در ضرورت :

برنامه ریزی اقتصادی برای تخصیص بهینه منابع گاز کشور در بلند مدت

موسسه عالی آموزش و پژوهش در مدیریت و برنامه ریزی

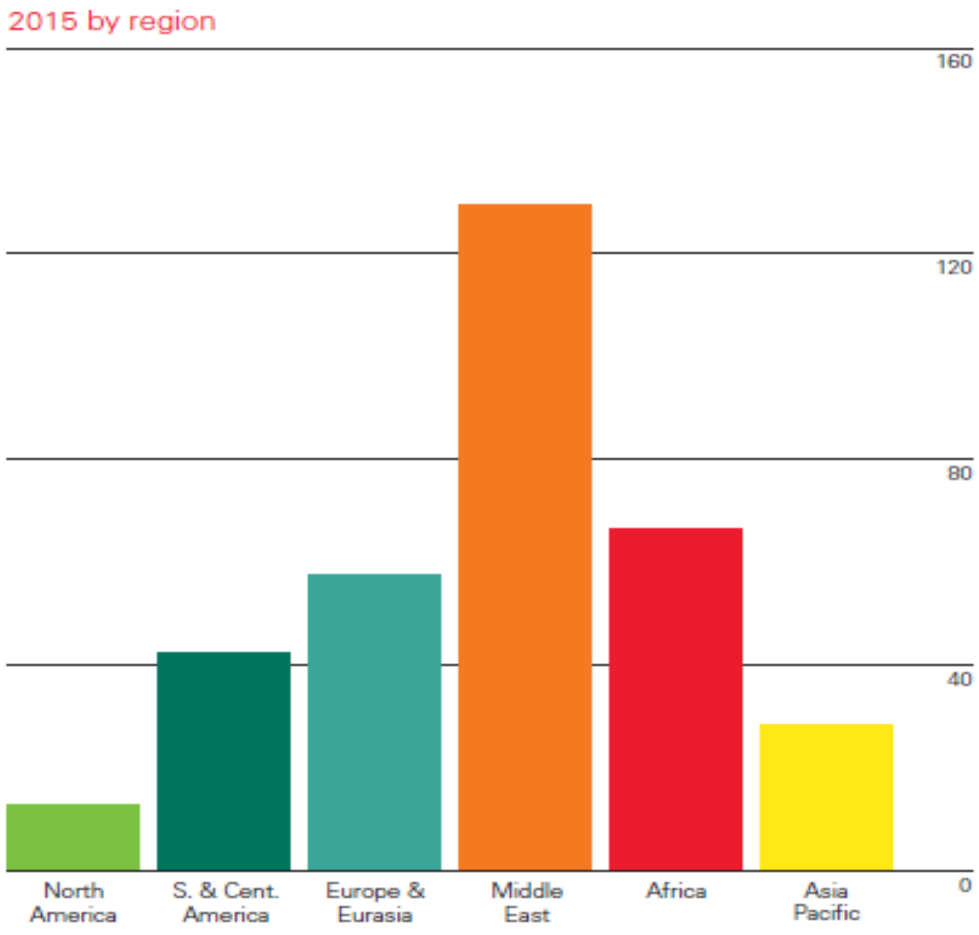
شهریور ۱۳۹۵

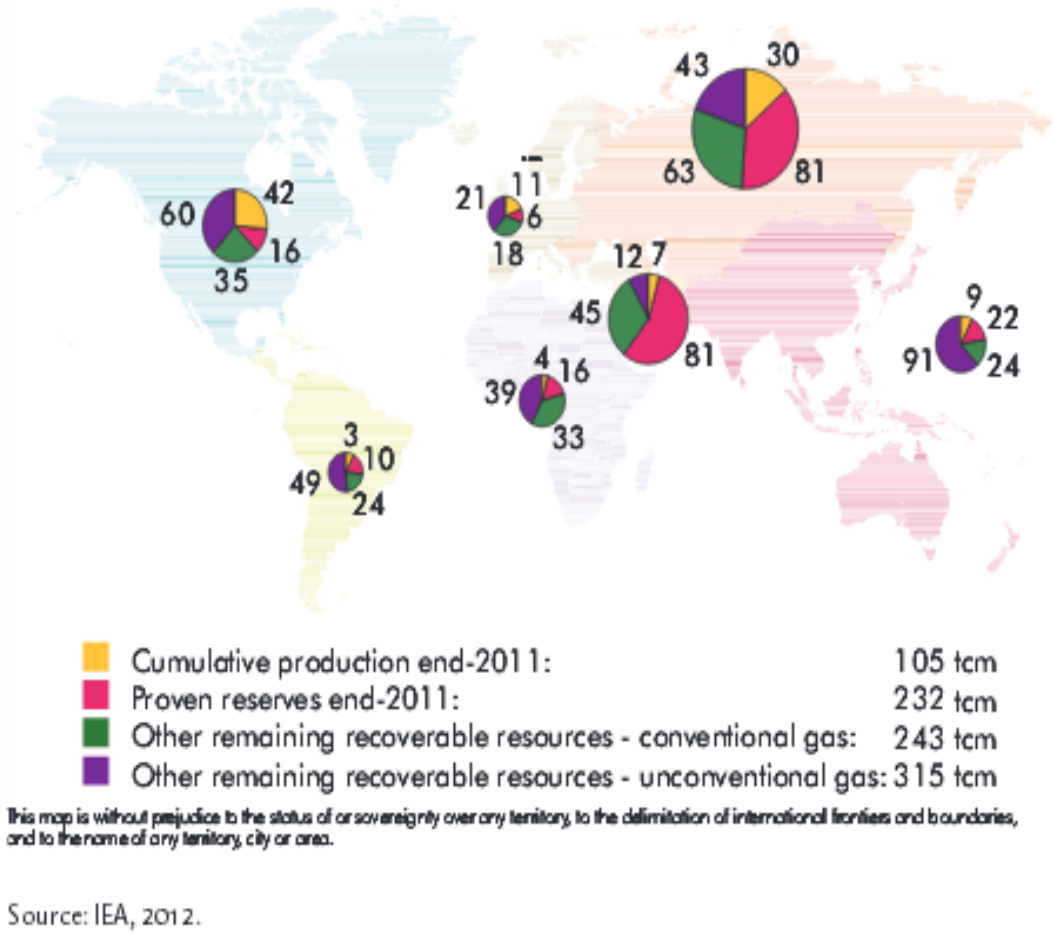
پژوهشگران: دکتر مهدی عسلی، فاطمه رفیعی

خطوط اصلی بحث

- جایگاه ایران در میان دارندگان، تولید کنندگان و مصرف کنندگان گاز طبیعی جهان،
- تقاضای جهانی برای گاز طبیعی ایران،
- برنامه های کشور برای تولید و تخصیص منابع انرژی از جمله گاز طبیعی،
- شاخص امنیت انرژی و ضرورت برنامه ریزی برای تخصیص بهینه باقیمانده منابع انرژی کشور،
- نظریه اقتصادی در تخصیص بهینه منابع طبیعی پایان پذیر،
- مساله تخصیص بهینه منابع گاز کشور بین مصارف مختلف،
  - تابع هدف مساله،
  - محدودیتهای مساله بهینه سازی،
- الزامات حل مساله

توزیع منطقه ای منابع گاز و نسبت ذخایر به تولید





Source: BP, statistics, 2016

ذخایر اثبات شده گاز طبیعی در کشورهای مهم دارنده منابع گاز

(میلیارد متر مکعب/سالهای آخرین اطلاعات موجود در سالهای ۲۰۱۲-۲۰۱۴)

	دنیا	187,300
1	روسیه	48,700
2	ایران	33,600
3	قطر	24,700
4	ترکمنستان	17,500
5	ایالات متحده امریکا	9,860
6	عربستان سعودی	8,600
7	عراق	6,400
8	ونزویلا	5,724
9	نیجریه	5,100
10	چین	4,643
11	الجزایر	4,502

منبع	BP	OPEC	EIA
کانادا	۲۰۰۰	۲۰۲۸	۲۵۳۵
ایران	۳۴۰۰۰	۳۴۰۲۰	۴۲۴۲۶
روسیه	۳۲۰۰۰	۴۹۵۴۱	۵۹۶۱۹
عربستان سعودی	۸۲۰۰	۸۴۸۹	۱۰۳۹۳
ایالات متحده امریکا	۹۸۰۰	۸۴۸۹	۱۰۳۹۳
ونزویلا	۵۶۰۰	۵۶۱۷	۶۹۶۰

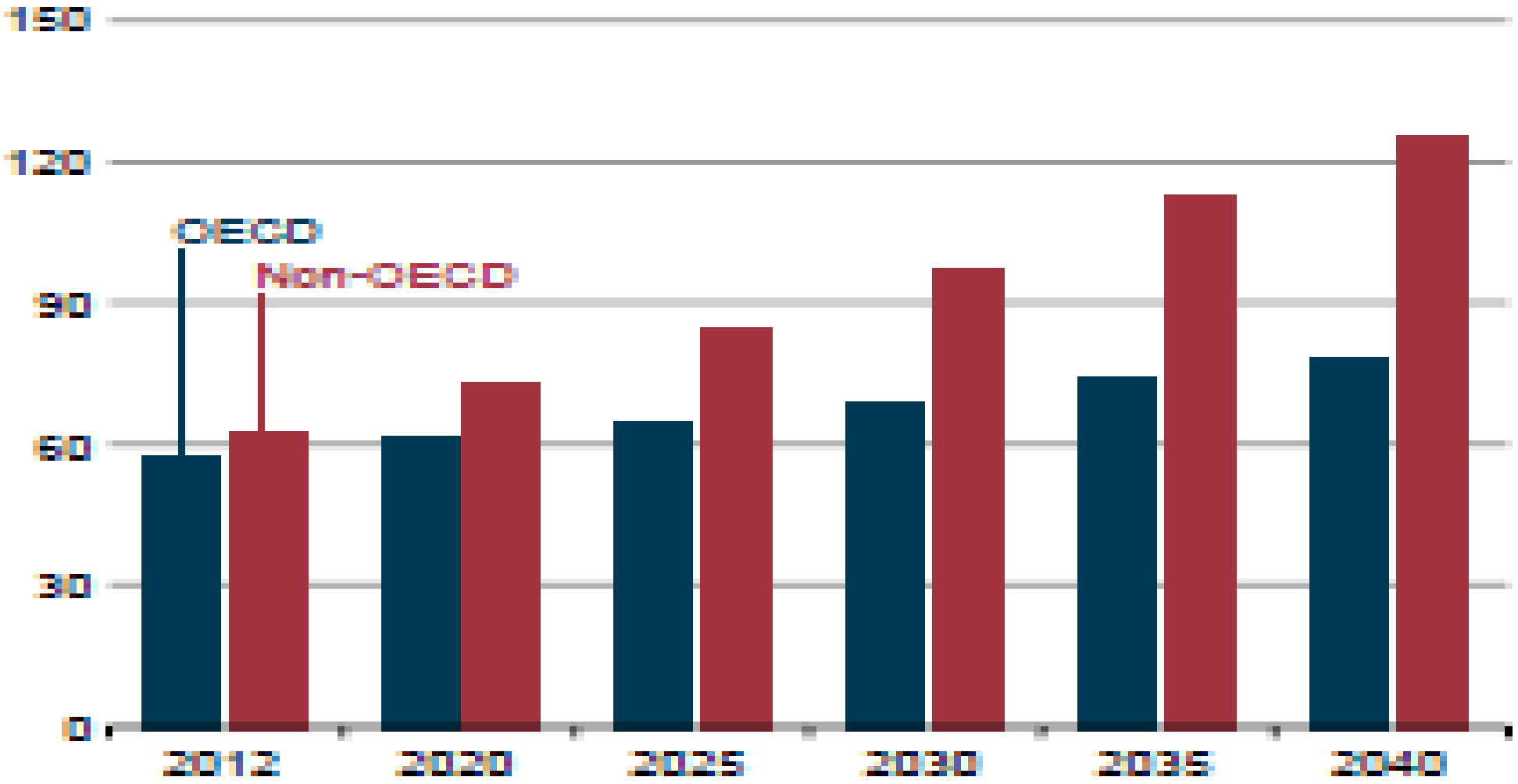
کشورهای عمده دارنده منابع گاز طبیعی و نسبت ذخیره به تولید

