

به نام خدا



آشنایی با سیاست های انرژی کشور آلمان

تهیه کننده: واحد اندازه گیری و صحنه گذاری (M&V) شرکت بهینه سازی مصرف سوخت



خرداد ماه ۱۳۹۹

۱- مقدمه:

کشور آلمان با جمعیت حدود ۸۳۰۰۰۰۰۰ نفر و مساحت ۳۵۷۰۲۲ کیلومتر مربع در اروپای مرکزی و غربی واقع شده است. این کشور با سیستم جمهوری پارلمانی فدرالی با ۱۶ ایالت اداره می‌شود و سیستم انرژی آن هم از این برنامه مستثنی نیست. آلمان پرجمعیت‌ترین کشور اتحادیه اروپا، دارای بزرگترین اقتصاد اتحادیه اروپا و چهارمین اقتصاد بزرگ جهان است.

کشور آلمان با داشتن اقلیم‌های متنوع کوهستانی، ساحلی و کوهپایه‌ای دارای تنوع زیستی نسبتاً بالایی است. سیاست انرژی کشور آلمان در درجه اول بر پایه عرضه امن و کافی انرژی است و در درجه دوم مبتنی بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش بهره‌وری است.

کشور آلمان با آنکه اقتصادی در حدود ۱۸٪ حجم اقتصاد امریکا و ۲۷٪ اقتصاد چین را داراست، اما مصرف انرژی اولیه آن در حدود ۱۲٪ کشور امریکا و تنها ۹٪ کشور چین است. این آمار نشان‌دهنده بهره‌وری بالای انرژی در کشور آلمان است.

همچنین در کشور آلمان با تنوع عرضه انرژی نهایی برای بخش‌های مصرفی مواجه هستیم که از گاز طبیعی، فراورده‌های نفتی و برق استفاده می‌کنند. ارائه یارانه به بخش‌های صنعتی برای مالیات بر مصرف حامل‌های انرژی فسیلی و ارائه یارانه برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار بازار انرژی آلمان تنوع و پویایی بخش انرژی را بسیار بالا برده است.

در حالت کلی سیاست‌های کشور آلمان در بخش انرژی را بهتر است در تحلیل نتایج و تغییرات دو دهه اخیر این کشور در بخش انرژی جستجو کنیم. گزارش حاضر تغییرات تولید و مصرف انرژی را به همراه تغییرات اثرات زیست محیطی مرتبط با بخش انرژی در دو دهه اخیر برای کشور آلمان ارائه می‌کند و سیاست‌های جاری و آینده سیستم انرژی آن را شرح می‌دهد.

۲- وضعیت عرضه و تقاضای انرژی

آمار کلیدی

▪ عرضه انرژی اولیه: ۲۹۸ میلیون تن معادل نفت خام

✓ فسیلی: نفت ۳۲/۸ درصد، گاز ۲۴ درصد، زغال سنگ ۲۲/۵ درصد

✓ **تجدید پذیر:** زیست توده ۱۰ درصد، هسته‌ای ۶/۶ درصد، باد ۳/۲ درصد، خورشیدی ۱/۶ درصد، برق

آبی ۰/۵ درصد، زمین گرمایی ۰/۱ درصد،

✓ **صادرات برق:** ۱/۴ درصد

✓ **وضعیت:** کاهش ۱۰ درصدی نسبت به ۲۰۰۸

✓ **سرنانه انرژی اولیه:** ۳/۶ تن معادل نفت خام در سال

▪ **شدت انرژی اولیه:** ۸۱ تن معادل نفت خام بر میلیون دلار (اتحادیه اروپا ۱۰۵ تن معادل نفت خام)

▪ **تولید انرژی:** ۱۱۱/۶ میلیون تن معادل نفت خام

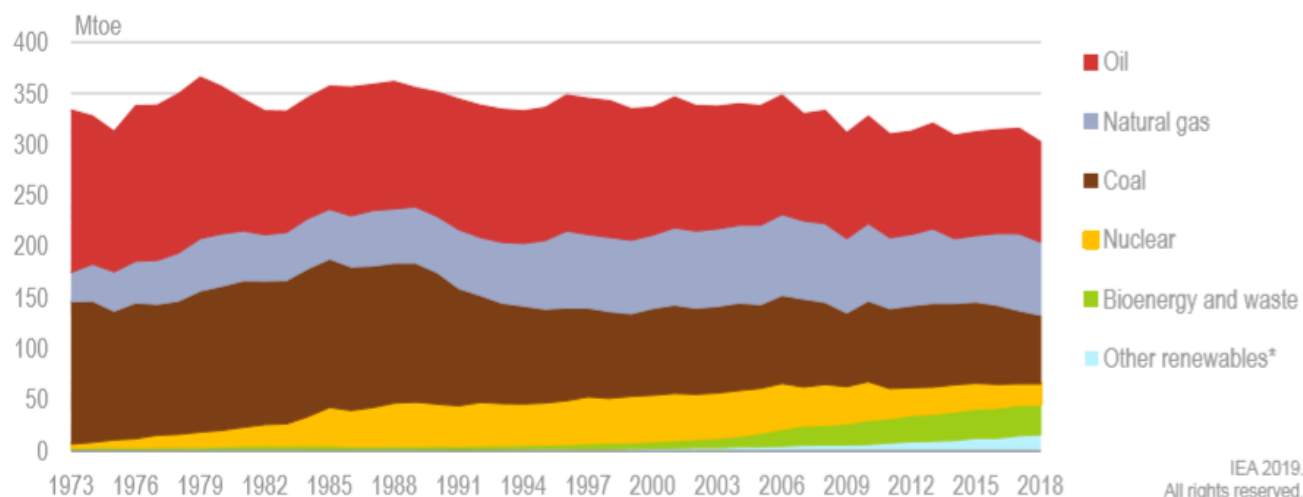
زغال سنگ ۳۳/۷ درصد – زیست توده ۲۶/۸ درصد – هسته‌ای ۱۷/۸ درصد – باد ۸/۶ درصد – گاز طبیعی ۴/۲

درصد – خورشیدی ۴/۲ درصد – نفت خام ۳/۱ درصد – برق آبی ۱/۴ درصد – زمین گرمایی ۰/۲ درصد

