲۰۱۷)	اقتصاد سنجی	بررسی رابطه قیمت انرژی با بازده مصرف انرژی در صنعت پتروشیمی
٦	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در کشورهای مختلف جهان	میکلسون و رود (۱۹۸۱)	آنالیز ریاضی	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در نروژ
۷	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در کشورهای مختلف جهان	خیمنز و همکارن (۱۹۸۲)	برنامه ریزی ریاضی	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در مکزیک
۸	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در کشورهای مختلف جهان	گورکان و کارتال (۱۹۸۲)	برنامه ریزی خطی	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در ترکیه
۹	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در کشورهای مختلف جهان	لیو و همکاران (۲۰۱۸)	پویایی شناسی سیستم‌ها	بررسی ساختار قیمتی خوراک واحدهای پتروشیمی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۱۰	بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در کشورهای مختلف جهان	حشام‌الدین و همکاران (۲۰۱۹)	تحلیل سناریو	بررسی کاهش انتشار آلاینده‌ها و تقاضای انرژی در مجتمع‌های پتروشیمی در مالزی

۳-۲- نتیجه‌گیری

به عنوان نتیجه‌گیری از مرور مطالعات گذشته در این فصل همانطور که پیش تر نیز اشاره شد می‌توان بیان کرد که بیشتر مطالعات صورت گرفته تا کنون به بررسی صنایع بالادستی نفت و گاز پرداخته و اکثر تحقیقاتی که صنعت پتروشیمی را مورد بررسی قرار دادند، بیشتر از دیدگاه مسائل فنی و عموما بررسی یک یا دو متغیر را مد نظر قرار داده‌اند. صنایع پایین دستی و به خصوص صنعت پتروشیمی تا کنون به عنوان یک سیستم جامع و با دیدگاه مدیریتی و سیاست پردازی کمتر مورد بررسی قرار گرفته و تحقیق جامعی در این زمینه در کشور صورت نگرفته است. این تحقیق با استفاده از رویکرد سیستمی، به بررسی جامع صنعت پتروشیمی در ایران می پردازد تا با استفاده از آن، بتوان با برنامه ریزی جامع و به کارگیری سیاست‌های مناسب، در دستیابی به توسعه صنایع پایین دستی و کاهش خام فروشی منابع با ارزشمند نفت و گاز کشور کمک کرد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ۳: روش تحقیق

۳-۱- مقدمه

در این فصل از تحقیق، ابتدا روند انجام تحقیق تشریح می‌شود. سپس ابزارها و روش‌هایی که در طول انجام فرآیند تحقیق، به منظور تجزیه و تحلیل استفاده می‌شوند، به صورت خلاصه معرفی می‌شوند.

۳-۲- علت انتخاب روش

همانطور که در فصل اول نیز بدان اشاره شد، نظر به وجود پیچیدگی‌های فراوان در ساختار صنعت پتروشیمی، شکل گیری مسئله در یک افق زمانی بلند مدت و با توجه به اینکه عوامل متعدد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و غیره بر آن اثر گذار بوده‌اند، نیاز به ابزاری است که ضمن توانایی تحلیل پیچیدگی‌ها، بتواند ساختار فوق را تا سطح قابل قبولی از جزئیات، مدل سازی کند و روابط غیر خطی و بازخوردهای بین متغیرها را در بر گیرد. پویایی شناسی سیستم‌ها به عنوان رویکری مناسب برای حل مسائل پیچیده شناخته می‌شود که با تکیه بر روابط علی و معلولی بین متغیرها، به مدلسازی به منظور حل مسائل می‌پردازد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۳-۳- تشریح کامل روش تحقیق

در گام اول، ابتدا داده‌های تاریخی صنعت پتروشیمی (تولید محصولات و ارزش آنها) مورد بررسی قرار می‌گیرد و در ادامه مسئله تشریح می‌شود. پس از بررسی کامل مسئله، با دریافت نظرات خبرگان و جمع بندی مرور ادبیات صورت گرفته، عوامل موثر بر توسعه صنعت پتروشیمی و دینامیک آنها، شناسایی می‌شوند. فرضیه پویا بر اساس مباحث صورت گرفته، تدوین و ارائه می‌شود. در ادامه بر اساس مرز بندی صورت گرفته و بر اساس دینامیک‌های مختلفی که در مدل وجود دارند از جمله موارد زیر، مدلسازی کیفی صورت می‌گیرد.

- شکل گیری درآمد کل سالانه صنعت نفت و گاز
- شکل گیری بودجه توسعه سالانه صنعت نفت و گاز از درآمد کل
- شکل گیری بودجه توسعه سالانه صنعت پتروشیمی از بودجه توسعه کل
- نحوه تخصیص بودجه توسعه صنعت پتروشیمی بین سبدهای محصولات متنوع
- شکل گیری ظرفیت تولید، تولید، فروش داخلی، صادرات و در نهایت درآمد صنعت پتروشیمی

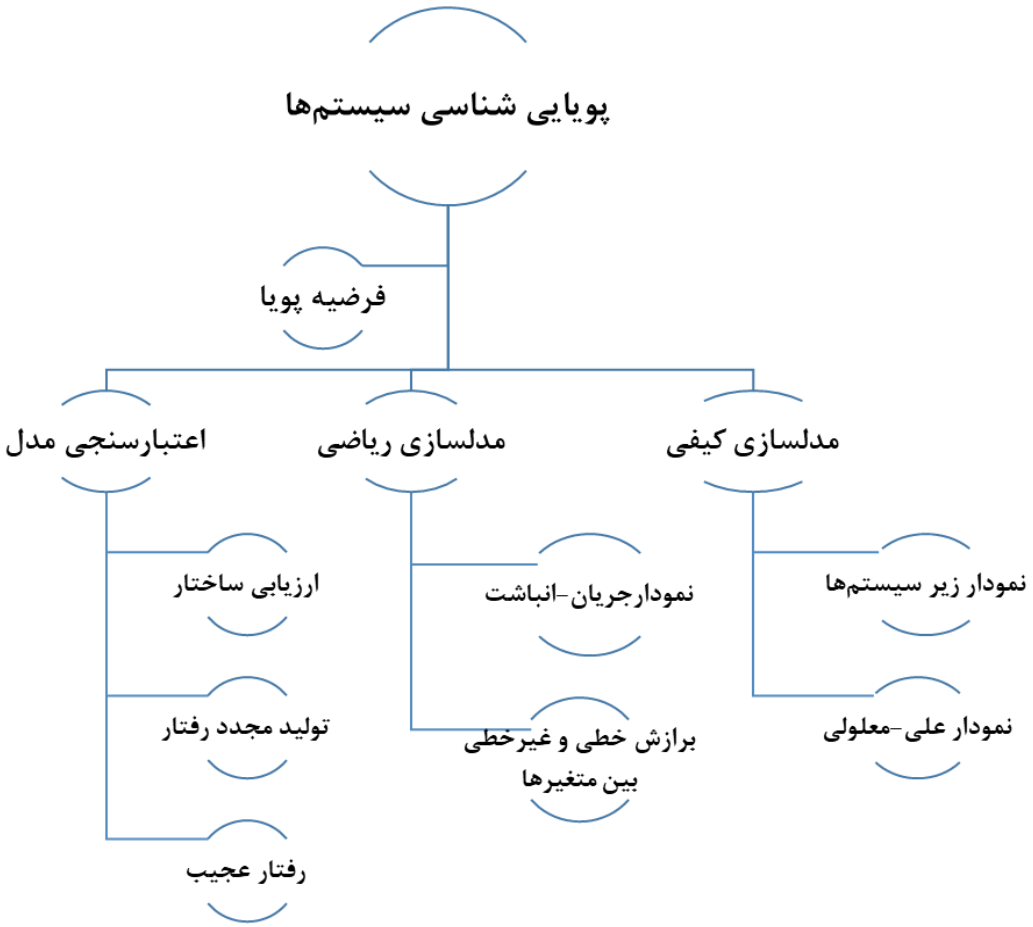
در گام بعدی، پس از مدلسازی ریاضی بر پایه روابط علی و معلولی، نتایج شبیه‌سازی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و مدل کالیبره می‌شود. پس از کالیبراسیون، آزمون های اعتبارسنجی که در بخش ابزارهای مورد استفاده در فصل حاضر معرفی می‌شوند، برای سنجش اعتبار مدل استفاده می‌شوند. در نهایت پیشنهادهای سیاستی تحت سناریوهای مختلف به منظور دستیابی به توسعه در صنعت پتروشیمی ارائه می‌شود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

٤-٣- ابزارهای مورد استفاده در روند انجام تحقیق

در این بخش ابزارها و روش‌هایی که برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرند، تشریح می‌شود. در فرآیند انجام تحقیق، متدولوژی و ابزارهای زیر مورد استفاده قرار گرفته است که در ادامه مختصرا شرح داده خواهند شد. همچنین شکل (١-٣) ابزارهای مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

- **پویایی‌شناسی سیستم**
- **ابزارها و روش‌های اعتبارسنجی**
- **نظرات خبرگان**



شکل (١-٣) شمایی از ابزارهای استفاده شده در این تحقیق

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۱-٤-۳- پویایی شناسی سیستم‌ها

مسائل پیچیده شامل مجموعه‌های مرتبط به بسیاری از اجزاء و روابط بین آن اجزاء هستند که اغلب این روابط از ماهیت خود اجزاء مهم‌تر هستند. ویژگی‌ها و مشخصات یک سیستم به طور عموم، از نحوه و طریق سازماندهی اجزاء حاصل می‌شود و نه از خود اجزاء، چرا که اجزاء پیچیده را با تجزیه و آنالیز می‌توان مورد بررسی قرار داد. اگرچه در علوم طبیعی می‌توان از طریق آزمایشات و تجربه، تاثیر و تأثرات تعداد محدودی از عوامل را تحلیل نمود ولی در دنیای واقعی انجام چنین امری بسیار مشکل به نظر می‌رسد. حتی سخت‌تر از آن، انجام آزمایشات مکرر است که انجام آزمایشات متعدد با مقادیر اولیه متفاوت در دنیای واقعی تقریبا غیرممکن است (جکسون[۱]، ۲۰۰۷) [٤٧].

رویکرد سیستمی که توسط چکلند[۲] ارائه شد (چکلند، ۱۹۸۱) [٤٠]، می‌تواند به عنوان یک پاسخ به کاستی‌ها و شکست علوم طبیعی در مواجهه با مسائل پیچیده در دنیای واقعی، در نظر گرفته شود. تفکر سیستمی قائل به استفاده از دیدگاهی کل‌نگرانه به جای جزءنگری در مواجهه با چنین مسائلی است. در مطالعه مسائل پیچیده، کل‌نگری به جای تجزیه و تفکیک به اجزاء، عمیقا به روابط به هم‌پیوسته بین اجزاء توجه نموده و بر چگونگی بوجود آمدن بعضی رفتارهای غیرمنتظره حاصل از این روابط تمرکز دارد. تفکر سیستمی به جای استفاده از تجارب آزمایشگاهی، از مدل‌ها استفاده می‌کند تا رفتار دنیای واقعی را درک نماید چرا که در مطالعه سیستم‌های دنیای واقعی اغلب شاهد مقاومت در برابر سیاست‌ها و اعمال تغییرات، قانون عواقب پیش‌بینی‌نشده، و رفتار غیرمنتظره و غیرشهودی هستیم [١٤]. لذا درک رفتار یک سیستم مستلزم برخورداری از یک رویکرد سیستمی بوده و به کمک مدل‌هایی محقق می‌گردد که نمونه‌ای کوچک و مجازی از دنیای واقعی هستند.

پویایی‌شناسی سیستم‌ها که اساس خود را بر اساس تفکر سیستمی استوار کرده، متدولوژی اصلی مورد استفاده در این تحقیق است. این مفهوم به مجموعه‌ای از ابزار (از جمله نمودارهای حلقه‌ی

[۱] Jackson

[۲] Checkland

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

علی، نمودارهای جریان مواد و اطلاعات و مدل‌های شبیه‌سازی) که در تحلیل رفتار دینامیکی مسائل به ما کمک می‌کنند، اشاره دارد. این رویکرد ما را در شکل‌دهی نگرشی بدیع به وقایع توانمند می‌کند؛ نگرشی که در آن کلیات امور، اجزای آن و روابط متقابل این اجزا با دقت بیشتری مورد توجه قرار می‌گیرند. در نهایت، پویایی‌شناسی سیستم‌ها واژه‌نامه‌ی خاص خود را دارد که به کمک آن به شرح مسائل دینامیکی می‌پردازد. به‌عنوان مثال اصطلاحاتی مانند فرآیند تقویت و تعادل، محدودیت، تأخیر، رفتار در طول زمان و غیره در توصیف رفتار دینامیکی مسائل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

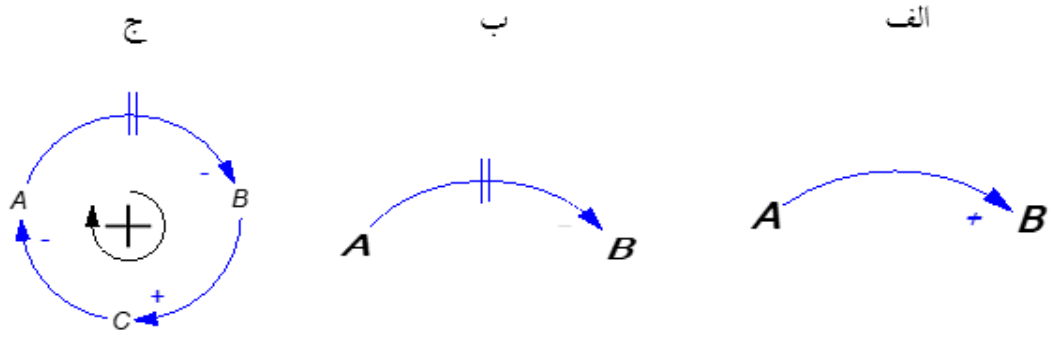
نمودار زیر سیستم‌ها، تمامی زیرسیستم‌های موجود را با یک دید کل‌نگر، در کنار هم نشان می‌دهد و نحوه ارتباط هرکدام از این زیرسیستم‌ها با یکدیگر بیان می‌کند. هدف از ترسیم نمودار زیرسیستم‌ها، بازنمایی روابط جریانی میان زیرسیستم‌های متعامل در وضعیت مسأله در سطحی کلان است. این نمودار با زیر سیستم‌ها یا کارکردها در تفکر سنتی مطابقت دارد و به شناسایی سریع ساختار جریانی سیستم کمک می‌کند. این نمودار، ساختار سیستم را در قالب زیرسیستم‌های درگیر و نیز روابط متقابل آن‌ها را در قالب جریان منابع از قبیل جریان مواد، نیروی انسانی، اطلاعات و سایر جریان‌ها بازنمایی می‌کند. نمودار زیر سیستم‌ها، دید بسیار گسترده‌ای از ساختار جریانی سیستم ارائه می‌دهد و به راحتی می‌توان آن را ایجاد کرد [۱٤].

در نهایت سازوکار متغیرهای مؤثر از هرکدام از زیرسیستم‌ها در شکل‌گیری دینامیک‌های رفتاری اصلی، با استفاده از نمودار علی و معلولی نشان داده می‌شود. نمودار علی معلولی ارتباط بین متغیرها را با لحاظ پویایی‌ها و حلقه‌های شکل‌گرفته بر اساس متغیرها، به‌صورت کیفی نشان می‌دهد. هدف اصلی این نمودار نشان دادن فرضیه‌های علی در هنگام مدل‌سازی است تا از این طریق، ساختار به شکل کامل و به هم پیوسته بیان شود. نمودارهای حلقه علی به مدل‌ساز کمک می‌کند تا به سرعت با ساختار بازخوردی و پیش فرض‌های بنیادی، ارتباط برقرار کند [۱٤].

برای نشان دادن ارتباط یک متغیر بر روی متغیر دیگر از کمان استفاده می‌شود. درصورتی‌که همواره، با ثابت بودن سایر شرایط، یک تغییر در متغیر اول (A) منجر به یک تغییر در متغیر دوم (B) در همان جهت بشود یا به عبارت دیگر $\frac{\partial B}{\partial A}$ بزرگتر از صفر باشد، علامت روی کمان مثبت. (شکل (۲-۳)،

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

(الف)) و درصورتی‌که همیشه $\frac{\partial B}{\partial A}$ کمتر از صفر باشد، علامت روی کمان منفی است (شکل (۲-۳)، (ب)). در این نمودار برای نشان دادن تأخیر از دو خط موازی بر روی کمان استفاده می‌شود (شکل (۳-۲)، (ب)). در صورتی در یک نمودار علی معلولی حلقه ایجاد می‌شود که با توجه به جهت کمان‌ها بتوان از یک متغیر شروع کرد و به همان متغیر بازگشت. به‌عبارت‌دیگر یک حلقه زمانی شکل می‌گیرد که اثر تغییر در یک متغیر به‌صورت غیرمستقیم، از طریق متغیرهای دیگر، بر خود متغیر بازگردد. همچنین درصورتی‌که در یک حلقه یک تغییر در متغیری، منجر به تغییر در همان متغیر در همان جهت بشود، آنگاه حلقه فزاینده و درصورتی‌که تغییر در خلاف جهت حاصل شود، حلقه تعادلی است. شکل (۲-۳)، (ج) نشان‌دهنده یک حلقه فزاینده است که فرآیند بازخورد در آن با تأخیر صورت می‌گیرد [۱٤].

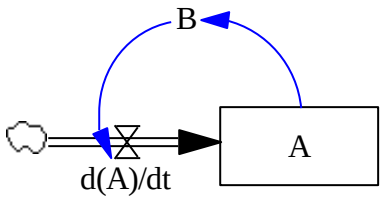


شکل (۲-۳) (الف): ارتباط علی مثبت بین دو متغیر در نمودار علی و معلولی، (ب): ارتباط علی منفی و تأخیر بین دو متغیر در نمودار علی و معلولی و (ج): تشکیل حلقه در نمودار علی معلولی

پس از ایجاد نمودار علی معلولی و مشخص شدن ساختار و متغیرهای سیستم، نمودار جریان-انباشت ایجاد می‌شود. در نمودار جریان-انباشت، متغیرهای انباشت یا حالت با متغیرهای کمکی و نرخ از یکدیگر تفکیک شده و معادلات و روابط بین متغیرها نیز مشخص می‌گردد. در حقیقت در نمودار انباشت-جریان معادلات تعیین‌کننده رفتار سیستم فرموله‌بندی و ساختار سیستم مدل‌سازی می‌شود. تعداد متغیرهای انباشت نشان گر تعداد معادلات دیفرانسیلی است که برای سیستم مورد نظر استفاده شده است. متغیرهای انباشت متغیرهایی هستند که در هر لحظه از زمان داری مقدار هستند؛ به عبارت دیگر برای اندازه‌گیری آن‌ها نیاز به بازه‌ی زمانی نیست. به عنوان مثال متغیر جمعیت متغیری است که

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

برای یک زمان خاص مصداق دارد اما اندازه‌گیری متغیر زاد و ولد یا مرگ و میر نیاز به بازه ای از زمان (مثلا یکسال) دارد. به این گونه متغیرها که تغییر متغیرهای حالت در گذر زمان را نشان می‌دهند و برای تعیین مقدارشان نیاز به یک بازه زمانی است، متغیرهای نرخ گفته می‌شود. متغیرهای به غیر از این دو در یک نمودار جریان انباشت متغیرهای کمکی هستند. وجود متغیرهای کمکی، از نظر ریاضی ضروری نیست و صرفا برای مشخص شدن مفهوم و نحوه ارتباط بین متغیرها استفاده می‌شود. در شکل زیر متغیر A یک متغیر انباشت، B متغیر کمکی و متغیر d(A)/d(t) متغیر نرخ است [۱٤].



شکل (۳-۳) نمونه‌ای از یک نمودار انباشت-جریان

۲-٤-۳- روش‌های اعتبارسنجی

پس از ایجاد نمودار جریان انباشت و شبیه‌سازی سیستم و قبل از استفاده از مدل جهت تحلیل و سناریوپردازی، می‌بایست با استفاده از یک یا چند روش، اعتبار مدل را مورد آزمون قرار داد. برخی از روش‌های اعتبارسنجی در ادامه شرح داده شده است [۱٤].

- **کفایت مرزها**[۱]: آیا متغیرهای تأثیرگذار اصلی به‌صورت درون‌زا دیده شده‌اند؟ آیا محدوده زمانی به طرز مناسبی در نظر گرفته شده است؟
- **سازگاری ابعاد**[۲]: آیا ابعاد معادلات مورد استفاده در مدل با یکدیگر سازگار می‌باشند؟

[۱] Boundary Adequacy

[۲] Dimensional Consistency

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **ارزیابی پارامترها**[۱]: آیا مقادیر عددی پارامترهای مورد استفاده در مدل با داده‌های موجود در سیستم سازگار هستند؟
- **شرایط غایی**[۲]: در صورت تغییرات ناگهانی در برخی پارامترها، آیا مدل رفتار و واکنش مناسبی را نشان می‌دهد؟
- **خطای انتگرال**[۳]: آیا بازه‌های زمانی[٤] به طور مناسبی در نظر گرفته شده‌اند و با تغییر آن‌ها تغییری در نتایج مدل حاصل می‌شود؟
- **اعضای خانواده**[٥]: آیا رفتار مدل مشابه رفتارهای موجود در سایر سیستم‌های مشابه است؟
- **ارزیابی ساختار**[٦]: آیا ساختار مدل با قوانین و روند تصمیم‌گیری موجود در سیستم سازگاری دارد؟
- **رفتار عجیب**[۷]: آیا مدل رفتاری غیرقابل تشخیص و مشاهده نشده را ایجاد می‌کند؟
- **تولید مجدد رفتار**[۸]: یکی از مهم‌ترین تست‌های موجود، تولید مجدد رفتار (مقایسه با داده‌های تاریخی) است. در این آزمون مشخص می‌شود که متغیرهای مدل تا چه حد می‌توانند مقدار داده‌های تاریخی را بازسازی کنند. تقریباً در تمامی مدل‌های مطالعه شده از

[۱] Parameter Assessment

[۲] Extreme Condition

[۳] Integration Error

[٤] Time step

[٥] Family Member

[٦] Structure Assessment

[۷] Surprise Behavior

[۸] Reproduction

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ادبیات موضوع، از این تست در اعتبارسنجی مدل استفاده شده است که اهمیت این تست را پررنگ تر می‌کند [۱٤].

۳-٤-۳- نظرات خبرگان

در فرآیند انجام تحقیق، به دفعات از نظرات خبرگان استفاده شده است. مدیریت، مهندسین و کارشناسان بخش امور برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی صنایع پتروشیمی در بخش مربوط به مباحث تفکیک محصولات پتروشیمی، جمع آوری داده‌ها، خصوصی‌سازی و سایر مباحث تخصصی مربوط به صنعت پتروشیمی به عنوان خبرگان این صنعت در این تحقیق یاری رسان بوده‌اند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ٤: ارائه مدل و بررسی نتایج

٤-١- مقدمه

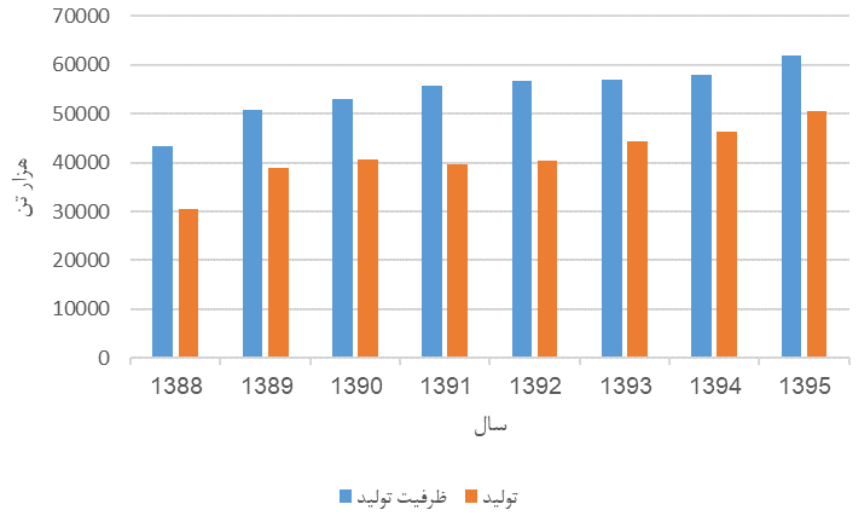
در این فصل از تحقیق، به ارائه مدل توسعه صنعت پتروشیمی در ایران و نتایج حاصل از آن پرداخته می‌شود. با توجه به روش تحقیق که در فصل پیشین مورد بحث قرار گرفت، در ابتدا با استفاده از آمار و اطلاعات موجود در صنعت پتروشیمی و استفاده از نظرات خبرگان، فرضیه پویا تدوین می‌شود. سپس نحوه تفکیک سبدهای محصولات پتروشیمی و مجتمع‌های تولید کننده این محصولات و همچنین آمار و اطلاعات مربوط به هر یک از این دسته‌ها به منظور استفاده در مدل، ارائه می‌شود. در قسمت بعد، مدل کیفی ارائه می‌شود که شامل نمودار زیرسیستم‌ها و بررسی ساختار مفهومی کلی مدل است و در ادامه این بخش، بر اساس فرضیه پویای توسعه یافته، روابط علی و معلولی بین متغیرها با استفاده از نمودارهای علی و معلولی، تبیین می‌گردد. در بخش بعد که به ارائه مدل کمی اختصاص دارد، ساختار ریاضی بین بخش‌های مختلف بر اساس نمودارهای علی و معلولی ارائه شده در قسمت پیشین، ارائه می‌شود. پس از تکمیل مدل کمی و کالیبراسیون مدل، اعتبارسنجی مدل با استفاده از روش‌های تشریح شده در فصل سوم انجام می‌شود و در نهایت ارائه سیاست‌های پیشنهادی در بستر سناریوهای مختلف، انجام می‌گیرد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۲-٤- فرضیه پویا

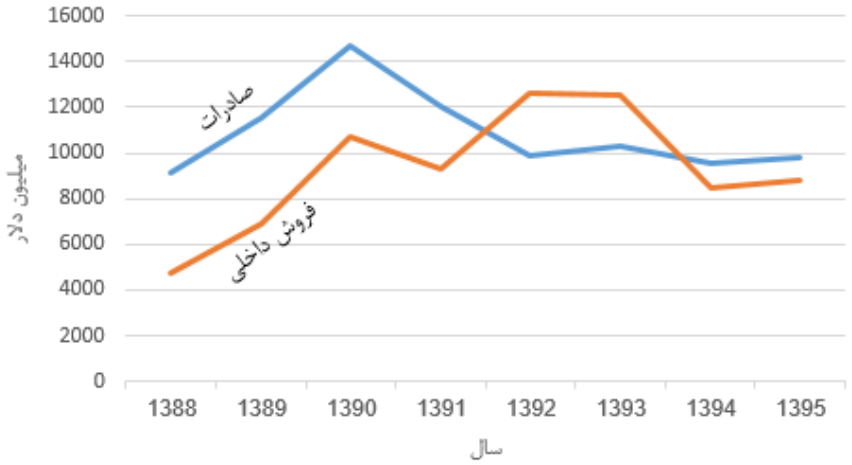
دلایل بسیاری برای عدم پیشرفت صنعت پتروشیمی و عدم بروز رشد لازم این صنعت در ایران وجود دارند اما دلیل اصلی بروز این مساله که به عنوان فرضیه پویا در این تحقیق بیان می‌شود این است که با توجه با این نکته که سرمایه‌گذاری می‌بایست به حد کافی برای رسیدن به توسعه در هر سیستمی صورت گیرد، سرمایه گذاری لازم برای افزایش ظرفیت، ورود تکنولوژی و سایر عوامل لازم به حد کافی در صنعت پتروشیمی ایران صورت نگرفته است. بر طبق اصل ٤٤ قانون اساسی و سیاست واگذاری صنعت پتروشیمی به بخش خصوصی، دولت حق ورود مستقیم برای سرمایه‌گذاری به منظور افزایش ظرفیت را در سال‌های اخیر نداشته است و صنعت پتروشیمی تا میزان قابل توجهی، به بخش خصوصی واگذار شده است. بنابراین حجم سرمایه لازم می بایست به وسیله بخش خصوصی و یا از طریق سرمایه گذاری خارجی تأمین شود که با توجه به سیاست‌های نامناسبی که در سالهای اخیر اجرایی شده‌اند و همچنین شرایط سیاسی و اقتصادی کشور، بخش خصوصی و سرمایه‌گذاران خارجی به صنعت پتروشیمی وارد نشده و در نتیجه سرمایه‌گذاری کافی صورت نگرفته است. از جمله این سیاست‌های نامناسب، عدم قیمت گذاری مناسب خوراک و راضی شدن صاحبان سرمایه به سودهای کوتاه مدت و عدم فراهم نمودن زیرساخت‌های مناسب برای احداث و افزایش ظرفیت مجتمع‌های پتروشیمی می‌باشند. در نتیجه این شرایط، توسعه ظرفیت تولید و میزان تولید کل محصولات پتروشیمی آنچنان که باید، افزایش پیدا نکرده است. میزان ظرفیت تولید و تولید کل صنعت پتروشیمی در سال‌های اخیر در شکل (۱-٤) نشان داده شده است که بیانگر عدم رشد لازم این صنعت می‌باشد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۱-٤) ظرفیت تولید و میزان تولید صنعت پتروشیمی در سال‌های اخیر [۱۱]

در ادامه، سرمایه‌ای که تحت عنوان بودجه توسعه ظرفیت، جذب صنعت پتروشیمی می‌شود، می‌بایست علاوه بر افزایش ظرفیت تولید، تکمیل زنجیره ارزش را نیز در بر داشته باشد. به بیان دیگر حجم سرمایه جذب شده باید به منظور افزایش تولید محصولات با ارزش‌تر در مقایسه با شرایط کنونی سبد محصولات، مورد استفاده قرار گیرد تا علاوه بر کمیت تولید محصولات، تکمیل زنجیره ارزش نیز محقق شود. ارزش فروش محصولات پتروشیمی در سال‌های اخیر به تفکیک فروش داخلی و صادرات، در شکل (۲-٤) مشخص شده است.