کشور	تریلیون متر مکعب	سهم از کل (در صد)	نسبت ذخیره به تولید (سال)
ایران	۳۴	۱۸,۲	۱۰۰<
روسیه	۳۲,۶	۱۷,۵	۵۶,۴
قطر	۲۴,۴	۱۳,۱	۱۰۰<
ترکمنستان	۱۷,۵	۹,۳	۱۰۰<
ایالات متحده	۹,۵	۵,۲	۱۳,۴
عربستان سعودی	۸,۶	۴,۴	۷۵
ونزویلا	۵,۷	۳,۰	۱۰۰<
نیجریه	۵,۱	۲,۷	۱۰۰<
چین	۴,۶	۱,۸	۱۵,۷
الجزایر	۴,۱	۱,۴	۵۴,۱

براورد تقاضای انرژی اولیه دنیا تا ۲۰۴۰ (در سناریو پایه اوپک)

	Levels *mboe/d*				Growth *% p.a.*	Fuel shares *%*			
	2013	2020	2030	2040	2013–40	2013	2020	2030	2040
Oil	84.4	90.1	96.1	100.6	0.7	31.5	30.2	27.9	25.2
Coal	76.1	84.2	92.4	98.3	1.0	28.4	28.3	26.8	24.6
Gas	59.2	69.1	87.7	111.5	2.4	22.1	23.2	25.5	27.9
Nuclear	13.1	13.9	17.5	23.5	2.2	4.9	4.7	5.1	5.9
Hydro	6.3	7.4	8.9	10.2	1.8	2.4	2.5	2.6	2.5
Biomass	26.2	29.1	33.6	38.1	1.4	9.8	9.8	9.8	9.5
Other renewables	2.4	4.3	8.4	17.4	7.6	0.9	1.4	2.4	4.3

مصرف گاز طبیعی در کشورهای توسعه یافته ودر حل توسعه (تریلیون فوت مکعب)



تولید گاز طبیعی در مناطق مختلف دنیا (تریلیون فوت مکعب)

Region/Country	2012	2020	2025	2030	2035	2040	Average annual percent change 2012-40
OECD							
United States[a]	24.0	28.7	30.4	32.9	34.0	35.3	1.4
Canada	6.1	5.8	6.6	7.2	7.9	8.6	1.2
Europe	10.3	8.7	9.1	10.1	11.1	11.9	0.5
Australia/New Zealand	2.1	3.3	4.2	5.0	5.9	7.0	4.4
Other OECD	1.9	1.4	1.7	2.2	2.8	3.6	2.3
Total OECD	44.4	47.9	52.0	57.4	61.8	66.4	1.4
Non-OECD							
Russia	21.8	21.9	23.4	25.9	29.3	31.8	1.4
Europe and Central Asia	6.7	7.0	7.0	7.3	8.1	9.1	1.1
Iran	5.6	7.4	8.7	10.1	11.4	12.4	2.9
Qatar	5.5	5.8	7.0	7.6	8.0	8.4	1.5
Other Middle East	8.1	9.8	10.6	12.1	13.5	15.1	2.2
North Africa	5.6	7.1	7.1	7.1	7.3	7.7	1.1
Other Africa	2.0	2.7	4.1	6.1	7.6	8.8	5.5
China	3.7	7.2	11.1	14.2	16.7	18.7	6.0
Other Asia	10.9	11.1	11.4	12.2	13.4	14.6	1.0
Americas	5.5	6.1	7.0	7.6	8.4	9.4	2.0
Total Non-OECD	75.3	86.1	97.4	110.1	123.6	138.0	2.1
Total World	119.7	134.0	149.4	167.6	185.4	202.4	1.8
Discrepancy[b]	-0.1	0.8	0.4	0.9	0.1	-0.9	

[a]Includes supplemental production minus any projection discrepancy.
[b]Balancing item. Differences between global production and consumption totals result from independent rounding and differences in conversion factors derived from heat content of natural gas that is produced and consumed regionally.

(EIA, 2016)

براورد عرضه و تقاضای گاز طبیعی در مناطق مختلف و در کل دنیا (EIA, 2016,)

mcf

(trillion cubic feet)

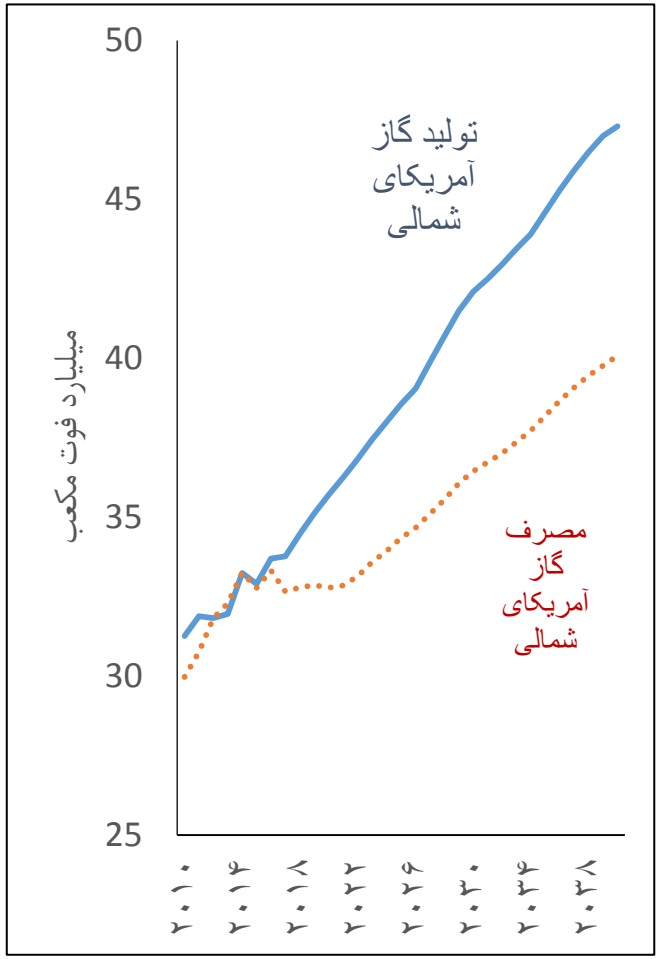
Region	History 2011	History 2012	Projections 2020	2025	2030	2035	2040	Average annual percent change, 2012-40
OECD								
OECD Americas	**30.8**	**31.8**	**32.8**	**34.3**	**36.5**	**38.2**	**40.1**	**0.8**
United States*	24.5	25.5	26.1	26.9	28.1	28.8	29.7	0.5
Canada	3.7	3.7	3.9	4.2	4.7	5.2	5.6	1.5
Mexico and Chile	2.6	2.6	2.8	3.2	3.6	4.2	4.8	2.2
OECD Europe	**18.6**	**17.8**	**19.2**	**20.6**	**22.3**	**23.7**	**25.3**	**1.3**
OECD Asia	**7.6**	**7.9**	**8.9**	**9.8**	**10.4**	**11.3**	**12.2**	**1.6**
Japan	4.5	4.7	5.1	5.6	5.7	5.9	6.0	0.9
South Korea	1.6	1.8	2.1	2.2	2.4	2.7	3.0	1.9
Australia and New Zealand	1.4	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	2.9
Total OECD	**56.9**	**57.5**	**60.9**	**64.7**	**69.2**	**73.2**	**77.6**	**1.1**
Non-OECD								
Non-OECD Europe and Eurasia	**22.8**	**23.0**	**22.5**	**23.9**	**25.0**	**26.0**	**26.0**	**0.4**
Russia	15.3	15.7	15.3	15.8	16.2	16.5	16.0	0.1
Other	7.5	7.3	7.2	8.1	8.9	9.5	10.0	1.1
Non-OECD Asia	**14.6**	**15.1**	**20.8**	**27.2**	**34.0**	**42.5**	**50.8**	**4.4**
China	4.6	5.1	9.1	13.5	17.6	22.7	27.5	6.2
India	2.3	2.1	2.3	2.9	3.8	4.9	6.0	3.9
Other	7.7	7.9	9.4	10.8	12.7	14.9	17.2	2.8
Middle East	**13.9**	**14.7**	**17.7**	**20.5**	**23.5**	**26.1**	**28.9**	**2.5**
Africa	**3.9**	**4.5**	**5.5**	**6.2**	**7.7**	**9.4**	**11.1**	**3.3**
Non-OECD Americas	**5.0**	**5.1**	**5.8**	**6.5**	**7.2**	**8.0**	**8.9**	**2.0**
Brazil	0.9	1.1	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.6
Other	4.1	4.0	4.4	5.0	5.5	6.2	6.8	1.9
Total Non-OECD	**60.3**	**62.3**	**72.3**	**84.4**	**97.5**	**112.0**	**125.7**	**2.5**
Total World	**117.1**	**119.8**	**133.2**	**149.1**	**166.6**	**185.2**	**203.3**	**1.9**