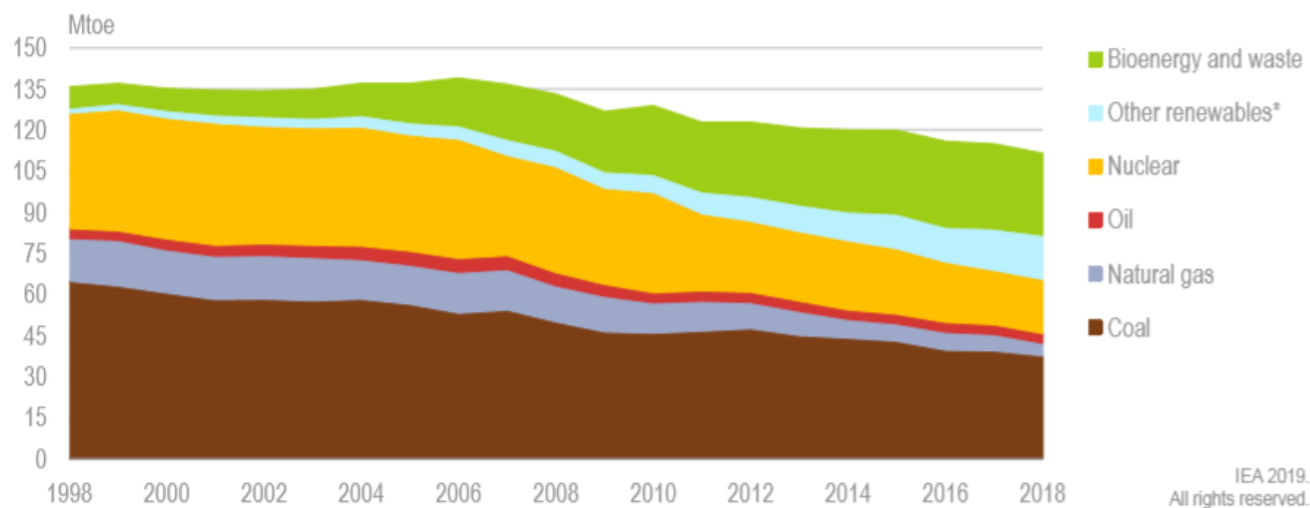
✓ **وضعیت:** کاهش ۱۶ درصدی نسبت به ۲۰۰۸

▪ **مصرف انرژی نهایی (۲۰۱۷):** ۲۲۷ میلیون تن معادل نفت خام

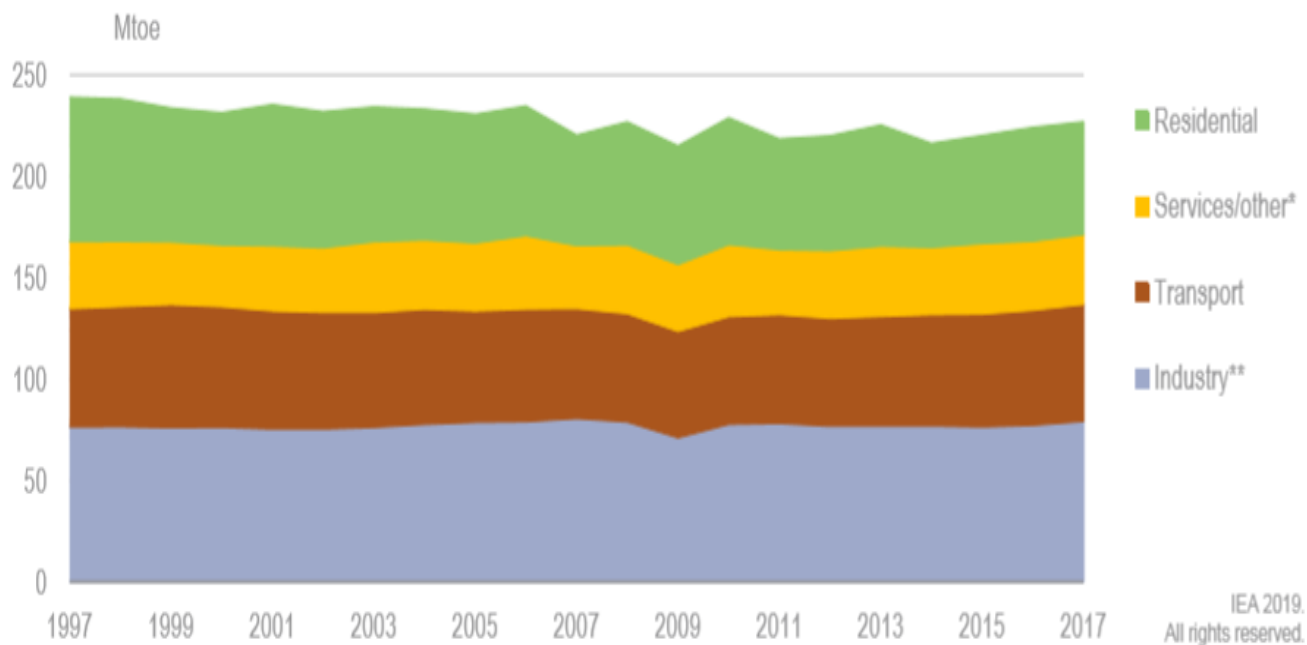
آمارها نشان میدهند که شدت انرژی در آلمان رو به کاهش است. در حالی که تولید ارزش افزوده (تولید ناخالص داخلی) رو به افزایش بوده است. در زیر شماتیک وضعیت عرضه و مصرف انرژی در کشور آلمان قابل مشاهده است.



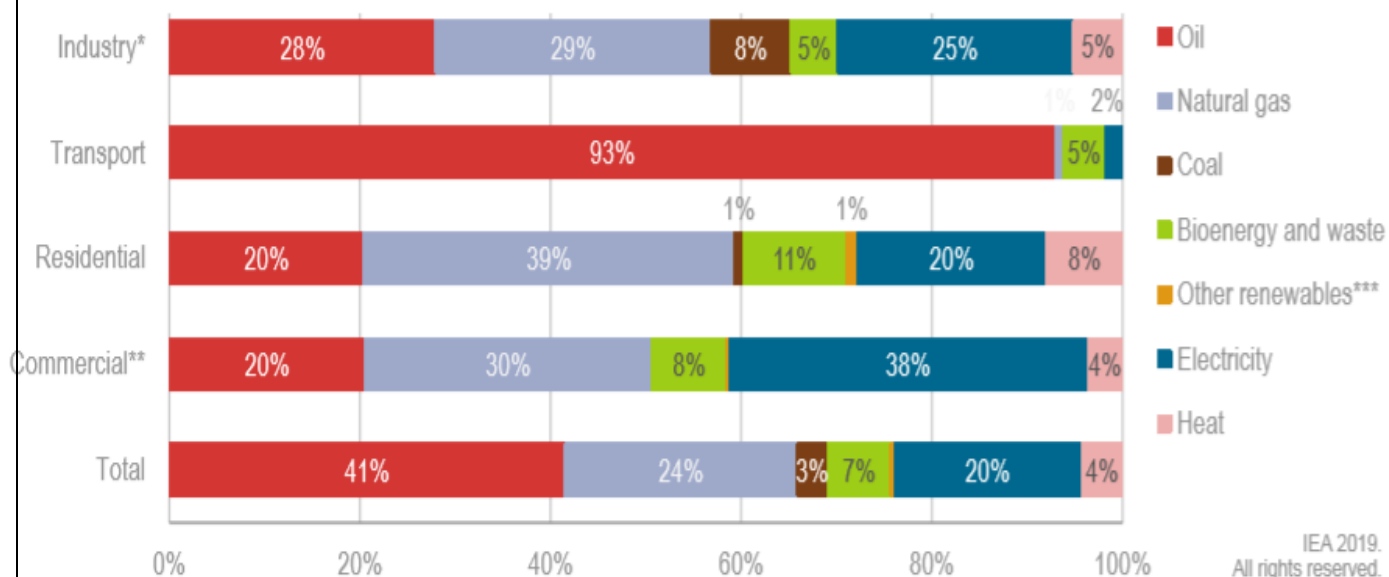
شکل ۱- عرضه انرژی اولیه به تفکیک منبع انرژی بین سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸



شکل ۲- تولید انرژی براساس منبع انرژی بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸



شکل ۳- مصرف نهایی به تفکیک هر بخش بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۷



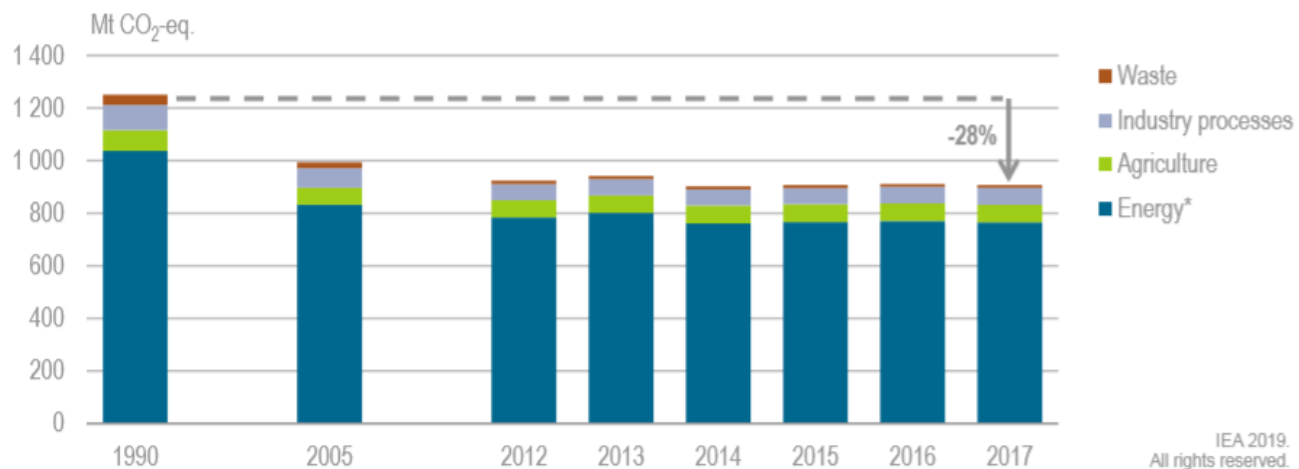
شکل ۴- مصرف نهایی به تفکیک هر بخش و منبع انرژی در سال ۲۰۱۷

۳- وضعیت انتشار گازهای گلخانه ای آمار کلیدی

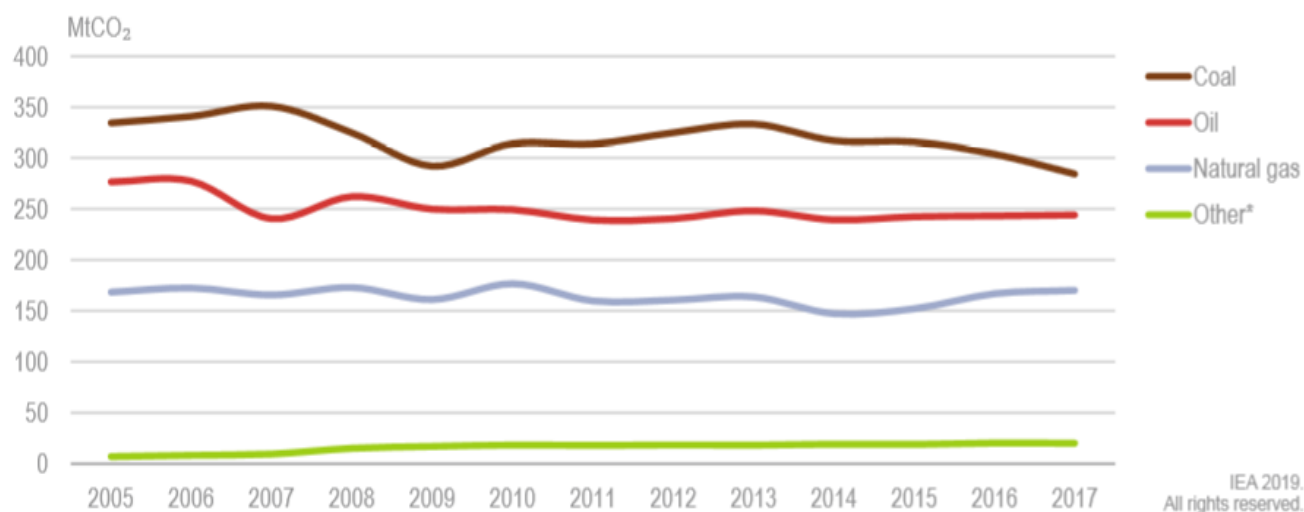
انتشار گازهای گلخانه‌ای: ۸۹۱ میلیون تن معادل کربن دی اکسید

زغال سنگ ۳۹/۶ درصد، نفت و فرآورده‌های نفتی ۳۴ درصد، گاز طبیعی ۲۳/۷ درصد

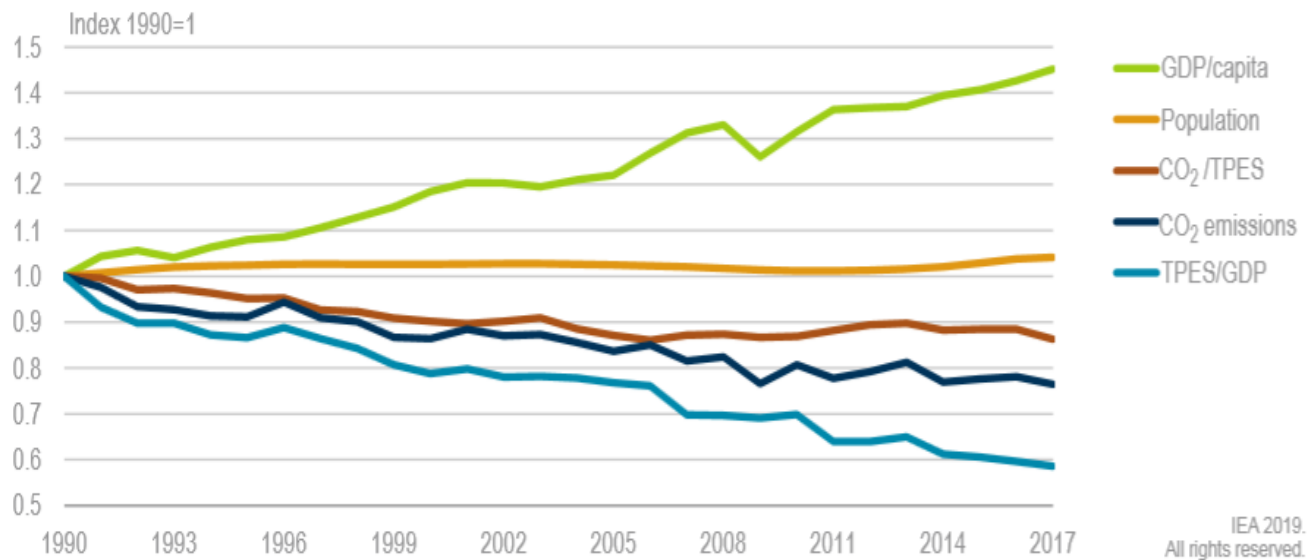
شدت انتشار کربن دی اکسید: ۲۰۰ گرم بر دلار (اتحادیه اروپا ۲۳۰ گرم بر دلار)