شکل (۲-٤) ارزش فروش محصولات پتروشیمی به تفکیک فروش داخلی و صادرات [۱۱]

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

اما بررسی بهبود شرایط تخصیص جریان سرمایه‌گذاری به منظور افزایش ظرفیت، تا کنون بـه شـکل مطلوبی صورت نگرفته است که منجر به در نظر گرفتن سود کوتاه مدت به جای سود بلنـد مـدت و پایدار حاصل از تکمیل زنجیره ارزش برای سرمایه گذاران شده است. پس به صورت خلاصه می‌توان فرضیه پویا را چنین بیان کرد که واگذاری صنعت پتروشـیمی بـه بخـش خصوصـی و عـدم دخالـت مستقیم دولت در سرمایه گذاری به منظور توسعه ظرفیت، منجر به عدم تأمین حجم سـرمایه لازم بـه دلایل مختلف از طریق بخش خصوصی شده است و همچنین میزان سرمایه‌ای که تامین شده است به نحو مقتضی تولید محصولات با ارزش بیشتر نسبت به وضعیت کنونی، به کار گرفته نشده اسـت کـه این امر نیز منجر به کاهش ارزش محصولات در مقابل مقدار آنها شده است.

۳-٤- مجتمع‌های تولیدی محصولات پتروشیمی

به منظور تکمیل مدل و تخصیص بهبود یافته بودجه توسعه ظرفیت برای تولید محصـولات بـا ارزش بالا، که یکی از سیاست های اصلی پیشنهادی در این تحقیق است، لازم است تا در حد کفایـت، بـین محصولات مختلف، تفکیک صورت گیرد. تفکیک صورت گرفته در این تحقیـق، بـر اسـاس نظـرات خبرگان حوزه صنعت پتروشیمی به شکل زیر صورت گرفته است:

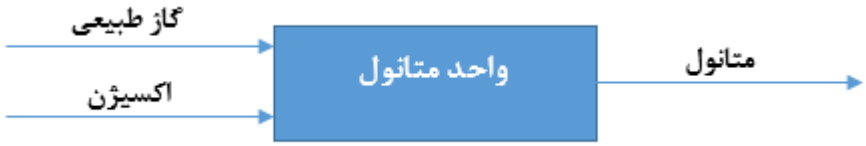
۱-۳-٤- متانول

متانول[1] ساده ترین نوع الکل و یا همان متیل الکل است. این ماده را می توان به عنـوان یکـی از مـواد پایه صنعت پتروشیمی طبقه بندی نمود. متانول به عنـوان یکـی از محصـولات اسـتراتژیک در تولیـد بسیاری از محصولات نهایی مانند حلال ها، رنگ هـا، پلاسـتیک‌ها و ضـدیخ‌ها مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرد. تنوع مشتقات متانول و استفاده آن در صنایع مختلف، این محصول را به عنـوان یـک کـالای

[1] Methanol

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

استراتژیک در بازار پتروشیمی جهان، مطرح ساخته است [۲]. نمودار فرآیند تولید متانول در یک مجتمع تولیدی، در شکل (۳-٤) مشخص شده است.



شکل (۳-٤) فرآیند تولید متانول [٤١]

قسمت اعظم متانول تولیدی در جهان صرف تولید فرمالدئید[۱]ها، اسید استیک[۲] و MTBE[۳] می‌شود و همچنین از متانول به عنوان ماده اولیه در صنایع پایین دستی پتروشیمی، سوخت پاک و همچنین بسیاری از صنایع دیگر استفاده می شود که عمدتاً می توان به موارد زیر اشاره نمود [٤٢]:

- تولید فرمالدئید جهت تهیه MDF[٤] و Plywood
- تولید رزین ملامین برای تهیه انواع ظروف، کلید و پریز و انواع چسب‌های صنعتی
- تولید اسید استیک به منظور تولید وینیل استات (VAM) و استات سلولز در صنایع نساجی
- تهیه پلی متیل متاکریلیت (PMAA) برای تولید انواع لامینیت‌ها
- تهیه MTBE جهت ارتقاء درجه آرام سوزی بنزین
- تهیه دی متیل اتر جهت جایگزینی سوخت دیزل

[۱] Formaldehyde

[۲] Acetic acid

[۳] Methyl tert-butyl ether

[٤] Medium-density fibreboard

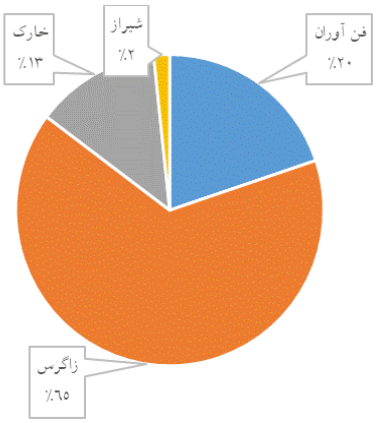
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- مخلوط سازی با بنزین جهت سوخت اتومبیل‌ها
- تولید اتیلن و پروپیلن به عنوان ماده اولیه صنایع پتروشیمی

در سال ۲۰۱٤ این ماده چیزی در حدود ٦٤ میلیون تن در کل دنیا تولید و مصرف شده است. متانول از گاز سنتز تولید می شود که گاز سنتز نیز از منابع مختلفی از جمله گاز طبیعی (متان)، ذغال سنگ و سوخت های مایع تولید می گردد. در سال ۲۰۱٤، ۵۹ درصد متانول تولیدی دنیا از گاز طبیعی و ۳۱ درصد نیز از ذغال سنگ تولید و روانه بازار شده است [٤۳].

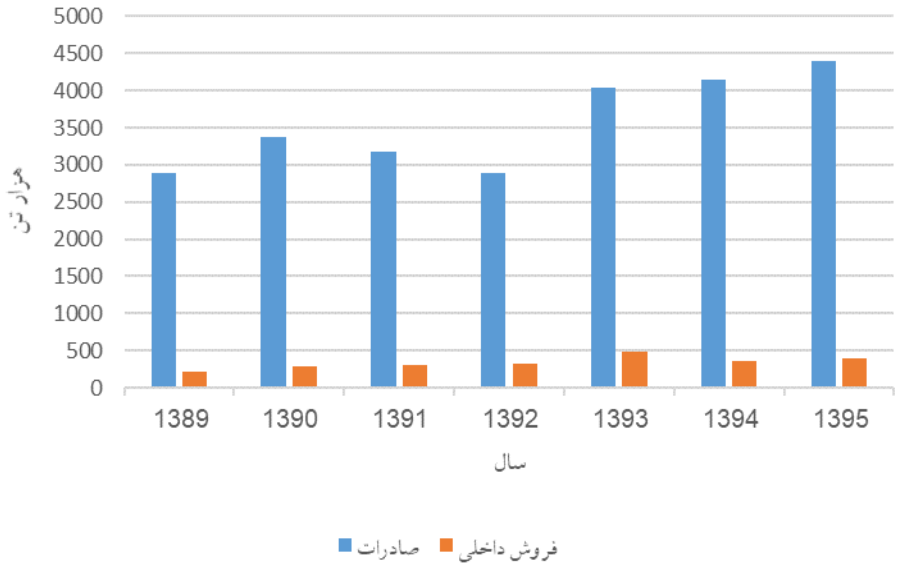
ایران در سال‌های گذشته رشد چشمگیری در پروژه‌های تولید متانول داشته و ظرفیت کشور برای تولید این ماده پتروشیمی درحال افزایش است؛ افزایشی که به ویژه پس از برجام، سرعت بسیار زیادی گرفته است. در این میان موفقیت‌هایی هم در پیدا کردن بازارهای بین‌المللی برای متانول تولیدی پالایشگاه‌های ایرانی حاصل شده است [٤۳].

مجتمع‌های تولیدی متانول در کشور عبارتند از: فن آوران، زاگرس، خارک و شیراز و همچنین مجموع ظرفیت تولید متانول در کشور بیش از ۵ میلیون تن در سال است. سهم ظرفیت هریک از مجتمع‌های تولیدی این محصول در کشور، در شکل (٤-٤) و میزان فروش این محصول به تفکیک فروش داخلی و صادرات از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵ در شکل (٤-۵) ارائه شده است.



شکل (٤-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی متانول [۱۱]

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (٥-٤) فروش متانول به تفکیک صادرات و فروش داخلی [١١]

٢-٣-٤- آمونیاک و اوره

گاز آمونیاک[1]به عنوان ساده ترین و مهمترین ترکیب هیدروژنه اتم نیتروژن است و به طور معمول از دو ماده نیتروژن و هیدروژن بدست می‌آید. ماده اولیه جهت تولید آمونیاک همان گاز سنتز است که گاز سنتز نیز به طور معمول از گاز طبیعی، ذغال سنگ و همچنین سوخت‌های مایع تولید می گردد [٢].

تولید تجاری اوره[2] از طریق واکنش آمونیاک و دی اکسید کربن حاصل می‌شود. بیشتر اوره تولید شده در جهان به صورت جامد و به شکل پریل، گرانول و کریستال (برای مصارف خاص) تولید می‌شود. بالغ بر ٨٥ درصد مصرف اوره به عنوان کود شیمیایی است و بخشی نیز در تولید اوره

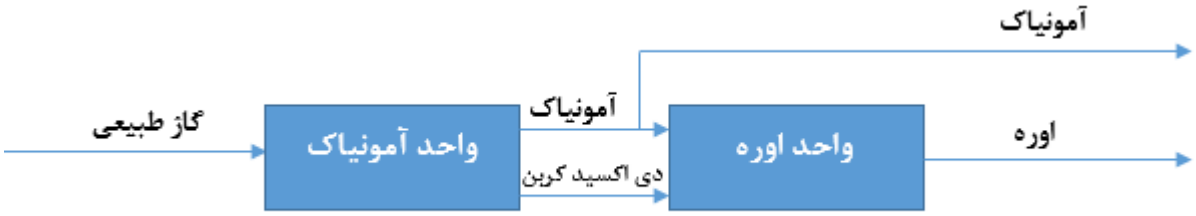
[1] Ammonia

[2] Urea

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

آمونیوم نیترات[1] و کاربردهای صنعتی (اوره، فرمالدئید، فرمالین و ...) به کار می‌رود. اوره به دلیل داشتن کربن در ساختار شیمیایی خود، در گروه محصولات شیمیایی آلی قرار می‌گیرد. از آنجا که اوره از ترکیب آمونیاک و دی اکسید کربن حاصل می شود، تمام واحدهای تولیدی اوره در مجاورت واحدهای تولیدی آمونیاک قرار می گیرند [۴۳].

فرآیند تولید آمونیاک و اوره در شکل (۶-۴) تشریح شده است.



شکل (۶-۴) فرآیند تولید آمونیاک و اوره [۴۱]

در سال ۲۰۱۳، چیزی در حدود ۱۴۸ میلیون تن آمونیاک تولید و روانه بازار شده است. اوره با سهم ۵۵ درصدی بیشترین مصرف آمونیاک را بر عهده دارد و بعد از آن نیز آمونیوم نیترات با ۱۰ درصد، اسید نیتریک با ۹ درصد و آمونیوم فسفات نیز با ۶ درصد در جایگاه های بعدی میزان مصرف آمونیاک قرار دارند. آمونیوم سولفات، آمونیون بی کربنات، آمونیوم کلراید، آکریلونیتریل، کاپرولاکتام، هیدروژن سیانید و متیل امین‌ها نیز سایر مواد موجود در زنجیره ارزش آمونیاک محسوب می شوند [۲].

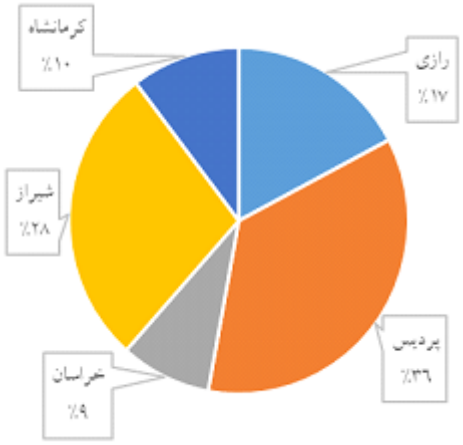
کشور چین در سال ۲۰۱۳، ۵۱ میلیون تن از آمونیاک تولیدی در دنیا را مورد مصرف قرار داده است و سایر مناطق دنیا از جمله آمریکای شمالی، اتحادیه اروپا و خاورمیانه نیز به ترتیب ۱۴، ۱۱/۶ و ۱۰/۸ میلیون تن آمونیاک در سال ۲۰۱۳ مصرف کرده اند. منطقه خاورمیانه ۹/۱ میلیون تن از ۱۲/۹ میلیون تن آمونیاک تولیدی خود را به اوره تبدیل می‌کند و ۵۲۵ هزار تن از آن به آمونیوم فسفات، ۳۰۰ هزار

[1] Ammonium Nitrate

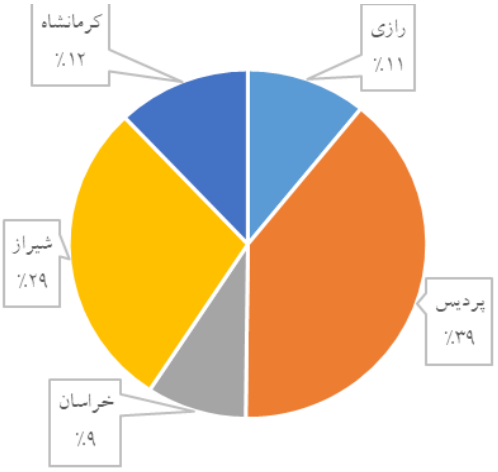
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تن به آمونیوم نیترات و ۲۸۷ هزار تن به اسید استیک تبدیل می گـردد. سـه کشـور ایـران، عربسـتان صعودی و همچنین قطر تولیدکنندگان عمده این محصول در این منطقه محسوب می شوند [۲].

مجتمع‌های تولیدی آمونیـاک و اوره در کشـور عبارتنـد از: مجتمـع رازی، مجتمـع پـردیس، مجتمـع خراسان، مجتمع شیراز و مجتمع کرمانشاه. سهم ظرفیت هریک از مجتمع های تولید آمونیـاک و اوره به ترتیب در شکل‌های (۷-٤) و (۸-٤) ارائه شده است.



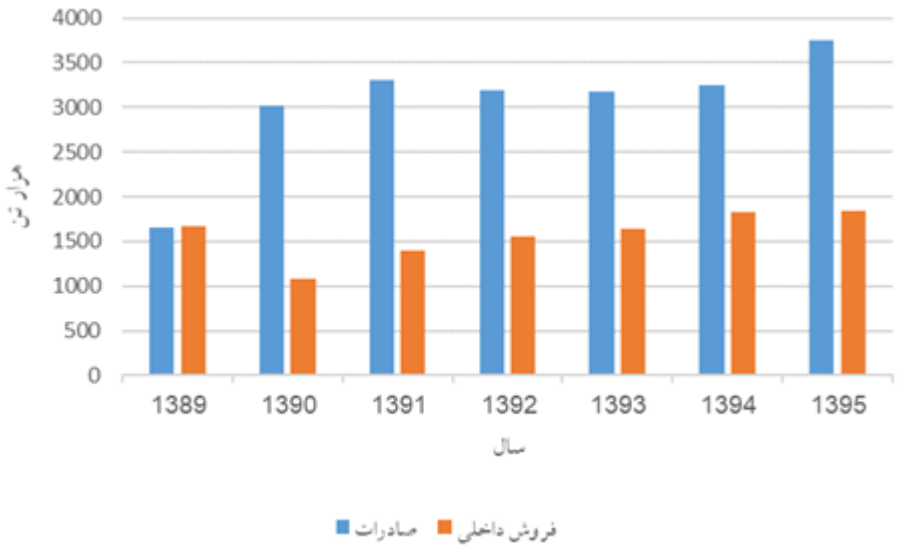
شکل (۷-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی آمونیاک [۱۱]



شکل (۸-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی اوره [۱۱]

مجموع میزان فروش آمونیاک و اوره کشور به تفکیک صادرات و فروش داخلی در شکل (۹-٤) ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۹-٤) مجموع فروش آمونیاک و اوره به تفکیک صادرات و فروش داخلی [۱۱]

۳-۳-٤- اتیلن و پروپیلن

پر مصرف ترین ماده پایه صنعت پتروشیمی در دنیا بعد از آمونیاک، اتیلن[۱] است. این هیدروکربن که دارای نسبت اتم هیدروژن به کربن (H/C) دو است، به عنوان سبک ترین الفین[۲] محسوب می‌شود. این ماده پایه صنعت پتروشیمی در سال ۲۰۱٤، چیزی در حدود ۱۳۷ میلیون تن تولید و مصرف شده است [۲].

علی رغم این که اتیلن دارای زنجیره ارزش گسترده و متنوعی است، با این حال ٦۱ درصد از این ماده کلیدی به گریدهای مختلف پلی اتیلن تبدیل می‌شود. اتیلن اکساید[۳] با ۱۵ درصد در جایگاه دوم

[۱] Ethylene

[۲] Olefine

[۳] Ethylene oxide

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

و محصول میانی اتیلن دی کلراید[۱] با ۱۰ درصد در مقام سوم مصرف اتیلن قرار دارد. اتیل بنزن[۲]، آلفا الفین[۳]ها و سایر محصولات نیز به ترتیب با ٦، ۳ و ۵ درصد در جایگاه های بعدی میزان مصرف اتیلن قرار دارند [۲].

مناطق مختلف دنیا با توجه به منابع در دسترس خود، خوراک‌های مختلفی را جهت تولید اتیلن به کار می‌گیرند. در سال ۲۰۱٤، برش‌های پالایشگاهی نفتا با ٤٦ درصد بیشترین سهم را در خوراک واحدهای کراکینگ[٤] با بخار در دنیا داشته‌اند. اتان و گاز مایع (LPG) نیز به ترتیب با سهم ۳۵ و ١٤ درصدی در جایگاه دوم و سوم قرار دارند.منطقه خاورمیانه با تولید ۲٦ میلیون تن اتیلن در سال، بعد از منطقه آسیای شمال شرقی (کشورهای چین، کره جنوبی، ژاپن و تایوان) و آمریکای شمالی در جایگاه سوم قرار دارد [۲].

پروپیلن[۵] به عنوان خاویار صنعت پتروشیمی دومین ماده پایه صنعت پتروشیمی از حیث میزان مصرف در دنیا است (بعد از اتیلن). ۹۲ میلیون تن پروپیلن در سال ۲۰۱٤ روانه بازار مصرف شده است. پلی‌پروپیلن[٦] با سهم ٦٦ درصدی در زنجیره ارزش این ماده، بیشترین سهم را در مصرف پروپیلن در دنیا، دارا می‌باشد. سایر محصولات کلیدی و با ارزش، همچون پروپیلن اکساید[۷] با ۸

[۱] Ethylene Dichloride

[۲] Ethylbenzene

[۳] Alpha Olefin

[٤] Cracking

[۵] Propylene

[٦] Polypropylene

[۷] Propylene Oxide

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

درصد، آکریلونیتریل[۱] ۷ درصد، آکریلیک اسید[۲] با ٤ درصد، کیومن با ٤ درصد، دو اتیل هگزانـول[۳] بـا ٤ درصد در جایگاه دوم تا ششم از حیث میزان مصرف پروپیلن قرار دارند [۲].

فرایندهای تولید پروپیلن به طور معمول به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- بـازدهی پـایین (کراکینـگ بـا بخـار و بازیـابی جریـان هـای پالایشـگاهی در واحـدهای (FCC/RFCC/DCC)
- بازدهی بالا (تبدیل پروپان به پروپیلن (PDH)، تبدیل کاتالیستی متانول به الفین های سـبک (MTO/P) و تبدیل اتیلن و بوتیلن به پروپیلن[٤])

با توجه به افزایش تقاضای مصرف پروپیلن در سال‌های گذشـته، شـرکت هـای چنـد ملیتـی تمرکـز ویژه‌ای بر روی توسعه فرایندهای با بازدهی بالا داشته اند چرا که روش‌هـای بـا بـازدهی پـایین، بـه تنهایی پاسخ گوی تقاضا نمی باشند. دو روش تبدیل پروپان به پروپیلن و همچنین تبـدیل کاتالیسـتی متانول به الفین های سبک با جدیت و سرعت قابل توجهی در کشور چین و البته بـا کمـی تـاخیر در منطقه آمریکای شمالی در حال به کارگیری است. منطقه خاورمیانه با تولید ۸ میلیون تـن پـروپیلن در سال بعد از مناطق آسیای شمال شرقی (کشورهای چین، کره جنوبی، ژاپن و تایوان)، اتحادیه اروپـا و آمریکای شمالی در جایگاه چهارم قرار دارد [۲].

در حال حاضر ظرفیت اسمی تولید پروپیلن کشور، ۱ میلیون و ۱۱۵ هزار تن در سال است که تمـامی این ظرفیت مبتنی بر روش های با بازدهی پایین می‌باشد. ۹۵ درصد پـروپیلن تولیـدی در کشـور بـه

[۱] Acrylonitrile

[۲] Acrylic acid

[۳] Ethylhexanol

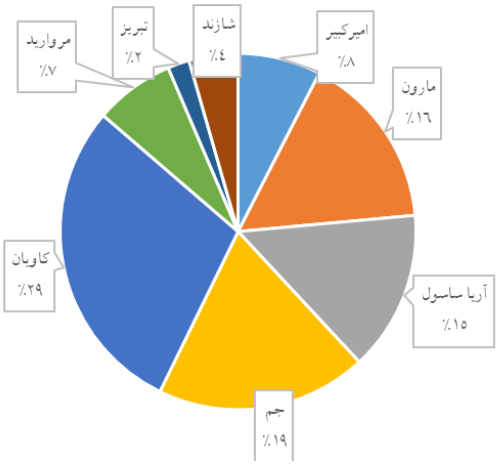
[٤] Metathesis

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پلی‌پروپیلن و تنها ۵ درصد آن نیز در مجتمع پتروشیمی شازند اراک به دو اتیل هگزانول تبدیل می‌گردد [۲]. فرآیند تولید اتیلن و پروپیلن در یک مجتمع الفین در شکل (۱۰-٤) تشریح شده است.

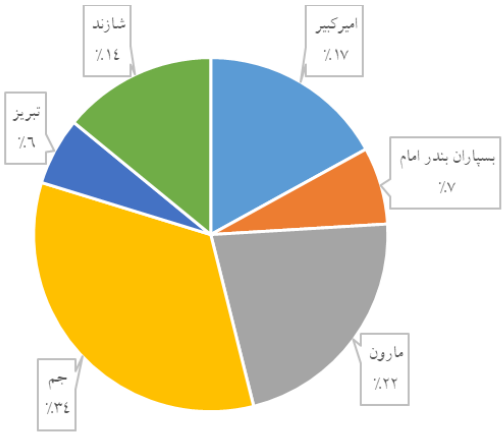
شکل (۱۰-٤) فرآیند تولید اتیلن و پروپیلن در یک مجتمع الفین [٤۱]

مجتمع‌های تولید اتیلن و پروپیلن در کشور عبارتند از مجتمع های: مارون، امیرکبیر، شازند، تبریز، مروارید، آریا ساسول، جم و کاویان. سهم مجتمع‌های تولید اتیلن و پروپیلن به ترتیب در شکل‌های (۱۱-٤) و (۱۲-٤) ارائه شده است و همچنین میزان فروش داخلی و صادرات این محصولات در سال‌های اخیر در شکل (۱۳-٤) نشان داده شده است.

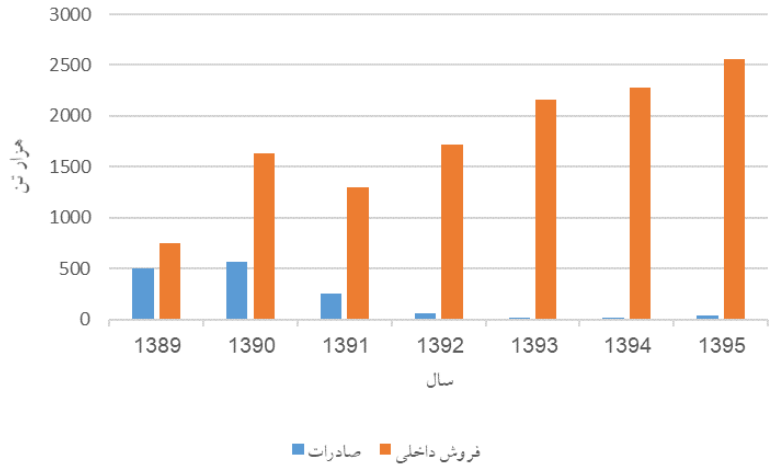


شکل (۱۱-٤) سهم مجتمع‌های تولید اتیلن [۱۱]

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۱۲-٤) سهم مجتمع‌های تولید پروپیلن [۱۱]



شکل (۱۳-٤) فروش سال های اخیر اتیلن و پروپیلن به تفکیک فروش داخلی و صادرات [۱۱]

٤-۳-٤- پلی‌پروپیلن

پلی‌پروپیلن یکی از پرمصرف‌ترین و اساسی‌ترین پلیمرهای مورد استفاده در دنیا و بزرگ‌ترین مصرف کننده پروپیلن می باشد. این ماده اولین بار در اوایل دهه ۱۹۵۰ در مقیاس آزمایشگاهی تولید شد و سپس در اواخر این دهه به تولید تجاری رسید. از ابتدا برآورد میشد هزینه تولید پلی‌پروپیلن از پلی‌اتیلن کمتر است. پلی‌پروپیلن از پلیمریزاسیون پروپیلن در شرایط دما و فشار نسبتاً ملایم و در

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

حضور کاتالیست معروف زیگلر ناتا انجام می شود. فرآیند تولید پلی‌پروپیلن در شکل (۱۴-٤) نشان داده شده است [٤٤] .