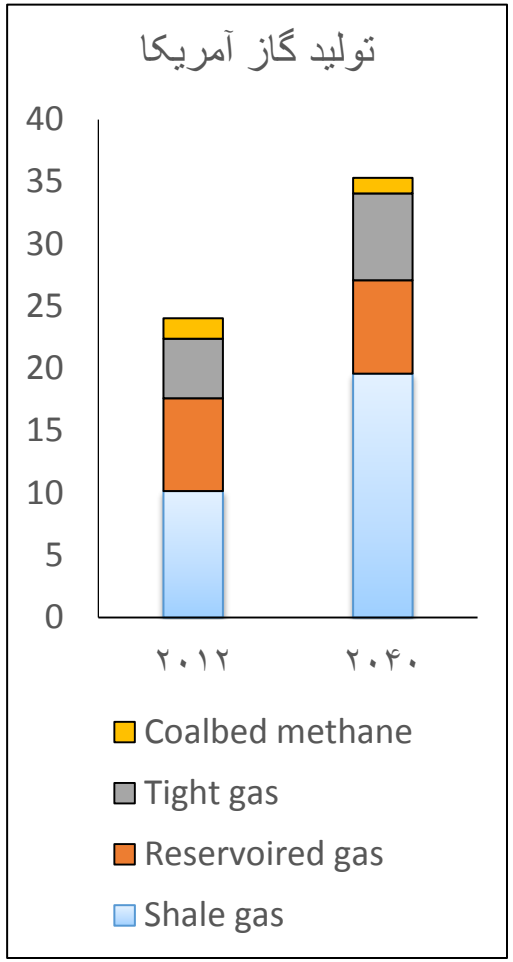
*Includes the 50 States and the District of Columbia.
Note: Totals may not equal sum of components due to independent rounding.
Sources: **History:** U.S. Energy Information Administration (EIA), International Energy Statistics database (as of May 2015), www.eia.gov/ies. **Projections:** EIA, *Annual Energy Outlook 2015*, DOE/EIA-0383(2015) (Washington, DC: April 2015); AEO2015 National Energy Modeling System, run REF2015.D021915A, www.eia.gov/aeo; and World Energy Projection System Plus (2016), run IEO2016-reference_final_2016.02.19_115008.

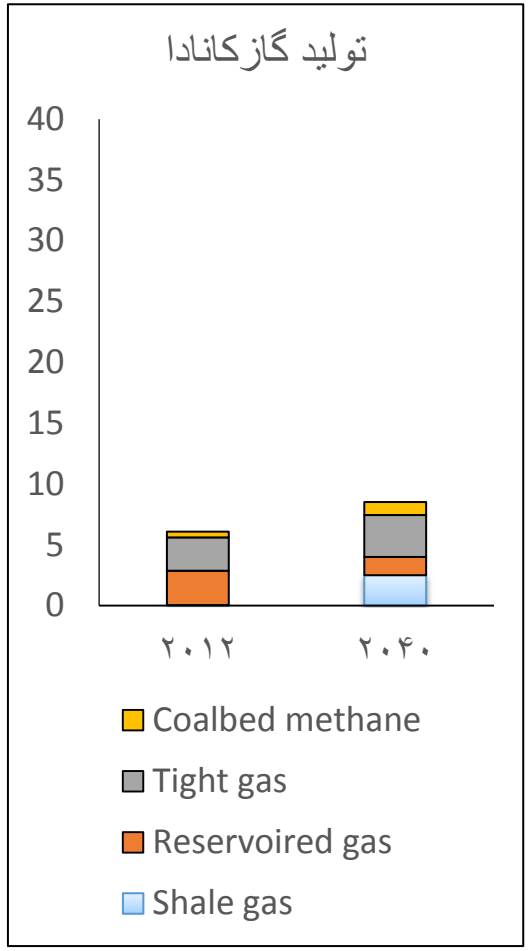
Region/Country	2012	2020	2025	2030	2035	2040	Average annual percent change 2012-40
OECD							
United States*	24.0	28.7	30.4	32.9	34.0	35.3	1.4
Canada	6.1	5.8	6.6	7.2	7.9	8.6	1.2
Europe	10.3	8.7	9.1	10.1	11.1	11.9	0.5
Australia/New Zealand	2.1	3.3	4.2	5.0	5.9	7.0	4.4
Other OECD	1.9	1.4	1.7	2.2	2.8	3.6	2.3
Total OECD	**44.4**	**47.9**	**52.0**	**57.4**	**61.9**	**66.4**	**1.4**
Non-OECD							
Russia	21.8	21.9	23.4	25.9	29.3	31.8	1.4
Europe and Central Asia	6.7	7.0	7.0	7.3	8.1	9.1	1.1
Iran	5.6	7.4	8.7	10.1	11.4	12.4	2.9
Qatar	5.5	5.8	7.0	7.6	8.0	8.4	1.5
Other Middle East	8.1	9.8	10.6	12.1	13.5	15.1	2.2
North Africa	5.6	7.1	7.1	7.1	7.3	7.7	1.1
Other Africa	2.0	2.7	4.1	6.1	7.6	8.8	5.5
China	3.7	7.2	11.1	14.2	16.7	18.7	6.0
Other Asia	10.9	11.1	11.4	12.2	13.4	14.6	1.0
Americas	5.5	6.1	7.0	7.6	8.4	9.4	2.0
Total Non-OECD	**75.3**	**86.1**	**97.4**	**110.1**	**123.5**	**136.0**	**2.1**
Total World	**119.7**	**134.0**	**149.4**	**167.5**	**185.4**	**202.4**	**1.9**
Discrepancy[b]	-0.1	0.8	0.4	0.9	0.1	-0.9	

*Includes supplemental production minus any projection discrepancy.
[b]Balancing item. Differences between global production and consumption totals result from independent rounding and differences in conversion factors derived from heat content of natural gas that is produced and consumed regionally.

آمریکا از یک واردکننده به صادرکننده گاز تبدیل خواهد شد



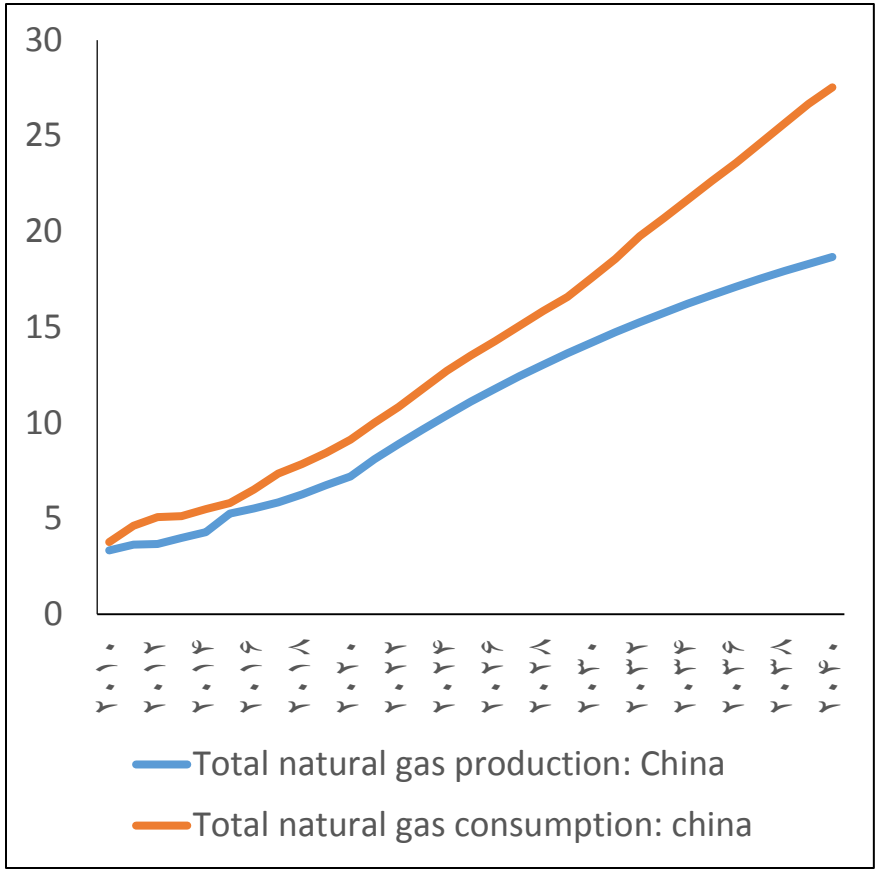


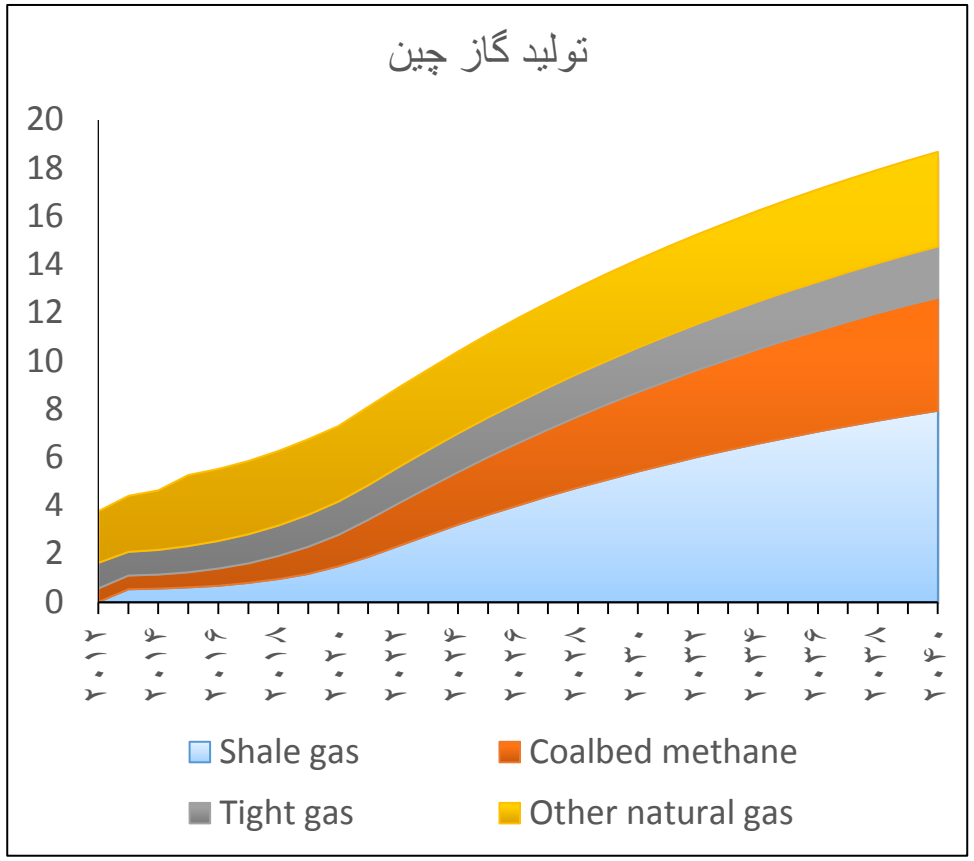


آمریکای شمالی که تا سال ۲۰۱۴ واردکننده خالص گاز طبیعی بود پس از انقلاب شیل های گازی ایالات متحده به یک صادرکننده تبدیل شده است.