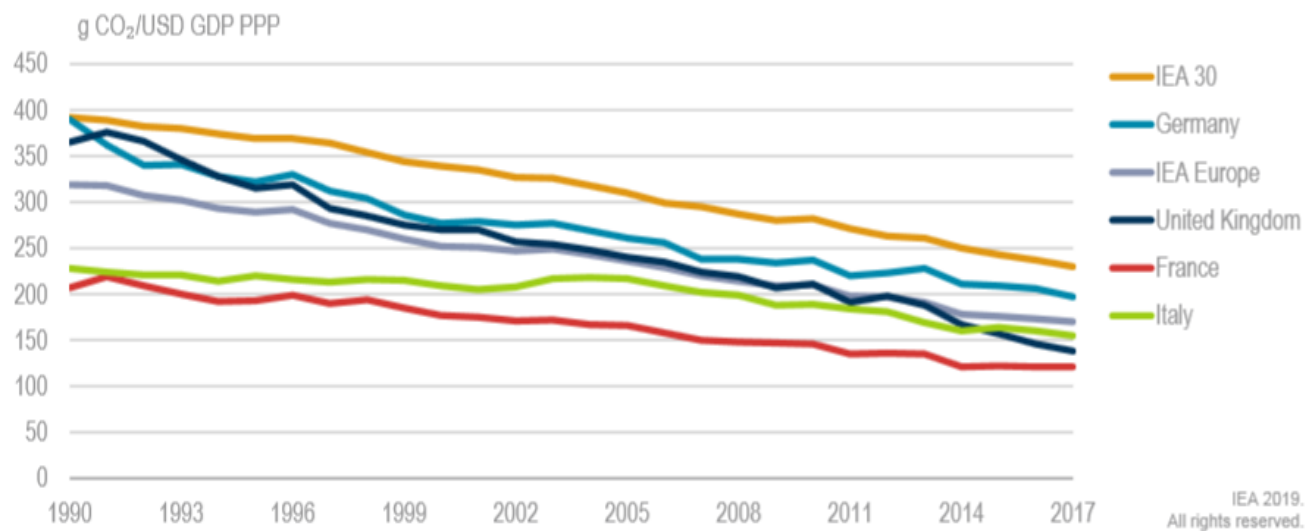
شکل ۵- انتشار گازهای گلخانه‌ای به تفکیک هر بخش بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷



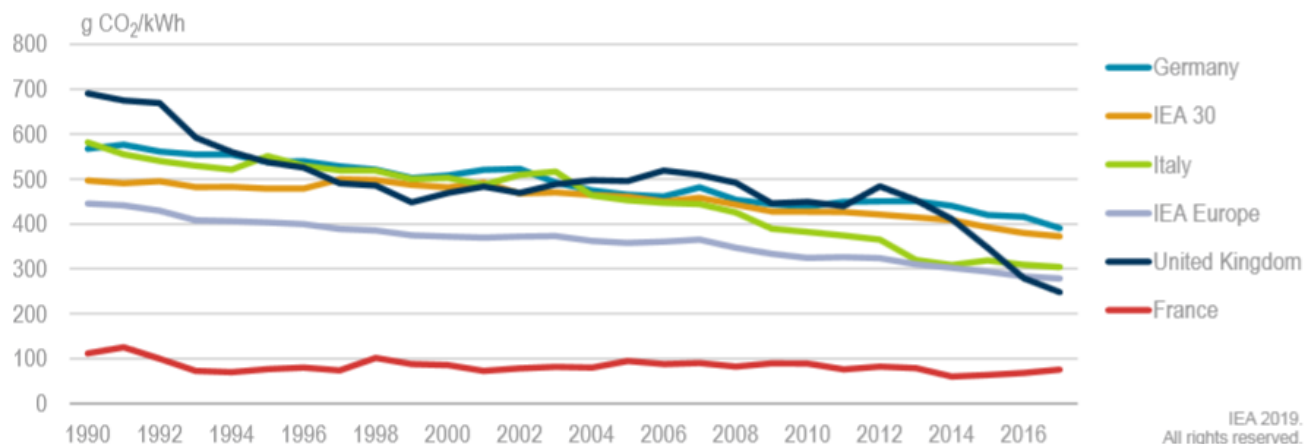
شکل ۶- انتشار CO₂ مرتبط با انرژی بر اساس منبع انرژی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۷



شکل ۷- مقایسه نرمال انتشار CO₂ مرتبط با انرژی و محرکه‌های اصلی آن بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷



شکل ۸- شدت انتشار CO₂ در آلمان و منتخب کشورهای عضو IEA بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷



شکل ۹- شدت CO₂ در تولید برق و حرارت در آلمان و منتخب کشورهای عضو IEA بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷

نمودارها و تحلیل‌ها نشانگر اجرایی شدن سیاست‌های کاهش انتشار کشور آلمان است که تا حدود زیادی در دو دهه اخیر این انتشارها کاهش یافته است.

۴- سیاست کلی انرژی

سیاست کلی دولت آلمان آن است که یک "سیستم انرژی کم کربن و بدون انرژی هسته‌ای تا ۲۰۵۰" داشته باشد. این سیاست کلی شامل سه بخش عمده است.

✓ انرژی هسته‌ای، که اولین بار در دهه ۱۹۷۰ معرفی شد، بیش از پیش با انرژی‌های تجدیدپذیر جایگزین شود.

✓ زغال سنگ، که بزرگترین منبع تولید برق آلمان است، تا سال ۲۰۳۸ به طور کامل کنار برود.

✓ بر اساس برنامه ۲۰۳۰ حفاظت از آب و هوا^۱، هزینه انتشار کربن در بخش‌های حمل و نقل و گرمایش نیز اعمال شود.

¹ The Climate Protection Programme 2030

۵- اهداف انتشار گازهای گلخانه ای

در مقایسه با سال پایه ۱۹۹۰ ، اهداف اصلی کاهش انتشار شامل دستیابی به حداقل کاهش در انتشار گازهای گلخانه‌ای^۲ به میزان

۴۰٪ تا سال ۲۰۲۰

۵۵٪ تا سال ۲۰۳۰

۷۰٪ تا سال ۲۰۴۰

۸۰-۹۵٪ تا سال ۲۰۵۰ است.