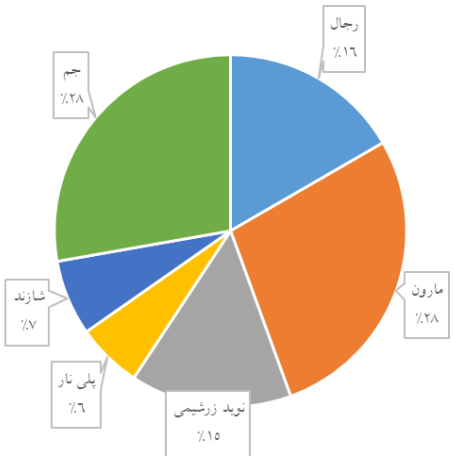
شکل (۱۴-٤) فرآیند تولید پلی‌پروپیلن [٤١]

پلی‌پروپیلن یک پلیمر ترموپلاست می‌باشد که در یک بازه گسترده از کاربردها شامل فیلم و ورق، قالب‌گیری دمشی[1]، قالب‌گیری تزریقی، بسته‌بندی غذایی، نساجی، تجهیزات آزمایشگاهی و پزشکی، لوله، کاربردهای صنعتی و ساختمانی و اجزاء خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت در برابر کشش، چگالی کم، بی رنگی، سختی، مقاومت در برابر اسید، باز و حلال‌ها، از جمله ویژگی‌های پلی‌پروپیلن محسوب می‌شود. هزینه کم تولید آن در مقایسه با دیگر ترموپلاستیک‌ها جایگاه ویژه‌ای برای پلی‌پروپیلن در صنعت ایجاد کرده است. تقریباً ۱۰ ٪ تولید پلی‌پروپیلن در ساخت فیلم، مصرف می‌شودکه در بسته بندی مواد غذایی کاربرد دارند. حدود ۳۰٪ دیگر پلی پروپیلن تولیدی در ساخت تک رشته‌ها و الیاف مصرف می‌شود. الیاف پلی‌پروپیلن در ساخت موکت، فرش، طناب، گونی و ... استفاده می‌شوند [٤٤].

مجتمع‌های تولیدی پلی‌پروپیلن در ایران عبارتند از: مجتمع رجال، مجتمع مارون، مجتمع نوید زرشیمی، مجتمع پلی نار، مجتمع شازند و مجتمع پلی‌پروپیلن جم. سهم ظرفیت هریک از مجتمع‌های تولید پلی‌پروپیلن در شکل (۱۵-٤) ارائه شده است.

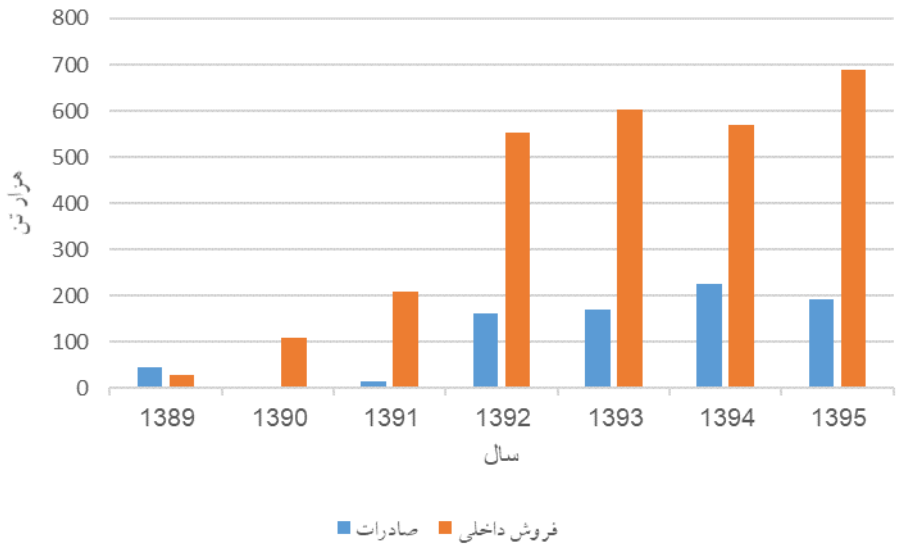
[1] قالب‌گیری بادی یا دمشی یک فرایند تولید است که در تولید قطعات پلاستیکی توخالی به کار می‌رود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۱۵-٤) سهم ظرفیت مجتمع‌های تولیدی پلی‌پروپیلن [۱۱]

بر اساس برنامه‌های جدید توسعه‌ای صنعت پتروشیمی، قرار است ظرفیت تولید پلی‌پروپیلن ایـران از حدود یک میلیون تن فعلی با افزایش حدود چهار برابری به بیش از چهار میلیون تن در سال افزایش یابد [٤٥]. فروش این محصول در سال‌های اخیر به تفکیک فروش داخلی و صادرات در شـکل (٤-۱٦) مشخص شده است.



شکل (۱٦-٤) فروش پلی‌پروپیلن به تفکیک صادرات و فروش داخلی [۱۱]

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۵-۳-۴- سایر محصولات

به منظور پوشش تمامی محصولات پتروشیمی تولید شده در مدلسازی، این دسته در نظر گرفته شده است که شامل تمامی محصولاتی است که در مجتمع‌های پتروشیمی به غیر از سبد محصولات ذکر شده در دسته‌های پیشین، تولید می‌شوند. ایزوسیانات‌ها، آکریلونیتریل، فرمالدئید، پلی استایرن، پلی اتیلن‌های سبک و سنگین، اتیلن گلایکول‌ها، آروماتیک‌ها، پارازایلین و بسیاری فرآورده‌های دیگر صنعت پتروشیمی در این دسته جای می‌گیرند.

٤-٤- مدل کیفی

در این قسمت از تحقیق، در ابتدا ساختار کلان مفهومی ساختارهای موجود در مدل، در قالب نمودار زیر سیستم‌ها ارائه می‌شود و در ادامه نمودارهای علی و معلولی در بخش‌های تفکیک شده ارائه می‌شوند.

١-٤-٤- نمودار زیر سیستم‌ها

با توجه به اثرگذاری عوامل متعدد بر شکل گیری بودجه توسعه ظرفیت در صنعت پتروشیمی که لازمه رسیدن به توسعه همه جانبه در این صنعت است، بررسی نحوه اثرگذاری این عوامل، بدون در دسترس بودن الگویی کلی که بتواند ارتباط مابین متغیرها و میزان اثرگذاری هریک از عوامل را تعیین کند، امری دشوار است. لذا در این بخش با توجه به مرور ادبیات صورت گرفته در این تحقیق، یک جمع بندی کلی از زیرسیستم‌های مؤثر بر توسعه صنعت پتروشیمی، صورت گرفته است که در شکل (٤-١٧) ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل (۱۷-٤) نمودار زیرسیستم‌ها

زیر سیستم منابع شامل ذخایر نفت خام و گاز طبیعی، میزان تولید، مصرف داخلی، صادرات پس از رفع نیاز داخلی، قیمت داخلی و جهانی نفت و گاز و تعدادی متغیرهای دیگر می‌باشد که بر طبق ساز و کار شکل‌گیری فروش داخلی و خارجی، درآمد حاصل از فروش این منابع، به زیر سیستم درآمد صنعت نفت و گاز کشور وارد می‌شود. در ادامه، درآمد حاصل بین بخش‌های مختلف مانند خزانه کشور، صندوق توسعه ملی و به طور کلی سیستم اقتصادی وارد شده و بر طبق قانون بودجه کشور که هر ساله به تصویب مجلس شورای اسلامی می‌رسد، بخشی از این درآمد به عنوان بودجه صنعت نفت و گاز کشور به این بخش تزریق خواهد شد [٤٦]. بخشی از این بودجه بر طبق ساز و کارهایی که در ادامه در مدل تشریح خواهد شد، بین بخش‌های مختلف صنایع بالادستی و پایین دستی نفت و

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

گاز به منظور توسعه، تقسیم می‌شود. پس از شکل گیری بودجه توسعه صنعت پتروشیمی، سرمایه‌گذاری در مجتمع‌های متنوع این صنعت به منظور توسعه ظرفیت تولید محصولات پتروشیمی، اتفاق افتاده و در ادامه توسعه اتفاق خواهد افتاد. پس از نیل به توسعه در صنعت پتروشیمی، درآمد بیشتری نیز نصیب کشور خواهد شد و با تکمیل زنجیره ارزش، کاهش خام فروشی محقق خواهد شد. لازم به ذکر است بخشی از متغیرها در شکل‌گیری درآمد کل صنعت نفت و گاز مانند درآمد حاصل از فروش نفت خام، گاز طبیعی، محصولات پالایشگاهی و سایر موارد به صورت برونزا وارد مدل شده و اثر آنها در نظر گرفته شده است.

۲-٤-٤- نمودارهای علی و معلولی

در این قسمت از تحقیق، با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در فصل‌های پیشین، ساختار مفهومی مدل در قالب نمودارهای علی و معلولی تشریح می‌شود. برای تشکیل نمودارهای علی و معلولی، سه بازخورد زیر در نظر گرفته شده‌اند.

- **نحوه تأثیر توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی بر درآمد کل صنعت نفت و گاز**
- **نحوه شکل گیری درآمد صنعت گاز**
- **نحوه تخصیص سهم درآمدی صنعت نفت و گاز بین بخش‌های مختلف**

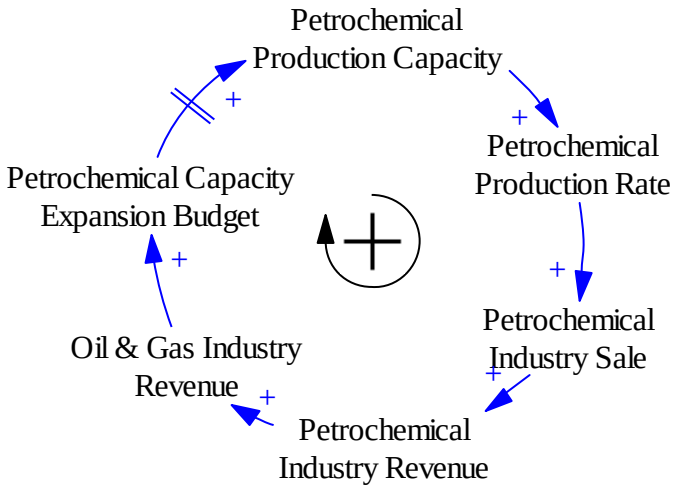
در ادامه هریک از موارد فوق، تشریح خواهند شد.

- **تأثیر بودجه توسعه صنعت پتروشیمی بر درآمد کل صنعت نفت و گاز**

با فرض ثابت بودن سایر شرایط، افزایش در بودجه توسعه ظرفیت در صنعت پتروشیمی با توسعه ظرفیت تولید همراه خواهد بود که این امر منجر به افزایش میزان تولید محصولات خواهد شد. افزایش در تولید محصولات باعث افزایش فروش شامل فروش داخلی و صادرات محصولات خواهد شد. در ادامه درآمد صنعت پتروشیمی نیز افزایش پیدا خواهد کرد که با

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

افزایش درآمد صنعت پتروشیمی، درآمد کل صنعت نفت و گاز نیز افزایش خواهد یافت که بدین ترتیب در ادامه حلقه افزایشی توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی تکمیل می‌شود.

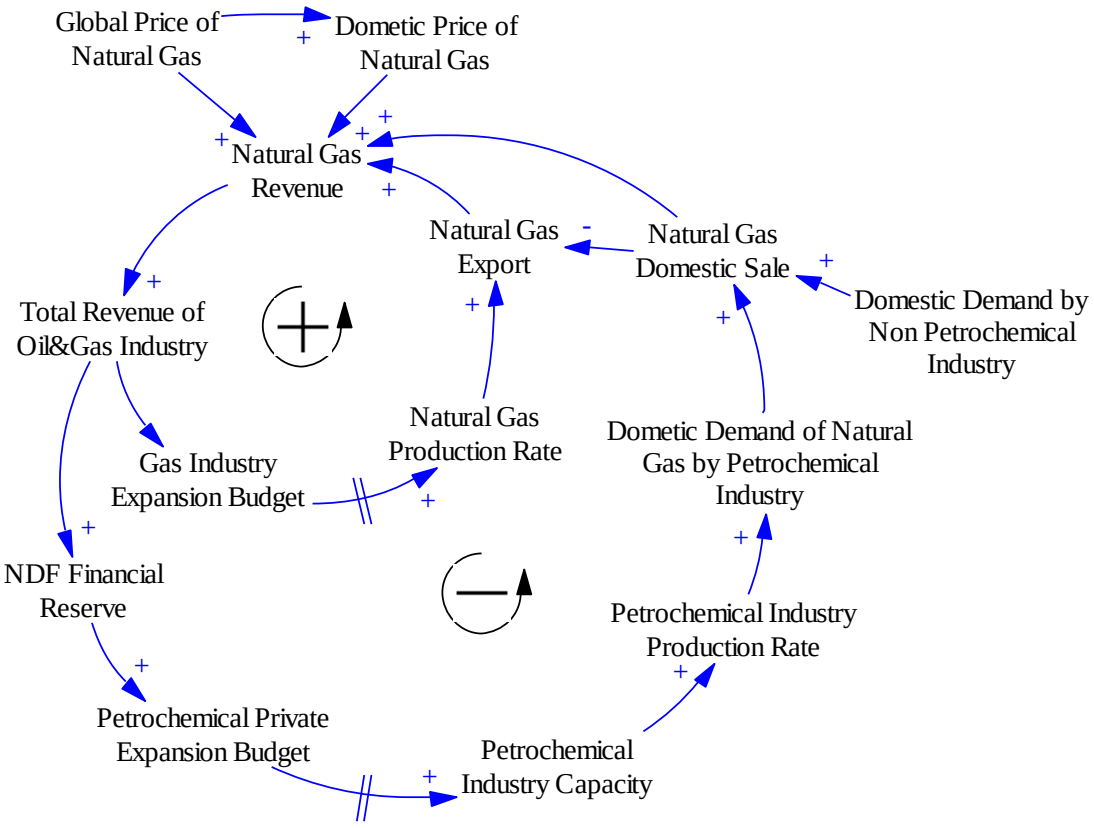


شکل (۱۸-٤) حلقه افزایشی توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی

- **ساختار شکل گیری درآمد صنعت گاز**

درآمد حاصل از فروش گاز طبیعی از دو طریق حاصل می‌شود. فروش داخلی که بر اساس قیمت‌های مصوب داخلی شکل می‌گیرد و فروش خارجی که با توجه به قیمت‌های جهانی، صورت می‌گیرد. با توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی، تقاضای داخلی گاز طبیعی به منظور تأمین خوراک صنعت پتروشیمی، افزایش پیدا می کند که این منجر به افزایش فروش داخلی و کاهش صادرات گاز طبیعی می‌شود. با افزایش درآمد صنعت گاز، درآمد کل صنعت نفت و گاز افزایش پیدا خواهد کرد که در ادامه، افزایش بودجه توسعه این صنعت در بخش‌های مختلف، به وقوع خواهد پیوست. شکل (۱۹-٤) شامل حلقه افزایشی توسعه درآمد و تولید گاز طبیعی و حلقه تعادلی تأثیر افزایش ظرفیت پتروشیمی بر صادرات گاز طبیعی است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

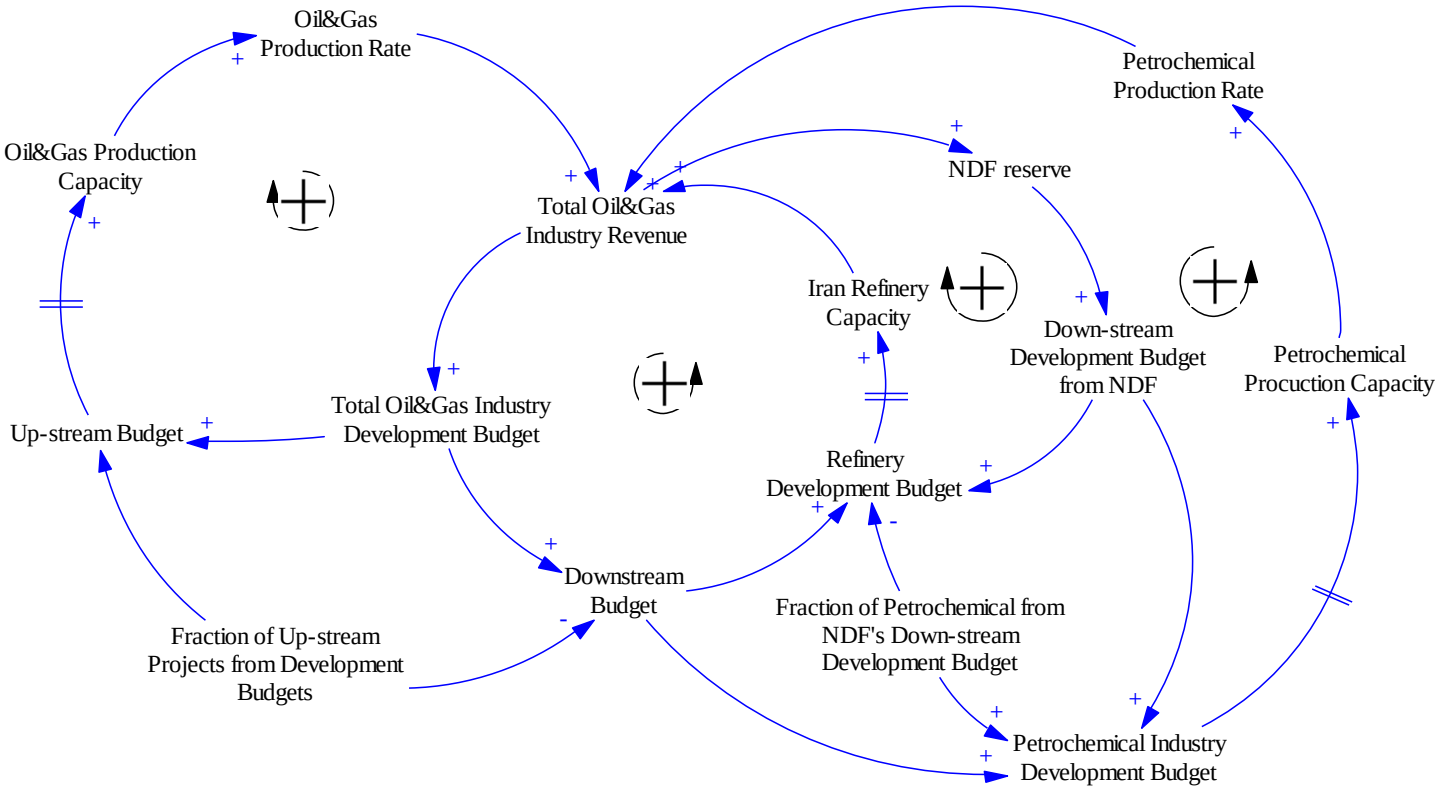


شکل (۱۹-٤) حلقه افزایشی توسعه درآمد و تولید گاز طبیعی و حلقه تعادلی تأثیر افزایش ظرفیت پتروشیمی بر صادرات گاز طبیعی [۱۰]

- **ساختار تخصیص سهم درآمدی صنعت نفت و گاز بین بخش‌های مختلف**

درآمدهای سالیانه صنعت نفت و گاز بر طبق قانون بودجه به سه بخش خرانه کشور، صندوق توسعه ملی و صنعت نفت و گاز کشور واریز می‌شود [٤٣]. سهم صنعت نفت و گاز شامل صرف هزینه‌های استخراج و تولید محصولات، هزینه‌های سرمایه‌ای (صنایع بالادستی و پایین دستی نفت و گاز)، هزینه‌های جاری این صنعت و هزینه واردات می‌شود. همچنین صندوق توسعه ملی با ارائه تسهیلات و وام به بخش خصوصی موجب توسعه ظرفیت صنایع پالایشگاهی و صنعت پتروشیمی در کشور می‌شود. چگونگی تخصیص درآمد صنعت نفت و گاز بین بخش‌های مختلف، در قالب نمودار علی معلولی در شکل (۲۰-٤) ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۲۰-٤) نحوه تخصیص سهم درآمدی صنعت نفت و گاز بین بخش‌های مختلف [۱۰]

٥-٤- مدل ریاضی (نمودار انباشت-جریان)

این بخش از تحقیق به ارائه مدل ریاضی و نمودارهای انباشت-جریان اختصاص دارد. به صورت کلی مدل توسعه صنعت پتروشیمی ایران از بخش‌های زیر تشکیل شده است.

- **بخش درآمد-هزینه صنعت نفت و گاز**
- **بخش درآمد-هزینه صندوق توسعه ملی**
- **توسعه ظرفیت محصولات پتروشیمی**
- **ساز و کار تشکیل درآمد کل صنعت پتروشیمی**

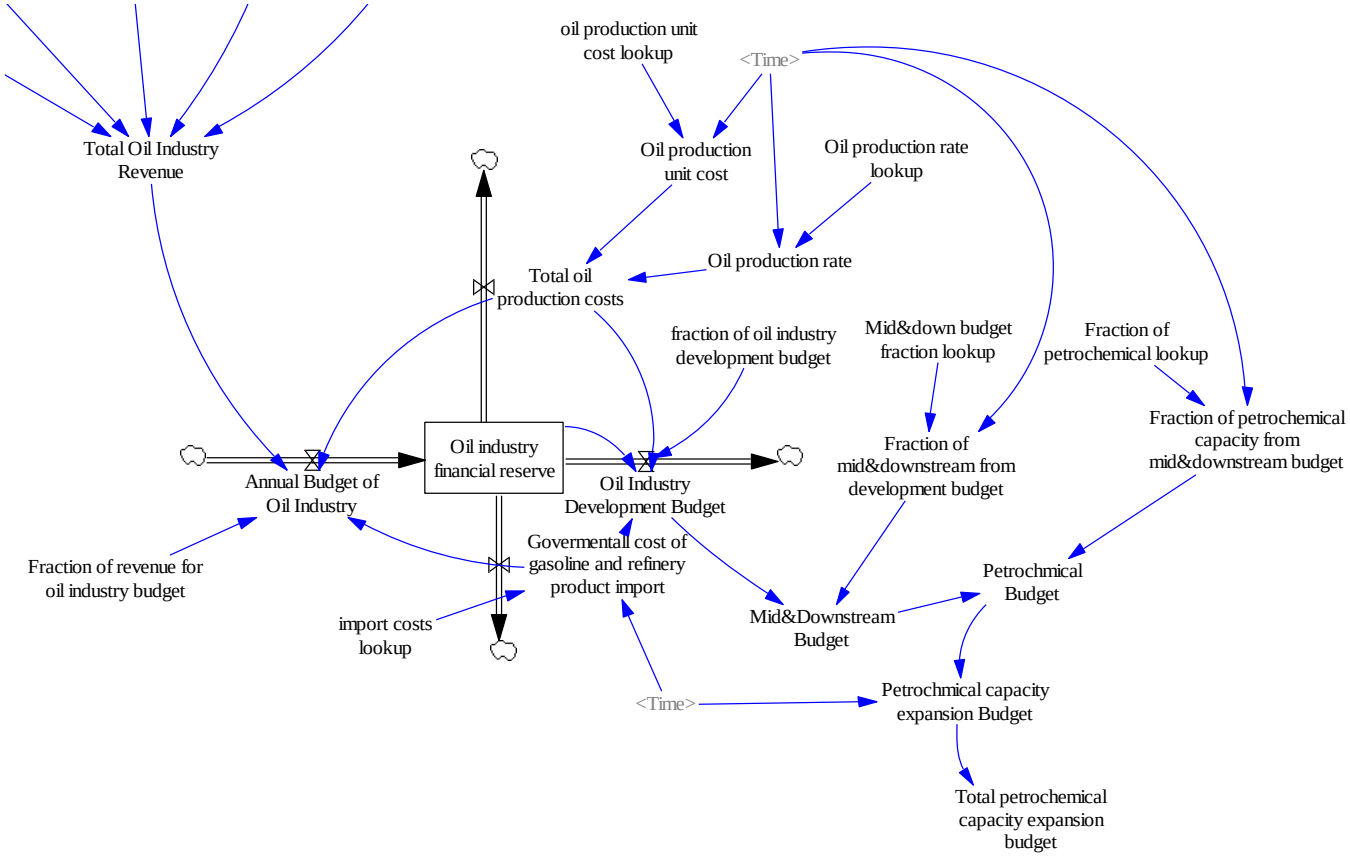
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **نحوه شکل گیری درآمد کل صنعت نفت و گاز**

در ادامه به دلیل حجیم بودن نمودار انباشت- جریان مدل، نمودار بر اساس بخش‌های فوق تفکیک شده و به همراه توضیحات هر بخش، تشریح می شود.

- **درآمد-هزینه صنعت نفت و گاز**

درآمد صنعت نفت و گاز کشور بر اساس میزان فروش نفت خام و گاز طبیعی، فروش فرآورده‌های پالایشگاهی و پتروشیمی، واگذاری پالایشگاه‌های دولتی به بخش خصوصی و دیگر موارد شکل می‌گیرد. هزینه‌های صنعت نفت و گاز نیز شامل هزینه استخراج منابع و سایر هزینه‌های متغیر تولید نفت خام، گاز طبیعی و سایر فرآورده‌های نفتی و همچنین هزینه واردات محصولات مورد نیاز می‌باشد. نمودار انباشت-جریان این بخش در شکل (۲۱-٤) ارائه شده است.



شکل (۲۱-٤) نمودار انباشت-جریان بخش درآمد- هزینه صنعت نفت و گاز

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

برخی از مهمترین معادلات این بخش به همراه جدول متغیرهای مورد استفاده در معادلات، در ادامه تشریح شده است.

جدول (۱-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادلات (۱-٤) و (۲-٤)

متغیر	تعریف	واحد
ABOI	بودجه سالیانه صنعت نفت و گاز	سال/ میلیون دلار
TOIR	درآمد کل صنعت نفت و گاز	میلیون دلار
GCGRI	هزینه های سالیانه واردات صنعت نفت و گاز	سال/ میلیون دلار
TOPC	هزینه های سالیانه تولید نفت	سال/ میلیون دلار
FROIB	سهم بودجه صنعت نفت و گاز از درآمدهای این صنعت	بدون واحد
OIDB	بودجه سالیانه توسعه صنعت نفت و گاز	سال/ میلیون دلار
FOIDB	سهم بودجه توسعه از منابع مالی صنعت نفت و گاز	بدون واحد
OIFR	منابع مالی صنعت نفت و گاز	میلیون دلار

- معادله مربوط به محاسبه بودجه سالیانه صنعت نفت و گاز:

$$ABOI = IF\ THEN\ ELSE\ ((FROIB \times TOIR) \geq (GCGRI + TOPC), (FROIB \times TOIR), (GCGRI + TOPC))$$

(معادله ۱-٤)

- معادله مربوط به محاسبه بودجه توسعه سالیانه صنعت نفت و گاز:

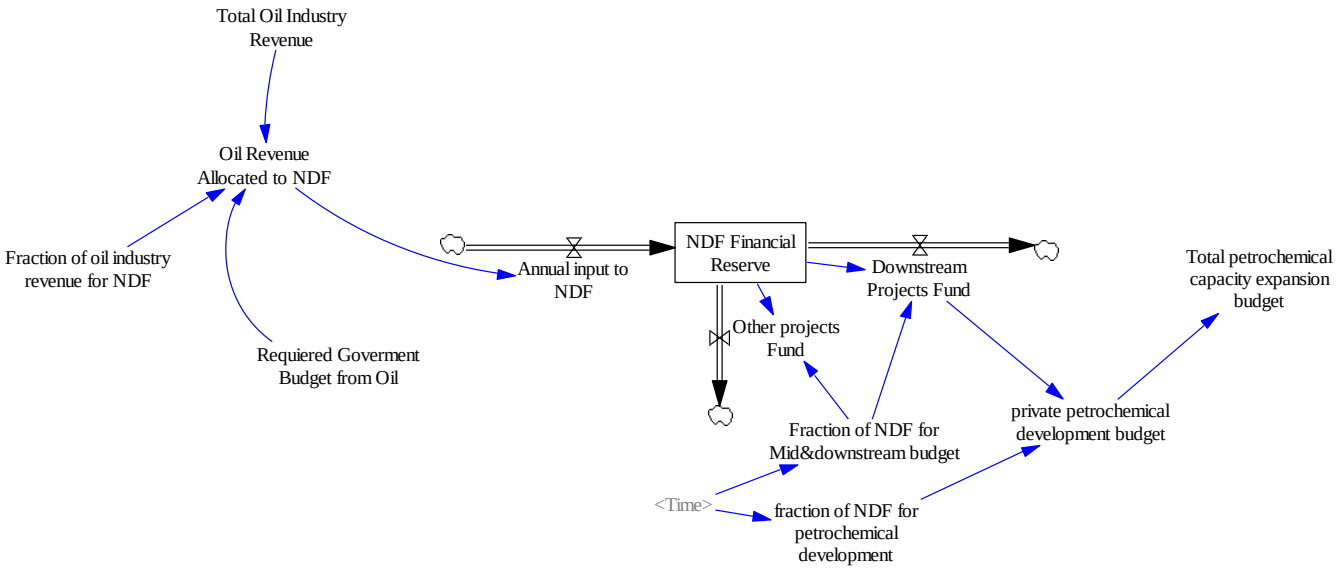
$$OIDB = IF\ THEN\ ELSE\ ((FOIDB \times OIFR) \leq (OIFR - (TOPC + GCGRI + (FOIDB \times OIFR))), (FOIDB \times OIFR), Max(0\ , (\ OIFR$$

(معادله ۲-٤)

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **درآمد–هزینه صندوق توسعه ملی و تشکیل بودجه توسعه صنعت پتروشیمی از طریق بخش خصوصی**

صندوق توسعه ملی با هدف تبدیل بخشی از عواید ناشی از فروش نفت و گاز و میعانات گازی به ثروت‌های ماندگار، مولد و سرمایه‌های ارزشمند اقتصادی و نیز حفظ سهم نسل‌های آینده از منابع فسیلی کشور، تشکیل شده است. نحوه تزریق بودجه سالیانه صندوق توسعه ملی به منابع مالی این مجموعه و همچنین نحوه تشکیل بودجه توسعه صنعت پتروشیمی از طریق ارائه تسهیلات به بخش خصوصی در نمودار انباشت–جریان نمایش داده شده و در شکل (۲۲–٤) قابل مشاهده است.