پس این قاره نه تنها در آینده بازار فروشی برای تولیدکنندگان گاز نخواهد بود بلکه رقیبی برای آن‌ها نیز محسوب می‌شود

رشد سریع تولید در چین





- چین بزرگترین ذخایر شیل گازی جهان را دارد و تا سال۲۰۴۰ تولید شیل های گازی این کشور رشد چشمگیری خواهد داشت.
- با این وجود پیش بینی می شود این کشور تا سال ۲۰۴۰ واردکننده خالص گاز باشد.

براورد تقاضا برای گاز ایران در سالهای آینده تا ۲۰۴۰

(تریلیون فوت مکعب، conversion factor=۰,۰۲۸)

	۲۰۱۲	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰	نرخ رشد
تولید ایران	5.6	7.4	8.7	10.1	11.4	12.4	2.9%
تولید دنیا	119.7	134.0	149.4	167.5	185.4	202.4	
مصرف دنیا	119.8	133.2	149.1	166.6	185.2	203.3	
مازاد تولید دنیا	-o.1	0.8	0.3	0.9	0.2	-0.9	
تولید گاز ایران دنیا بدون ایران	114.1	126.6	140.7	157.4	174.0	190.0	
تقاضا برای گاز ایران	5.7	6.6	8.7	9.2	11.2	13.3	3.1%
مازاد عرضه ایران	-0.1	0.8	0.0	0.9	0.2	-0.9	

اهداف تولید و پالایش گاز در برنامه ششم توسعه

- تا پایان سال ۱۳۹۴ حدود ۲۰۰ میلیون متر مکعب در روز به ظرفیت پالایش وتولید گاز پالایش شده نسبت به سال ۱۳۹۲ اضافه خواهد شد. (شامل فاز های ۱۲،۱۵،۱۶،۱۷،۱۸ وبخش از فاز۱۹ پارس جنوبی) میزان تولید گاز غنی با بهره‌برداری از فازهای اولویت اول پارس جنوبی در پایان سال ۱۳۹۶ به ۱۰۱۰ میلیون متر مکعب در روز و با توسعه کامل فازهای این میدان(به جز فاز ۱۱)، به ۱۲۵۳ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۹۹ افزایش می‌یابد.
- میزان گاز پالایش شده از ۱۶۳ میلیارد مترمکعب در سال ۹۲ بوده که این میزان در پایان برنامه ششم توسعه به حدود ۳۵۷ میلیارد مترمکعب در سال خواهد رسید.

روند گذشته و برنامه آتی توسعه بالادستی بخش گاز

شاخص	واحد	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	رشد سالانه برنامه ششم
تولید گاز غنی	میلیون متر مکعب در روز	۶۳۵	۶۸۰	۷۴۶	۸۹۶	۱۰۱۰	۱۱۰۱	۱۱۷۸.۸	۱۲۵۳	٪۱۰.۹
تولید گاز غنی از پارس جنوبی	میلیون متر مکعب در روز	۲۶۷	۳۰۶	۴۲۶	۵۱۶	۶۷۱	۷۴۲	۷۶۵	۷۷۳	٪۱۲.۷
سهم تولید گاز غنی از میادین مشترک	در صد	۴۲	۴۵.۵	۵۳	۵۷.۱	۶۰	۶۵.۶	۶۶.۳	۶۶	
میزان گاز پالایش شده	میلیارد متر مکعب در سال	۱۶۳	۱۸۷	۲۱۸	۲۳۶	۲۸۴	۳۱۳	۳۳۸	۳۵۷	٪۱۰.۴
میزان گاز فروخته شده داخلی (صنایع ،خانگی ، تجاری ونیروگاه)	میلیارد متر مکعب در سال	۱۵۰	۱۵۶	۱۶۹.۲	۱۸۰	۲۱۰	۲۲۲	۲۳۲	۲۵۰	٪۸.۲

مصارف گاز طبیعی و گاز رسانی (جایگزینی با سوخت مایع برای تولید برق)

- میزان مصرف گاز طبیعی طی سال ۱۳۹۳ در نیروگاه‌ها ۵۰ میلیارد متر مکعب بوده که رشد ۳۸ درصدی نسبت به مدت مشابه سال قبل دارد و در مقابل سهم سوخت مایع در سبد مصرفی نیروگاه‌ها از ۴۶ درصد در سال ۱۳۹۲ به ۳۰ درصد در سال ۱۳۹۳ کاهش یافته است (کاهش ۹ میلیارد لیتر سوخت). میزان گاز طبیعی تحویلی به نیروگاه‌ها در هفت ماهه اول سال ۱۳۹۴ حدود ۴۱ میلیارد متر مکعب بوده که افزایش ۱۷ درصدی نسبت به مدت مشابه سال ۱۳۹۳ را نشان می‌دهد(کاهش ۴ میلیارد لیتر سوخت مایع). بر اساس برنامه‌ریزی انجام شده با تحویل بیش از ۲۵۰ میلیون متر مکعب در روز گاز طبیعی به نیروگاه‌ها در سال ۱۳۹۹، سهم سوخت مایع به کمتر از ۱۰ درصد خواهد رسید. این اقدام علاوه بر جنبه اقتصادی بزرگ ملی در کاهش آلاینده ها نقش خواهد داشت .

روند گذشته و برنامه آتی سوخت مصرفی نیروگاه های کشور

شاخص	گاز مصرفی (میلیارد متر مکعب)	نفت گاز مصرفی (میلیارد لیتر)	نفت کوره مصرفی (میلیارد لیتر)	گاز معادل (میلیارد متر مکعب)	سهم گاز (درصد)	سهم نفت گاز(درصد)	سهم نفت کوره(درصد)
۱۳۹۲	۳۷.۲۳	۱۲.۱	۱۵.۲۵	۶۴.۲۵	**۵۸٪**	**۱۹٪**	**۲۴٪**
۱۳۹۳	۵۰	۸.۴	۱۰.۱۴	۶۸.۵	**۷۳٪**	**۱۲٪**	**۱۵٪**
۱۳۹۴	۵۷	۶	۸	۷۱	**۸۰٪**	**۸٪**	**۱۱٪**
۱۳۹۵	۶۴.۱	۳.۷۷	۷.۵۴	۷۵.۴۱	**۸۵٪**	**۵٪**	**۱۰٪**
۱۳۹۶	۶۸.۶	۳.۵۸	۷.۱۷	۷۹.۲	**۸۷٪**	**۵٪**	**۹٪**
۱۳۹۷	۷۳.۲۵	۳.۴	۶.۸	۸۳.۴۷	**۸۸٪**	**۴٪**	**۸٪**
۱۳۹۸	۷۸.۱	۳.۲۳	۶.۴۶	۸۷.۸	**۸۹٪**	**۴٪**	**۷٪**
۱۳۹۹	۸۳.۲	۳.۰۷	۶.۱۵	۹۲.۴۲	**۹۰٪**	**۳٪**	**۷٪**
رشد سالانه برنامه ششم	٪۷.۸	٪-۱۲.۵	٪-۵.۱	٪۵.۴			

مصارف گاز طبیعی و گاز رسانی (صنایع، مجتمع های پتروشیمی و خانوارها)

- اختصاص گاز طبیعی به صنایع عمده در دی‌ماه سال ۱۳۹۳ حدود ۷۰ درصد بیشتر از دی‌ماه سال ۱۳۹۲ بوده است و عرضه گاز طبیعی به مجتمع‌های پتروشیمی در سال ۱۳۹۳ به میزان ۱۵.۴ درصد نسبت به سال ۱۳۹۲ رشد داشته است. همچنین، در ۷ ماه اول سال ۱۳۹۴ میزان گاز طبیعی تحویلی به صنایع عمده (غیر از پتروشیمی) حدود ۵۰ میلیون متر مکعب در روز بوده و به طور متوسط به میزان ۴۳ میلیون متر مکعب در روز گاز طبیعی و حدود ۱۴۸ هزار بشکه در روز میعانات گازی به مجتمع‌های پتروشیمی تحویل شده است. گاز طبیعی تحویلی به صنایع عمده با رشد۵.۴ درصد درسال و پتروشیمی‌ها با رشد ۲۲در صد در سال ، در سال ۱۳۹۹ به ترتیب به حدود ۶۵ و ۱۱۶ میلیون متر مکعب خواهد رسید.

- کل تعداد واحد گازرسانی شده بر اساس طرح گازرسانی به شهرها و روستاها طی دوره بهمن ماه سال ۱۳۹۳ تا انتهای آبان ماه ۱۳۹۴ برابر با ۶۷۷۴۲۲ خانوار(حدود ۲۸ درصد خانوارهای هدف) است. گازرسانی به حدود ۲.۴ میلیون خانوار شهری و روستایی و نیروگاه‌های سیستان و بلوچستان تا پایان سال ۱۳۹۶ مورد هدف می‌باشد.

- **درصد بهره مندی روستایی وشهری از گاز طبیعی به شرح ذیل می باشد**

شاخص	۱۳۹۲ خرداد	۱۳۹۲ اسفند	۱۳۹۳ اسفند	۱۳۹۴ اردیبهشت	۱۳۹۴ پیش بینی اسفند	۱۳۹۶
بهره مندی روستائیان از گاز طبیعی	۵۵	۵۸	۶۳	۶۳	۷۴	۹۶
بهره مندی شهری از گاز طبیعی	۹۵	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۸
بهره مندی کل از گاز طبیعی	۸۵	۸۷	۸۸	۸۹	۹۱	۹۷

- **تعداد جایگاه‌های CNG کشور از ۲۱۷۲ جایگاه در پایان سال ۱۳۹۲ به ۲۲۹۰ جایگاه در پایان شهریور ماه سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است.**

مصارف گاز طبیعی و گاز رسانی

- منابع اجرای این طرح های گاز رسانی حدود ۷ میلیارد دلار از محل منابع بند ق تبصره (۲) قانون بودجه ۱۳۹۳ وماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر و ارتقاء نظام مالی کشور از محل صرفه جویی فرآورده های نفتی انجام شده وخواهد شد.

نام طرح	سقف تعهد دولت در بازپرداخت‌ها	تاریخ تصویب	حداقل میزان صرفه جویی (درسال)	دوره اجرا
گازرسانی به شهرهای کوچک وروستاهای باقیمانده (گازرسانی به ۲۳۶۳ هزار خانوار)	۵.۴ میلیارد دلار	ابلاغ شده	۳.۱ میلیارد لیتر نفت سفید در سال ۱.۵ میلیون تن گاز مایع	۹۶-۱۳۹۴
گازرسانی به استان سیستان و بلوچستان	۱.۶ میلیارد دلار	ابلاغ شده	۱.۴ میلیارد لیتر نفت گاز و ۵۴۹ میلیون لیتر نفت کوره	۹۶-۱۳۹۴
جمع سرمایه گذاری	**۷میلیارد دلار**		**حدود ۸ میلیارد لیترسوخت**	

- جایگزینی و بهینه سازی مصرف گاز، به همراه تخصیص فرآورده ها صرفاً در حمل و نقل و خوراک واحدهای صنعتی و پتروشیمی بصورت جدی و اجتناب ناپذیر باید صورت گیرد و در غیر این صورت کلیه برنامه های تزریق گاز به مخازن نفتی برای افزایش بازیافت نفت و صادرات گاز ضربه خواهد خورد.