از سال ۲۰۱۸، آلمان کل انتشار گازهای گلخانه ای خود را در مقایسه با سال ۱۹۹۰ در حدود ۳۱٪ کاهش داده بود. برنامه های ادامه روند کاهش انتشار آلمان به صورت زیر است.

- ✓ مرحله نهایی حذف انرژی هسته‌ای
- ✓ توسعه انرژی های تجدیدپذیر
- ✓ کناررفتن زغال سنگ
- ✓ کاهش انتشار در حمل و نقل و گرمایش

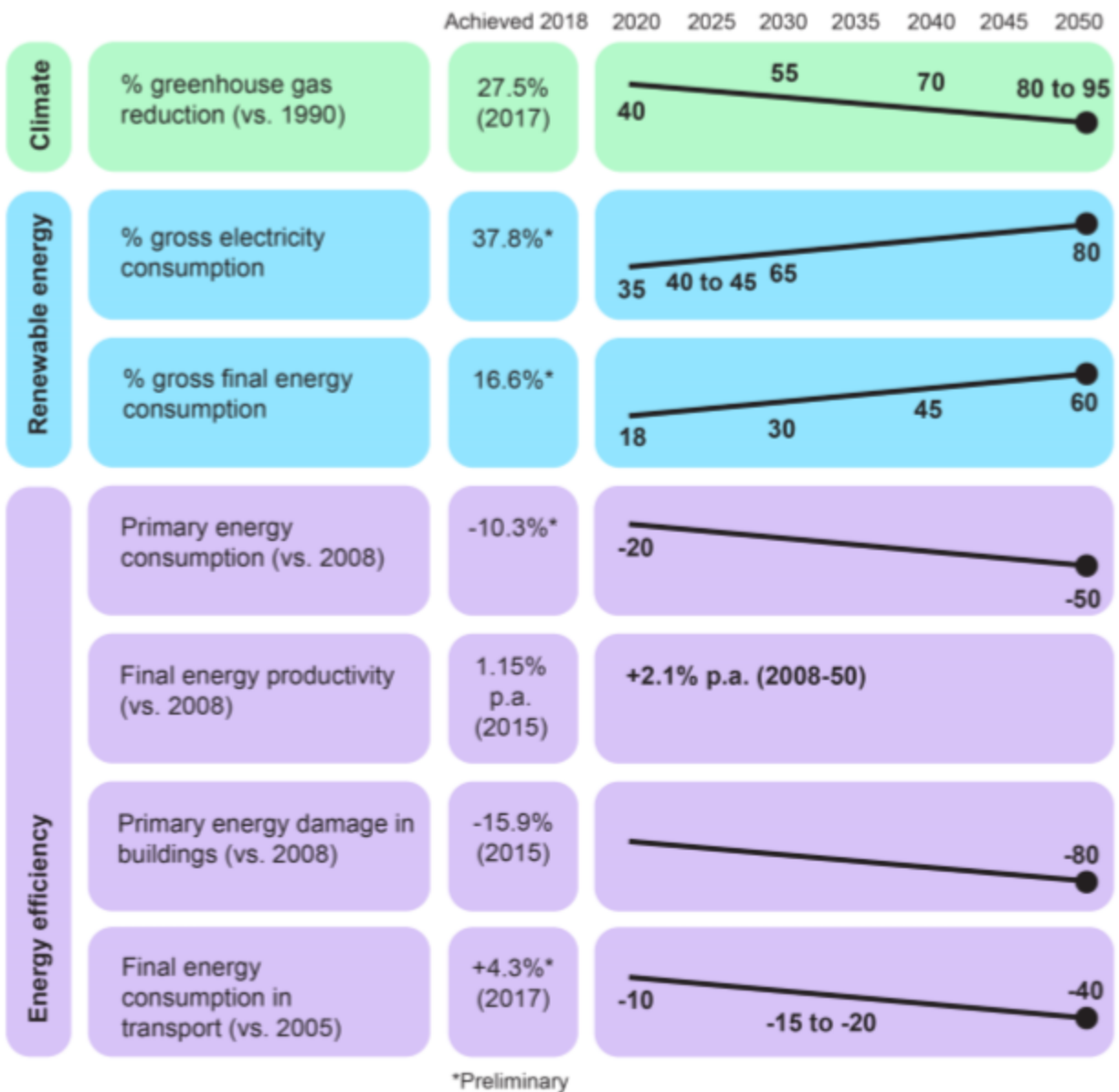
² GHG

جدول ۱- اهداف آب و هوایی و انرژی آلمان از برنامه اقدام آب و هوایی ۲۰۵۰ و انرژی کانسپت ۳

منطقه هدف	۲۰۲۰	۲۰۳۰	۲۰۴۰	۲۰۵۰
میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در مقایسه با سال ۱۹۹۰	حداقل ۴۰ درصد	حداقل ۵۵ درصد	حداقل ۷۰ درصد	بین ۸۰ تا ۹۵ درصد (- virtually GHG (neutral
مصرف انرژی اولیه در مقایسه با سال ۲۰۰۸	۲۰- درصد	-	-	۵۰- درصد
مصرف برق در مقایسه با سال ۲۰۰۸	۱۰- درصد	-	-	۲۵- درصد
سهم تجدید پذیر در مصرف نهایی انرژی ناخالص	۱۸ درصد	۳۰ درصد	۴۵ درصد	۶۰ درصد
تجدید پذیر در مصرف برق	۳۵ درصد	بین ۵۰ تا ۵۲,۵ درصد	۶۵ درصد	۸۰ درصد

* دولت ائتلاف تا سال ۲۰۳۰ هدف جدیدی از ۶۵ درصد تجدید پذیر در تولید برق را تعیین کرده است.

³ the Climate Action Plan 2050 and Energy Concept



شکل ۱۰- اهداف انرژی و آب و هوایی کشور آلمان

۶- صنعت تولید برق

آلمان در برنامه "انرژی کانسبت سال ۲۰۱۰"^۴ هدف گذاری کرده است که از تولید ناخالص برق

۳۵ درصد تا سال ۲۰۲۰

۵۰ درصد تا سال ۲۰۳۰

۶۵ درصد تا سال ۲۰۴۰

۸۰ درصد تا سال ۲۰۵۰

را از منبع تجدیدپذیر ها تأمین کند. اکنون دولت تصمیم دارد به توسعه تجدیدپذیرها سرعت ببخشد و تا سال ۲۰۳۰ به سهم ۶۵٪ از انرژی تجدیدپذیر برسد.