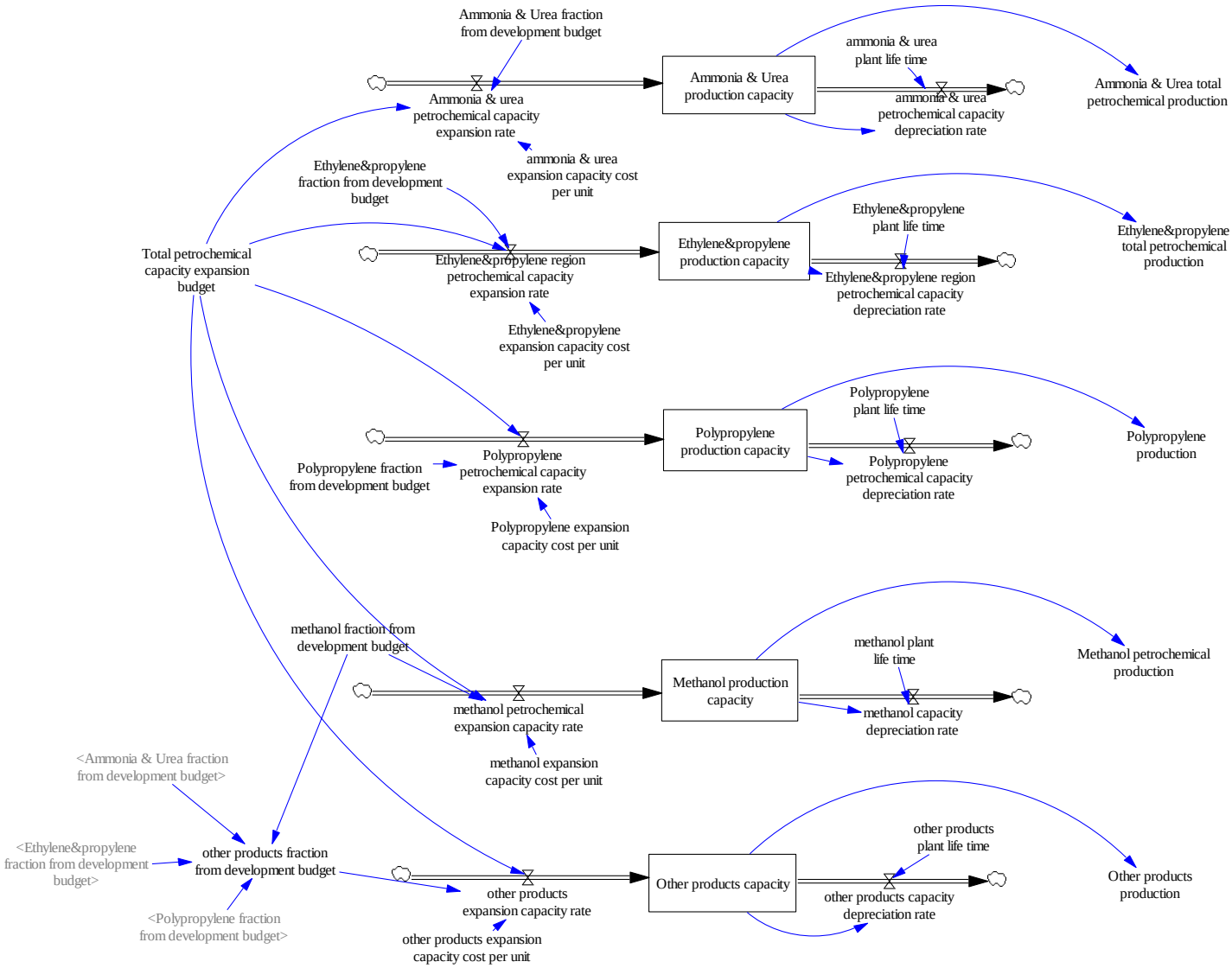
شکل (۲۲–٤) نمودار انباشت–جریان مربوط به درآمد–هزینه صندوق توسعه ملی

ساختار تشکیل بودجه توسعه صنعت پتروشیمی بر طبق سهم صنایع پایین دستی و سپس سهم صنعت پتروشیمی انجام می‌گیرد و از منابع مالی صندوق توسعه ملی بر اساس ضرایب مشخص و به منظور سرمایه گذاری در اختیار بخش خصوصی قرار می‌گیرد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **توسعه صنعت پتروشیمی**

پس از تشکیل بودجه توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی، با توجه به تفکیک مجتمع‌های تولیدی پتروشیمی بر اساس سبد محصولات تولیدی آنها، که در قسمت پیشین این فصل تشریح شد، ساز و کار تخصیص بودجه مورد نظر بین سبد محصولات مختلف و نحوه توسعه ظرفیت به وسیله نمودار انباشت–جریان مربوط به این بخش در شکل (۲۳–٤) ارائه شده است.



شکل (۲۳–٤) نمودار انباشت–جریان توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی به تفکیک محصول

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جدول متغیرها و معرفی اندیس‌های مورد استفاده به همراه مهمترین معادله این بخش در ادامه ارائه می‌شوند.

جدول (۲-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادله (۳-٤)

متغیر	تعریف	واحد
TPEB	بودجه توسعه ظرفیت	میلیون دلار
EBF_i	سهم محصول i از بودجه توسعه	بدون واحد
$PCER_i$	نرخ توسعه ظرفیت محصول i	سال/ هزار تن
$PCPU_i$	هزینه توسعه واحد محصول i	میلیون دلار
y_i	تعداد سال‌های مورد نیاز برای توسعه ظرفیت محصول i	سال
p_i	میزان اولیه ظرفیت توسعه یافته محصول i	هزار تن

جدول (۳-٤) اندیس‌های محصولات در معادلات

محصول	اندیس
متانول	i=۱
آمونیاک و اوره	i=۲
اتیلن و پروپیلن	i=۳
پلی‌پروپیلن	i=٤
سایر محصولات	i=۵

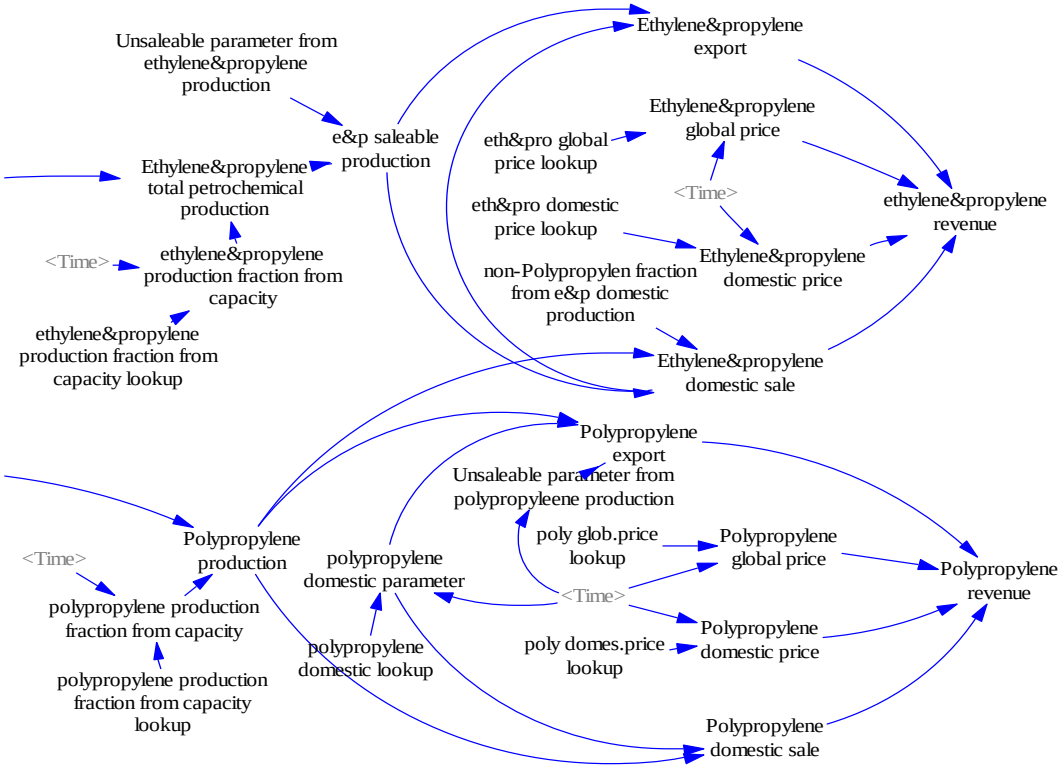
- معادله محاسبه نرخ افزایش ظرفیت هریک از محصولات:

$$PCER_i = \text{DELAY1I}(((\text{TPEB} \times EBF_i) \div PCPU_i), y_i, p_i) \qquad \text{(معادله ۳-٤)}$$

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **ساز و کار تشکیل درآمد کل صنعت پتروشیمی**

پس از تشکیل ساختار ظرفیت تولید و تولید هریک از سبدهای محصولات در بخش قبل، در این قسمت نحوه فروش محصولات به تفکیک فروش داخلی و صادرات تبیین می‌شود. میزان محصول قابل فروش از مقدار تولید انجام شده، تفکیک می‌شود و سپس میزان سهم فروش داخلی و صادرات از یکدیگر تفکیک شده و با توجه به قیمت‌های داخلی و همچنین قیمت فرآوردهای تولیدی در بازار بین المللی محصولات پتروشیمی، میزان درآمد هر سبد از محصولات، مشخص می‌شود. به دلیل اینکه مجتمع‌های تولیدی پلی‌پروپیلن، خوراک مورد نیاز خود را از مجتمع‌های تولیدی اتیلن و پروپیلن تأمین می‌کنند، در این قسمت، ابتدا از میزان قابل فروش پروپیلن و اتیلن تولیدی، خوراک واحدهای پلی‌پروپیلن (که عموما فقط از پروپیلن است) تأمین می‌گردد و سپس مابقی به منظور فروش در بازار داخلی و صادرات، استفاده می‌شوند. ساختار فوق که با توجه به تکمیل زنجیره ارزش در مدل شبیه سازی شده است در شکل (۲٤-٤) نشان داده شده است.



شکل (۲٤-٤) نمودار انباشت-جریان شکل گیری درآمد محصولات پتروشیمی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مهمترین معادلات ریاضی استفاده شده در این قسمت از مدل به همراه جدول متغیرهای مورد استفاده در معادلات، در ادامه تشریح شده است.

جدول (٤-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادلات (٤-٤)، (٤-٥) و (٤-٦)

متغیر	تعریف	واحد
PDS_i	میزان فروش داخلی	هزار تن
PPR_i	میزان تولید	هزار تن
NPFD	سهم فروش داخلی اتیلن و پروپیلن غیر از پلی‌پروپیلن	بدون واحد
EPSP	تولید قابل فروش اتیلن و پروپیلن	هزار تن
PTR_i	درآمد حاصل از فروش	میلیون دلار
PDP_i	قیمت داخلی	هزار تن/ میلیون دلار
PGP_i	قیمت جهانی	هزار تن/ میلیون دلار
PTE_i	میزان صادرات	هزار تن

- معادله مربوط به محاسبه درآمد هریک از محصولات:

$$PTR_i = (PDS_i \times PDP_i) + (PTE_i \times PGP_i) \quad \text{(معادله ٤-٤)}$$

- معادله مربوط به فروش داخلی اتیلن و پروپیلن:

$$PDS_3 = PPR_4 + (NPFD \times EPSP) \quad \text{(معادله ٤-٥)}$$

- معادله مربوط به صادرات اتیلن و پروپیلن:

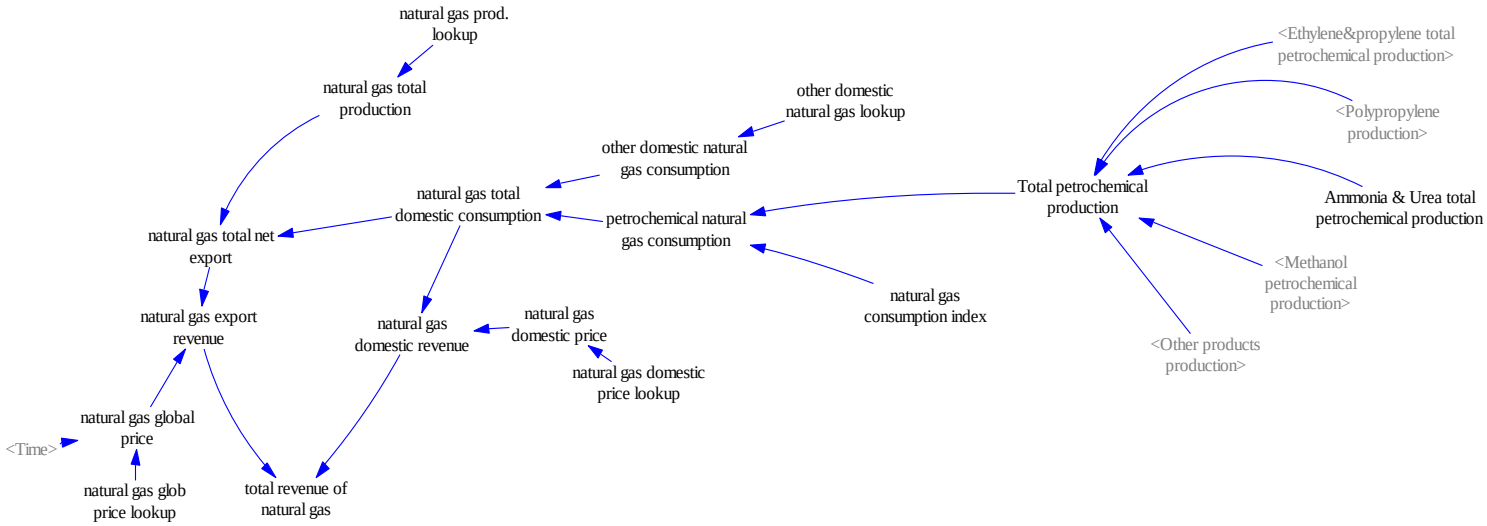
$$PTE_3 = MAX(0, EPSP - PDS_3) \quad \text{(معادله ٤-٦)}$$

- **نحوه شکل‌گیری درآمد کل صنعت نفت و گاز**

در ادامه با محاسبه مجموع درآمدهای سبدهای مختلف محصولات، درآمدهای کل صنعت پتروشیمی، شبیه سازی شده است. با شبیه سازی مقدار کل تولید محصولات نیز، میزان خوراک

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مصرفی گاز طبیعی محاسبه گردیده و با در نظر گرفتن سایر مصارف داخلی گاز طبیعی و پس از برآورده کردن نیاز داخل، با صادرات مابقی مقدار تولید شده، درآمد کل صنعت گاز طبیعی نیز به درآمد کل صنعت نفت و گاز اضافه می‌شود. شکل (۲۵-٤) گویای ساختار فوق می‌باشد.



شکل(۲۵-٤) نمودار انباشت-جریان نحوه شکل گیری درآمد کل صنعت نفت و گاز

معادلات (٦-٤) و (۷-٤) به عنوان مهمترین معادلات این بخش به همراه جدول متغیرهای مورد استفاده در این معادلات، در ادامه ارائه می‌شوند.

جدول (۵-٤) متغیرهای مورد استفاده در معادلات (۷-٤)، (۸-٤)

متغیر	تعریف	واحد
PNGC	مصرف گاز طبیعی در صنعت پتروشیمی	میلیون متر مکعب
PPR	میزان تولید محصولات پتروشیمی	هزار تن
NGCI	ضریب مصرف گاز طبیعی به ازای تولید محصولات پتروشیمی	هزار تن/ میلیون متر مکعب
NGNE	صادرات خالص گاز طبیعی	میلیون متر مکعب
NGTP	تولید کل گاز طبیعی	میلیون متر مکعب
NGDC	کل مصرف داخلی گاز طبیعی	میلیون متر مکعب

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- معادله مربوط به مصرف داخلی گاز طبیعی در صنعت پتروشیمی (سوخت و خوراک):

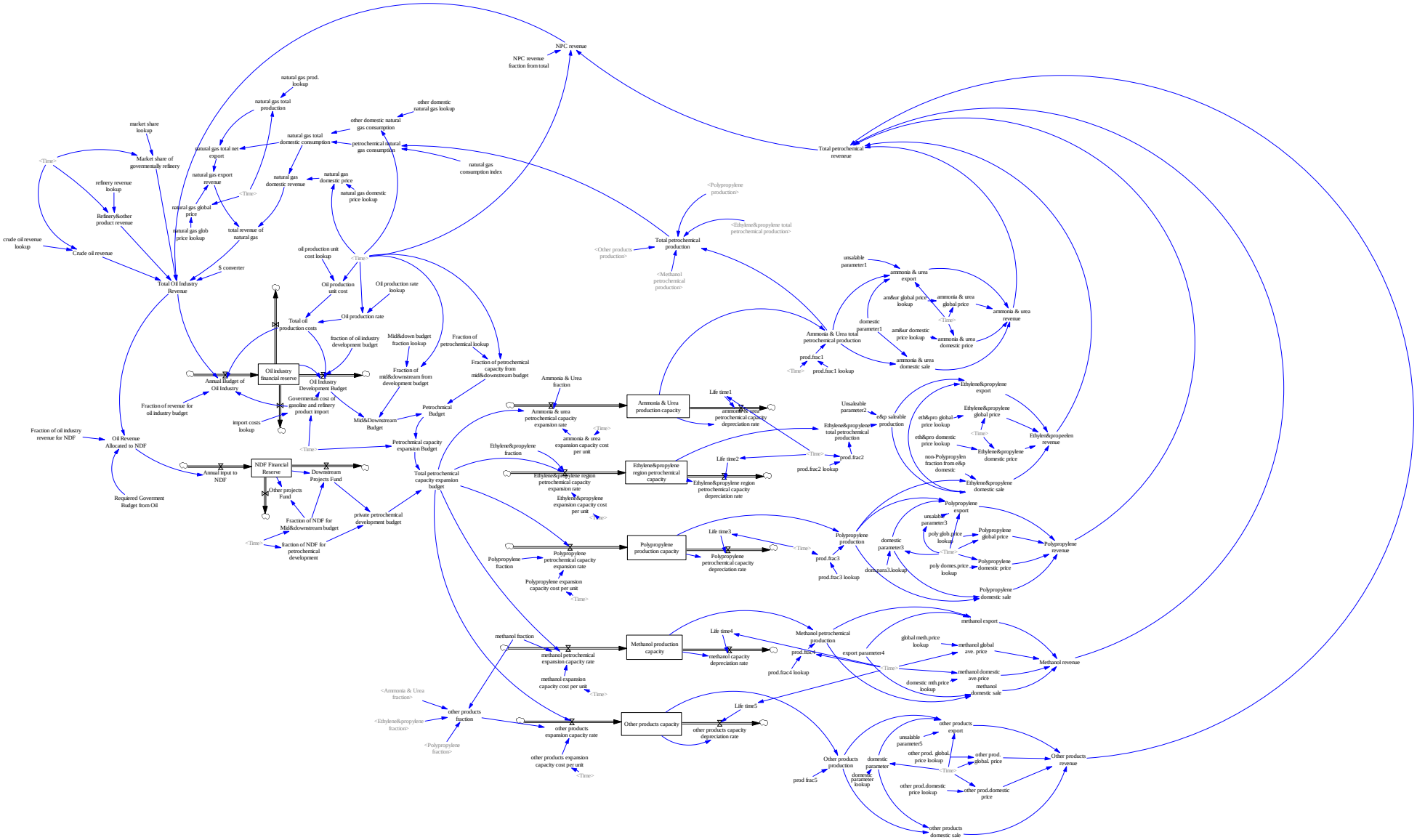
$$PNGC = PPR \times NGCI$$ (معادله ۷-٤)

- معادله مربوط به محاسبه میزان صادرات گاز طبیعی:

$$NGNE = MAX(0, NGTP - NGDC)$$ (معادله ۸-٤)

در انتهای این بخش به عنوان جمع بندی، نمودار کلی انباشت-جریان ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۲۶-٤) شمای کلی نمودار انباشت-جریان

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

٦-٤- کالیبراسیون و اعتبار سنجی

در این بخش از تحقیق، در ابتدا نحوه کالیبراسیون مدل تشریح خواهد شد و در ادامه بر اساس روش‌های مرسوم اعتبارسنجی مدل‌های پویایی شناسی سیستم‌ها که در فصل سوم تشریح شد، نتایج اعتبارسنجی مدل ارائه می‌شوند.

١-٦-٤- کالیبراسیون

با توجه به اینکه داده‌های مورد نیاز به منظور مدلسازی از منابع مختلف جمع آوری شده‌اند و با توجه به این نکته که داده‌های مربوط به منابع مختلف ممکن از جهاتی دارای تفاوت هایی باشند، تعدادی از پارامترها با استفاده از قابلیت نرم افزار ونسیم[1] در کالیبراسیون مدل، در بازه‌های مشخصی کالیبره شدند که این مورد شامل هزینه واحد توسعه ظرفیت هریک از انواع مجتمع‌های پتروشیمی، در یک بازه ∓ 0.15 کالیبره شدند. در ادامه نیز برخی پارامترهای دیگر مانند طول عمر مجتمع‌های پتروشیمی، درصد تولید از ظرفیت فرآورده‌های پتروشیمی و برخی دیگر از پارامترها، در بازه ∓ 0.05 کالیبره شدند.

٢-٦-٤- اعتبارسنجی

در این قسمت روش‌های اعتبارسنجی بر روی مدل مورد بررسی قرار گرفته و نتایج ارائه خواهند شد. روش‌های ذیل برای اعتبار سنجی مدل در این تحقیق به کار گرفته می‌شوند.

[1] Vensim

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ١٩٥٩٢٩/و تاریخ ١٣٩٥/٩/٦) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (١٣٤٨) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **رفتار عجیب**
- **ارزیابی ساختار**
- **تولید مجدد رفتار**

در ادامه نتایج هریک در بخش‌های تفکیک شده، تشریح می‌شوند.

- رفتار عجیب

بر اساس نتایج شبیه سازی مدل که در ادامه و پس از بخش اعتبارسنجی، ارائه خواهند شد، هیچ گونه رفتار غیرعادی و نامعقول مشاهده نشد.

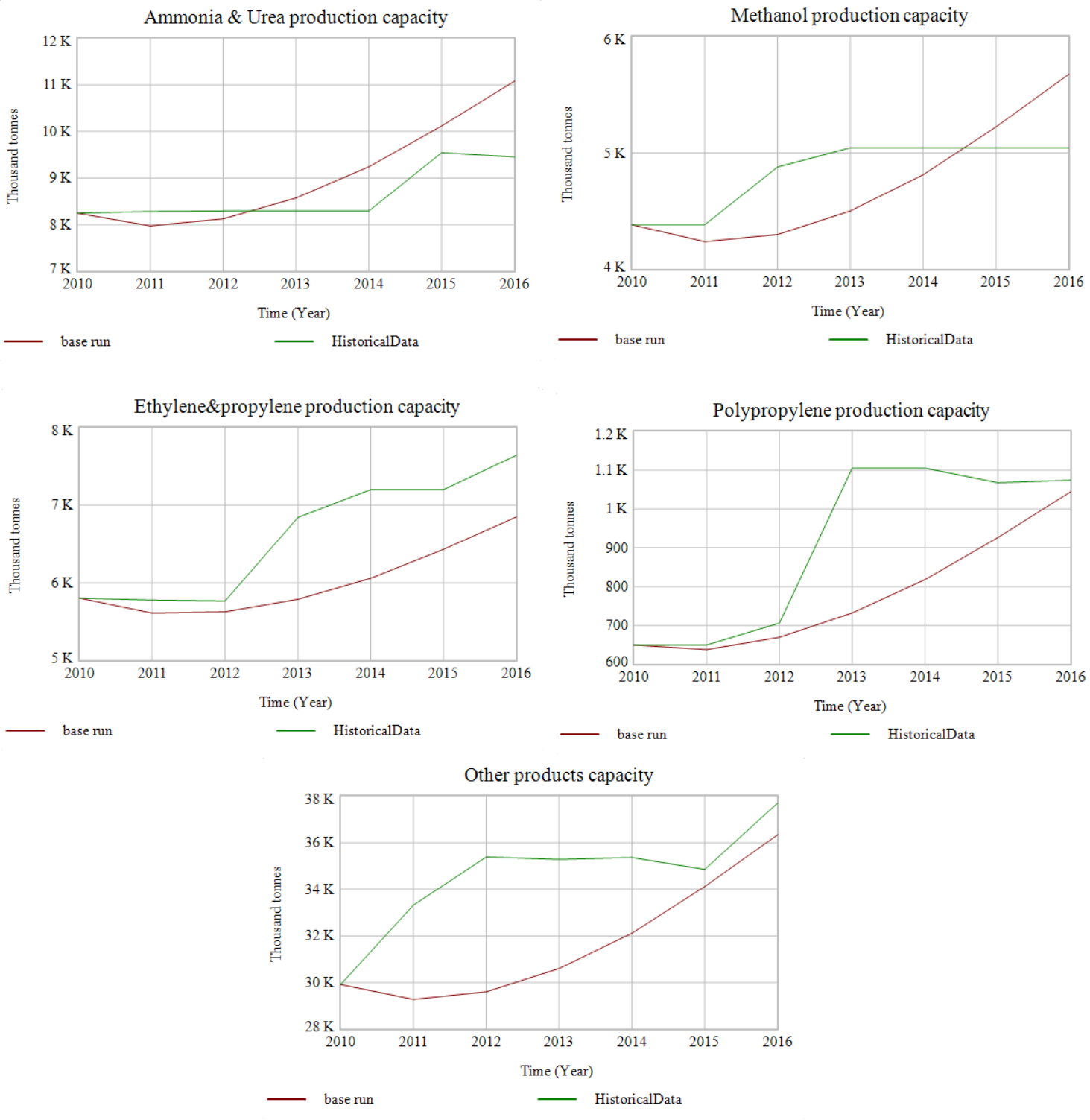
- ارزیابی ساختار

با توجه به جمع آوری نظرات خبرگان و همچنین مرور بر ساختار مدل مشابه [۱۰]، به وضوح مشخص شده است که ساختار مدل و پارامترها با آنچه که در دنیای واقعی رخ می‌دهد، سازگار است.