برنامه صادرات گاز طبیعی و تزریق گاز به مخازن نفتی

- صادرات گاز در سال ۹۲ حدود ۹.۲۸ میلیارد مترمکعب بوده است .

برنامه صادرات گاز طبیعی به کشورهای همسایه (ترکیه، عراق، پاکستان، عمان، امارات ، ارمنستان و افغانستان) از ۳۰ میلیون مترمکعب در روز به ۲۲۵ میلیون متر مکعب در روز در پایان برنامه ششم (سال ۱۳۹۹) افزایش می یابد. صادرات گاز طبیعی به عراق؛ با تکمیل خط ششم سراسری و فاز اضطراری آن (خط لوله چهارمله- نفت‌شهر) با جدیت دنبال می‌شود.پیش بینی می شود با صادرات گاز به کشورهای همسایه و گرمسیر برای تولید برق ، درمواقع اوج مصرف (زمستان)،افزایش مصارف بخش خانگی وتجاری با کاهش صادرات جبران شود.

تزریق گاز به مخازن نفتی علاوه بر اثر مهم افزایش ضریب بازیافت نفت خام می تواند بصورت فصلی ، اوج مصرف بخش خانگی و زمستان را تنظیم کند.

روند گذشته و برنامه صادرات گاز طبیعی

شاخص	واحد	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	رشد سالانه برنامه ششم
صادرات گاز طبیعی	میلیون متر مکعب در روز	۲۵.۴	۲۶.۶	۲۶.۸	۲۷.۷	۹۳.۹	۱۵۲.۸	۱۸۷.۲	۲۲۵	۵۳

پتروشیمی

- از طرح‌های در حال اجرای پتروشیمی، پلی اتیلن سنگین پتروشیمی ایلام و واحد بوتن ۱ پتروشیمی لرستان (جمعاً به ظرفیت ۳۷۸ هزار تن) در سال ۱۳۹۳، به بهره‌برداری رسیده و نیز قطعات ۸، ۹ و ۱۰ خط لوله اتیلن غرب، واحد بوتن ۱ پتروشیمی مهاباد، واحد پلی‌اتیلن سنگین/سبک خطی پتروشیمی لرستان، واحد یوتیلیتی مجتمع شهدای مرودشت، فاز دوم الفین یازدهم پتروشیمی کاویان و واحد اسید سولفوریک پتروشیمی ارومیه(طرح توسعه) تا اوایل مهرماه سال ۱۳۹۴ راه‌اندازی شده است.

- در راستای تکمیل زنجیره ارزش صنایع پتروشیمی با تکیه بر مطالعات بازار، طرح‌های توسعه این صنعت بازنگری و اولویت‌بندی شده و تهیه برنامه جدید توسعه این صنعت در مراحل پایانی قرار دارد. مطابق بازنگری انجام شده حدود ۸ میلیون تن ظرفیت جدید تا پایان سال ۱۳۹۶ و ۲۷ میلیون تن دیگر تا پایان برنامه ششم توسعه اضافه خواهد شد. این افزایش ظرفیت ها بویژه تاکید بر واحد های مرحله دوم و سوم پتروشیمی وتولید محصولات با ارزش افزوده بیشتر با عث رشد ارزش افزوده این صنعت حدود۱۸ درصد در سال (به قیمت ثابت تابستان سال ۱۳۹۰) خواهد شد.

روند گذشته و برنامه آتی توسعه فروش بخش پتروشیمی

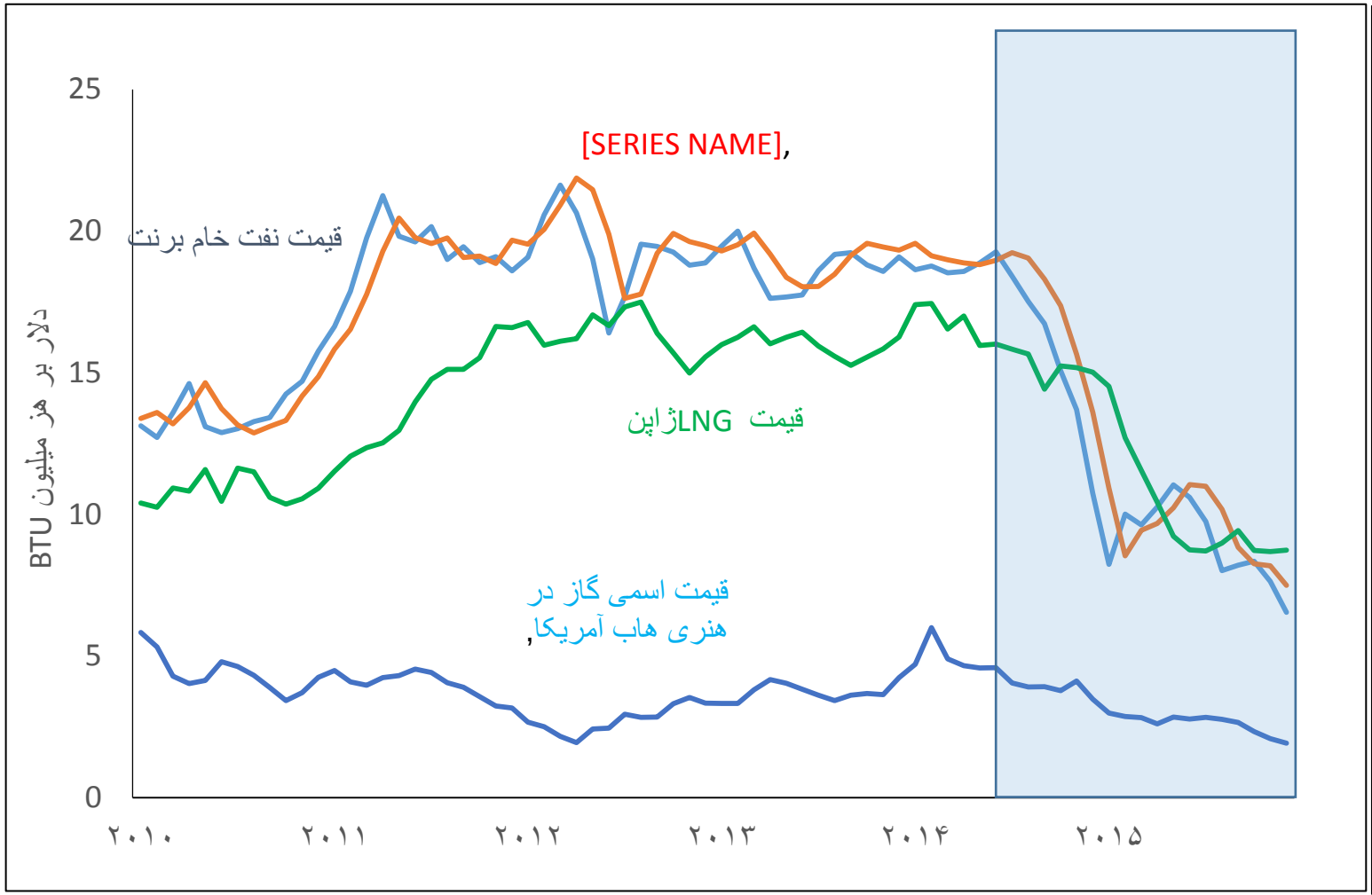
شاخص	واحد	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	رشد سالانه برنامه ششم
ارزش فروش داخلی پتروشیمی	میلیارد دلار	۶.۱	۶.۹	۸	۹.۱	۹.۳۳	۹.۷۷	۱۰.۰۶	۱۱	٪۶.۶
ارزش صادرات پتروشیمی	میلیارد دلار	۹.۹	۱۰.۳	۱۰	۱۲.۵	۱۵	۲۲	۲۷	۳۰	٪۲۴.۶
جمع ارزش فروش داخلی و صادرات پتروشیمی	میلیارد دلار	۱۶	۱۷.۲	۱۸	۲۱.۶	۲۴.۳	۳۱.۸	۳۷	۴۱	٪۱۸

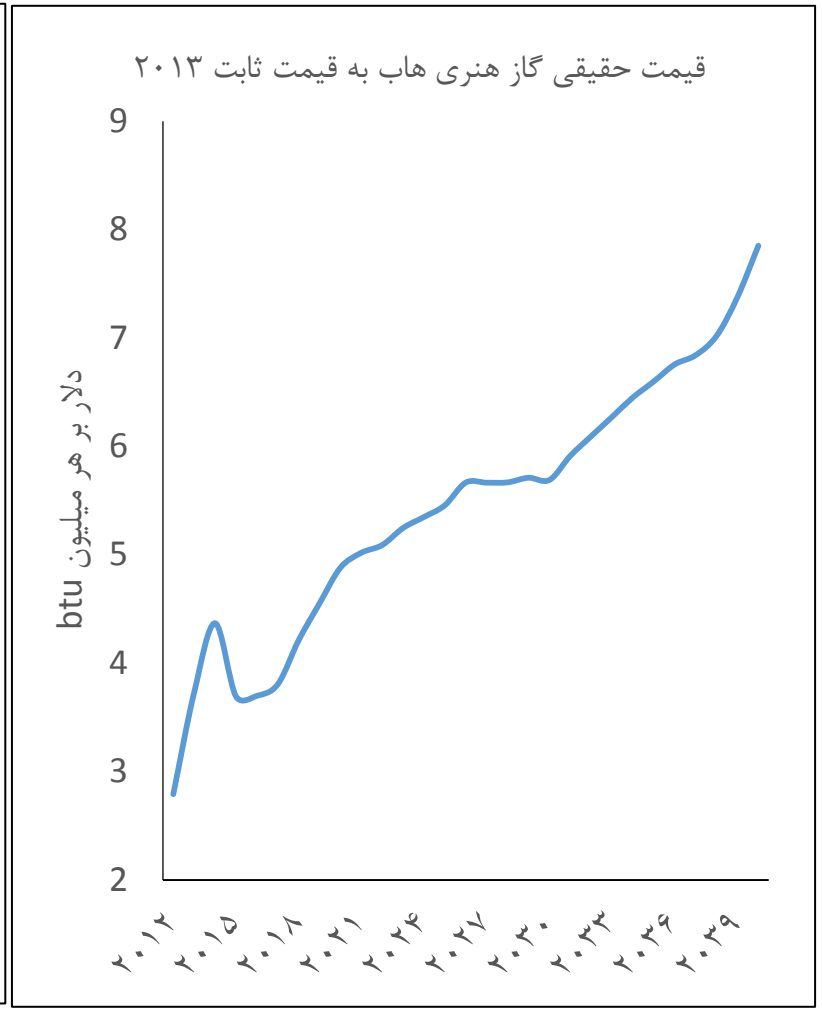
ارزش محصولات پتروشیمی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۹۰ می‌باشد.