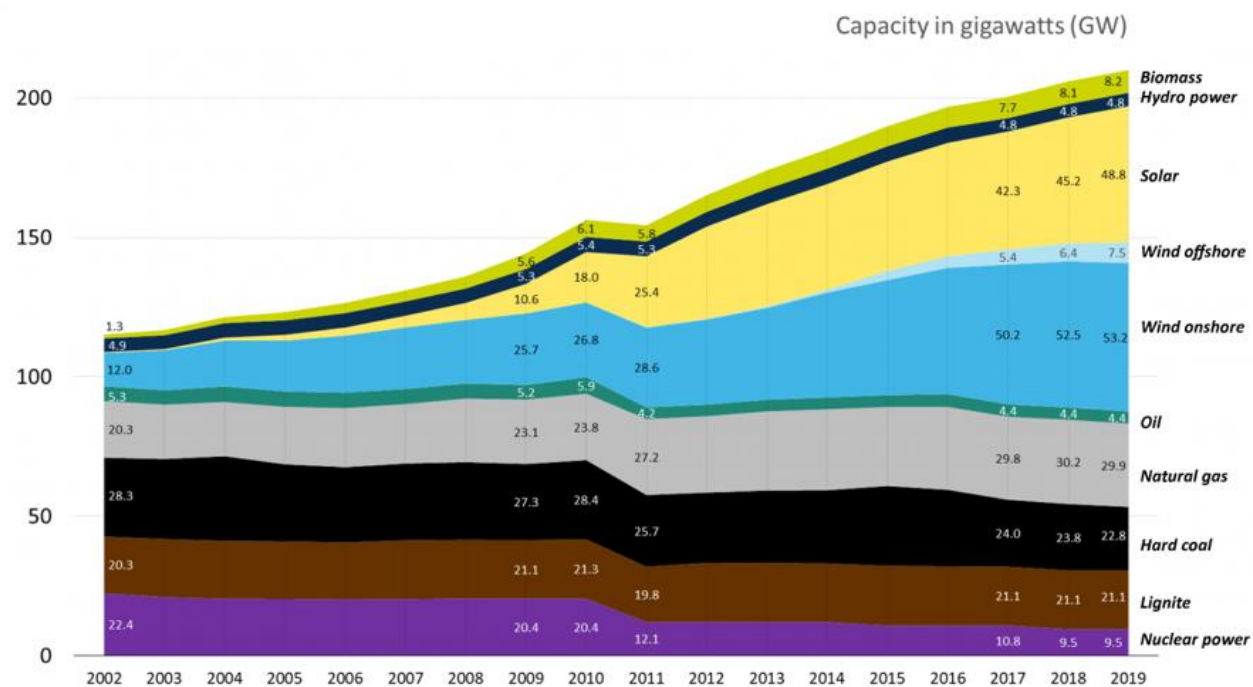
دولت تصمیم دارد در بازار برق اقداماتی را در جهت یکپارچه سازی نفوذ بیشتر انرژی های تجدیدپذیر به بازار انرژی انجام دهد. (شروع اقدامات از ۲۰۱۶). اما نفوذ بیشتر تجدیدپذیر ها در سیستم بازار برق با مشکلاتی از قبیل موارد زیر روبروست.

✓ بیشترین ظرفیت باد در شمال آلمان واقع شده است ، در حالی که بیشترین تقاضا از مناطق شهری و صنعتی در جنوب و غرب کشور است.

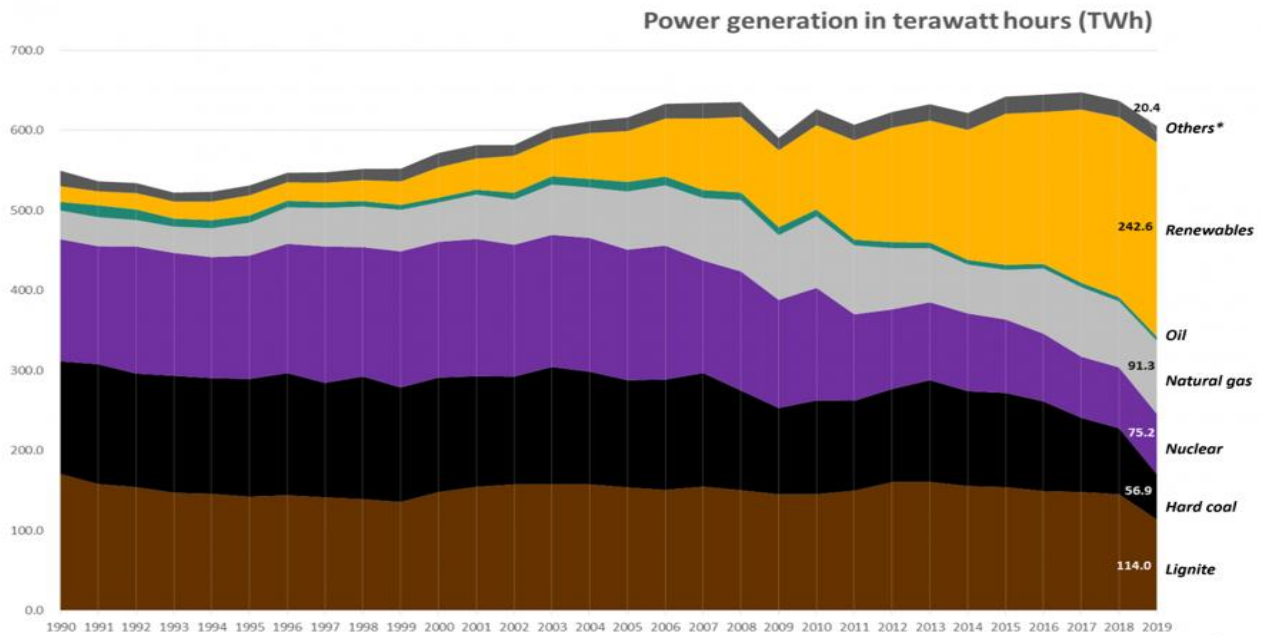
✓ مشکلات شبکه اجازه انتقال برق از شمال به جنوب را نمی دهد. ایالت های شمالی با مازاد برق روبرو هستند و جنوبی ها با کسری عرضه مواجه هستند.

✓ بیشتر نیروگاه های هسته ای که در حال تعطیل شدن هستند در سمت جنوب واقع شده اند.