- تولید مجدد رفتار

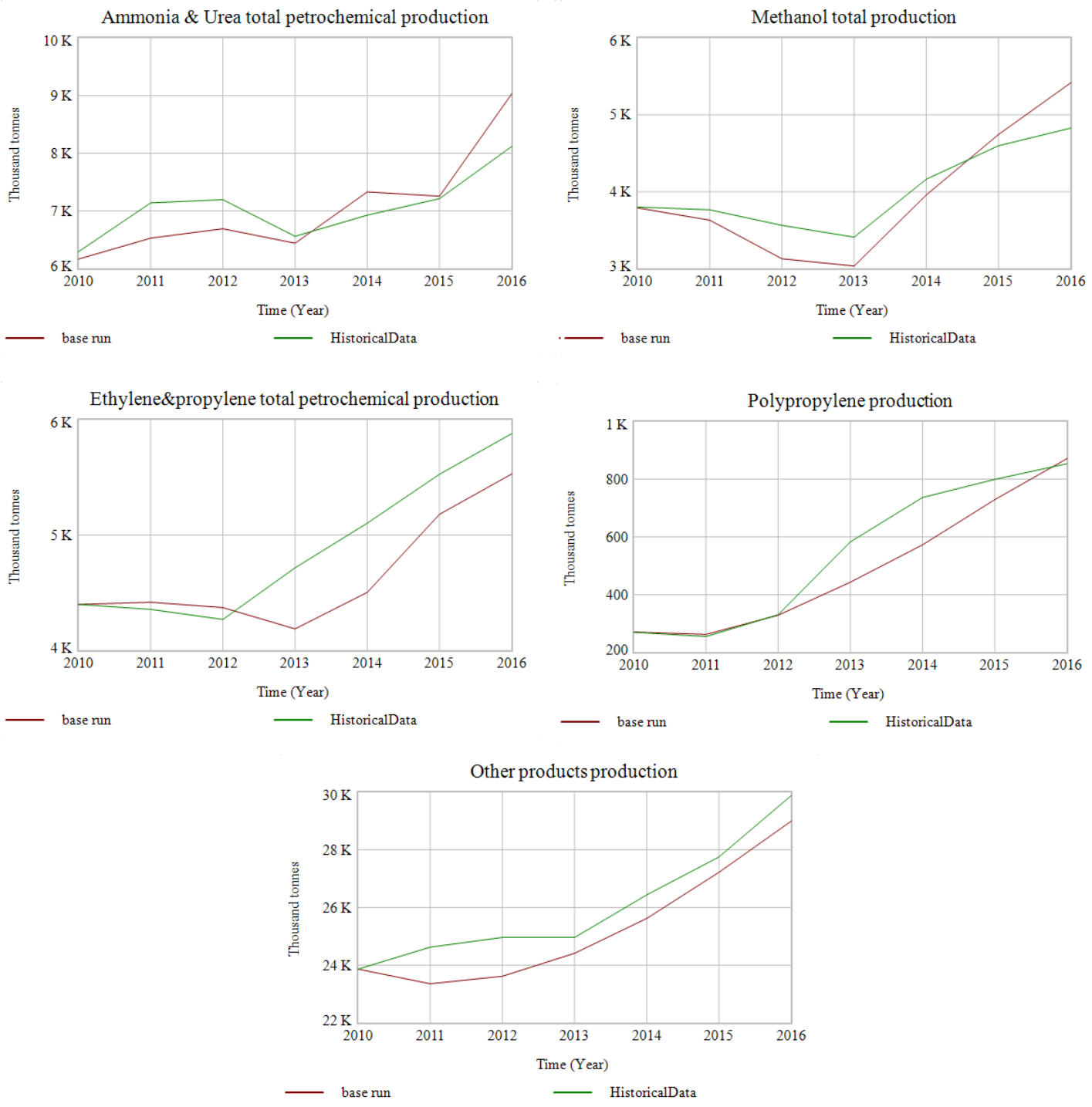
مهمترین روش اعتبارسنجی مدل‌های سیستم دینامیک با توجه به مرور ادبیات صورت گرفته در این تحقیق، روش تولید مجدد رفتار (مقایسه با داده‌های تاریخی واقعی) می‌باشد که در این قسمت از تحقیق به آن پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که در این قسمت منظور از مقایسه با داده‌های تاریخی، مقایسه رفتار نتایج شبیه سازی مدل می باشد و نه مقایسه عددی که با عنایت به این نکته، نتایج این روش در شکل‌های زیر، ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



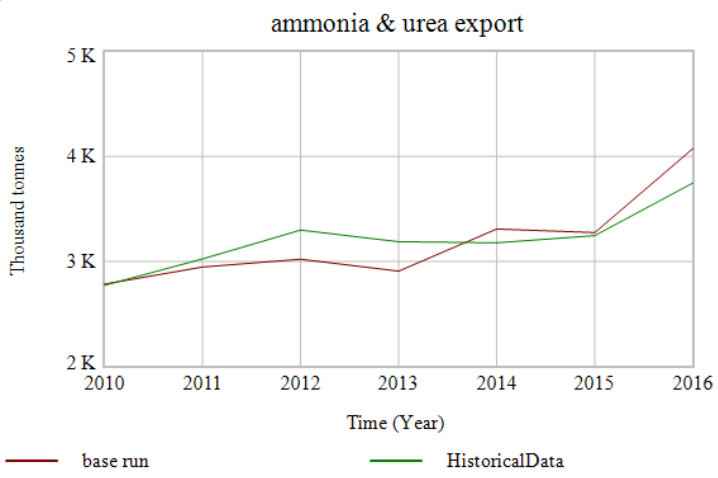
شکل (۲۷-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- ظرفیت تولید محصولات پتروشیمی

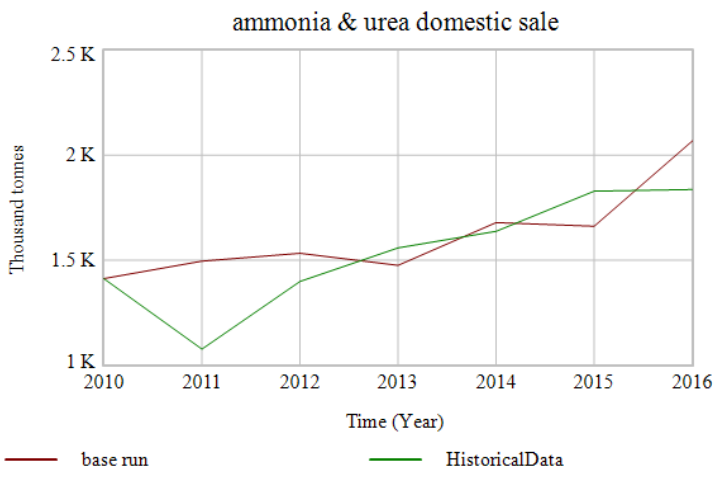
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

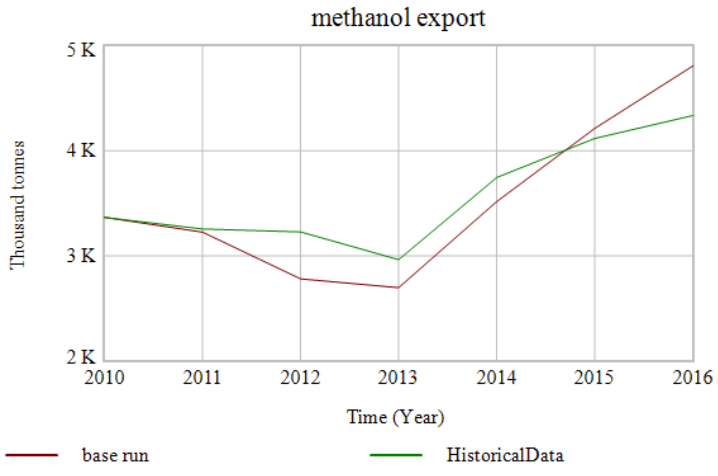


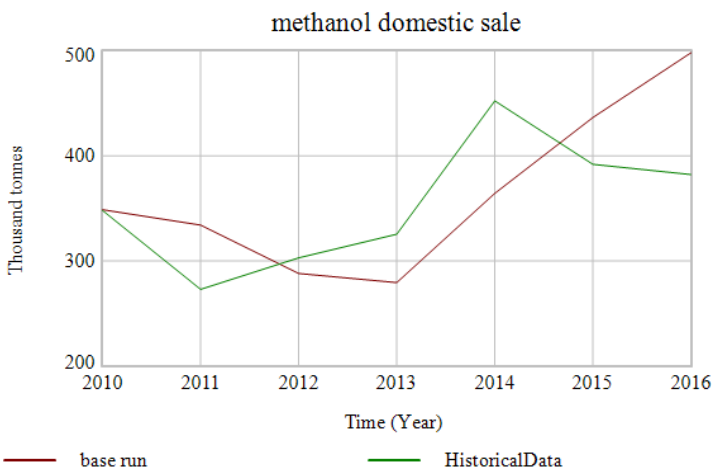
شکل (۲۸-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- تولید محصولات پتروشیمی

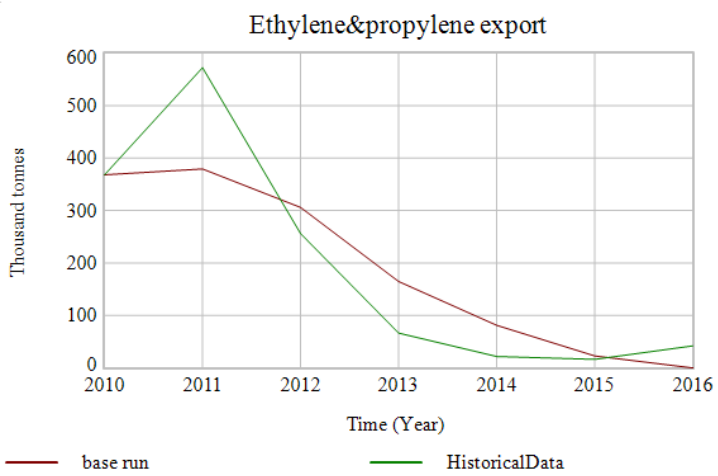
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

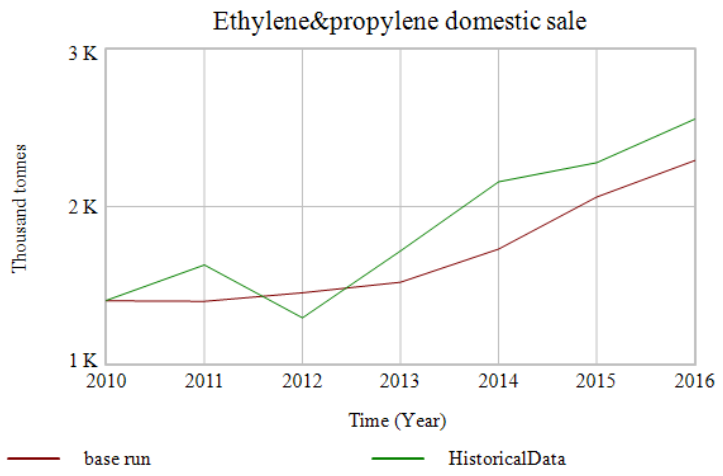




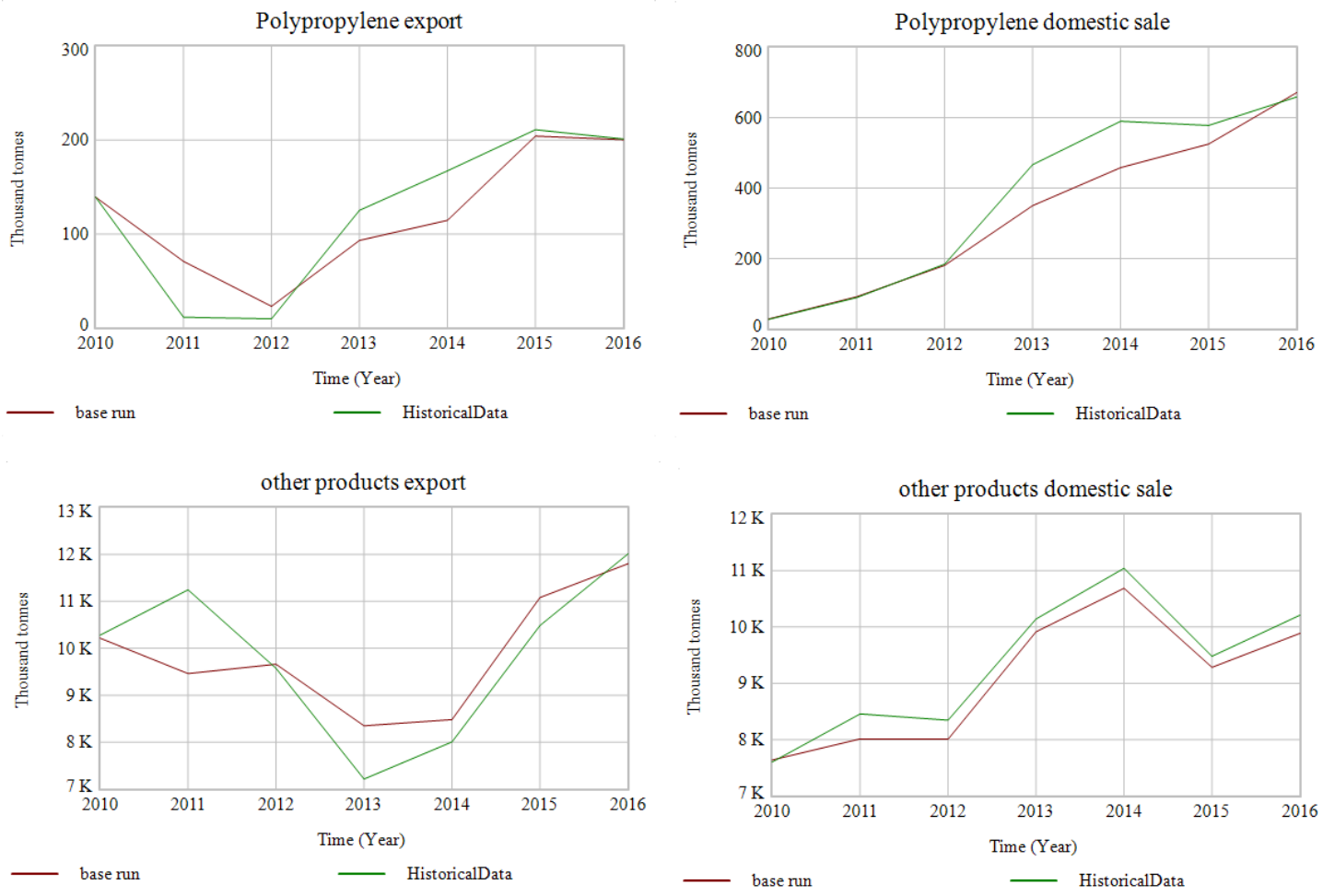








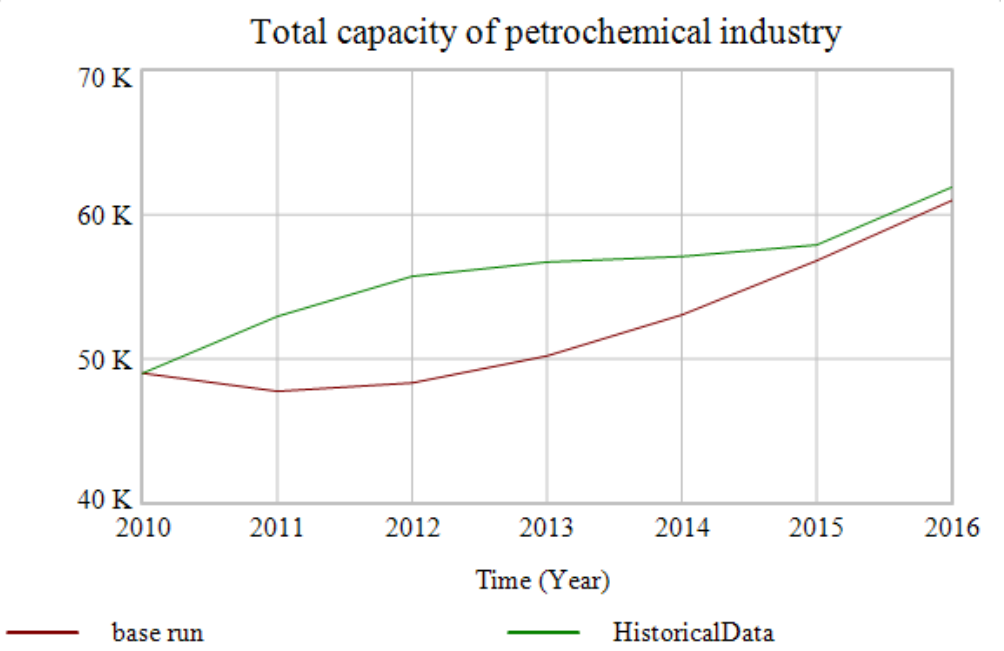
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



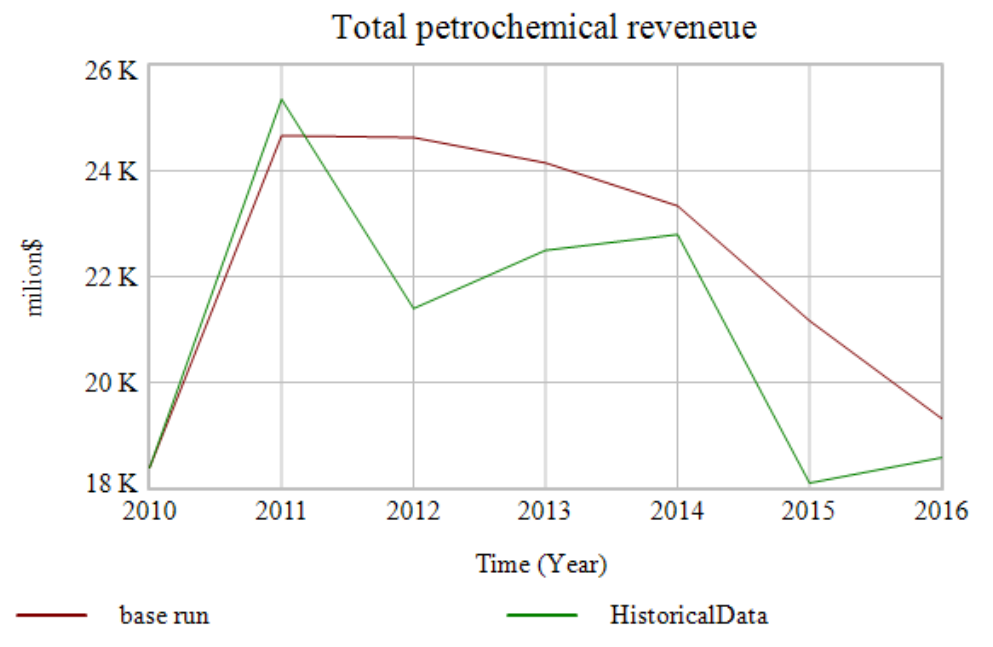
شکل (۲۹-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- فروش داخلی و صادرات محصولات پتروشیمی

در ادامه، آزمون اعتبار سنجی تولید مجدد رفتار در رابطه با دو متغیر مهم در مدل یعنی ظرفیت تولید کل و درآمد کل، به کار گرفته شده است و نتایج ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۳۰-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- ظرفیت تولید کل



شکل (۳۱-٤) اعتبار سنجی از روش تولید مجدد رفتار- درآمد کل

نتایج حاصل از محاسبه میزان خطای مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های تـاریخی، در جـدول (٦-٤) ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جدول (٦-٤) نتایج محاسبه میزان خطای روش تولید رفتار مجدد

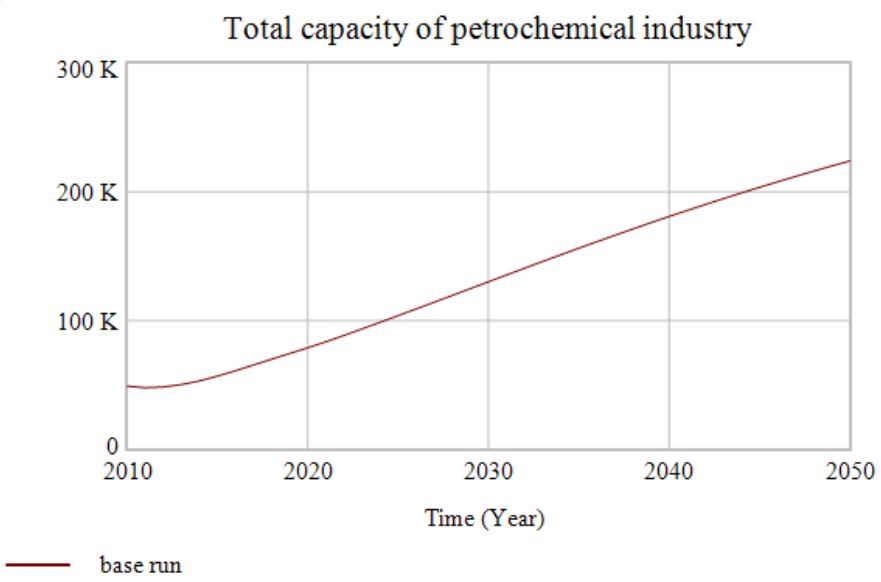
ردیف	متغیر	میزان خطا (٪)
١	ظرفیت تولید کل	٦.٠
٢	درآمد کل	٦.٠
٣	ظرفیت تولید آمونیاک و اوره	٤.٠
٤	ظرفیت تولید اتیلن و پروپیلن	٨.٠
٥	ظرفیت تولید متانول	٢.٠
٦	ظرفیت تولید سایر محصولات	٨.٠
٧	میزان تولید آمونیاک و اوره	٠.٢
٨	میزان تولید اتیلن و پروپیلن	٤.٠
٩	میزان تولید پلی پروپیلن	٦.٠
١٠	میزان تولید متانول	٢.٠
١١	میزان تولید سایر محصولات	٢.٠

نتایج محاسبه خطای روش تولید رفتار مجدد برای تمام متغیرهای واجد شرایط، حاکی از آن است که میانگین خطاها برابر با ٤,٩٪ است. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت مدل در تولید مجدد رفتار داده‌های تاریخی، موفق عمل نموده است و نتایج شبیه سازی با رفتار داده‌های تاریخی تطابق دارد.

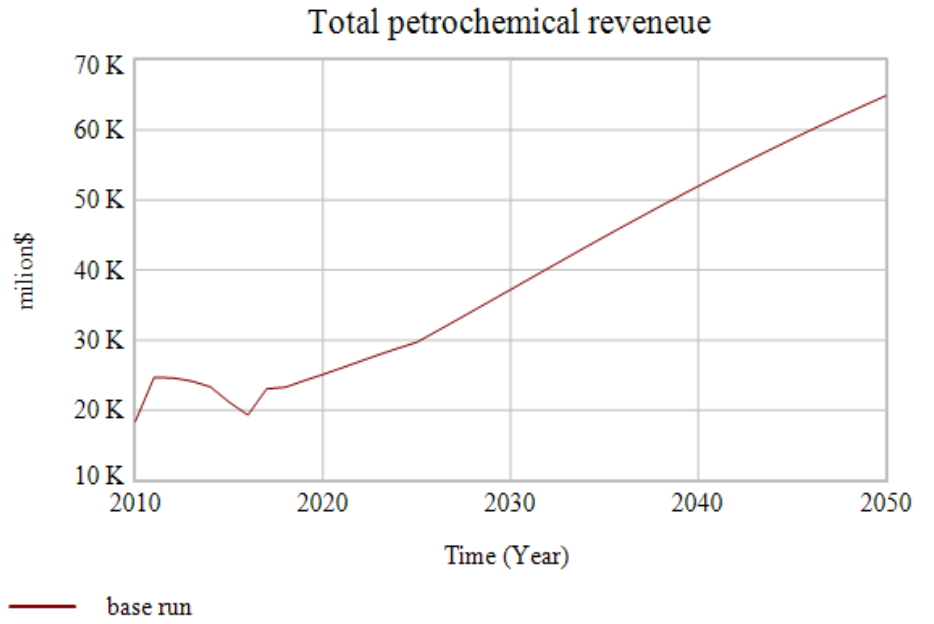
٣-٦-٤- نتایج شبیه سازی

پس از انجام اعتبارسنجی مدل، نتایج شبیه سازی متغیرهای مختلف، در این بخش ارائه می‌شوند. نتایج شبیه‌سازی در افق بلندمدت ٢٠٥٠ میلادی ارائه می‌شوند و تحلیل‌های کمی عمدتا در افق ٢٠٢٥ ارائه می‌شوند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ١٩٥٩٢٩/و تاریخ ١٣٩٥/٩/٦) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (١٣٤٨) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۳۲-٤) نتایج شبیه سازی- ظرفیت تولید کل



شکل (۳۳-٤) نتایج شبیه سازی- درآمد کل

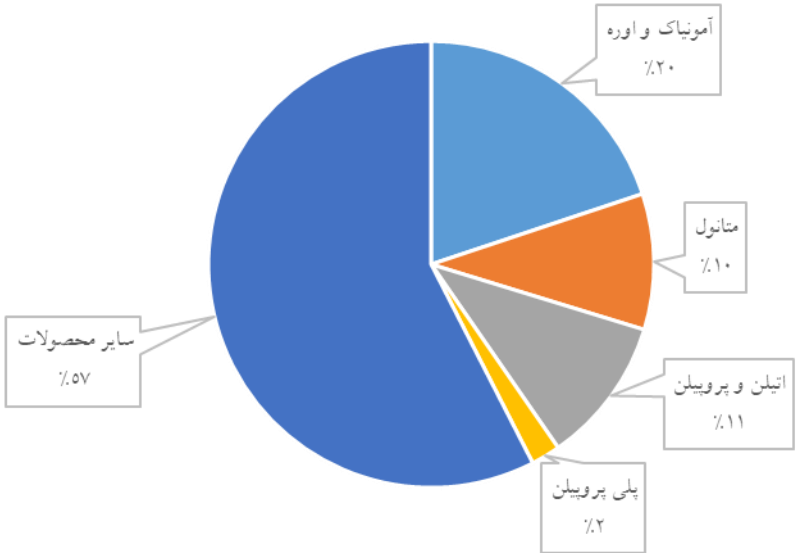
بر اساس نتایج شبیه سازی در سال ۲۰۲۵، ایران دارای ظرفیت تولید حدود ۱۰٤ میلیون تن انواع محصولات پتروشیمی و میزان تولید نزدیک به ۸۵ میلیون تن خواهد بود. همچنین بر اساس نتایج شبیه سازی مدل، صنعت پتروشیمی ایران در سال ۲۰۲۵، نزدیک به ۳۰ میلیارد دلار (به قیمت دلار سال ۲۰۱۰) درآمد از فروش محصولات خود، کسب خواهد کرد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

میزان ظرفیت تولید بین سبد محصولات مختلف به این شکل خواهد بود:

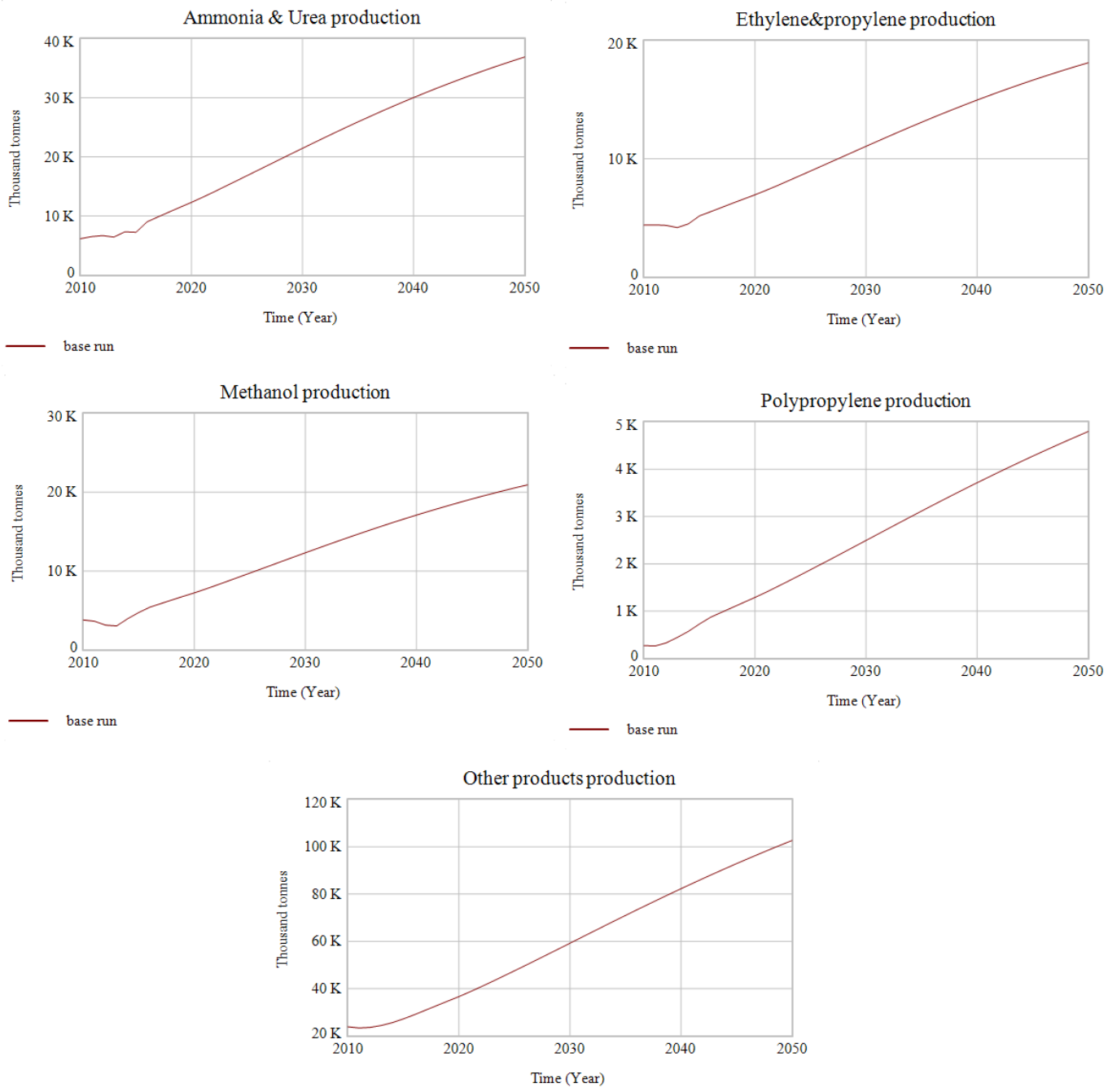
- آمونیاک و اوره: ۲۰/٦ میلیون تن
- متانول: ۱۰/۲ میلیون تن
- اتیلن و پروپیلن: ۱۱ میلیون تن
- پلی پروپیلن: ۲/۲ میلیون تن
- سایر محصولات: ۵۹/٦ میلیون تن

سهم ظرفیت تولید هریک از دسته‌های محصولات نسبت به ظرفیت کل تولید در سال ۲۰۲۵ میلادی، مطابق شکل (٤-۳٤) خواهد بود.