ملاحظات اقتصادی و غیر اقتصادی

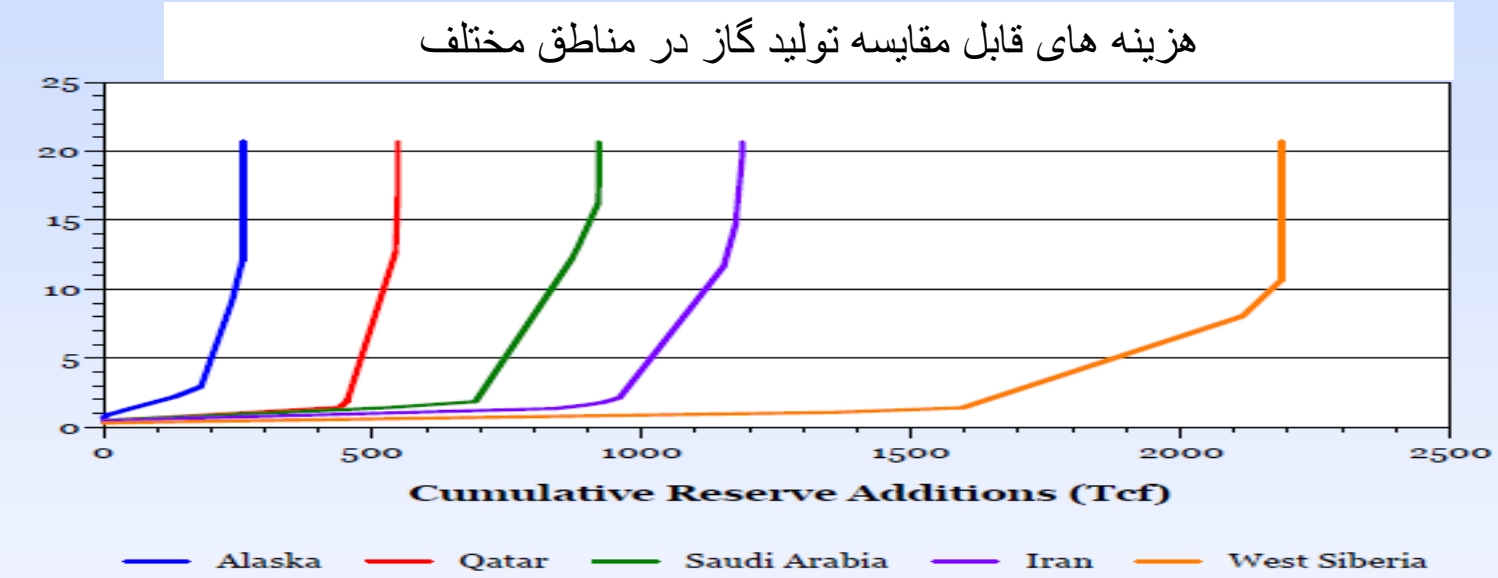
- در صورتیکه تولید گاز طبیعی ما سریعتر از تقاضای جهانی برای آن افزایش یابد طبعا یا باید گاز را با براورد تقاضای جهانی برای گاز ایران در سناریوهای مختلف (اما درهر حال به قیمت ارزان تر) در بازارهای بین المللی بفروشیم یا در داخل کشور با جایگزینی به جای سوخت مایع، تولید برق و صادرات آن، توسعه صنایع پتروشیمی و تزریق به چاه های نفت آنرا مصرف کنیم. در هر صورت برای تخصیص بهینه گاز به مصارف جایگزین نیاز به برنامه ریزی داریم. بنابراین موضوع پیچیده بوده و باید ملاحظات اقتصادی وغیر اقتصادی را در این مورد در نظر گرفت.

روند کاهشی قیمت نفت و گاز درسالهای گذشته و احتمال افزایش بطیی آن در آینده





نیاز به منابع ارزی و مزیت طبیعی نسبی کشور در صادرات گاز



Sources: USGS, EIA, author calculations Rice University,

ملاحظه اقتصادی مهم دیگر نیاز کشور به درآمدهای ارزی صادرات گاز برای افزایش سرمایه گذاری و تسریع رشد اقتصادی است

ملاحظات غیر اقتصادی

➢ این ملاحظات را بطور کلی میتوان به سه دسته تقسیم کرد:

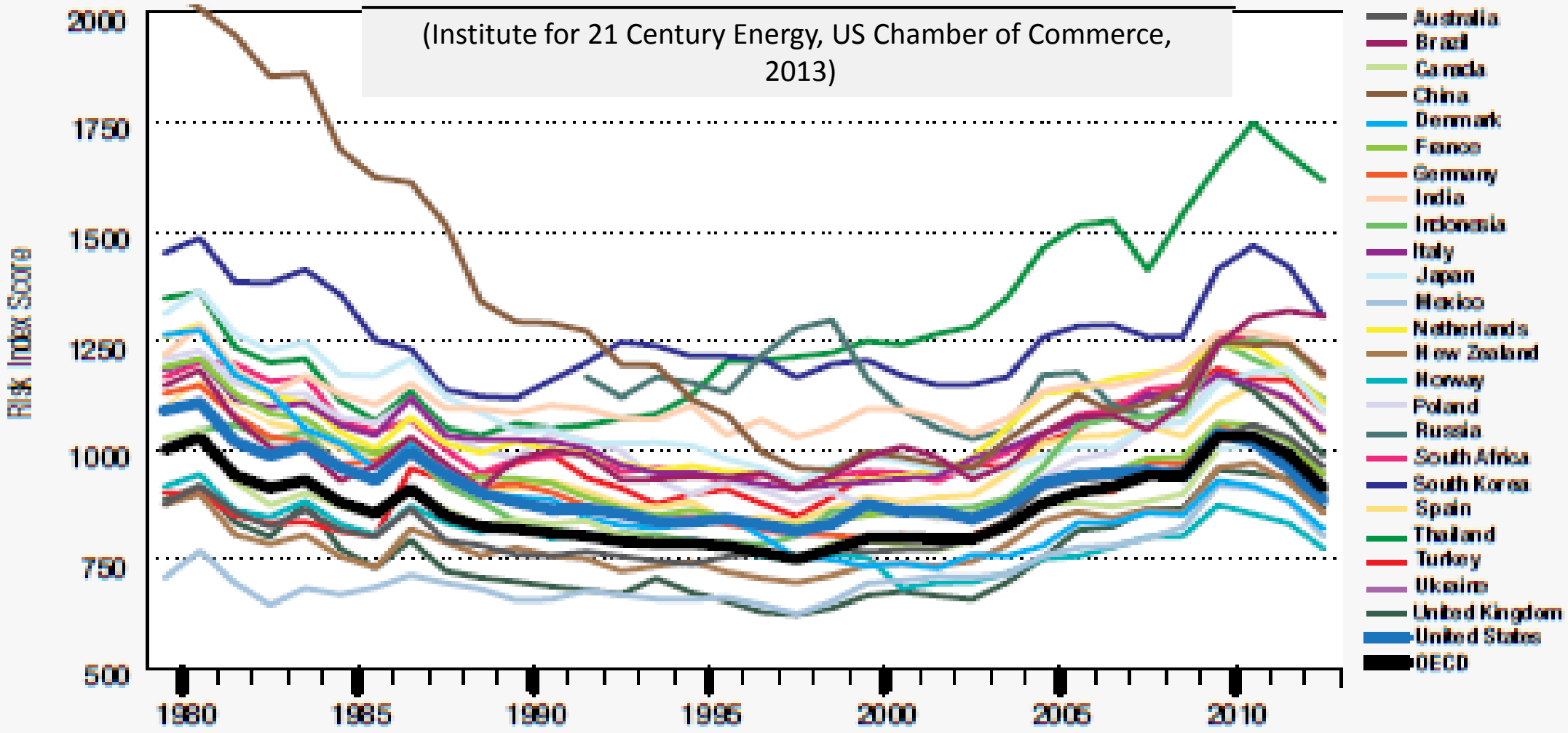
- صادرات پایدار گاز به کشورهای همسایه و بازارهای بزرگ مانند اروپا، هند و چین میتواند بر ضریب امنیت بین المللی کشور اثر مثبت گذارد،

- جایگزین گاز با سوختهای دیگر و سهم بسیار بزرگ گاز در ترکیب انرژی کشور میتواند بر ضریب امنیت انرژی در داخل کشور تاثیر منفی گذارد،

- ملاحظات زیست محیطی با توجه به گرایش جهان به سوختهای پاک. (در کوتاه مدت نظر گرفتن گاز به عنوان یک سوخت نسبتا پاک برای ایجاد آمادگی در یک دوره گذار به سوختهای کاملا پاک در بلند)

شاخص (ریسک) امنیت انرژی برای کشورهای پر مصرف انرژی

(سالهای ۱۹۸۰-۲۰۱۳)



شاخص امنیت انرژی کشورهای عمده مصرف کننده انرژی در جهان

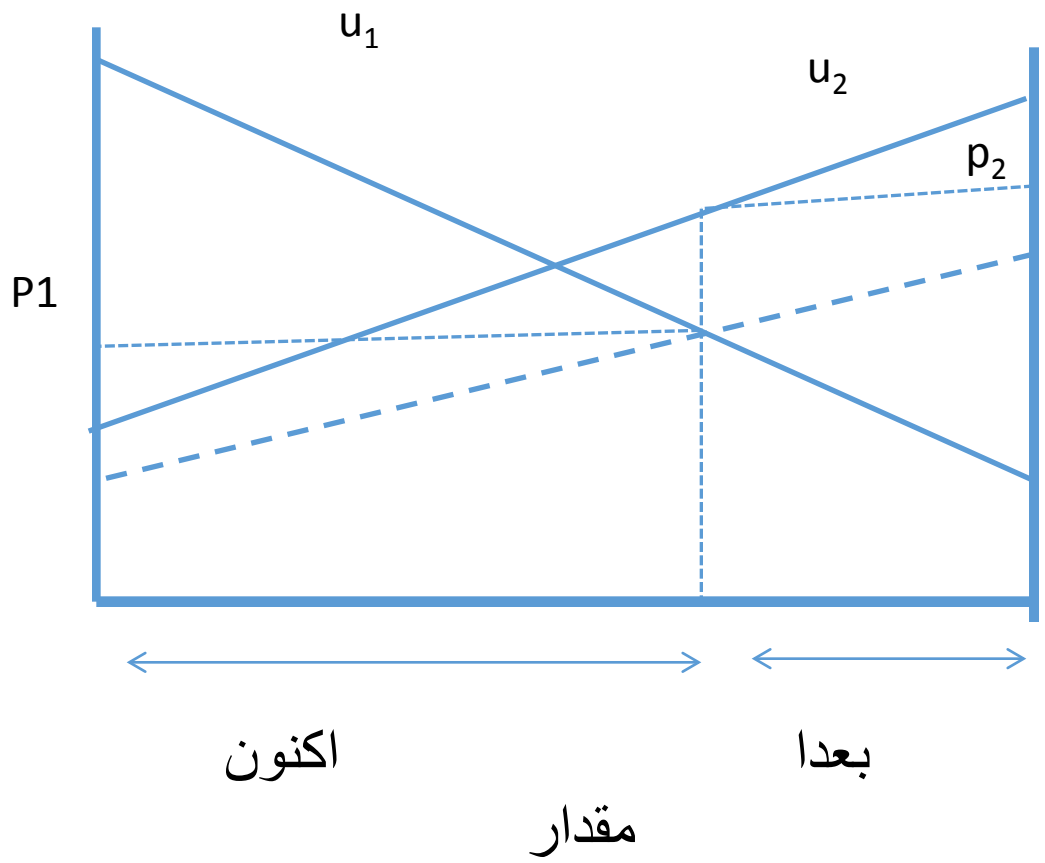
(Institute for 21 Century Energy, US Chamber of Commerce, موسسه ،۲۰۱۳ سال)