⁴ Energy concept 2010



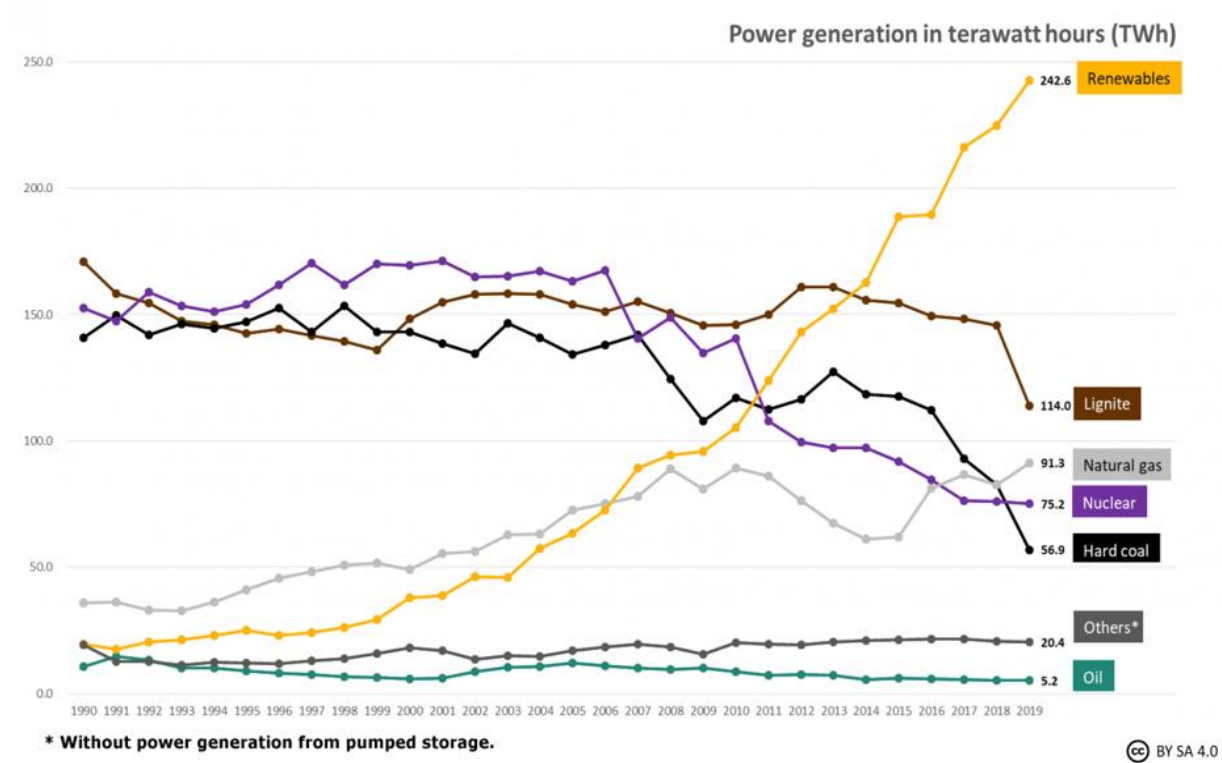
شكل ١١ - ظرفيت توليد برق



* Without power generation from pumped storage.

CC BY SA 4.0

شكل ١٢- توليد برق



شکل ۱۳- تولید برق به تفکیک منبع

۷- بخش حمل و نقل

بخش حمل و نقل، به طور ویژه‌ای، بزرگترین عامل عقب افتادگی در برنامه‌های کاهش تولید گازهای گلخانه ای بوده است. وسایل نقلیه دیزلی در حمل و نقل جاده ای عامل اصلی افزایش آلودگی هوا است. راهکارها و سیاست های کاهش انتشار در بخش حمل و نقل که در "برنامه ملی آینده تحرک"^۵ نیز گنجانده شده است به صورت زیر است.

✓ حمل و نقل عمومی محلی

✓ راه آهن

✓ دوچرخه سواری

✓ پیاده روی

✓ دیجیتالی شدن امور

✓ یارانه و تفاوت های مالیاتی برای وسایل نقلیه با آلودگی کم

۸- بخش گرمایش

بخش گرمایش شامل بیش از ۵۰٪ از مصرف نهایی انرژی و حدود ۴۰٪ از میزان تولید گازهای گلخانه ای - بخشی است که در آن دولت هنوز در حال تدوین یک طرح دکربونیزه کردن^۶ است.

✓ افزایش راندمان انرژی (اولین گام)

✓ روند سریعتر نوسازی تجهیزات

✓ استفاده از انرژی های تجدید پذیر بیشتر

⁵ National Platform Future of Mobility

⁶ decarbonisation plan

- ✓ مالیات و هزینه انتشار بر روی انرژی فسیلی
- ✓ کاهش مالیات برای بهینه سازی انرژی ساختمانها
- ✓ کاهش مالیات برای جایگزینی سیستم های گرمایشی قدیمی (با سوخت فسیلی)
- ✓ کاهش مالیات برای سیستم های گرمایشی کارآمد
- ✓ یارانه و تفاوت های مالیاتی برای ایجاد زیرساخت های سیستم های کارآمد
- ✓ کاهش مالیات برای گسترش شبکه های گرمایشی و گرمایش منطقه ای

۹- اعمال استانداردهای مشوق بهره‌وری انرژی

✓ دستورالعمل هزینه گرمایش (۲۰۰۹)^۷ برای معرفی صورتحساب مبتنی بر مصرف تشویقی برای گرما و آب گرم

✓ استفاده از برچسب‌های کارایی انرژی برای دیگ‌های بخار از سال ۲۰۱۶^۸

✓ مشوق‌های مالی در "بهره‌وری انرژی و گرما"

(۱) ساختمانهای با بهره‌وری انرژی بالا

(۲) بهره‌وری انرژی در صنعت و تجارت

(۳) زیرساخت‌های گرمایش

(۴) صرفه‌جویی در مصرف برق در بخش خصوصی

✓ تخفیف‌های مالیاتی برای تولیدکنندگان صنعتی و کشاورزی

✓ معافیت کامل مالیات انرژی برای انتشار در صنایع به شدت انرژی‌بر

✓ معافیت کامل مالیات انرژی برای استفاده از سیستم تولید همزمان با حداقل ۷۰٪ ظرفیت

✓ یارانه تسهیلاتی برای تجدیدپذیرها

✓ جریمه مازاد مصرف در پیک برابر 6.79 (c/kWh)

عموماً خانوارها نسبت به به‌روزرسانی سیستم‌های گرمایشی خود تمایلی نشان نمی‌دهند.

اهداف مشوق‌های بهره‌وری انرژی و گرمایش از تجدیدپذیر^۹ در ساختمان‌ها

دولت آلمان اهداف زیر را دنبال می‌کند:

⁷ The Heating Cost Ordinance 2009

^۸ colour-coded efficiency labels

⁹ renewable heat

➤ کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها به نصف

➤ افزایش سهم تجدیدپذیرها به ۶۰-۷۰٪ از مصرف تا سال ۲۰۳۰

۱۰- امنیت انرژی

سیاست آلمان در مورد عرضه نفت منجر به امنیت بالا و چند جانبه عرضه نفت شده است.

✓ زیرساخت فراهم آوری خوب و متصل

✓ بازار آزاد

✓ ذخایر بالای اضطراری نفت

سیاست آلمان همچنین سطح نسبتاً بالایی از امنیت انرژی را از تأمین گاز طبیعی بوجود آورده است.