شکل (٤-۳٤) سهم ظرفیت تولید هریک از دسته‌های محصولات نسبت به ظرفیت کل

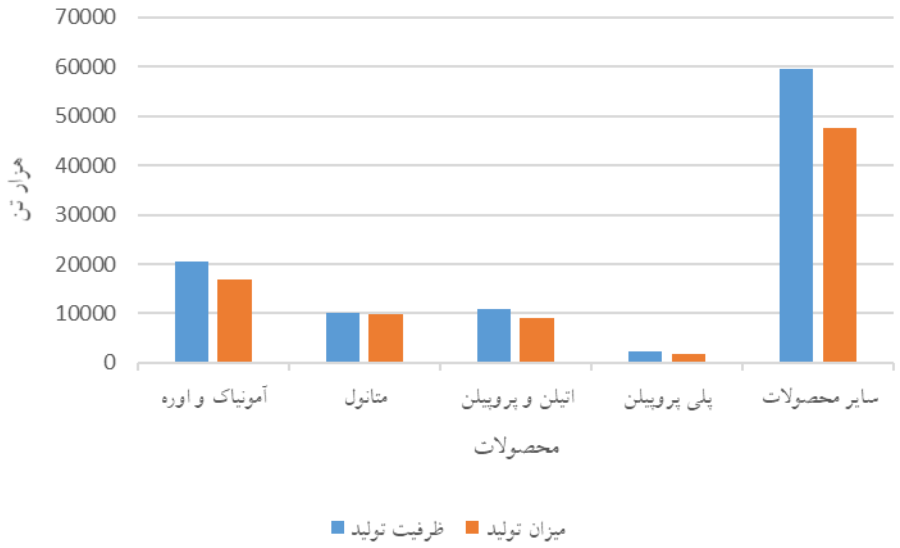
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۳۵-٤) نتایج شبیه سازی- تولید محصولات پتروشیمی

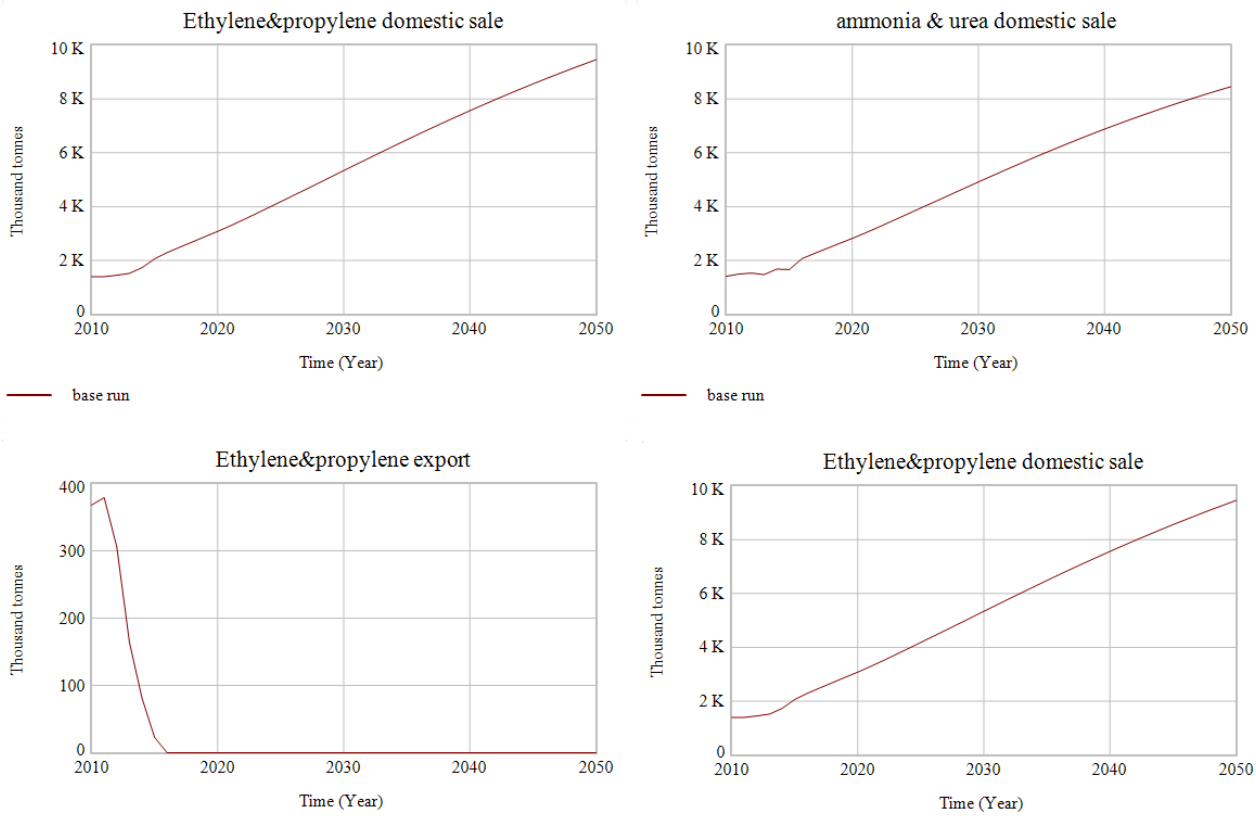
نتایج مقایسه ظرفیت تولید و میزان تولید محصولات در سال ۲۰۲۵ بر اساس نتایج شبیه سازی در شکل (۳٦-٤) ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



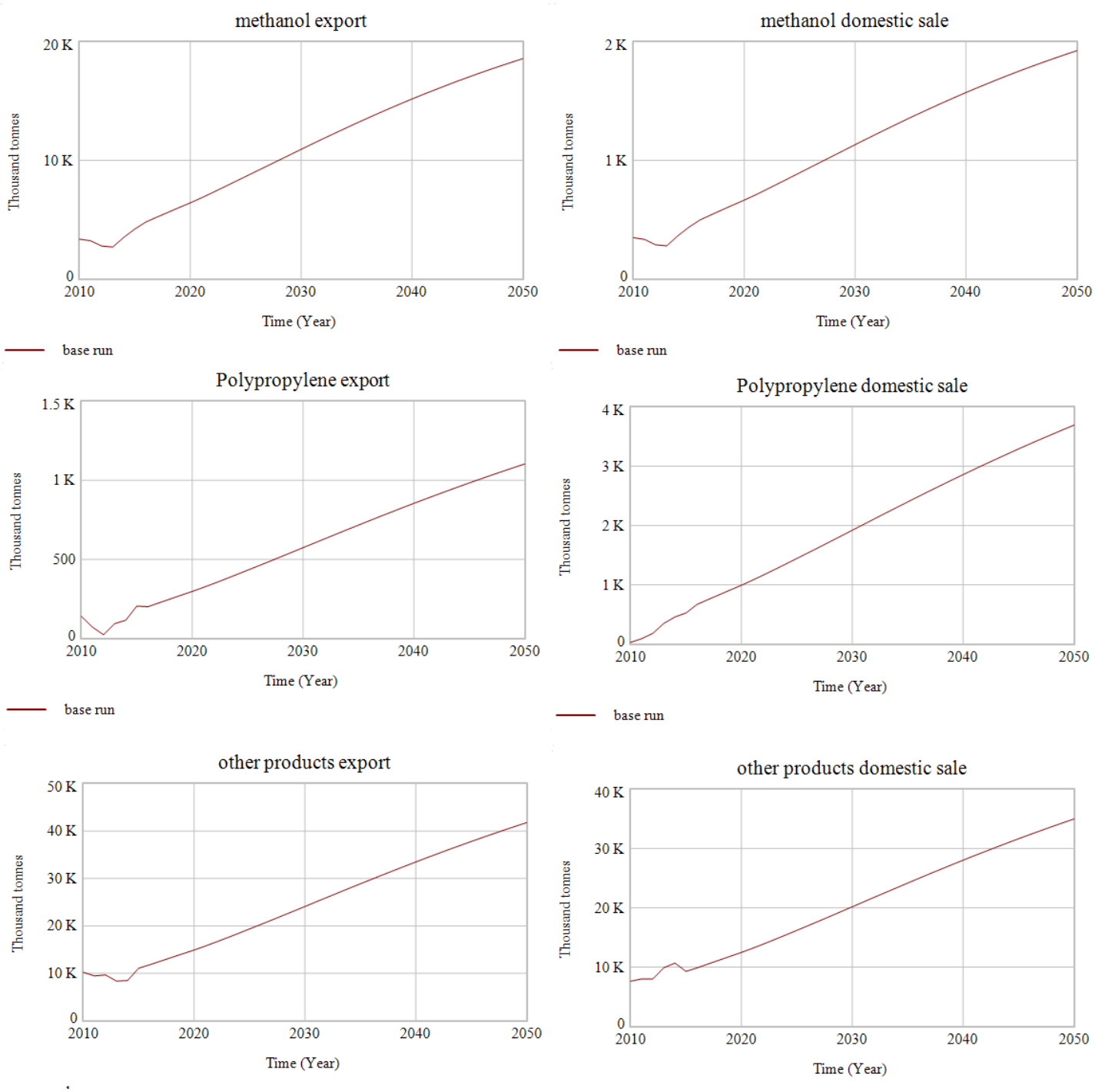
شکل (۳۶-٤) ظرفیت تولید و تولید محصولات پتروشیمی بر اساس نتایج شبیه سازی

در ادامه این بخش، نتایج مربوط به شبیه سازی فروش محصولات به تفکیک فروش داخلی و صادرات در شکل (۳۷-٤) ارائه می شود.



شکل (۳۷-٤) نتایج شبیه سازی- فروش داخلی و صادرات محصولات پتروشیمی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



ادامه شکل (۳۷-٤) نتایج شبیه سازی- فروش داخلی و صادرات محصولات پتروشیمی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

٤-٦-٤- تحلیل سناریو و ارائه سیاست‌های پیشنهادی

در این قسمت از تحقیق، در ابتدا سناریوهای مختلف پیش روی صنعت پتروشیمی در ایران تشریح می‌شوند و در ادامه سیاست‌های پیشنهادی به منظور نیل به توسعه صنعت پتروشیمی در ایران، ارائه خواهند شد. در نهایت رفتار مدل تحت سناریوها و سیاست های مختلف تشریح می‌شود و نتایج شبیه سازی به منظور جمع بندی و نتیجه‌گیری در فصل ۵، تشریح می‌شوند.

٥-٦-٤- تحلیل سناریو

صنایع پایین دستی و بالا دستی نفت و گاز همواره با عدم قطعیت‌های فراوانی رو به رو هستند. شرایط کنونی سیاسی و اقتصادی کشور، شرایط دوران پسا برجام، اعمال تحریم‌های یک جانبه آمریکا در زمان حاضر و بسیاری موارد دیگر باعث تشدید این عدم قطعیت‌ها شده است.

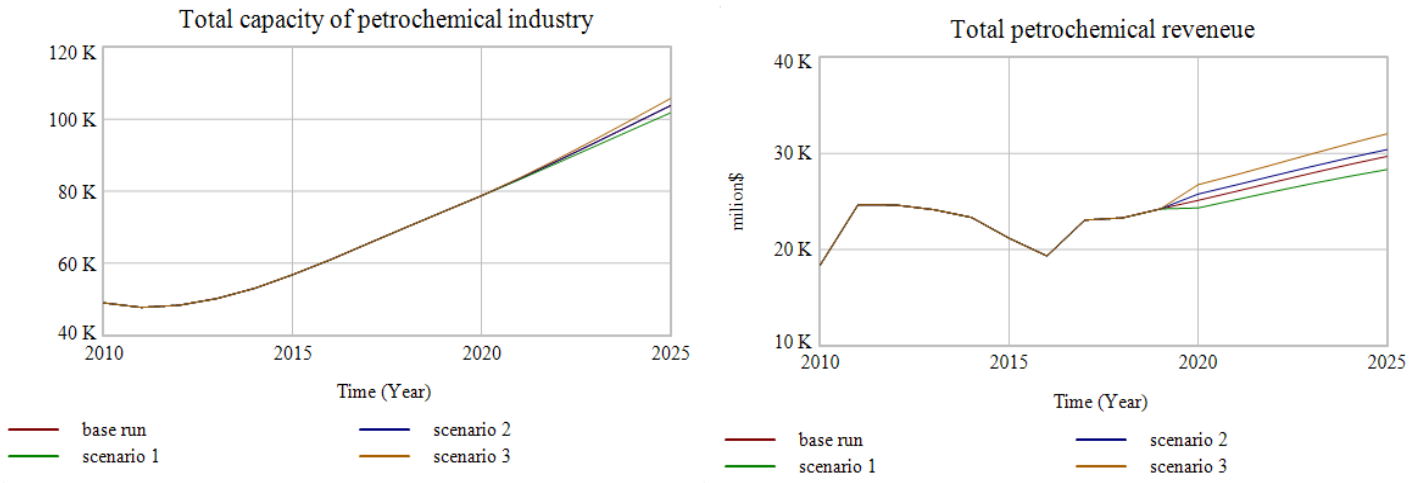
این تحقیق با مد نظر قرار دادن شرایط مختلف و توجه به عدم قطعیت‌ها، سه سناریوی پیش روی صنعت پتروشیمی را ترسیم نموده است. به طور کلی یک سناریو شرایطی به مراتب بدتر از وضعیت فعلی، سناریوی دیگر شرایط بهتر از شرایط کنونی و سناریوی سوم شرایط ایده آل را ترسیم می‌کنند. بررسی پارامترهای مؤثر در شکل گیری سناریوهای مختلف و شرایط هر سناریو، در جدول (٧-٤) ارائه شده است.

جدول (٧-٤) نحوه شکل گیری سناریوها

ردیف	نام سناریو	صادرات	قیمت محصولات	وضعیت تحریم	سهم تولید قابل فروش از تولید کل	طول عمر مجتمع	هزینه توسعه ظرفیت
١	تشدید تحریم‌ها	کاهش	افزایش	اعمال تحریم	طبق شرایط فعلی	کاهش	افزایش
٢	فقدان تکنولوژی	افزایش	کاهش	رفع تحریم	طبق شرایط فعلی	طبق شرایط فعلی	طبق شرایط فعلی
٣	شرایط ایده آل	افزایش	کاهش	رفع تحریم	افزایش	افزایش	کاهش

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ١٩٥٩٢٩/و تاریخ ١٣٩٥/٩/٦) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (١٣٤٨) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در سناریوی اول (تشدید تحریم‌ها)، اعمال مجدد تحریم‌های یک جانبه و چند جانبه، موجب کاهش صادرات محصولات پتروشیمی خواهد شد و این مسئله موجب افزایش قیمت جهانی محصولات خواهد شد. اعمال تحریم‌ها موجب کاهش ورود تکنولوژی از قبیل لغو قراردادهای بین المللی و عدم انعقاد قراردادهای جدید به منظور ورود تکنولوژی می‌شود. این مسئله بر مواردی همچون طول عمر مجتمع تولیدی و هزینه توسعه ظرفیت اثر منفی خواهد گذاشت. در سناریوهای دوم و سوم، تحریم‌ها رفع خواهند شد با این تفاوت که در سناریوی دوم (فقدان تکنولوژی)، رفع تحریم‌ها منجر به ورود تکنولوژی به میزان چشم‌گیری نخواهد شد ولی در سناریوی سوم (شرایط ایده‌آل)، با ورود فناوری روز دنیا به کشور، کاهش ضایعات و افزایش سهم محصولات قابل فروش از تولید کل، افزایش طول عمر مجتمع و کاهش هزینه‌های توسعه ظرفیت اتفاق خواهد افتاد. با اعمال تغییرات تا سقف ۱۰ درصد در متغیرهای مورد نظر، سناریوها ترسیم شده و نتایج شبیه سازی ظرفیت کل تولید محصولات پتروشیمی و درآمد کل این صنعت در شکل‌های (۳۸-٤) ارائه شده است.



شکل (۳۸-٤) نتایج شبیه سازی سناریوها

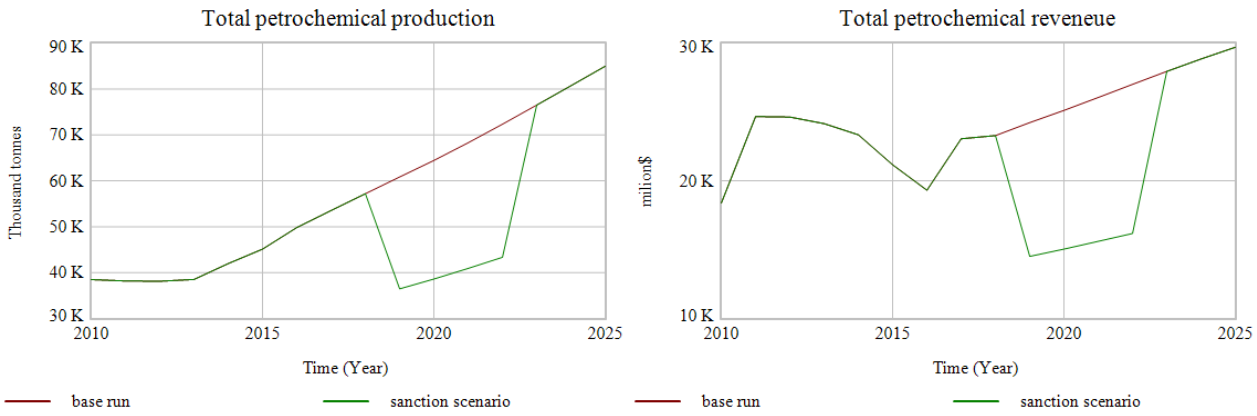
نتایج بررسی شبیه سازی سناریوها بر ظرفیت تولید کل بدین ترتیب بوده است که تحت سناریوی تشدید تحریم‌ها، ظرفیت تولید در سال ۲۰۲۵ نسبت به حالت پایه، حدود ۲ درصد کاهش یافته است، تحت سناریوی فقدان تکنولوژی، تغییر محسوسی در ظرفیت تولید ایجاد نشده است و تحت سناریوی شرایط ایده آل، ظرفیت تولید حدود ۲ درصد افزایش یافته است.

همچنین نتایج شبیه سازی درآمد کل تحت سناریوهای مختلف، بدین صورت بوده است که تحت

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سناریوی تشدید تحریم‌ها، درآمد کل در سال ۲۰۲۵ نسبت به حالت پایه ٤/٦ درصد کاهش یافته است، تحت سناریوی فقدان تکنولوژی، ۲/٤ درصد افزایش یافته است و در نهایت تحت سناریوی شرایط ایده آل، حدود ۸ درصد افزایش یافته است.

همانطور که در قسمت‌های پیشین بخش تحلیل سناریو ذکر شد، سناریوی اول مربوط به شرایط تشدید تحریم‌ها می‌باشد که در بستر این سناریو پارامترهای مختلفی که تحت تأثیر تحریم‌ها قرار می‌گیرند، مشخص شده و اثرگذاری هریک از آنها مورد بررسی قرار گرفت اما در شرایط تحریم، با توجه به این نکته که قسمت قابل توجهی از تجهیزات، صنایع و دانش مورد استفاده در صنعت پتروشیمی متعلق به خارج از کشور می‌باشد، تولید کل با مشکلات بسیاری رو به رو خواهد شد بنابراین در این بخش، به بررسی افت شدید و ناگهانی تولید کل در زمان اعمال تحریم‌ها پرداخته می‌شود. با استفاده از نظرات خبرگان شرایط شبیه‌سازی بدین شکل مشخص شده است که تولید کل صنعت پتروشیمی در یک بازه سه ساله به میزان ٤٠٪ کاهش یافته و پس از آن به مقدار قبل باز می‌گردد. نتیجه شبیه‌سازی در شکل (۳۹-٤) ارائه شده است.



شکل (۳۹-٤) نتایج شبیه سازی افت ناگهانی میزان تولید و اثر آن بر درآمد

٦-٦-٤- سیاست‌های پیشنهادی

سیاست‌های پیشنهادی این تحقیق، در این بخش معرفی خواهند شد. سیاست اول مربوط به داخل مرزهای بخش پتروشیمی و سیاست دوم مربوط به بخش کلان اقتصادی کشور می‌شود. تخصیص

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

بهبودیافته بودجه توسعه ظرفیت صنعت پتروشیمی در سیاست اول بررسی می‌شود و سیاست دوم شامل افزایش سهم صنایع پایین دستی و در ادامه افزایش سهم صنعت پتروشیمی از تسهیلات صندوق توسعه ملی، خواهد بود. سیاست سوم از ترکیب سیاست اول و دوم شکل می‌گیرد. در سیاست پیشنهادی اول (افزایش ارزش افزوده) ، پس از بهبود و تعیین سهم هریک از سبدهای محصولات، تغییرات به صورت مقطعی و نه یکباره در سهم دریافتی بودجه توسعه ظرفیت هریک از سبدهای محصولات در طی چند سال اعمال شده اند تا سیاست های پیشنهادی قابلیت پیاده سازی و اجرا داشته باشند. نتیجه از طریق مد نظر قرار دادن درآمد کل صنعت پتروشیمی به عنوان معیار ارزش محصولات، حاصل شده است.

- **متانول:** کاهش ۸٤ درصد سهم بودجه توسعه ظرفیت طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳
- **آمونیاک و اوره:** کاهش ۸۰ درصد سهم بودجه توسعه ظرفیت طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۲
- **اتیلن و پروپیلن:** افزایش ٦٥ درصدی سهم بودجه توسعه ظرفیت طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱
- **پلی پروپیلن:** افزایش ۵ برابر سهم بودجه توسعه ظرفیت طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۵
- **سایر محصولات:** در هر سال سهم بودجه این دسته از محصولات از تفریق مجموع سهم ٤ دسته دیگر از کل به دست آمده است

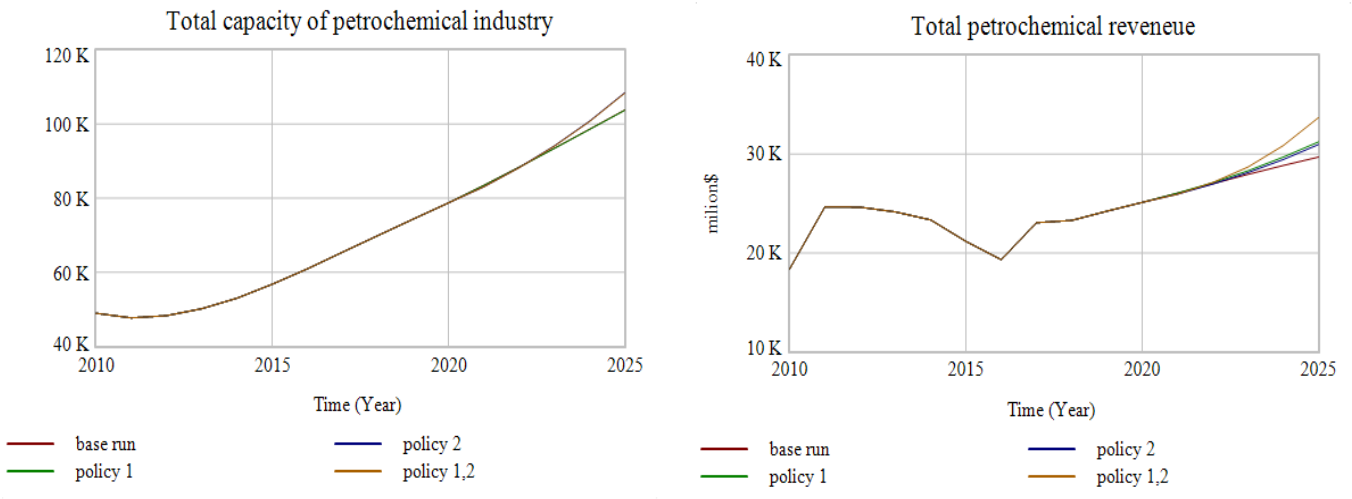
سیاست پیشنهادی دوم همانطور که پیش تر نیز بدان اشاره شد شامل افزایش سهم صنایع پایین دستی و سهم صنعت پتروشیمی از تسهیلات صندوق توسعه ملی است. جزئیات ارائه این سیاست پیشنهادی شامل موارد زیر است:

- **سهم صنایع پایین دستی از تسهیلات صندوق توسعه ملی:** افزایش ۸۵ درصد طی سال های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **سهم صنعت پتروشیمی از تسهیلات صنایع پایین دستی صندوق توسعه ملی:** افـزایش ۱۰ درصد در سال ۲۰۱۹

نتایج شبیه سازی مدل در حالت های اجرای سیاست ها در شکل (٤٠-٤) ارائه شده است.



شکل (٤٠-٤) نتایج شبیه سازی سیاست ها

نتایج شبیه سازی حاکی از آن بوده است که با اجرای سیاست اول، ظرفیت تولید تغییر محسوسی نداشته است و اجرای سیاست دوم و سوم منجر به افزایش ٤ درصدی ظرفیت تولید کل در مقایسه با حالت پایه، در سال ۲۰۲۵ شده‌اند.

همچنین با اجرای سیاست اول، درآمد کل نسبت به حالت پایه، ۵ درصد افزایش، با اجرای سیاست دوم حدود ٤/۳ درصد افزایش و با اجرای سیاست سوم که شامل اجرای سیاست اول و دوم به صورت همزمان می‌شود، درآمد کل بیش از ۱۳ درصد افزایش پیدا کرده است.

۷-٦-٤- تحلیل کمی نتایج شبیه‌سازی سیاست‌های پیشنهادی بر بستر سناریوها

در ادامه حالت‌های مختلف شبیه سازی مدل، تحت سناریوها و سیاست های مختلف به همراه تحلیل‌های هربخش ارائه می‌شود.