کشور	امتیاز	رده بندی
نوروژ	۷۷۴	۱
مکزیک	۸۰۲	۲
دانمارک	۸۱۹	۳
زولاند نو	۸۵۵	۴
برتانیا	۸۶۶	۵
ایالات متحده آمریکا	۸۸۵	۶
کانادا	۸۹۳	۷
متوسط کشورهای توسعه یافته	۹۱۲	
فرانسه	۹۴۲	۸
آلمان	۹۴۴	۹
استرالیا	۹۶۲	۱۰
لهستان	۹۸۶	۱۱
اسپانیا	۱۰۳۷	۱۲

کشور	امتیاز	رده بندی
ایتالیا	۱۰۴۳	۱۳
ترکیه	۱۰۸۷	۱۴
ژاپن	۱۰۸۸	۱۵
هلند	۱۱۰۶	۱۶
روسیه	۱۱۱۵	۱۷
هند	۱۱۶۴	۱۸
اندونزی	۱۱۶۴	۱۹
چین	۱۱۷۲	۲۰
افریقای جنوبی	۱۱۷۵	۲۱
کره جنوبی	۱۳۰۶	۲۲
برزیل	۱۳۰۷	۲۳
عربستان سعودی	۱۴۴۹	
ایران	۱۸۳۰	

اقتصاد عرضه منابع پایان پذیر

- ابعاد تهی شدن مخازن نفت و گاز: اکنون یا بعدا،



u1=u2/(1+r)
u2/u1=1+r

P2/p1=u2/u1

(p2-p1)/p1=r

P2=p1+(p2-p1)
=p1+rp2

اقتصاد عرضه منابع پایان پذیر

- یک مدل ساده از استخراج منابع پایان پذیر:
  - y_t مقدار استخراج منبع در زمان t
  - X_t موجودی منبع در ابتدای دوره t
  - $c(y_t,X_t)$ کل هزینه استخراج
  - $P(y)_t$ معکوس تابع تقاضا برای منبع
  - r نرخ تنزیل
  - T افق زمانی

$$Max(y_t)\sum_{t=0}^{T}\left[\frac{1}{(1+r)^t}\left(p_t y_t - c(y_t, X_t)\right)\right]$$

$$s.t.....X_0 = \overline{X}_0;.....X_T = \overline{X}_T$$

$$و.....\frac{dX_t}{d_t} = -y_t,.....X_{t+1} - X_t = -y_t,$$

$$Lagrangef..function$$

$$.....L = \sum_{t=0}^{T}\left[\frac{1}{(1+r)^t}\left(p_t y_t - c(y_t, X_t)\right)\right]$$

$$.....+\sum_{t=0}^{T-1}\mu_t\left(X_t - X_{t+1} - y_t\right) + \alpha\left(\overline{X}_0 - X_0\right) + \beta\left(\overline{X}_T - X_T\right)$$

اقتصاد عرضه منابع پایان پذیر

- شرایط مرحله اول حاصل از مشتق گیری معادله بر حسب y_t

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{P_t - \left(\frac{\partial c}{\partial y_t}\right)}{(1+r)^t} - \mu_t = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots P_t - \frac{\partial c}{\partial y_t} = \mu_t (1+r)^t = \lambda_t \Rightarrow P_t = \frac{\partial c}{\partial y_t} + \lambda$$

خالص رانت برابر بهره مالکانه است.

- و یا به عبارت دیگر قیمت مساوی است با هزینه نهایی تولید منبع پایان پذیر به اضافه بهره مالکانه λ. عبارت در سمت راست عبارت است از هزینه مصرف کننده و نشان میدهد که برای منابع پایان پذیر قیمت شامل یک جزء اضافی است که تاثیر تهی شدن منبع را نشان میدهد. اگر هزینه تولید قابل اغماض باشد قیمت با نرخ بهره افزایش می یابد.

اقتصاد عرضه منابع پایان پذیر

- تاثیر انحصار بر تهی شدن منبع پایان پذیر

$$Lagrange..function$$

$$.....L=\sum_{t=0}^{T}\left[\frac{1}{(1+r)^{t}}\left(p_{t}(y_{t}).y_{t}-c(y_{t},X_{t})\right)\right]$$

$$.....+\sum_{t=0}^{T-1}\mu_{t}\left(X_{t}-X_{t+1}-y_{t}\right)+\alpha\left(\overline{X}_{0}-X_{0}\right)+\beta\left(\overline{X}_{T}-X_{T}\right)$$

- همان مساله است اما در اینجا قیمت داده شده نبوده بلکه به میزان تولید انحصار کننده بستگی دارد بنابراین شرایط نخست ناشی از مشتق گیری تابع گرانژ بر حسب تولید خواهیم داشت:

اقتصاد عرضه منابع پایان پذیر

$$\frac{P_t + y_t \frac{dp}{dy_t} - \left(\frac{\partial c}{\partial y_t}\right)}{(1+r)^t} - \mu_t = 0$$

$$MR - MC = Royalty$$

$$\frac{P_t\left(1+\frac{1}{e_p}\right) - \left(\frac{\partial c}{\partial y_t}\right)}{(1+r)^t} - \mu_t = 0$$

$$P_t\left(1+\frac{1}{e_p}\right) - \left(\frac{\partial c}{\partial y_t}\right) = \mu_t (1+r)^t = \lambda_t$$

$$P_t = \lambda_t + \left(\frac{\partial c}{\partial y_t}\right) - \frac{\lambda_t + \left(\frac{\partial c}{\partial y_t}\right)}{1+e_p}$$

که دلالت دارد بر اینکه قیمت در شرایط انحصار دارای سه قسمت است : هزینه نهایی تولید، بهره مالکانه و رانت ناشی از انحصار

آزمون نظریه هتلینگ در بلند مدت: نرخهای رشد قیمت کالاها

(تعدیل شده تورم)

کالا و مواد اولیه	دوره زمانی	نرخ رشد متوسط سالانه (%) (تعدیل شده از نظر تورم)
الومینیوم	۱۸۷۲-۲۰۰۵	-3.97
زغال سنگ	۱۶۵۰-۲۰۰۵	0.13
مس	۱۸۰۰-۲۰۰۵	-0.27
طلا	۱۶۵۰-۲۰۰۵	0.16
آهن	۱۷۸۲-۲۰۰۵	-0.56
سرب	۱۶۵۰-۲۰۰۵	0.07
نیکل	۱۸۴۰-۲۰۰۵	-1.17
نفت خام	۱۸۵۹-۲۰۰۵	0.33
نقره	۱۶۸۷-۲۰۰۵	-0.29
قلع	۱۸۰۰-۲۰۰۵	0.71
روی	۱۸۵۳-۲۰۰۵	-0.16

Source: Federal Reserve of Minneapolis, 2013

مدل های بهینه سازی تخصیص انرژی در مطالعات تجربی

- در مطالعات تجربی مدل سازی برای مطالعه ویژگیهای تخصیص منابع انرژی معمولا مساله بهینه سازی شامل تابع هدف (یا توابع هدق چندگانه) و محدودیتهای نختلف است. هدف از طرح و حل این مساله تخصیص بهینه حاملهای انرژی از جمله گاز طبیعی به نحوی است که هزینه های (تنزیل شده) پاسخگویی به تقاضا های نهایی انرژی در طول زمان، فضا و حاملهای مورد استفاده انرژی را حداقل کند.

در اینجا از مدلی کلی که ویلیام نوردهاوس، اقتصاددان معروف طرح کرده است استفاده میکنیم.

$$\sum_{(i,j,k,l,m)} c(i,j,k,l)x(i,j,k,l,m)(1+r)^{-m},..$$

که در این معادله:
C عبارت است از هزینه تولید،
X نشان دهنده سطح فعالیت،
r نرخ بهره،
مکانی که منابع انرژی در آن قرار دارد،
J حامل انرژی، مثلا گاز طبیعی،
K نقطه ای که حامل انرژی باید تحویل داده شود،
L طبقه بندی تقاضا،
M دوره زمانی

Nordhaus, W. (1973) The Allocation of Energy Resources

مدل های بهینه سازی در مطالعات تجربی

- .سپس توابع هزینه با توجه به هزینه های استخراج، حمل و نقل و فراورش حامل انرژی تنظیم میشوندکه به نوبه خود تابع هزینه های سرمایه ای و عملیاتی هستند.
- محدودیتهای هر مساله بهینه سازی بطورکلی شامل سه دسته محدودیت است:
  - محدودیت منابع، که در این مورد محدودیت بازارها و یا سطح تقاضا های نهایی برای حاملهای انرژی (در قیمتهای موجود)
  - محدودیت تکنولوژی تولید که در توابع هزینه منعکس میشوند،
  - و محدودیتهای قانونی

با مفروض گرفتن محدودیتهای قانونی محدودیتهای مساله کلی را میتوان محدودیت های عرضه منابع و تقاضا دانست:

مساله با فروضی در مورد شرایط پایانی و با کمک نرم افزارهای بهینه سازی شده و نتایج آن که معمولا شامل مقادیر بهینه وقیمتهای تعادلی منابع است به دست می آید.

$$Supply: \ldots \sum_{k,l,m} x(i,j,k,l,m)/eff(j,l) \le R(i,j)$$

$$Demand: . \sum_{k,l,m} x(i,j,k,l,m) \ge D(k,l,m)$$

مدل های بهینه سازی تخصیص انرژی در عمل

- با توجه به اهمیت بارز امنیت انرژی و ضرورت در دسترس بودن (حاملهای) انرژی برای فعالیت های اقتصادی و اجتماعی در جوامع بشری از یک سو و هزینه های جانبی گسترده تغییرات اقلیم استفاده از سوختهای فسیلی از سوی دیگر، علاوه بر مطالعات تجربی کارشناسان اقتصاد انرژی در سطح کشورها، فعالیتهای سازمان یافته و دامنه داری نیزدر سطح بین المللی و با همکاری سازمانهای جهانی و کارشناسان اقتصاد انرژی به عمل آمده است تا مقامات اقتصادی و انرژی کشورها را در تصمیم گیری برای تخصیص بهتر منابع انرژی یاری دهند.