✓ واردات - ۹۳٪ (روسیه ، هلند و نروژ)

✓ گاز طبیعی به عنوان منبع سوخت پشتیبان برای تجدید پذیر

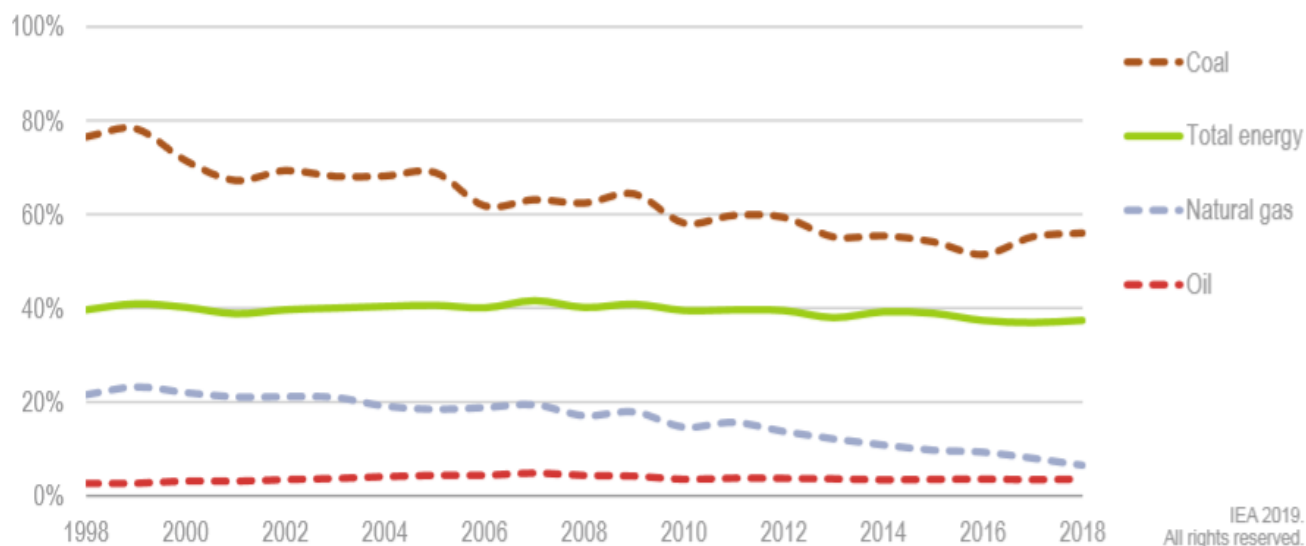
✓ افزایش مصرف گاز طبیعی در تولید برق ، برای رفع نیازهای پیک بار

سیاست های آینده امنیت انرژی

✓ متنوع سازی منابع گاز - از جمله واردات LNG

✓ ادامه اقدامات فعلی در تأمین نفت و گاز

✓ ادامه اقدامات فعلی در توسعه و تنوع بخشی به تجدیدپذیرها



شکل ۱- میزان خودکفایی (تولید/عرضه اولیه انرژی) بر اساس منبع انرژی

۱۱- نتایج سیاست گذاری آلمان در یک نگاه

تحلیل نتایج اعمال سیاست های انرژی در کشور آلمان نشان می دهد که این کشور تا حدود زیادی در تحقق اهداف میان مدت خود موفق بوده است به طوری که در تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر فراتر از چشم انداز پیش رفته است و به ۴۲٪ تولید برق از منبع تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۹ رسیده است (هدف ۲۰۲۰ به میزان ۳۵٪ بوده است). در خروج انرژی هسته ای و زغال سنگ و جایگزینی آن با تجدیدپذیرها نیز نتایج خوبی رقم خورده است. و با رویه موجود تحقق هدف کناررفتن کامل زغال سنگ در تولید برق در سال ۲۰۳۸ دور از دسترس نخواهد بود. اما یک چالش بر سر راه هدف وجود دارد و آن وجود عمده تقاضای برق در سمت جنوب آلمان است جایی که پتانسیل انرژی های تجدیدپذیر نسبت به شمال آلمان (با سهم کوچکتر تقاضا) پایین تر است و خروج نیروگاه های هسته ای و زغال سوز با وجود محدودیت های شبکه و بازار برق در آلمان مشکل است. این مسئله با راه حل تنظیم بازار برق و اعمال قوانین جدید در این بازار در حال حل شدن است.

در خصوص بهره‌وری انرژی باید گفت کشور آلمان یکی از پیش‌روترین کشورهای جهان در این موضوع است به طوری که توانسته است شدت انرژی خود را تا حدود زیادی کاهش دهد در حالی که رشد تولید ناخالص داخلی متوقف نشده است. این مسئله نشان دهنده نتیجه بخش بودن سیاست‌های مشوق بهره‌وری انرژی و سیاست‌های مالیاتی استفاده از انرژی‌های فسیلی در کنار سهم نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر در سیستم انرژی آلمان است. طی سه دهه گذشته در حالی که تولید ناخالص داخلی ۵۴٪ رشد داشته است، عرضه انرژی اولیه ۱۴٪ و انتشار گازهای گلخانه‌ای ۳۵/۷٪ کاهش داشته است. همچنین با وجود افزایش تقاضای انرژی و اعمال سیاست‌های بهره‌وری انرژی و صرفه‌جویی انرژی تولید برق ۵/۴٪ افزایش داشته است و طی این مدت تولید برق از تجدیدپذیرها ۲۰ برابر افزایش یافته است.



Note: As a general rule, emissions data for the last year shown can expected to be preliminary.

© BY SA 4.0

نمودار ۱- تولید ناخالص داخلی، برق مصرفی، انرژی اولیه، انتشار GHG

۱۲- نهادهای مرتبط با سیاست گذاری انرژی در آلمان

عرضه انرژی آلمان در یک سیستم اقتصادی بر پایه بازار اجتماعی می‌باشد. (مداخله دولت تنها در موارد اضطراری صورت می‌گیرد). نهادهای مختلف اداری و وزارتی و اموری که در آنها مرتبط با موضوع سیاست گذاری انرژی است بصورت زیر است.

▪ وزارت امور اقتصادی و انرژی در درجه اول مسئولیت سیاست گذاری انرژی است (BMWi)

- ✓ سیاست گذاری انرژی
- ✓ انتقال انرژی
- ✓ سیاست های آب و هوایی
- ✓ انرژی‌های تجدیدپذیر
- ✓ بهره وری انرژی
- ✓ برنامه ریزی اضطراری برای نفت ، گاز و برق.

▪ وزارت محیط زیست ، حفاظت از منابع طبیعی و ایمنی هسته ای (BMU)

▪ وزارت حمل و نقل و زیرساخت های دیجیتال (BMVI)

- ✓ استراتژی سوخت
- ✓ انتقال انرژی در حمل و نقل

▪ وزارت غذا و کشاورزی (BMEL)

- ✓ سوخت های زیستی (Biofuels)
- ✓ زیست توده (Biomass)

▪ وزارت آموزش و تحقیقات (BMBF)

▪ وزارت دارایی (BMF)

- ✓ سیاست مالی
- ✓ سیاست مالیاتی
- ✓ مدیریت بودجه

▪ آژانس فدرال شبکه برق ، گاز ، مخابرات ، پست و راه آهن

- دفتر فدرال کارتل (شورای رقابت و قیمت گذاری)
- ✓ کمیسیون انحصارها^{۱۰}
- مشاوره به دولت آلمان در مسائل بخش انرژی و رقابت در بازار

¹⁰ The Monopolies Commission