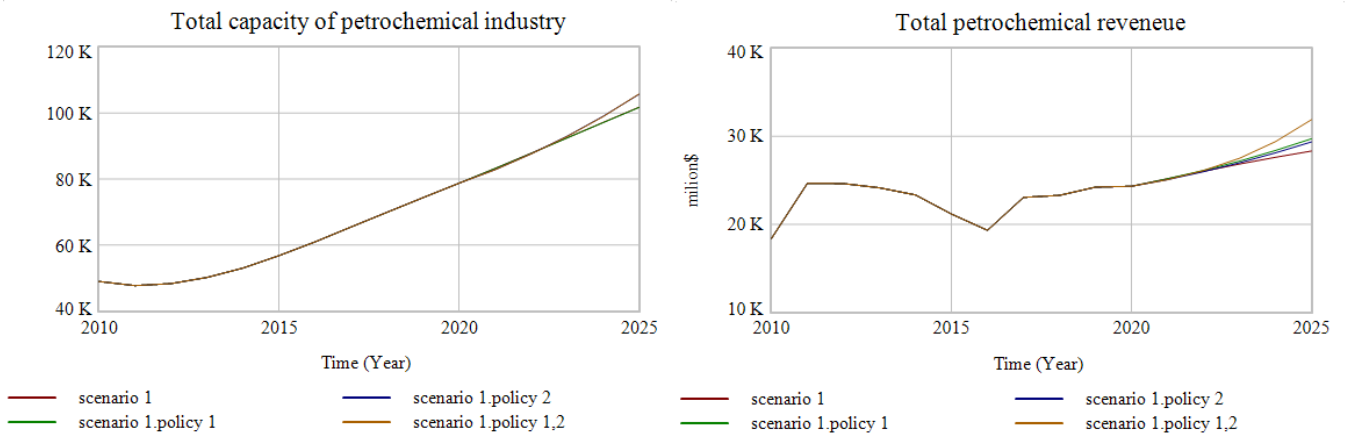
لازم به ذکر است تمامی تحلیل‌های کمی در مقایسه با حالت پایه سیاست و یا سناریوی مذکور

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

(مطابق اشکال مربوط به هر قسمت) در سال ۲۰۲۵ میلادی صورت می‌گیرد.

- **اجرای سیاست‌های پیشنهادی در سناریوی اول**

نتیجه اجرای سیاست‌های پیشنهادی تحت سناریوی اول در شکل (٤١-٤) ارائه شده است.



شکل (٤١-٤) اجرای سیاست ها در حالت سناریوی اول

با توجه به نتایج اجرای شبیه سازی، می توان دریافت همچون تمامی حالت‌های دیگر، اعمال سیاست اول بر افزایش ظرفیت تولید تأثیر قابل توجهی نداشته است اما اجرای سیاست های دوم و سوم نزدیک به ٤ درصد ظرفیت تولید را افزایش داده است. در بخش درآمد کل، تأثیر سیاست ها به ترتیب نزولی به شکل زیر بوده است:

۱- سیاست سوم با ۱۲/۵ درصد افزایش

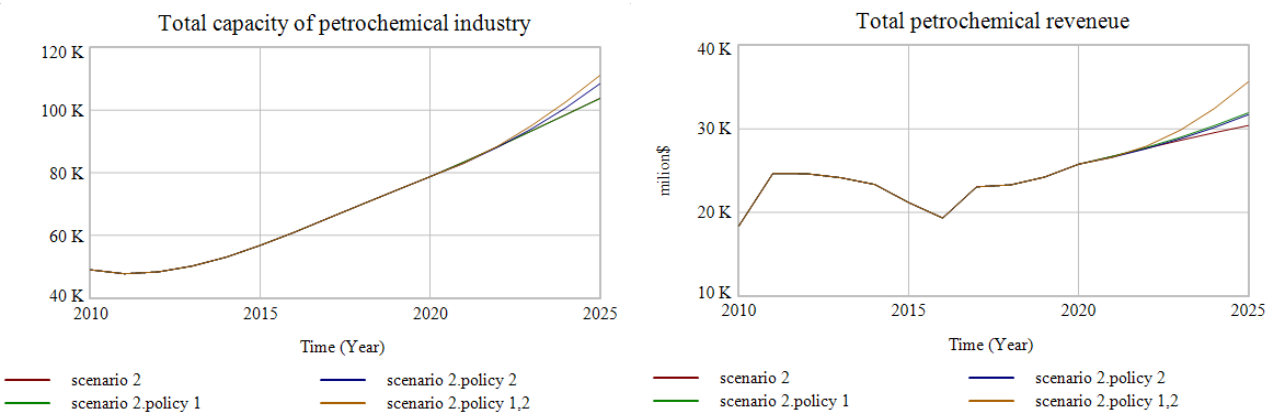
۲- سیاست اول با ۵ درصد افزایش

۳- سیاست دوم با ۳/٦ درصد افزایش

- **اجرای سیاست‌های پیشنهادی تحت سناریوی دوم**

نتیجه اجرای سیاست‌های پیشنهادی در بستر سناریوی دوم در شکل (٤٢-٤) ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (٤٢-٤) اجرای سیاست‌ها در بستر سناریوی دوم

با توجه به نتایج اجرای شبیه سازی، اجرای سیاست دوم، ٤/٥ درصد و سیاست سوم نزدیک به ٧ درصد ظرفیت تولید را افزایش داده‌اند. در بخش درآمد کل، تأثیر اجرای سیاست‌ها به ترتیب نزولی به شکل زیر بوده است:

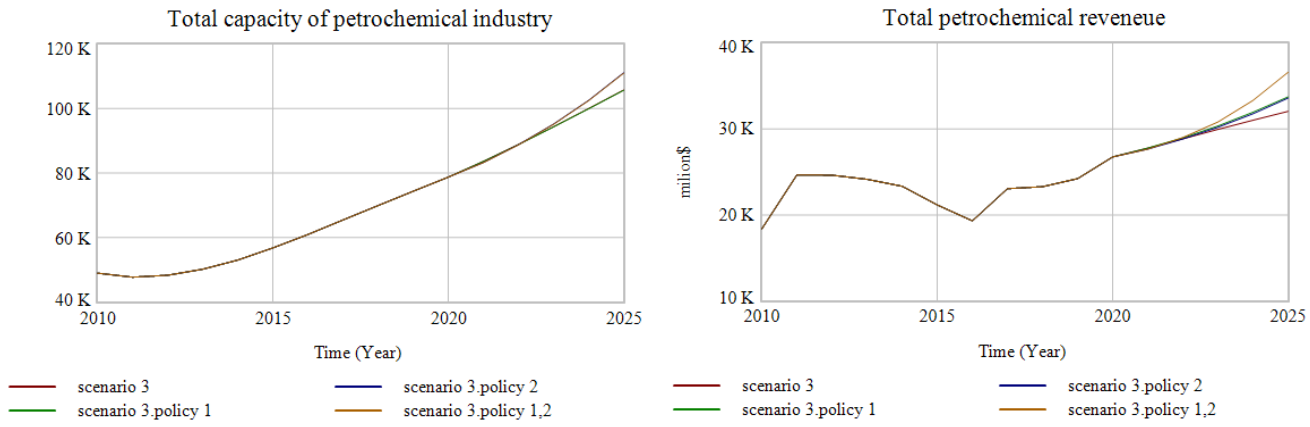
١- سیاست سوم با ١٧/٢ درصد افزایش

٢- سیاست اول با ٥ درصد افزایش

٣- سیاست دوم با ٤/٢ درصد افزایش

- **اجرای سیاست‌های پیشنهادی تحت سناریوی سوم**

نتیجه اجرای سیاست‌های پیشنهادی تحت سناریوی سوم در شکل (٤٣-٤) ارائه شده است.



شکل (٤٣-٤) اجرای سیاست‌ها در بستر سناریوی سوم

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ١٩٥٩٢٩/و تاریخ ١٣٩٥/٩/٦) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (١٣٤٨) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

با توجه به نتایج اجرای شبیه سازی، اجرای سیاست های دوم و سوم ۵ درصد ظرفیت تولید را افزایش داده‌اند. در بخش درآمد کل، تأثیر سیاست‌ها به ترتیب نزولی به شکل زیر بوده است:

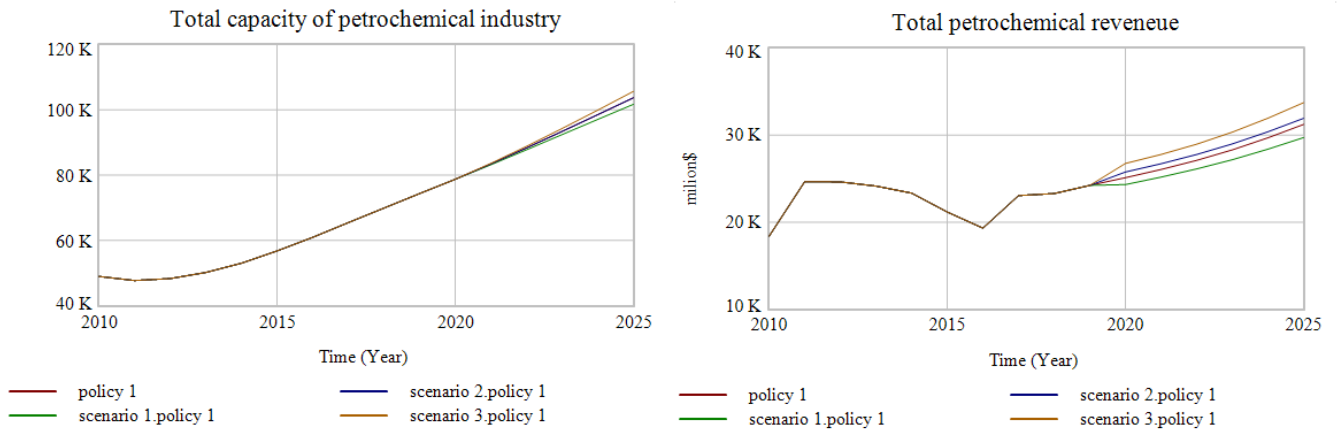
۱- سیاست سوم با ۱٤/۲ درصد افزایش

۲- سیاست اول با ۵/۲ درصد افزایش

۳- سیاست دوم با ٤/۸ درصد افزایش

- **اجرای سیاست اول تحت سناریوهای مختلف**

نتیجه اجرای سیاست اول تحت سناریوهای مختلف در شکل (٤٤-٤) ارائه شده است.



شکل (٤٤-٤) اجرای سیاست اول تحت سناریوهای مختلف

نتیجه اجرای سیاست اول تحت سناریوهای مختلف بر ظرفیت تولید نسبت به حالت اجرای این سیاست تحت سناریوی پایه، به شکل زیر بوده است:

۱- سناریوی اول : ۲ درصد کاهش

۲- سناریوی دوم: بدون تغییر

۳- سناریوی سوم: ۲ درصد افزایش

همچنین نتیجه شبیه سازی اجرای سیاست اول تحت سناریوهای مختلف بر درآمد کل صنعت پتروشیمی، به شکل زیر بوده است:

۱- سناریوی اول : ٤/۸ درصد کاهش

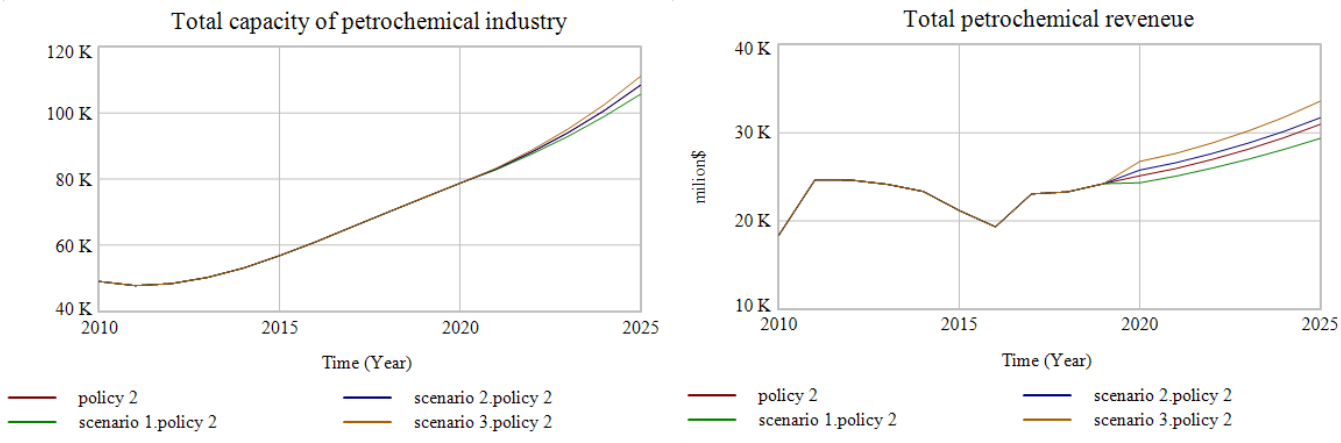
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۲- سناریوی دوم: ۲/۲ درصد افزایش

۳- سناریوی سوم: ۸ درصد افزایش

- **اجرا سیاست دوم تحت سناریوهای مختلف**

نتیجه اجرای سیاست دوم در سناریوهای مختلف در شکل (٤٥-٤) ارائه شده است.



شکل (٤٥-٤) اجرای سیاست دوم تحت سناریوهای مختلف

نتیجه اجرای سیاست دوم تحت سناریوهای مختلف بر ظرفیت تولید نسبت به حالت اجرای این سیاست تحت سناریوی پایه، به شکل زیر بوده است:

۱- سناریوی اول : ۲/۵ درصد کاهش

۲- سناریوی دوم: بدون تغییر

۳- سناریوی سوم: ۲/٤ درصد افزایش

همچنین نتیجه شبیه سازی اجرای سیاست دوم تحت سناریوهای مختلف بر درآمد کل صنعت پتروشیمی، به شکل زیر بوده است:

۱- سناریوی اول : ۵ درصد کاهش

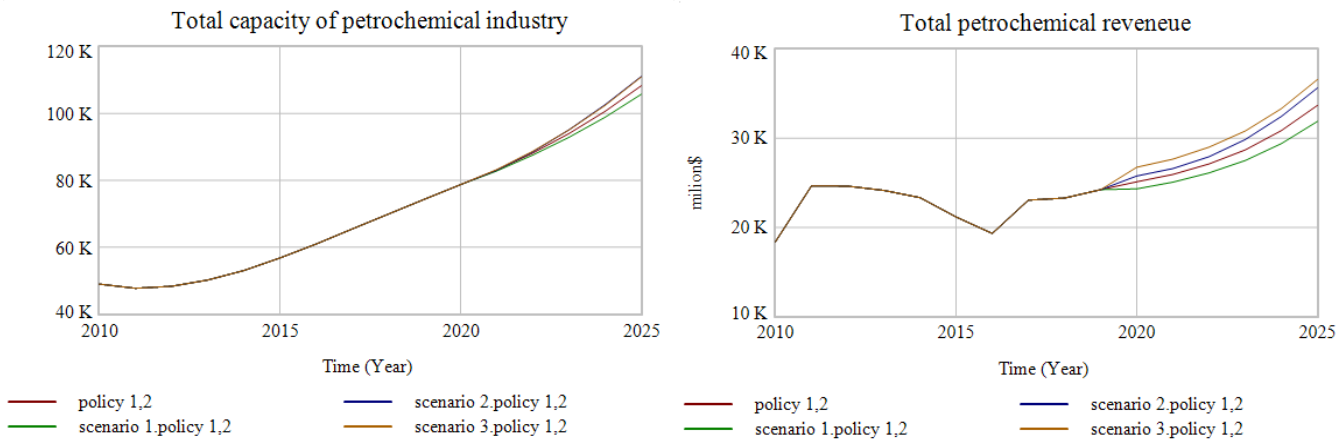
۲- سناریوی دوم: ۲/۳ درصد افزایش

۳- سناریوی سوم: ۸/٤ درصد افزایش

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- **اجرای سیاست سوم (ترکیب سیاست اول و دوم) تحت سناریوهای مختلف**

نتیجه اجرای سیاست سوم تحت سناریوهای مختلف در شکل (٤٦-٤) ارائه شده است.



شکل (٤٦-٤) اجرای سیاست سوم تحت سناریوهای مختلف

نتیجه اجرای سیاست سوم تحت سناریوهای مختلف بر ظرفیت تولید نسبت به حالت اجرای این سیاست تحت سناریوی پایه، به شکل زیر بوده است:

۱- سناریوی اول : ۲/۳ درصد کاهش

۲- سناریوی دوم: ۲/۵ درصد افزایش

۳- سناریوی سوم: ۲/٤ درصد افزایش

همچنین نتیجه شبیه سازی اجرای سیاست سوم تحت سناریوهای مختلف بر درآمد کل صنعت پتروشیمی، به شکل زیر بوده است:

۱- سناریوی اول : ۵/۳ درصد کاهش

۲- سناریوی دوم: ۵/۸ درصد افزایش

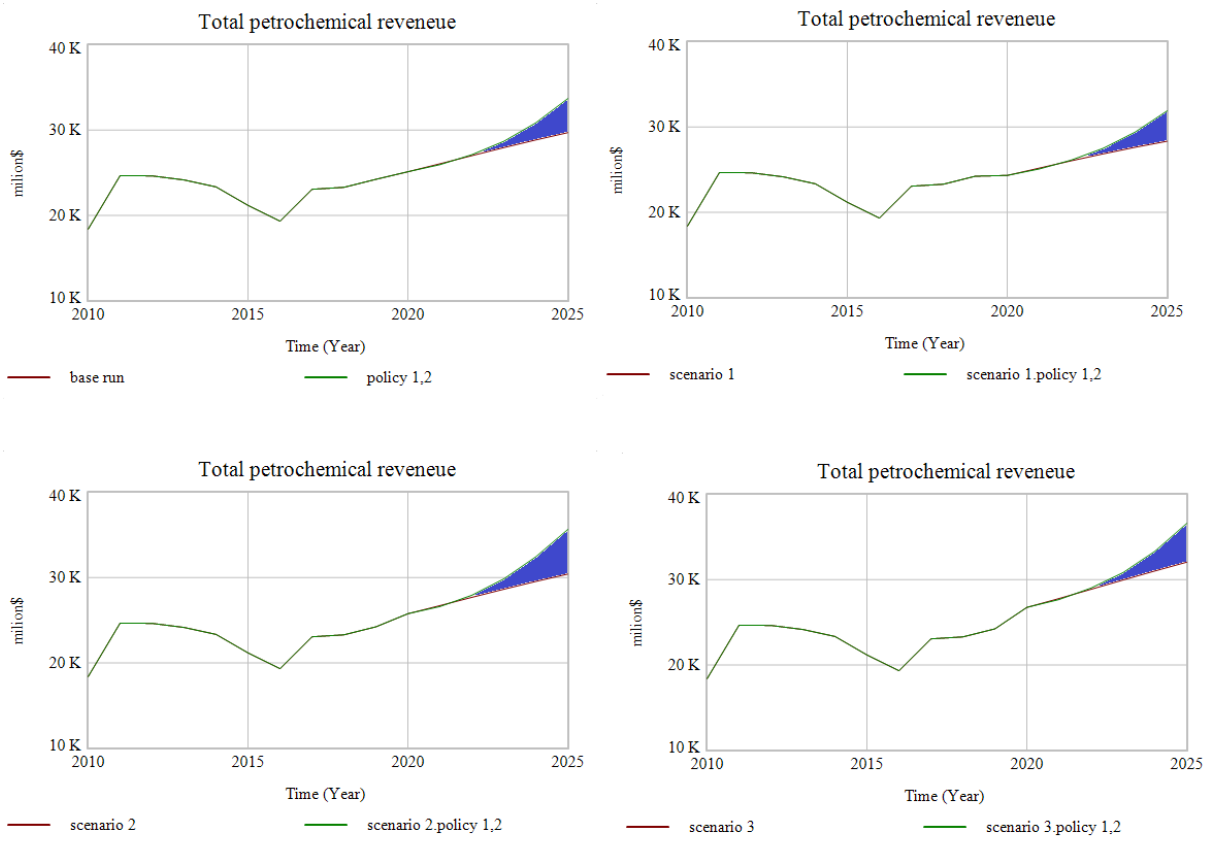
۳- سناریوی سوم: ۸/٦ درصد افزایش

پس از مقایسه ظرفیت کل تولید و درآمد کل صنعت پتروشیمی در تمامی حالت‌های پیشین، مشخص می‌شود که سیاست سوم که از ترکیب سیاست اول و دوم حاصل شده است، مؤثرترین راهکار پیشنهادی بوده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۸-٦-٤- تحلیل منافع صنعت پتروشیمی حاصل از اجرای سیاست سوم

در قسمت پیشین، نتایج حاصل از اجرای سیاست‌های مختلف تحت سناریوهای محتمل در آخرین دوره از افق زمانی اجرای شبیه سازی (سال ۲۰۲۵ میلادی) ارائه شد. اما در این قسمت پس از مشخص شدن سیاست سوم به عنوان کارا ترین سیاست، مجموع منافع در سالهای پس از شروع اجرای سیاست سوم، تحت سناریوهای مختلف تجزیه و تحلیل می‌شود. شکل (٤٧-٤) نشان دهنده نحوه محاسبه منافع صنعت پتروشیمی در این قسمت می باشد.



شکل (٤٧-٤) نحوه محاسبه منافع صنعت پتروشیمی در صورت اجرای سیاست سوم

نتایج محاسبه مقدار موارد مشخص شده در شکل (٤٧-٤)، در جدول (٨-٤) به صورت خلاصه ارائه شده است.

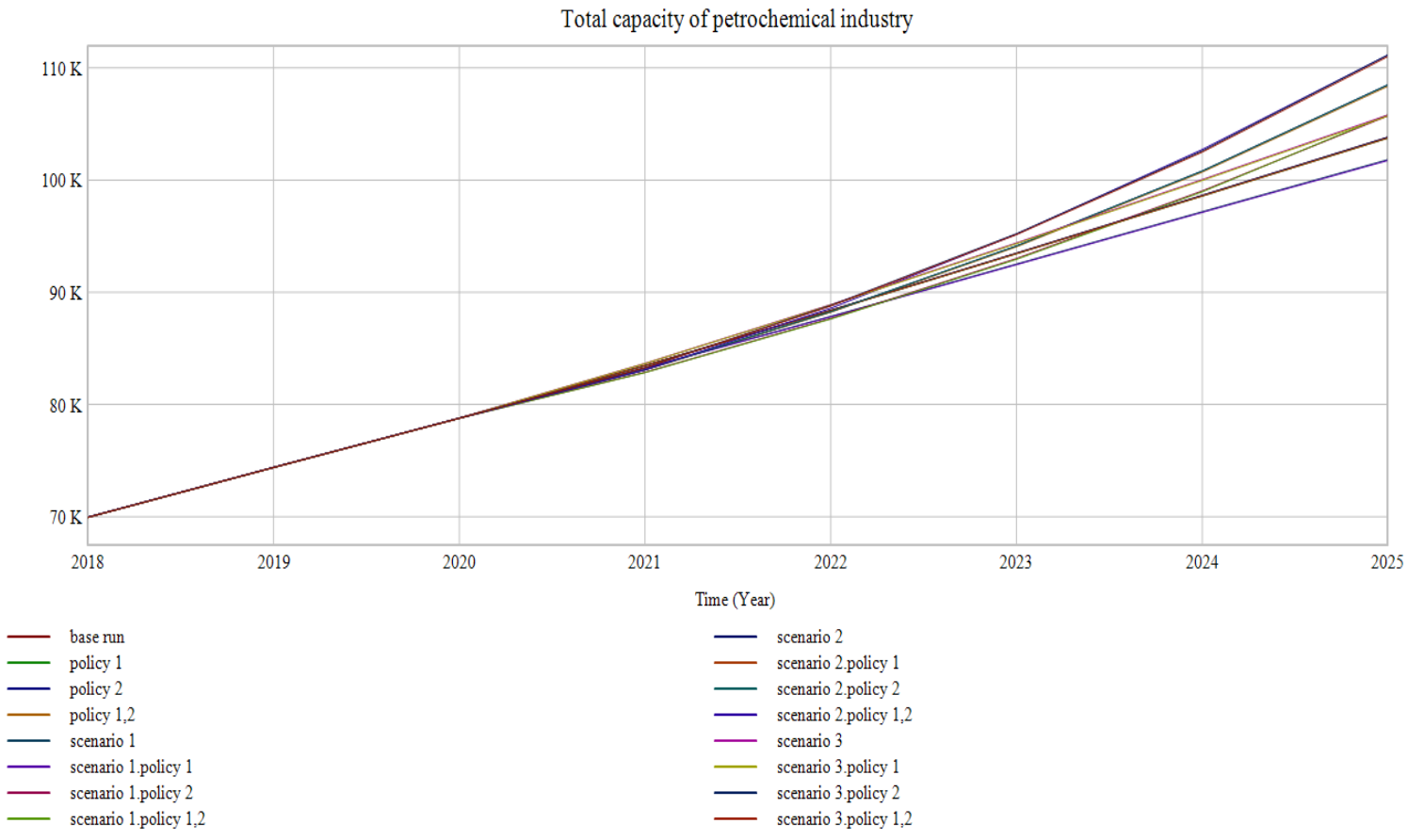
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جدول (۸-٤) نتایج محاسبه مجموع منافع حاصل از اجرای سیاست سوم

عنوان سناریو	میزان منافع بر حسب میلیون دلار
حالت پایه	۶۷۵۵.۳۸۴۷۷
سناریو ۱	۵۹۸۱.۶۱۱۳۱
سناریو ۲	۹۴۹۹.۸۹۴۵۲
سناریو ۳	۷۷۵۳.۷۶۳۶۷

۹-٦-٤- نتایج اجرای همزمان تمام سناریوها و سیاست ها

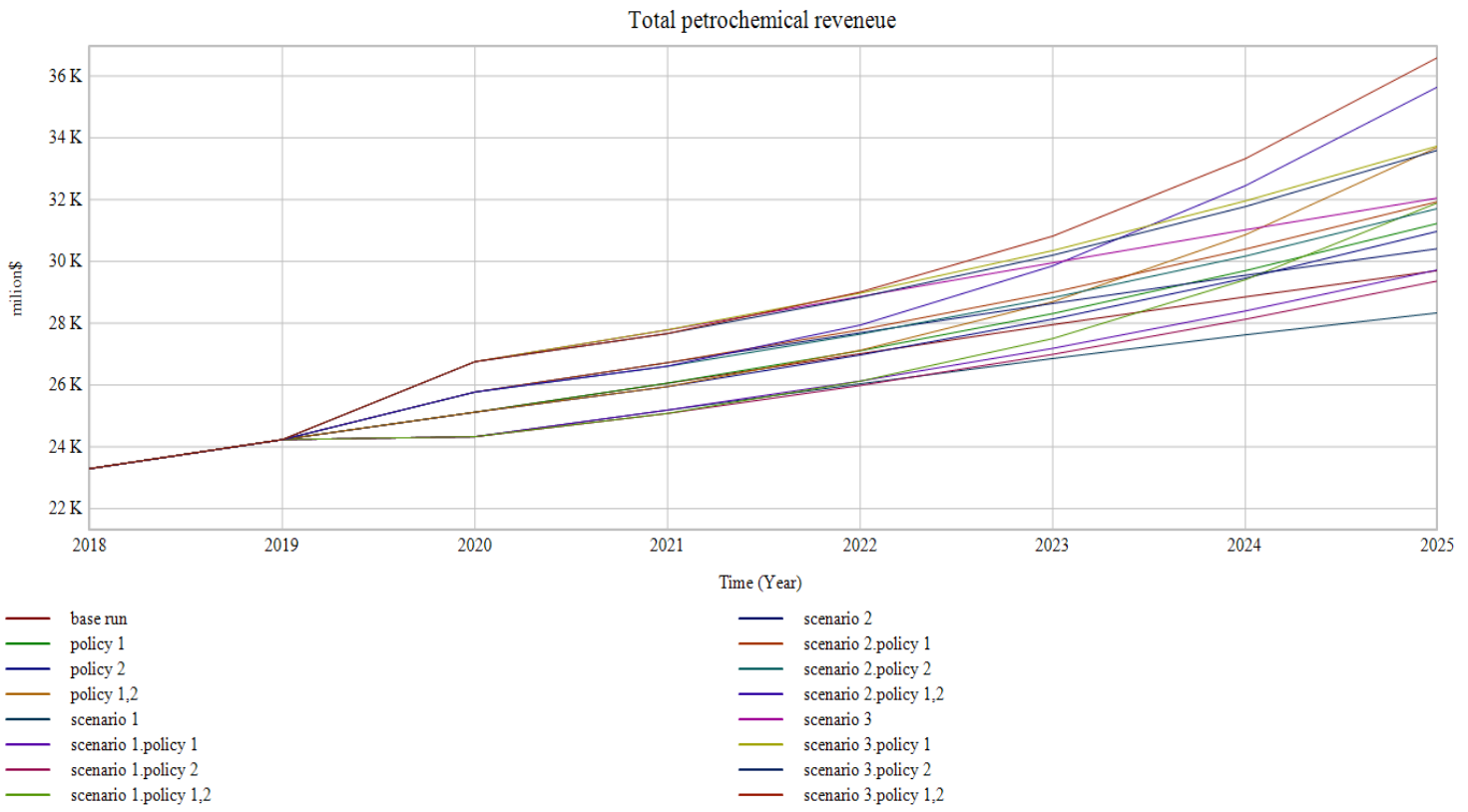
نتایج کلی اجرای شبیه سازی تحت تمام سناریوها و سیاست های پیشنهادی تشریح شده، در شکل (٤٨-٤) ارائه شده است.