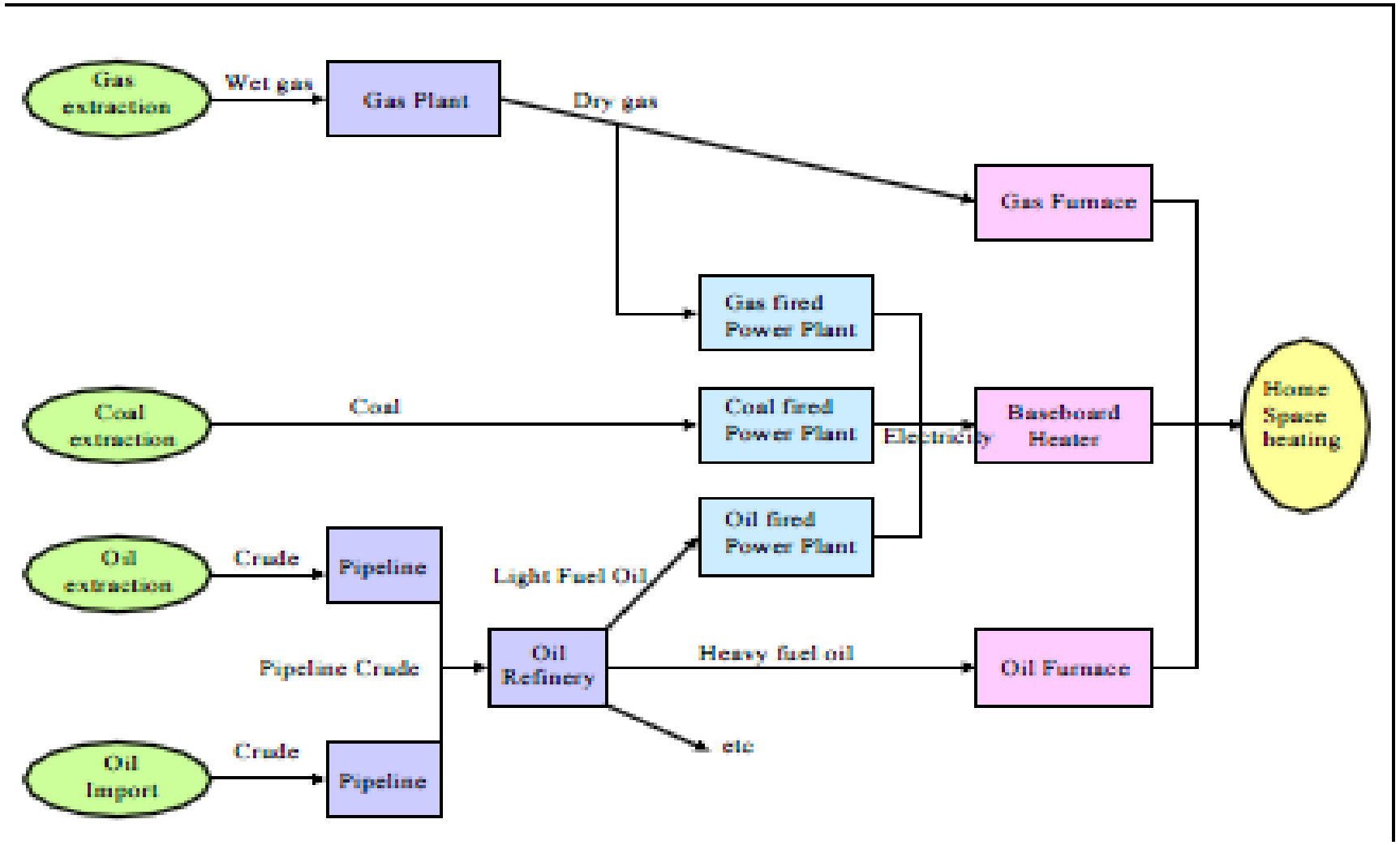
- از مهمترین نمونه های این تلاشهای سازمان یافته بین المللی تنظیم و بکار گیری مستمر و ارتقاء کارایی خانواده گسترده مدلهای بزرگ اقتصاد انرژی موسوم به مارکال (MARKAL) است که بتدریج توسعه یافته و همراه با مدلهای جانبی و تکمیلی مانند تامیز (TIMES) و مسیج (MESSAGE) و غیره در سطح بین المللی، ملی، منطقه ای و اکثر کشورهای پیشرفته و بسیاری از کشورهای در حال توسعه برای تجزیه و تحلیل سیستم های انرژی و توصیه سیاستهای تخصیص یهینه منابع انرژی به کار میروند.

سیستم مدلهای مارکال

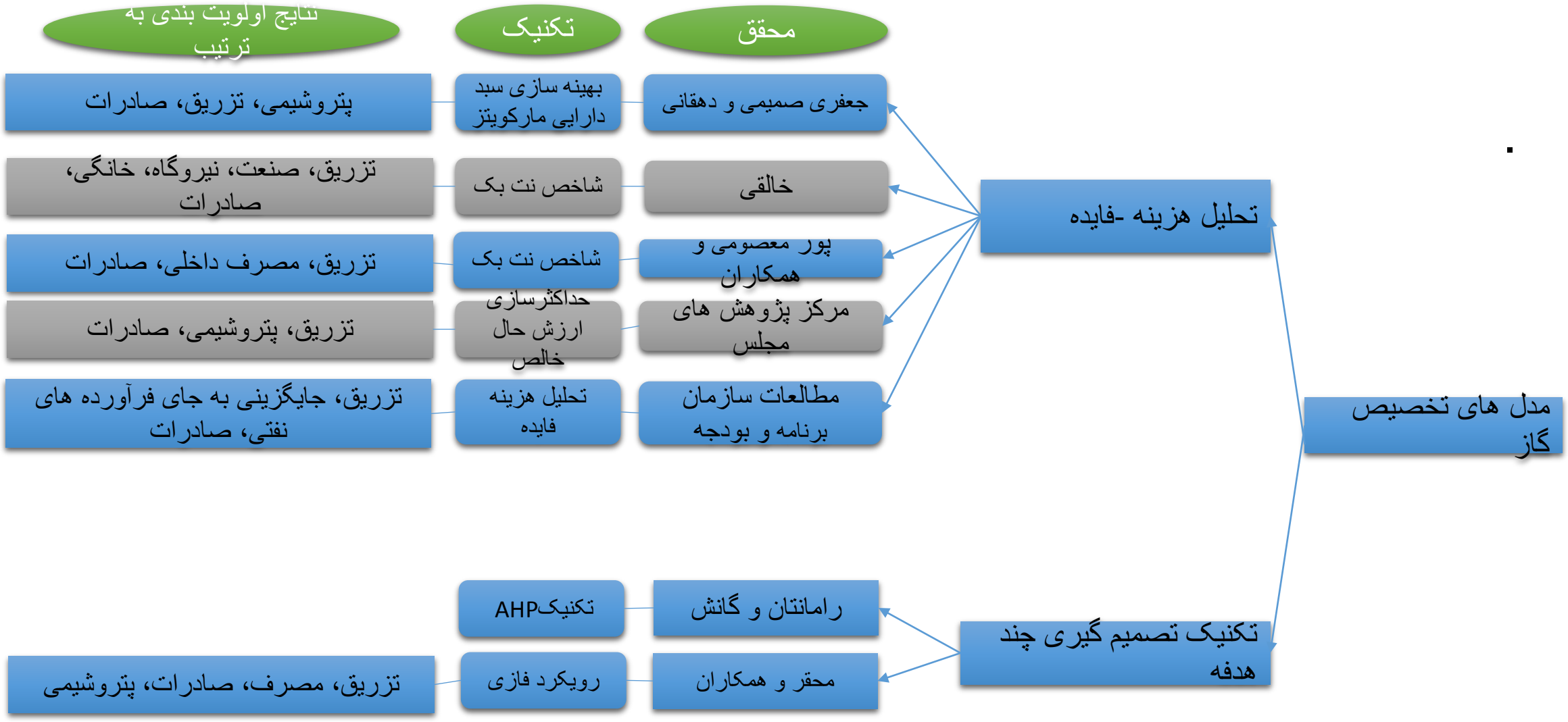
- مارکال مدل ریاضی سیستم های انرژی با ابعاد بزرگی است و که برای تجزیه و تحلیل و سناریو سازی سیستم های انرژی یک یا چند کشور و حتی منطقه به کار میرود. مدلهای جانبی مختلفی توسعه یافته اند که به کشورها برای استفاده کارامدتر از مدلهای مارکال کمک می کنند.

- مدلهای مارکال معمولا شامل بخشهای تقاضا، منابع انرژی شامل واردات، صادرات انرژی، فناوریهای تبدیل حاملهای انرژی و یا خدمات انرژیو حاملهای انرژی است.

ساختار نوعی مدلهای مارکال



پیشینه پژوهش های مرتبط با تخصیص بهینه حاکلهای انرژی در کشور



خلاصه و نتیجه گیری

- تولید گاز طبیعی کشور بتدریج از تقاضای داخلی پیش میگیرد و لازم است مطالعات کارشناسی دقیقی برای تعیین میزان صادرات و تخصیص بهینه منبع گاز به مصارف مختلف صورت گیرد،

- تلاش های مختلفی از سوی موسسات ذیربط و کارشناسان و صاحبنظران اقتصاد انرژی صورت گرفته است اما این تلاش ها باید سازمان یابد تا با همفزایی به نتایج مطلوب بینجامد،

- با توجه به لغو تحریم های اقتصادی زمان مناسب برای اقدامات لازم برای دریافت و به کارگیری ابزارو نرم افزارهای پیشرفته تجزیه و تحلیل سیستم انرژی کشور برای دستیابی به تخصیص بهینه انرژی فرا رسیده است،

- مدیران و کارشناسان موسسه عالی آموزش و پژوهش در مدیریت و برنامه ریزی علاقمندند در مطالعات کارشناسی موسسات و گروه های پژوهشی مرتبط با بخشهای انرژی کشور همکاری کنند.

با تشکر از توجه شما