شکل (٤٨-٤) اجرای تمام سیاست ها و سناریوها بر ظرفیت تولید

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

با توجه به شکل (٤٨-٤) در سال ۲۰۲۵، کمترین ظرفیت تولید مربوط به سناریوی اول در حالت اجرای سیاست حالت پایه و سیاست اول با حدود ۱۰۱ میلیون تن و بیشترین ظرفیت تولید مربوط به اجرای سیاست های دوم و سوم در سناریوی سوم با بیش از ۱۱۱ میلیون تن شده است.

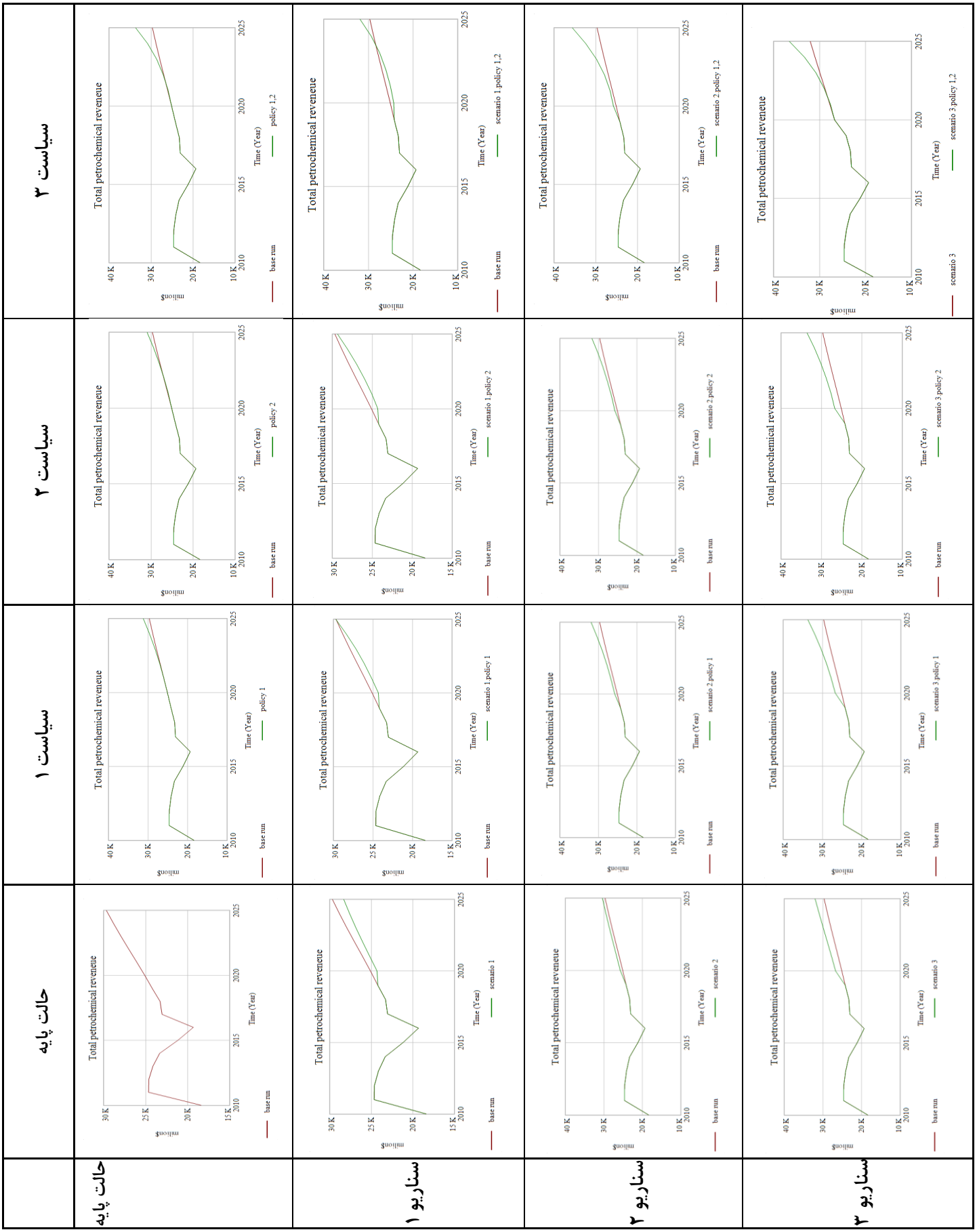


شکل (٤٩-٤) اجرای تمام سیاست ها و سناریوها بر درآمد کل

با توجه به شکل (٤٩-٤) در سال ۲۰۲۵ میلادی، کمترین درآمد مربوط به اجرای سیاست حالت پایه در حالت سناریوی اول با ۲۸/۳ میلیارد و بیشترین درآمد مربوط به اجرای سیاست سوم در سناریوی سوم با ۳٦/٦ میلیارد دلار شده است.

در انتهای این فصل، نتایج اجرای دو به دوی تمامی سیاست ها تحت سناریوهای مختلف بر درآمد کل صنعت پتروشیمی، در شکل (٥٠-٤) ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل (۵۰-٤) نتایج اجرای هر سیاست/سناریو

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ۵: بحث و نتیجه گیری

۱-۵- مقدمه

در فصل اول این تحقیق، مقدمات شامل اهمیت و ضرورت انجام تحقیق بیان شد و همچنین مسئله تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه در فصل دوم، به مرور ادبیات موضوع پرداخته شد و تحقیقات مرتبط گذشته در دو شاخه استفاده از رویکرد سیستمی در صنعت نفت و گاز و بررسی توسعه صنعت پتروشیمی در ایران و جهان، مورد بررسی قرار گرفتند. در انتهای این فصل، شکاف تحقیقاتی مورد بررسی قرار گرفت و تفاوت این تحقیق به وسیله مرور ادبیات صورت گرفته با تحقیقاتی که در گذشته صورت گرفته اند، مشخص شد.

در فصل سوم به معرفی متدولوژی پویایی شناسی سیستم‌ها و ویژگی‌های آن پرداخته شد و علت انتخاب این روش به عنوان متدولوژی این تحقیق، بیان شد. همچنین ابزارهای مختلفی که در تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند در این فصل، معرفی شدند.

در فصل چهارم پس از بیان فرضیه پویا، به مدلسازی مفهومی مسئله توسط نمودار زیرسیستم‌ها و حلقه‌های علی و معلولی پرداخته شد و سپس نمودار انباشت-جریان و معادلات اصلی مدل، مورد بررسی قرار گرفتند. در ادامه این فصل، اعتبار سنجی مدل به وسیله روش‌های مختلف و به ویژه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

روش تولید رفتار مجدد مورد بحث قرار گرفت. نهایتا نتایج شبیه سازی و بررسی سناریوها و سیاست‌های مختلف ارائه شد.

در این فصل جمع بندی نتایج ارائه شده در فصل چهارم، نوآوری تحقیق بر اساس یافته‌ها، پیشنهادات آتی و کاربردهای مورد انتظار از تحقیق ارائه می‌شوند.

۲-۵- جمع‌بندی

صنایع بالادستی و پایین دستی نفت و گاز در ایران با توجه به وابستگی شدید دولت و اقتصاد به این منابع فناپذیر و درآمدهای حاصل از آنها، از اهمیت بیشتری نسبت به سایر بخش های انرژی در توسعه کشور، برخوردار هستند. توسعه صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از مهمترین بخش‌های صنایع پایین دستی، نقشی غیر قابل انکار در تکمیل زنجیره ارزش و کاهش خام فروشی نفت و گاز دارد که علیرغم تأکید در سیاست‌های ابلاغی کشور، تا کنون صورت نگرفته است.

نتایج تحقیق حاکی از آن است که با ادامه روند فعلی، توسعه صنعت پتروشیمی نه تنها از لحاظ ارزش محصولات و درآمدهای حاصل، بلکه از نظر تولید و نیل به اهداف مدون این صنعت، قابل دسترس نخواهد بود. با توجه به عدم دخالت مستقیم دولت در سرمایه گذاری و توسعه ظرفیت تولید در صنعت پتروشیمی، این صنعت نیازمند بهبود قوانین و سیاست‌ها خواهد بود تا با حضور مؤثر بخش خصوصی در سرمایه گذاری، شاهد افزایش میزان ظرفیت تولید محصولات پتروشیمی در کشور بود. نیل به هدف تکمیل زنجیره ارزش در صنعت پتروشیمی، نیازمند بهبود تخصیص بودجه توسعه ظرفیت به منظور افزایش ظرفیت محصولات با ارزش بیشتر نسبت به محصولات کم ارزش، خواهد بود که در این تحقیق، این مهم در سیاست اول مورد بررسی قرار گرفت. افزایش سریع تولیدات محصولاتی مانند متانول، آمونیاک و اوره و برخی دیگر از محصولات کم ارزش، در زمانی که تقاضای جهانی چندانی برای آن باقی نمانده و شاید حداکثر بتوان تا چند میلیون تن دیگر در هر سال به چین، هند و اروپا صادر کرد، نیازمند تدبیر و آینده‌نگری بیشتری است. شرایط اشباع حاکم بر

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

بازار داخلی و خارجی این محصولات، حکایت از آن دارد که باید بـه اسـتراتژی‌های تولیـدی توجـه بیشتر کرد و در صورت نیاز آنها را تغییر داد. بر اساس بهبود شرایط تخصیص بودجه توسعه ظرفیـت در سیاست اول ارائه شده در این تحقیق، سهم این دسته از محصولات به تـدریج می‌بایسـت کـاهش یافته و افزایش ظرفیـت محصـولاتی ماننـد پـروپیلن و پلی‌پـروپیلن بـا توجـه بـه ارزش بـالای ایـن محصولات و زنجیره ارزش فرآورده های حاصل از آنها در هدف سرمایه گذاران جای گیرد. اجـرای سیاست پیشنهادی اول با توجه به شکل (٤٠-٤) بر ظرفیت تولید کل تأثیر محسوسی نداشته است اما درآمد کل نسبت به حالت سناریوی پایه درسال ۲۰۲۵، پنج درصد افزایش یافته است بـه بیـان دیگـر سیاست اول، با حفظ میزان کنونی ظرفیت تولید، درآمد کل صنعت پتروشیمی را به میـزن محسوسـی افزایش داده است.

برای نیل به توسعه همه جانبه صنعت پتروشیمی، افزایش کمی و کیفی محصولات، هـر دو بایـد مـد نظر سیاست گذاران قرار گیرد. سیاست سوم پیشنهادی با تأکید بر این نکته طراحی شده اسـت و بـر اساس نتایج حاصله در فصل چهارم، به عنوان کاراترین سیاست پیشـنهادی ایـن تحقیـق ارائـه شـده است. با توجه به نتایج شبیه‌سازی در شکل (٤٠-٤)، اجرای این سیاست در سال ۲۰۲۵، میزان ظرفیت تولید را نسب به حالت پایه، به میزان چهار درصد افزایش داده است. همچنین درآمد کـل در حالـت پایه بر اثر اجرای این سیاست بیش از ۱۳ درصد رشد یافته است که ایـن امـر نشـانگر آن اسـت کـه توسعه صنعت پتروشیمی، نیازمند اصلاح جریان سرمایه‌گذاری و همچنین نیازمند افزایش حمایـت از سمت دولت و صندوق توسعه ملی خواهد بود تا بتوان در آینده ای نه چندان دور، شاهد پیشـرفت و توسعه همه جانبه این صنعت و قطع خام فروشی منابع نفت و گاز در کشور بود.

۳-۵- توصیه‌های اجرایی تحقیق

توصیه‌های اجرایی حاصل از نتایج و یافته‌های این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصـه کـرد کـه می‌توانند در جهت برنامه‌ریزی و سیاست گذاری، مورد استفاده قرار گیرند:

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- ایجاد زیرساخت‌های مناسب جهت حضور مؤثر بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری صنعت پتروشیمی
- اصلاح جریان تولید در صنعت پتروشیمی در قالب هدایت جریان سرمایه‌گذاری به منظور تولید محصولات با ارزش بیشتر
- افزایش حمایت از صنایع پایین دستی و به ویژه صنعت پتروشیمی از سهم‌های دریافت تسهیلات صندوق توسعه ملی
- برنامه ریزی برای نیل به اهداف کیفی تولیدات پتروشیمی (ارزش محصولات) علاوه بر اهداف کمی

٤-٥- نوآوری

نوآوری این تحقیق را بر اساس یافته‌های آن می توان در دو بخش اصلی ارائه نمود:

۱- بخش اول شامل نوآوری تئوریک تحقیق می باشد بدین شکل که مدلسازی صنعت پتروشیمی بر اساس بررسی ساختارهای مالی و با دیدگاه مدیریتی به این صنعت، تا کنون در کشور با استفاده از رویکرد سیستمی، صورت نگرفته بود.

۲- نوآوری عملی این تحقیق شامل ارائه تخصیص بهبودیافته بودجه توسعه ظرفیت بین محصولات مختلف نسبت به وضع کنونی تولیدات صنعت پتروشیمی بوده است. اصلاح جریان تولید در صنعت پتروشیمی و افزایش ظرفیت محصولات با ارزش اولین قدم در راه تکمیل زنجیره ارزش است که در این تحقیق راهکارهای عملی به منظور نیل به این اهداف، ارائه شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۵-۵- پیشنهادها

بررسی مسائل مربوط به صنایع بالادستی و پایین دستی نفت و گاز، همواره همراه با پیچیدگی‌های فراوان است. کمبود داده‌های رسمی و اطلاعات از سمت سازمان های مرتبط، محدودیت های زمانی و برخی عوامل دیگر از توسعه بیشتر برخی قسمت های مدل در این تحقیق، جلوگیری نموده است.
پیشنهادهای این تحقیق در دو بخش خرد و کلان ارائه می شوند که بخش خرد مربوط به داخل مرزهای صنعت پتروشیمی بوده و بخش کلان تمام سیستم‌های اقتصاد کلان کشور را در بر می گیرد.
از دیدگاه خرد، با توجه به اهمیت سرمایه گذاری در صنعت پتروشیمی، یکی از پیشنهادهای اصلی بررسی ساختار سرمایه گذاری خارجی و راهکارهای جذب این نوع از سرمایه در مدلسازی توسعه این صنعت خواهد بود.
مدلسازی جریان خوراک ورودی به منظور تولید هر نوع محصول، یکی دیگر از پیشنهادهای این تحقیق بوده است که می توان با در دست داشتن داده های رسمی، این نوع از ساختار خوراک-محصول را مدلسازی کرد تا بتوان راهکارهای گسترده ای را در زمینه تکمیل زنجیره ارزش ارائه نمود. موارد دیگر همچون مدلسازی ساختار تقاضای داخلی از دیگر موارد پیشنهادی این تحقیق است که از اهمیت بسزایی در شکل گیری فروش محصولات پتروشیمی، برخوردار است.
نهایتا از دیدگاه کلان، مهمترین موضوعی که قابل بررسی خواهد بود، مدلسازی سایر بخش‌های منتفع از درآمد نفت و گاز کشور و اضافه کردن آنها به مدل این تحقیق است که منجر به شکل گیری مدل جامع تاثیر متقابل صنعت نفت و گاز و اقتصاد می شود. بررسی این موضوع از اهمیت بالایی در تصمیم گیری‌ها و برنامه ریزی‌های کلان کشوری دارد و می تواند در ایجاد و اجرای برنامه‌های بلند مدت توسعه اقتصادی کشور نقشی حیاتی را ایفا نماید.

۶-۵- کاربردهای مورد انتظار از تحقیق

- برآورد روندهای ظرفیت تولید، میزان تولید، فروش داخلی و صادرات محصولات پتروشیمی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

با هدف جهت دهی به تصمیم سرمایه گذاران در رابطه با سرمایه گذاری.

- نتایج و تحلیل‌های این تحقیق می‌تواند برای تعیین سیاست‌های انرژی کشوردر حوزه توسعه صنایع پایین دستی و کاهش خام فروشی، مؤثر واقع شود.
- این تحقیق با ایجاد کردن درکی مناسب برای محققان حوزه انرژی مـی توانـد در پیشـرفت و گسترش مطالعات این حوزه، موثر واقع شود.
- مدیران و کارشناسان فعال در صنعت پتروشیمی می‌توانند با تکبه بر آینـده نگری‌هـای ارائـه شده در این تحقیق، به تدوین برنامه مناسب برای آینده این صنعت بپردازند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ٦: مراجع

مراجع

[۱] گزارش تحلیل بنیادی صنعت پتروشیمی، کارگزاری پارسیان، ۱۳۹۵.

[۲] مرکز مطالعات زنجیره ارزش در صنعت نفت و گاز (**www.vcmstudy.ir**).

[۳] حلقه مفقوده صنعت پتروشیمی/ بررسی نقش NPC در توسعه صنایع پایین دستی با هدف تکمیل زنجیره ارزش، روابط عمومی شرکت ملی صنایع پتروشیمی (**www.nipna.ir**) ، ۱۳۹٤.

[٤] بررسی نقش شرکت ملی صنایع پتروشیمی در توسعه صنایع پایین دستی با هدف تکمیل زنجیره ارزش، پیام پتروشیمی، شماره ۸۲، ۱۳۹٤.

[۵] ابلاغیه سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی توسط مقام معظم رهبری، ۱۳۹۲.

[٦] قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران ، ۱۳۹۵.

[۷] چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران در افق ۱٤۰٤، ۱۳۸۲.

[۸] گزارش آماری بریتیش پترولیوم[1] از انرژی جهان، ۲۰۱۸.

[۹] ترازنامه انرژی، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، وزارت نیرو.

[۱۰] مدلی برای افزایش منافع ملی حاصل از سیستم عرضه نفت ایران در بازار جهانی. رساله دکتری، سید حسین حسینی، دانشکده مهندسی صنایع وسیستمها، دانشگاه تهران،

[1] BP Statistical Review of World Energy

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

.۱۳۹٤

[۱۱] گزارش عملکرد صنعت پتروشیمی کشور، مدیریت برنامه ریزی و توسعه شرکت ملـی صـنایع پتروشیمی، ۱۳۹۵-۱۳۸۸.

[۱۲] باشگاه خبرنگاران جوان، کد خبر: ۵۱۸۸۹۸۳، گروه اقتصاد و انرژی. اردیبهشت ۱۳۹٤.

[۱۳] اصل ٤٤ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸٤.

[۱٤] Sterman JD (2000) Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. Boston, USA: Irwin/McGraw-Hill, p. 168.

[۱۵]"کارنامه تجارت خارجی ایران در سال۹۵". خبرگزاری مهر (www.mehrnews.com)، ۱۳۹٦.

[۱٦]"تراز تجاری واقعی کشور بدون احتساب نفت و گاز چقدر است؟". عیار آنلاین (www.ayaronline.ir)، اردیبهشت ۱۳۹٦.

[۱۷]" جایگاه ویژه صنعت پتروشیمی در قوانین و اسناد بالادستی". شبکه اطلاع رسانی نفت و انرژی (شانا)، ۱۳۹۵.

[۱۸]"مقایسه راهبردهای توسعه صنعت پتروشیمی ایران و عربستان". پیام نفت (www.payamenaft.com)، ۱۳۹٦.

[۱۹] Morecraft, J.D. & Van der heijden, K.A. (1992). "Modelling the oil producers -- Capturing oil industry knowledge in a behavioural simulation model". European Journal of Operational Research, 1992, vol. 59, issue 1, 102-122.

[۲۰] Chowdhury, S. and K. C. Sahu, (1992). "A system dynamics model for the Indian oil and gas exploration/exploitation industry." Technological Forecasting and Social Change 42(1): 63-83.

[۲۱] Mashayekhi, A., (2001). Dynamics of oil price in the world market. International system dynamics conference, Atlanta, Georgia, USA. (PP.1012-1020)

[۲۲] Chyong Chi, K., Nuttal, J. & Reiner, D., (2009). "Dynamics of the UK natural gas industry: System dynamics modelling and long-term energy policy analysis." Technological Forecasting and Social Change 76(3): 339-357.

[۲۳] De casrtro, C., Miguel, L.J., and Mediavilla, M. (2009). The role of non conventional oil in the attention of peak oil. Energy policy, 37(5), 1825-1833

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

[۲٤] Abbaszadeh, P., Maleki, A., Alipour, M. & Kanani Maman, Y. (2013). "Iran's oil development scenarios by 2025." Energy Policy **56**: 612-622.

[۲۵] Hosseini, S., Shakouri Ganjavi, H., Kiani, B., Mohammadi Pour, M. & Ghanbari, M., (2014). " Examination of Iran's Crude Oil Production Peak and Evaluating the Consequences: A System Dynamics Approach" Energy Exploration & Exploitation 32: 673-690.

[۲٦] Yunna, W., Kaifeng, CH., Yisheng, Y. & Tiantian, F., (2015). "A system dynamics analysis of technology, cost and policy that affect the market competition of shale gas in China." Renewable and Sustainable Energy Reviews 45: 235-243.

[۲۷] Hosseini, S. & Shakouri Ganjavi, H., (2016). "A study on the future of unconventional oil development under different oil price scenarios: A system dynamics approach." Energy Policy 91: 64-74.

[۲۸] Hossini, S., Shakouri Ganjavi, H., Peighami, A. (2016)." A conceptual framework for the oil market dynamics": A systems approach. Energy Exploration & Exploitation2016, Vol. 34(2) 171–198.

[۲۹] Xiao, J., Cheng, J., Shen, J. & Wang, X., (2017). "A System Dynamics Analysis of Investment, Technology and Policy that Affect Natural Gas Exploration and Exploitation in China". Energies 2017, 10(2), 154.

[۳۰] Mashayekhi, A. N. & Mazaheri, T., (2010). " Dynamic Analysis of Petrochemical Project Progress - A System Dynamics Approach" Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh, January 9 – 10, 2010.

[۳۱] Mohammadi, A., Soltanieh, M., Abbaspour, M., Atabi, F. (2013). "What is energy efficiency and emission reduction potential in the Iranian petrochemical industry?" International Journal of Greenhouse Gas Control **12**: 460-471.

[۳۲] Shaverdi, M. & Heshmati, M., (2014). "Application of Fuzzy AHP Approach for Financial Performance Evaluation of Iranian Petrochemical Sector." Procedia Computer Science 31: 995-1004.

[۳۳] Moridi, P., Atabi, F., Nouri, J. & Yarahmadi, R., (2017). "Selection of optimized air pollutant filtration technologies for petrochemical industries through multiple-attribute decision-making." Journal of Environmental Management 197: 456-463.

[۳٤] Valizadeh, J., Valizadeh, J., Sadeh, E., Javanmard, H. & Davodi, H, (2018). "The effect of energy prices on energy consumption efficiency in the petrochemical industry in Iran." Alexandria Engineering Journal **57**(4): 2241-2256.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

[۳۵] Mikkelsen, J. K. and D. F. Rudd (1981). "Development of a Norwegian petrochemical industry." Engineering Costs and Production Economics **5**(3): 163-177.

[۳٦] Jiménez, A., et al. (1982). "A study of the development of a mexican petrochemical industry using mixed-integer programming." Computers & Chemical Engineering **6**(3): 219-229.

[۳۷] Gürkan, T. and N. Kartal (1989). "Model for the development of the Turkish Petrochemical Industry." Engineering Costs and Production Economics **18**(2): 145-157.

[۳۸] Lyu, B., Hong, S., Oh, S. & Moon. (2018). Raw material supply strategy for petrochemical process under market uncertainty. Computer Aided Chemical Engineering. M. R. Eden, M. G. Ierapetritou and G. P. Towler, Elsevier. **44:** 1519-1524.

[۳۹] Hishammuddina, M. A. H., Linga, G. H. T., Chaua, L.W., Idrisb, A. M., Hob, W. S. and Ho, C. S. (2019). Energy Demand and GHG Emissions by 2030: A Scenario Analysis Using Extended Snapshot Tool towards Sustainable Low Carbon Development in Pengerang. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, VOL 73.

[٤۰] Checkland, P. (1981). System thinking, System practice, J. Wailey.

[٤۱] طرح های پتروشیمی، روابط عمومی شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ۱۳۹۵.

[٤۲] بررسی و تحلیل صنعت متانول، کارگزاری بانک کشاورزی، ۱۳۹۷.

[٤۳] بررسی وضعیت صنعت اوره، شرکت کارگزاری دانایان پارس، ۱۳۹۵.

[٤۳] Niu, W., et al. (2019). "Polypropylene: Now Available without Chain Ends." Chem 5(1): 237-244.

[٤۵] روزنامه دنیای اقتصاد، شماره ٤۰۹٦ به تاریخ ۹٦/٤/۲۷، صفحه ۱٤.

[٤٦] قانون بودجه کل کشور مصوب مجلس شورای اسلامی.

[٤۷] Jackson, M. (2007). Systems approaches to management. Springer Science and Business media.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Abstract:

Petrochemical industry plays a considerable role to achieve high value-added from oil and gas reserves; so, the development of this industry is very crucial especially for countries with huge reserves of fossil fuels. With attention to oil and gas reserves in Iran (Iran's total technically recoverable hydrocarbon reserves was 320 billion oil barrels equivalent at the end of 2005), it is obvious that petrochemical industry has not grown up adequately. The mid and down-stream sectors of oil and gas industry have not been paid enough attention in recent studies in Iran and most of the studies have done about up-stream sector of oil and gas industry. The investment is considered as one of the most important factors to reach development in economic and social systems; so, this study aims to determine effective factors on petrochemical industry development and model the mechanism of capacity expansion budget creation using System dynamics approach. A quantified system dynamics model is built based on causal relationships and the mechanism of development budget allocation between categorized products to simulate the model and investigate important variables related to each product such as production capacity value, production rate, the revenue of domestic sale and export. According to results of simulation, in 2025, Iran will have capacity of approximately 104 million tons of petrochemical products that will not be desirable (Iran has to be the biggest producer of petrochemical products in Middle East in 2025). This amount will include 10.2 million tons of Methanol, 20.6 million tons of Ammonia and Urea,11 million tons Ethylene and Propylene, 2.2 million tons of Polypropylene and 59.6 million tons of other products. Aa other important simulation results can be mentioned the total revenue of products that will be about 30 million Dollars (USD) in 2025. In next step, the allocation mechanism of capacity expansion budget between categorized petrochemical products is improved as first policy that along with other two policies are presented under different scenarios which are designed to specify possible future. In this study, third policy is introduced as the most effective solution to reach development which shows policy makers must consider improved allocation of capacity expansion budget between more value-added products and also the share of down-stream sector and petrochemical industry from oil and gas industry development budgets and other organization's fund like NDF where help private sector to invest in Iran, needs to go up than before. With using this solutions, optimized policy making will be possible to help petrochemical industry achieve its goals.

Keywords: Petrochemical Industry, Investment, System Dynamics, Scenario Analysis, Iran

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

University of Tehran

College of
Engineering

Faculty of Industrial
and Systems
Engineering

An analysis of effective factors in petrochemical industry development and foresight this industry in Iran; A system dynamic approach

A thesis submitted to the Graduate Studies Office

In partial fulfillment of the requirements for

The degree of Master in

Industrial Engineering

By:

Vahid Hajiebrahimi Farashah

Supervisor:

Dr. Zeinab Sazvar

Advisors:

Dr. Seyed Farid Ghaderi

Dr. Seyed Hossein Hosseini

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.